

CAPÍTULO V. APLICACIONES DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES EN LA BALNEOLOGÍA.

Autores. Dr. MSc. Gabriel Secades MSc. Margaret Suárez Muñoz, MSc. Maritza E Llerena Portilla.

CAPÍTULO V. APLICACIONES DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES EN LA BALNEOLOGÍA.

V.1 Introducción.

La Medicina tradicional acude con desmesurado apego a la terapéutica farmacológica y quirúrgica –no exentas de desagradables y penosas iatrogénias- quizás por el hecho de que algunos médicos desconocen o prescinden -en el ejercicio de su profesión- de los recursos de la naturaleza, que es depositaria de un variado y rico patrimonio con posibilidades curativas que radican en principios activos –sobre todo biológicos- presentes en esos recursos.

En nuestro caso estos recursos son las aguas y los peloides-fangos-mineromedicinales, que poseen propiedades que ejercen diferentes acciones sobre el organismo humano dependientes de su compleja composición, de las sinergias y antagonismos, y de otros factores asociados tales como el clima, el género de vida, el paisaje, el régimen alimentario. Todo ello, conjugado con la constitución del propio individuo, su estado emocional y psíquico, y el reposo, ejerce una serie de acciones fisioterápicas sobre el organismo humano que en ocasiones son difíciles de explicar, por lo que con frecuencia se admite que existen pero no se pueden reproducir –y a veces interpretar- sus efectos ya que por su propia complejidad no son susceptibles de experimentación.

Teniendo en cuenta que constituyen una herramienta terapéutica, estos recursos no pueden ser considerados como elementos naturales de magia o hechicería o, mucho menos, como recetas médicas que se aplican siguiendo el eslogan de *hágase según arte*, sino que hay que precisar que son aguas y fangos con un contenido coloidal y orgánico que tiene una evidente actividad iónica y una gran cantidad de propiedades físico-químico-biológicas que originan interacciones en un todo, y cuyo modo y forma de actuar merece el respeto que avala su comprobada acción curativa.

Los tratamientos hidroterápicos son aplicaciones de agua fría y caliente, que se pueden administrar de diversas formas (San José, 1998). Desde hace cientos de años son conocidas las aplicaciones en forma de baños, duchas, chorros, etc. y están ligadas a los nombres de Priessnitz y Kneipp, que son, podríamos decir, los padres de la moderna hidroterapia (San José, op. cit.).

Entre la hidroterapia y la crenoterapia existe una estrecha relación, ya que las técnicas hidroterápicas se emplean principalmente en los tratamientos médicos de las curas termales. La hidroterapia pertenece a las formas terapéuticas que basan sus mecanismos de acción en la triada estímulo-reacción-adaptación, y constituye –en multitud de enfermedades- una posibilidad de tratamiento coadyuvante que puede llegar a reducir el uso de medicamentos. Además, el empleo de la hidroterapia tiene un gran valor profiláctico. Finalmente, no hay que olvidar que el componente de la experiencia subjetiva –que se desprende de los métodos hidroterápicos- constituye un estímulo adicional del método terapéutico dentro de la consecución de una vida sana en general (San José, op. cit.).

Por la relevancia que ha adquirido la balneología en Cuba, este capítulo lo hemos reservado para abordar los aspectos esenciales de la farmacodinamia de las aguas minerales, mineromedicinales y peloides, con el fin de describir los mecanismos que

regulan su acción sobre el organismo humano y las vías y técnicas más usuales para su aplicación y su correcta utilización.

V.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES EN LA TERAPÉUTICA.

Los métodos de la Medicina Física –hidroterapia, crenoterapia, peloterapia, entre otros- de aplicación en balnearios a lo largo de la historia no pueden dissociarse de la historia global de la Medicina. Se puede afirmar que algunos de estos métodos – hidroterapia y crenoterapia- constituyen uno de los primeros procedimientos terapéuticos empleados en Medicina (San José, 1998).

El destino del hombre ha estado, está y estará indisolublemente unido al agua, pues el agua es –junto con el aire, la tierra y el fuego- uno de los cuatro elementos del cosmos real y mitológico. Pero, fundamentalmente, el agua constituye del 60 al 80% de la composición del cuerpo humano, según la edad. El agua participa tanto en el medio interno del hombre como en su ambiente externo; la ausencia de agua en el entorno es sinónimo de muerte y las catástrofes naturales que provoca constituyen aún hoy –en algunas zonas del planeta- una desgraciada y cotidiana experiencia (San José, op. cit.).

Así, se puede admitir que desde tiempos muy remotos se utilizan las aguas minerales como remedio para la salud, aunque -por aquel entonces- las interpretaciones de sus efectos curativos o beneficiosos estaban esencialmente vinculadas a su uso empírico - prácticas de hechicería y brujería, de componente mágico-religioso-, ya que en las primitivas civilizaciones los espíritus, ninfas o dioses eran los encargados de distribuir la salud y la enfermedad (Armijo-Valenzuela, 1994a).

Como afirman Fontan y cols. (1984; in San José, 1998) se puede considerar que *...el acto hidromineral es de todos los actos terapéuticos el más antiguo y el más general.*

Se puede destacar que en la prehistoria se utilizaban las termas y fuentes mineromedicinales, lo que se ha podido saber por el descubrimiento de restos arqueológicos de dichas fuentes y de sus aditamentos en diversos lugares del planeta, y – gracias a ellos- se sabe que algunos métodos clásicos de la terapéutica física –como los baños de vapor y los masajes- se venían utilizando, anteriormente a la colonización romana, por pueblos primitivos como los germanos y también por los indios navajo en la época precolombina americana (San José, op. cit.).

Uno de los pueblos –organizados- más antiguos que difundió y utilizó este tipo de cura fueron los griegos y la mayor parte de sus centros médicos disponían de manantiales que facilitaban las prácticas hidroterápicas, aunque en ellas seguía prevaleciendo la acción del instinto, la casualidad, el tanteo y la observación. La balneoterapia, como parte de la medicina griega, se describe en la epopeya de Homero con fines tanto higiénicos como religiosos.

En la antigua Roma los complejos termales alcanzaron también la condición de monumentos extraordinarios y sus normas y la utilización de las aguas con fines terapéuticos se extendieron por Europa con la dominación romana. Luego, la dominación de los bárbaros supuso la destrucción de gran número de termas romanas y un paso atrás en el desarrollo de las curas hidrotermales, y por otra parte los emperadores cristianos, al considerar que la promiscuidad -que se daba con frecuencia en las termas- facilitaba los actos inmorales y la relajación de las costumbres, limitaron y hasta penalizaron su empleo lo que determinó una merma en sus aplicaciones.

La cultura árabe, por su parte, fomentó el empleo de los baños; así como la utilización de las aguas mineromedicinales con fines curativos y médicos aunque siempre guiados por el empirismo.

Las cruzadas dieron paso también a un nuevo florecimiento en los tratamientos, al utilizarse estas aguas para facilitar la recuperación de heridos y combatir las enfermedades del Oriente, pero la idea de inmoralidad y el miedo al contagio de enfermedades impidió la generalización de estos tratamientos.

En el siglo XV los descubrimientos geográficos permitieron comprobar que las primitivas civilizaciones del Nuevo Mundo utilizaban las aguas minerales para conservar y mejorar la salud, figurando prácticas hidroterápicas en algunos rituales americanos precolombianos.

En los siglos siguientes los avances en la terapéutica y en la Hidrología Médica como tal no fueron trascendentales, hasta que a partir del siglo XVIII aumenta el número de publicaciones al respecto y se inician, con los medios con que se contaba en la época, los estudios analíticos de las aguas minerales, a raíz de la aparición –en 1725- de una memoria balnearia realizada por Ovelgün (in San José, 1998) -médico alemán- que subraya la importancia del conocimiento de la composición química de las aguas termales, así como la necesidad de experiencia clínica en la administración de dichas aguas como remedio crenoterápico. En ese siglo y en el XIX el avance de la hidroterapia se debió a la influencia de personas carentes de estudios médicos y a la idea de que la naturaleza y los medios naturales constituían las vías más adecuadas para mejorar la salud de los enfermos.

Si bien es cierto que en muchas circunstancias el hombre no ha aprovechado lo que su mundo más cercano tan generosamente le ha ofrecido y de lo que incluso, llevado de un orgullo pueril, ha intentado prescindir, la hidrología médica en nuestros días en el mundo en general y en Cuba en particular, apoyándose en los conocimientos y técnicas cedidos por las ciencias naturales, la física, la química, la fisiología, la farmacología, la higiene y otras muchas ramas del saber y las ciencias, ha perdido gran parte de su primitivo empirismo, para hacerse cada vez más científica.

El estudio de la composición de las aguas minerales, sus acciones sobre órganos y funciones en organismos sanos y enfermos, la apreciación precisa de los resultados terapéuticos, etc. hace que la hidrología médica actual pueda ser incluida, sin duda de ningún género, entre las ramas del saber médico.

Aunque en muchos casos la terapia medicamentosa y quirúrgica ha relegado las curas balnearias, esto no significa que su utilización carezca de eficacia o justificación. Es en algunos casos un tratamiento exclusivo, agente coadyuvante en otros y puede ayudar en la recuperación en muchos pacientes. Además se incluye entre los métodos de la medicina preventiva -a la que se ha concedido enorme importancia durante el siglo XX y aún más lo será durante el siglo XXI- como método eficaz para impedir y controlar el incremento de muchas *enfermedades de la civilización*, en cuya etiología interviene todo un conjunto de factores negativos que desgraciadamente acompañan a la vida moderna – falta de ejercicio, desequilibrio dietético, estrés emocional y polución ambiental- (San José, op. cit.).

V.3. PAPEL DE LA BALNEOTERAPIA EN LA MEDICINA.

La terapia es la parte de la medicina que se ocupa del tratamiento de las enfermedades, ya sea por procedimientos farmacológicos o quirúrgicos. Si se utilizan

agentes físicos entramos en el campo de la terapéutica física, si se utilizan agentes químicos y drogas pasamos al de la farmacología, etc.

Los agentes terapéuticos son de diversa naturaleza, origen, forma de preparación, etc. Se consideran medicamentos químicos aquellos en cuya composición intervienen una o más sustancias químicas y algún excipiente. Desde esta óptica, las aguas mineromedicinales pueden considerarse medicamentos químicos, ya que las mismas constituyen soluciones de diferentes sales en agua. Estas soluciones de origen natural según Sollmam (en Armijo-Valenzuela y San Martín, 1994b) están dotadas de peculiares propiedades que le confieren actividad terapéutica y pueden justificar su acción medicamentosa. Por lo tanto, desde este punto de vista se puede establecer que las aguas mineromedicinales son agentes terapéuticos.

Así, la OMS admitió en 1969 como agua mineral natural toda agua no contaminada bacteriológicamente que procedente de una fuente subterránea natural o perforada, contiene una determinada mineralización y puede inducir efectos favorables par la salud debiendo estar así reconocido por la autoridad pertinente del país de origen.

En términos generales, los tratamientos con aguas mineromedicinales constituyen un importante proceder terapéutico que goza de prestigio reconocido, ya que el mismo se basa en los resultados apreciados directamente por los enfermos y el conocimiento teórico y práctico de los médicos hidrólogos (San Martín y Armijo-Valenzuela, 1994).

Se debe destacar que las aguas minerales constituyen entidades individuales, ya que la composición química de cada yacimiento es, por lo general, diferente. Los productos naturales que poseen son constantes y su variación durante el ciclo hidrológico no debe exceder del 20 % de la composición media. Lo más importante en dichas aguas es su acción terapéutica, la cual debe quedar demostrada mediante estudios farmacológicos, farmacocinéticos y clínicos debidamente controlados.

Desde este punto de vista, se concede un papel más determinante a los efectos terapéuticos que a la composición química y características físicas o físico-químicas, de manera que el simple análisis de las aguas por diferentes procesos no siempre permite deducir acciones terapéuticas determinadas que permitan de manera fiable enjuiciar los posibles efectos de una cura balneológica. Además, se debe destacar que las acciones terapéuticas de las aguas minerales sólo se producen en el propio balneario -a pie del manantial- pues en ese lugar es donde el agua conserva sus propiedades.

Debido a que las aguas minerales al brotar de la fuente poseen, por lo general, gases disueltos y temperaturas elevadas, se producen recombinaciones iónicas -precipitación con la consiguiente pérdida de mineralización, cambios de pH y de potencial redox, etc.- lo cual puede dar lugar a sensibles alteraciones y pérdida de sus propiedades terapéuticas.

En la actualidad, las investigaciones relacionadas con la acción terapéutica de las aguas mineromedicinales se realizan principalmente en los Centros Termales y van dirigidas a relacionar la composición química y la acción de las aguas sobre el organismo o sobre algún órgano determinado, así como al estudio de las propiedades farmacocinéticas de estas aguas, con el fin de conocer la absorción y distribución y eliminación de las mismas por el organismo. En este tipo de estudio se evalúa el papel de las vías de administración de las aguas y sus gases acompañantes -oral, respiratoria, tópica, etc.- sobre la adsorción y distribución, las cuales son amplias por constituir el agua el componente mayoritario del organismo. Si bien algunos componentes del agua poseen una acción terapéutica selectiva -el yodo sobre la tiroides, el arsénico sobre la piel y el azufre sobre las arterias- otros componentes presentan una acción más general. La

principal vía de eliminación es la renal, lo que justifica la utilización de las aguas minerales como diurético.

A continuación se ofrece en la tabla 18 un resumen de las principales características de las aguas mineromedicinales cubanas, su mineralización total, caudales y composición tipo.

Tabla 18. Principales características de las aguas mineromedicinales en Cuba (Álvarez y Moreno, 1996).

Nombre	Ubicación	Número de localización de la Figura 2	Mineralización total g/l	Caudal l/s	Clasificación química
San Diego de los Baños	Pinar del Río	23	2,0-2,2	15	sulfatada cálcica sulfurosa
San Vicente	Viñales (Pinar del Río)	24	1,8-2,0	6	sulfatada cálcica sulfurosa
Soroa	Pinar del Río	25	0,6-1,0	1	bicarbonatada cálcica magnesiana sulfurosa
Santa María del Rosario	Cotorro (Ciudad Habana)	26	1,8-1,9	1	bicarbonatada sódica sulfurosa
Sulfuroso	Madruga (Habana)	27	0,5-0,9	2,3	bicarbonatada magnesiana cálcica sulfurosa
San Miguel de los Baños	Jovellanos (Matanzas)	28	0,8-1,0	1	bicarbonatada magnesiana
Menéndez	Martí (Matanzas)	29	59,0-71,0	8	clorurada sódica sulfurosa bromurada
Elguea	Corralillo (Villa Clara)	30	40,0-60,0	34,7	clorurada sódica bicarbonatada radónica
Ciego Montero	Palmira (Cienfuegos)	31	1,8-2,2	4,5	clorurada sódica sulfurosa silíceo
San José del Lago	Mayajigua (Sancti Spíritus)	32	0,5-0,6	8	bicarbonatada cálcica sulfurosa radónica
Los Jobos	Buey Arriba (Granma)	33	0,5-0,6	1	sulfatada clorurada cálcica
El Cedrón	Santiago de Cuba	34	2,2-2,4	2	sulfatada cálcica silíceo radónica
La Cuquita	Guamá (Santiago de Cuba)	35	10,6-10,9	8,7	clorurada cálcica sódica sulfurosa bromurada
Amores	Guantánamo	36	0,16	2	clorurada cálcica
Santa Fe	La Fe (Isla de la Juventud)	37	1,5-2,0	6	bicarbonatada cálcica magnesiana
Santa Bárbara	Demajagua (Isla de la Juventud)	38	1,5-3,0	4,5	bicarbonatada cálcica magnesiana

Por los componentes que aportan, las aguas mineromedicinales pueden actuar sobre el organismo. Así por ejemplo, las aguas bicarbonatadas se comportan como antiácidos y su administración es favorable en determinados procesos dispépticos hipersecretorios, en procesos metabólicos en los que la tendencia alcalinizante puede ser conveniente, etc.; las aguas sulfatadas, en particular las sódicas y magnésicas, utilizadas por vía oral actúan como laxantes o purgantes, y también como colagogas y coleréticas; las aguas cloruradas -en particular en aplicación tópica- son estimulantes de la cicatrización y estimulan la reparación de afecciones óseas, ganglionares, etc., y son favorables en el tratamiento de afecciones respiratorias, cutáneas y digestivas; las aguas ferruginosas son recomendables en hiposiderosis con manifestaciones hemáticas o sin ellas, estados asténicos, convalecencias, etc.; las aguas débilmente mineralizadas, administradas en dosis suficiente se comportan como diuréticas, facilitando la eliminación de orina, catabolitos, así como las de arenillas y pequeños litos.

Todas estas acciones son puramente farmacológicas y perfectamente comprobables cuando el aporte de esas aguas se produce por vía oral o se absorben a través de mucosas, pero cuando la aplicación es en forma de baño o de duchas la absorción no es fácil, ya que el paso de los minerales disueltos en el agua a través de la piel es sólo posible en pequeña proporción, como lo han demostrado diversos estudios científicos (Armijo-Valenzuela y San Martín, 1994b).

De todo lo anteriormente analizado se deduce que las posibles indicaciones de los tratamientos con aguas mineromedicinales son amplias y numerosas, figurando entre ellas, además de los procesos donde específicamente pueden ser favorable la estimulación general de las defensas orgánicas, enfermedades crónicas reversibles o en las que se puede mejorar la tolerancia a lesiones ya establecidas. Sin embargo existen contraindicaciones generales y particulares de este tipo de tratamiento, figurando entre las mismas los procesos tumorales malignos, las lesiones orgánicas graves, sean cardíacas, hepáticas, renales o de cualquier otra localización, la tuberculosis pulmonar evolutiva, las enfermedades agudas o las crisis agudas de enfermedades crónicas, los estados caquéticos o con muy escasa capacidad de respuesta.

Aunque algunos componentes de las aguas minerales pueden ejercer directamente sus efectos farmacológicos específicos, varios o todos de los componentes disueltos de las mismas pueden producir interacciones, así como efectos sinérgicos o antagónicos que no pueden inferirse a partir de la simple composición química. Se puede dar el caso que aguas de composición semejante puedan tener efectos terapéuticos diferentes y que aguas con composición diferente puedan producir un efecto terapéutico similar.

Además de la acción específica de los elementos constitutivos de las aguas minerales, es preciso tener en consideración los procedimientos y técnicas de aplicación, los factores climáticos, así como aspectos de tipo paisajístico y de confort. En la actualidad se da cada vez más peso a los factores anti-estresantes, que incluyen, además de las aguas, el medio ambiente circundante, una dieta adecuada y condiciones que garanticen el reposo, el sueño y el alejamiento de las actividades cotidianas (Armijo-Valenzuela, 1994b). Con esta concepción se construyen los modernos Centros de Salud para Adultos –centros SPA- que algunos consideran como lugares más propicios para personas sanas que aspiran a una mayor calidad de vida, y los prefieren en lugar de los antiguos balnearios, sanatorios o curocentros concebidos como centros de rehabilitación para personas enfermas.

V.4. IMPORTANCIA DEL AGUA COMO ALIMENTO Y COMO FÁRMACO.

V.4.1. Introducción.

El agua es imprescindible para la vida, siendo el componente inorgánico más abundante de los seres vivos. En el hombre llega a constituir más del 60 % del peso corporal, y en algunos animales, como por ejemplo la medusa, el 98 %. Sin el agua no es posible la realización de los procesos metabólicos de las células.

El agua interviene químicamente en estos procesos y fuera de las células actúa como medio de transporte en la circulación sanguínea. Constituye además uno de los elementos que regulan la temperatura del cuerpo. La evaporación del agua juega el papel más importante para disipar el calor corporal.

El agua constituye el vehículo que relaciona entre sí todos los tejidos y las diferentes partes del organismo. El agua transporta directamente o en suspensión las sustancias que el organismo asimila y acumula, y sus propiedades físicas y químicas son responsables de su acción bioquímica como fármaco y como alimento.

V.4.2. Balance del agua en el organismo.

Las reservas de agua del organismo son relativamente escasas y es necesario una compensación entre el agua ingerida en los alimentos -líquidos y sólidos-, el agua aportada por los procesos bioquímicos de oxidación-reducción -a través de la cadena de respiración y otros- y el agua eliminada del organismo por la orina y las heces. En la tabla 19 se ilustra este balance hídrico.

Tabla 19. Balance hídrico en el cuerpo humano (Suárez, 1998).

	Ingresos (ml/kg)			Egresos (ml/kg)	
	OBLIGATO- RIOS	FACULTATI- VOS		OBLIGATORIO S	FACULTATIV OS
Líquidos	650	1000	Orina	500	1000
Sólidos	600		Piel	500	
Agua de oxidación	300		Pulmone s	400 150	
			Heces		
Totales	1550	1000		1550	1000
Total General	2550			2550	

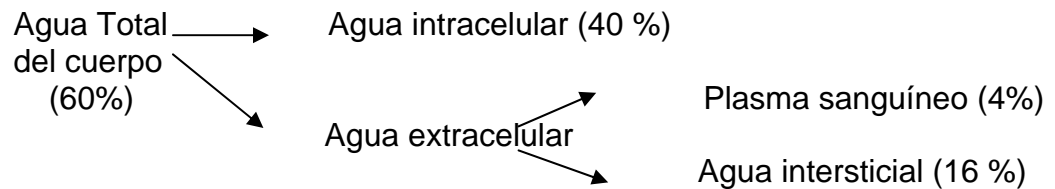
La eliminación diaria de orina es de unos 1500 ml, de los cuales 500 ml son obligatorios -mínimo de agua con la cual el riñón puede excretar la carga de soluto diaria-. El resto es variable y depende de la disponibilidad de agua.

En condiciones normales, por respiración se pierden 900 ml de agua -12 ml/kg de peso corporal- y de ellos 500 ml por la piel y 400 por los pulmones, ambos como vapor de agua. Por heces fecales la pérdida diaria es mínima, unos 150 ml.

Para mantener el balance hídrico, la pérdida básica de agua diaria -2500 ml- se debe compensar a partir del suministro de agua pura y de los alimentos. La regulación de este equilibrio se consigue en el organismo -en lo esencial- gracias a dos sistemas de regulación: la sensación de sed, que incita a ingerir más líquido, y la actividad renal, que elimina agua en forma de orina.

V.4.3. Distribución del agua en el cuerpo.

Para estudiar el agua y las sustancias en el organismo es preciso distinguir tres grandes espacios: el espacio intracelular, es decir la totalidad de líquido interior de las células, el espacio extracelular, que a su vez se subdivide en agua del plasma sanguíneo y el líquido intersticial, y finalmente el espacio transcelular, que es limitado por el tracto digestivo.



La distribución del agua en el cuerpo se ajusta al siguiente esquema (Suárez, 1998):

Entre estos distintos espacios no existe una diferencia rigurosa y una cantidad considerable de líquido es desplazado de un lugar a otro.

El agua del cuerpo no se encuentra como agua pura, sino que están disueltas en ella una serie de sustancias: unas de carácter orgánico como glucosa y aminoácidos - principales nutrientes-, y otras inorgánicas como cloruro, bicarbonato y sodio. Las primeras están constituidas por moléculas y las segundas por iones disociados –electrolitos-.

El paso del solvente a través de las membranas del organismo está regulado por las propiedades osmóticas: cuando el agua se encuentra más mineralizada, el soluto obstaculiza la tendencia del solvente a penetrar a través de la membrana.

Siguiendo las leyes de la difusión de los líquidos, las partículas se mueven en forma espontánea de uno a otro lugar del cuerpo humano, desde regiones de mayor concentración a otras de menor concentración, cuando las membranas son permeables a los solutos. Esto ocurre con las moléculas orgánicas que se difunden espontáneamente a través de las membranas del organismo. El movimiento de las partículas contrario a la difusión, esto es, desde regiones de menor concentración a regiones de mayor concentración, se denomina transporte activo y requiere un suministro de energía adicional.

Las membranas celulares, tanto en los animales como en los vegetales, son membranas semipermeables y juegan un papel de extraordinaria importancia en la nutrición.

Algunas membranas -como el endotelio vascular- son permeables a prácticamente todos los electrolitos, por lo cual estos pasan libremente del plasma al intersticio extracelular. No sucede lo mismo con la membrana celular, que es impermeable a los electrolitos, y sólo mediante un transporte activo puede ser atravesada por estos.

V.4.4. Metabolismo mineral.

El metabolismo de los iones -denominado también metabolismo mineral- se diferencia del de otras sustancias como los carbohidratos, proteínas y grasas, en que aquellos no se consumen en el organismo, pero sí se asimilan con los alimentos y se eliminan en los productos de desecho -orina y heces-. Su entrada como alimento puede regularse dentro de límites amplios. Sin embargo, la mayor parte de los animales han desarrollado la

capacidad de mantener prácticamente invariable la concentración iónica de los líquidos del cuerpo (Karlson, 1962).

El organismo tiene necesidad de mantener no sólo un volumen determinado de agua, sino también una concentración adecuada de solutos, de manera que la presión osmótica se mantenga dentro de límites adecuados (tabla 20). Por otra parte los diferentes electrolitos se encuentran distribuidos en el organismo de una manera desigual; así, el Na^+ se presenta en el líquido extracelular, sobre todo en el espacio intersticial, el K^+ , por el contrario, en el espacio intracelular -aunque la concentración de K^+ en las células es inferior a la del Na^+ extracelular-. El Cl^- , digerido en los alimentos como NaCl o directamente de las aguas naturales, constituye el principal anión del plasma. Es necesaria su presencia para la producción de HCl en el estómago.

Tabla 20. Composición de los electrolitos del plasma (Suárez, 1998).

Catión	Concentración (meq/l)	Anión	Concentración (meq/l)
Na^+	142	Cl^-	101
K^+	4	HCO_3^-	27
Ca^{2+}	5	HPO_4^{2-}	2
Mg^{2+}	2	SO_4^{2-}	1
		Pro	16
		Ac. Org.	6
	153		153

V.5. ACCIÓN TERAPÉUTICA DE LOS COMPONENTES DE LAS AGUAS MINERALES.

La mayoría de las sustancias minerales se encuentran en cantidades mínimas. Por lo general los alimentos las contienen, pero en ocasiones, debido a los problemas de absorción, sólo pasan al organismo una cantidad insuficiente de las mismas. Las aguas minerales pueden ofrecer una vía de suministro de estos elementos en forma iónica.

A continuación se hace un breve resumen de las principales propiedades de los componentes mayoritarios de las aguas mineromedicinales, según datos de Armijo-Castro (1994a; in Suárez, 1998).

- A) Cationes.

Entre los cationes más importantes presentes en las aguas minerales se pueden señalar los siguientes: sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc, cobre, manganeso y cobalto.

El sodio está presente en todas las aguas mineromedicinales, siendo el catión predominante en muchas de ellas. Su acción en el organismo es significativa, teniendo en cuenta que se encuentra repartido en todos los tejidos y espacios extracelulares. Se admite que todas las funciones orgánicas requieren una cierta cantidad de sodio.

En forma iónica interviene en un gran número de procesos biológicos, siendo significativa su acción reguladora del volumen de líquido extracelular y de los procesos osmóticos; interviene también en el mantenimiento del equilibrio ácido-base del medio y es activador de múltiples procesos enzimáticos.

El potasio está presente en todas las aguas, aunque en menor proporción que el sodio. Constituye el principal catión intracelular y participa en el proceso de transmisión del impulso nervioso, la contracción celular, etc.

El litio también es frecuente en las aguas minerales, pero en más baja concentración. Sus propiedades terapéuticas son similares a las del sodio. Posee además acción antiasmática y se discute su capacidad disolvente del ácido úrico.

El calcio es uno de los componentes esenciales de las aguas minerales, especialmente en las de baja mineralización. Su presencia en el organismo es indispensable, ya que interviene en las funciones del sistema nervioso, el corazón, los músculos, la coagulación sanguínea y en la constitución de los huesos.

El magnesio, como el calcio, es frecuente en las aguas, especialmente en terrenos donde afloran rocas ultrabásicas. En el organismo es un catión que ocupa el espacio intracelular; interviene en el sistema nervioso central y es activador de los sistemas enzimáticos que catalizan la fosforilación oxidativa y la liberación energética.

El estroncio, el bario y el berilio suelen ser acompañantes del calcio, encontrándose en el agua en proporciones muy bajas.

El hierro es otro componente importante del agua a pesar de su baja concentración. Solamente de 5 a 10 mg/l de ion ferroso bastan para conferirle al agua propiedades benéficas contra la anemia y la clorosis. El hierro es uno de los componentes esenciales de las células sanguíneas –hematíes- y es utilizado por el organismo como tónico y reparador de las pérdidas de hierro.

El manganeso suele acompañar al hierro en las aguas minerales, aunque en proporciones aún más pequeñas.

En algunas aguas minerales también aparecen a niveles de trazas muchos elementos, tales como aluminio, plata, plomo, bismuto, cinc, cadmio, vanadio, etc., los cuales son considerados oligoelementos que en su conjunto pueden ejercer acciones directas o indirectas importantes sobre el organismo.

- B) Aniones.

Entre los aniones presentes en el agua destacan los halógenos -cloruro, fluoruro, bromuro, ioduro-, los compuestos del azufre -sulfato, sulfuro de hidrógeno y azufre coloidal- y los compuestos del carbono -bicarbonato, carbonato y dióxido de carbono-. Los compuestos del nitrógeno están asociados, por lo general, a la contaminación y no poseen una acción farmacológica destacada.

El cloruro se encuentra prácticamente en todas las aguas, siendo el anión extracelular más importante. Por lo general se encuentra asociado al sodio. Junto al bicarbonato interviene de manera destacada en el balance de los líquidos intersticial y plasmático.

La principal acción del fluoruro es la de formación del esmalte dental y tejido óseo. Es esencial su presencia en las aguas para evitar las caries dentales, y su carencia en las aguas potables es compensada con el suministro de una adecuada cantidad en los abastos –acueductos-. También posee propiedades antisépticas.

El bromuro es sedante a nivel cerebral.

El ioduro se comporta como estimulador o refrenador de los efectos relacionados con la tiroides. Además posee propiedades antisépticas y sedantes. Su acción terapéutica ha sido empleada en afecciones de los aparatos respiratorio y circulatorio, así como en enfermedades parasitarias.

El azufre, en sus diferentes formas iónicas, constituye uno de los componentes esenciales de las aguas mineromedicinales. Su acción terapéutica depende de si se

encuentra en su forma oxidada –sulfato- o reducida –sulfuro-. Los sulfatos estimulan las secreciones del aparato digestivo. La ingestión de aguas minerales del tipo sulfatadas sódicas, magnésicas o mixtas, tiene manifiesta acción purgante, por lo que son útiles para el tratamiento del estreñimiento, mientras que las de tipo sulfatadas cálcicas se pueden utilizar como aguas de bebida de acción diurética.

Los sulfuros tienen acciones metabólicas, vasculares y tróficas en diversos tejidos, en particular del sistema respiratorio y del aparato locomotor. El azufre puede ser absorbido por vía digestiva, respiratoria y tópica. Su acción es beneficiosa en relación con las afecciones respiratorias, dermatosis y procesos reumáticos.

Los carbonatos, bicarbonatos y el dióxido de carbono están presentes en todas las aguas naturales. Sus proporciones relativas dependen del pH y la temperatura. Sus efectos en el organismo, principalmente sobre el aparato digestivo, son esencialmente de tipo antiácido o alcalinizante. También poseen propiedades beneficiosas sobre las alteraciones hepáticas, trastornos metabólicos y afecciones de las vías urinarias.

Las aguas de tipo carbónico o carbogaseosas -CO₂ > 250 mg/l- se suelen usar como aguas de mesa. El CO₂ libre se comporta como un excitante ligero de la mucosa que reviste el aparato digestivo, atenúa la sensibilidad gustativa y estimula la secreción del jugo gástrico, favoreciendo la digestión de los alimentos.

El silicio es un elemento que aparece en el agua en forma de sílice libre, coloidal o anión silícico, pudiéndose encontrar en concentraciones apreciables en algunas aguas de origen profundo. Su carencia en el organismo crea alteraciones en el crecimiento del tejido óseo y del tejido conjuntivo.

- C) Gases disueltos y sustancias orgánicas.

Entre los gases disueltos en las aguas juega un importante papel el radón. Las aguas radónicas tienen acción esencialmente sedante sobre el organismo y reguladora del sistema nervioso vegetativo.

Por último, se debe señalar el papel que ejerce la presencia de sustancias orgánicas, especialmente las de tipo húmicas -ácidos húmicos y fúlvicos- en las aguas. Su contenido es mayor en algunas fuentes naturales ricas en flora autótrofa, residuos vegetales, algas, etc.

La materia orgánica más organizada como flora hidrotermal, está integrada por un conjunto de especies macro y microscópicas que requieren condiciones específicas de pH, temperatura, luminosidad del agua, etc. Entre estos microorganismos figuran: algas verdes –clorofíceas-, algas azules –cianofíceas-, diatomeas, sulfobacterias -oxidan el H₂S, S⁻ y SO₃²⁻ y liberan azufre-, ferrobacterias -utilizan el hierro en las aguas ferruginosas para satisfacer sus necesidades vitales-, manganobacterias -requieren manganeso-, halofitas -aguas cloruradas- y flora termófila -aguas con temperaturas superiores a 40 °C-.

V.6. ACCIÓN SOBRE EL ORGANISMO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE AGUAS MINEROMEDICINALES Y APLICACIONES TERAPÉUTICAS.

V.6.1. Aguas cloruradas.

Son aguas que poseen más de 1g/l de minerales disueltos y un 20 % de mg/l de cloruros. Según el grado de mineralización y la temperatura se subdividen en diferentes grupos:

- Fuertes, con una mineralización mayor de 50 g/l.
- Medias, con una mineralización entre 10 y 50 g/l.

- Débiles, con una mineralización inferior a 10 g/l.
- Altamente mineralizadas y frías, con sólidos totales solubles –TSS- elevados y baja temperatura.
- De baja mineralización y calientes, de características químicas y físicas contrarias a las anteriores.

A su vez, las aguas cloruradas pueden ser terrestres o marinas según su origen; mientras las primeras poseen una mineralización variable, las aguas marinas poseen una composición más estable –mineralización superior a 34 g/l-.

Por evaporación de las aguas cloruradas de alta concentración se produce un precipitado de sales constituido fundamentalmente por NaCl y un líquido acuoso sobrenadante que se denomina agua madre, el cual también es utilizado en los balnearios con fines terapéuticos.

Las aguas cloruradas de fuerte y mediana mineralización son hipertónicas, mientras que las de débil mineralización pueden ser hipotónicas o cercanas a la isotonía.

Además de los efectos específicos propios de los componentes minerales disueltos, en la acción terapéutica de este tipo de agua intervienen las características físicas de las aguas y la acción estimulante o estresante directa de este tipo de cura.

Las aguas cloruradas de baja mineralización, tanto en forma natural como por dilución, pueden ser administradas por vía oral o tópica. Su ingestión produce efectos directos en el aparato digestivo comportándose como estimulante de la secreción clorhídrica y motilidad gástrica, siendo también estimulante de la biliar y de la secreción y motilidad intestinal, disminuyendo la flora intestinal (Armijo-Valenzuela, 1994c).

Se debe señalar que el aporte excesivo del ion Na^+ al organismo produce una mayor eliminación renal del mismo, y el organismo se ve forzado a eliminar, además, un elevado volumen de agua para lograr la concentración adecuada de sodio en la orina -350 meq/l-. Debido a este hecho, los náufragos y aquellas personas que ingieren agua de mar sufren una gran deshidratación.

La temperatura del agua también ejerce una acción importante: los baños entre 30 y 34°C son estimulantes, mejoran la circulación de los órganos internos, activan los cambios metabólicos y poseen efectos vasoconstrictores; los baños entre 35 y 37°C son sedantes, y los baños a temperaturas más elevadas son revulsivos y resolutivos para combatir las contracciones y la hipertonía muscular.

El tiempo de exposición de las personas a estos tipos de baños también influye en los efectos de las aguas sobre la musculatura. Las aplicaciones calientes cortas aumentan el tono, en tanto las prolongadas disminuyen la excitabilidad y facilitan la contracción activa, combaten la fatiga muscular y actúan como sedantes.

Como resultado de su mineralización estas aguas pueden ejercer efectos diversos sobre el organismo. Sobre la piel, las aguas de tipo hipertónicas actúan como antiflogísticas y antiinflamatorias, comportándose como desinfectantes. El grado de mineralización de las mismas determina cambios osmóticos, de manera que las que poseen una mineralización inferior a 55 g/l fuerzan el paso de agua al medio interno, mientras que las de mayor mineralización determinan el movimiento en dirección contraria.

La acción de las aguas cloruradas sobre las mucosas es también dependiente de las características osmóticas, aunque también influyen los componentes presentes: los iones cloruro y sodio son estimulantes, el calcio sedante, el hierro astringente, etc.

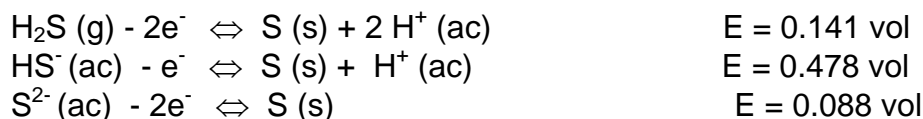
Sobre la base de las diferentes acciones de las aguas cloruradas sobre el organismo se pueden inferir sus aplicaciones terapéuticas. Estas -entre otras- son las siguientes: reumatismos crónicos inflamatorios tales como la artritis reumatoide y la espondilitis

anquilosante, artrosis vertebrales, neuralgias ciáticas, reumatismos psicógenos, envejecimiento articular, convalecencias de procesos infecciosos y de padecimientos médicos o quirúrgicos, secuelas de traumatismos, predisposiciones mórbidas, recuperación de sobreesfuerzos hipotróficos de estatura y peso en los niños, retardo en la aparición de la pubertad en adolescentes, envejecimiento, procesos de adenitis, osteomielitis y osteoartritis, afecciones cutáneas, úlceras varicosas, secuelas de quemaduras, afecciones ginecológicas, afecciones del aparato circulatorio, enfermedades respiratorias crónicas, trastornos funcionales ligados a distonías vegetativas, enfermedades psicosomáticas y estado de estrés psíquico, etc. (Armijo-Valenzuela, 1994c).

V.6.2. Aguas que contienen azufre como componente principal.

En las aguas minerales el azufre puede encontrarse en diversas formas: sulfuro de hidrógeno H_2S -, sulfhidrato HS^- - y sulfuros S^{2-} - con valencia -2; azufre coloidal con valencia 0 y sulfatos, con valencia +6.

El sulfuro de hidrógeno es un gas inflamable y venenoso, de olor característico a huevos podridos que se hace perceptible en el aire a la concentración de 10 $\mu\text{g/l}$. La máxima concentración tolerable es de 20 g/l , siendo extraordinariamente tóxico a concentraciones mayores. El H_2S es un agente reductor y es oxidado a azufre según las siguientes ecuaciones de oxidación-reducción:



De estas ecuaciones se deduce que el sulfuro de hidrógeno se oxida fácilmente. En las aguas minerales los agentes oxidantes pueden ser el oxígeno del aire, el hierro férrico y los nitritos. La proporción en que se encuentran en las aguas los diferentes compuestos de azufre reducido, así como otros compuestos de azufre, dependerá de los valores de pH y del potencial redox $-\text{Eh}$ - existente.

V.6.2.1. Aguas sulfuradas.

Las aguas sulfuradas o sulfhídricas, también denominadas incorrectamente como sulfurosas, son aquellas que poseen más de 1 mg/l de azufre bivalente. A $\text{pH} < 7$ la especie predominante es el H_2S -más común en las aguas minerales-, entre 7 y 11 el HS^- y a $\text{pH} > 11$ el S^{2-} .

En las aguas sulfhídricas suele encontrarse materia orgánica soluble y materia organizada propia de una flora autótrofa, entre ella algunas clases de algas que forman conglomerados denominados *bioleas*. También se encuentran microorganismos aerobios que consumen azufre, denominados *sulfurarias*, las cuales son bacterias saprofíticas autótrofas.

Se distinguen varios tipos de aguas sulfhídricas, que se denominan sulfurado sódicas, sulfurado cálcicas y sulfurado mixtas -sulfurado cloruradas, sulfurado arsenicales, etc.-. Las principales acciones terapéuticas de estas aguas son las siguientes: antirreumática, antialérgica, desintoxicante, antiflogística, antiinflamatoria y antiácida.

Las aguas sulfhídricas se utilizan en las siguientes afecciones: reumatológicas, de la piel, de las vías respiratorias y otorrinolaringológicas, odonto-estomatológicas, procesos ginecológicos y otros. (San Martín y Armijo-Castro, 1994). La administración de estas

aguas puede ser por vía oral, inhalatoria y tópica.

V.6.2.2. Aguas sulfatadas.

Las aguas sulfatadas son aquellas que poseen una concentración mayor de 1 g/l de minerales totales disueltos, siendo el SO_4^{2-} el ion predominante. Si otros iones tales como el Cl^- o HCO_3^- están presentes en concentraciones superiores a 20% meq/l, se denominan sulfatadas mixtas. Según los cationes más abundantes pueden ser sulfatadas sódicas, magnésicas, cálcicas o mixtas.

Todas las aguas sulfatadas se comportan como purgantes, siendo esta acción más significativa en las sulfatadas sódicas y magnésicas que en las sulfatadas cálcicas. En las aguas sulfatadas en general destaca también la acción colagoga –acción purgante contra la bilis- y en menor medida poseen acción hidrocolerética (San Martín y Armijo-Castro, op. cit.).

Las aguas sulfatadas cálcicas pueden utilizarse como diuréticas por su bajo contenido de sodio. También poseen efectos neurovegetativos y pueden utilizarse en diferentes cuadros alérgicos.

Las aguas sulfatadas mixtas -cloruradas o bicarbonatadas- son también colagogas, pero no suelen ser diuréticas. Se utilizan preferentemente en afecciones del aparato digestivo -gastritis, afecciones hepatobiliares, insuficiencias hepáticas, etc.-. La vía de administración puede ser oral o en forma de baños –tópica-.

V.6.3. Aguas bicarbonatadas.

Se consideran aguas bicarbonatadas las que con un residuo seco superior a 1 g/l tienen como ion predominante el HCO_3^- . En dependencia del catión presente se denominan aguas bicarbonatadas sódicas, cálcicas o magnésicas. Si además del HCO_3^- están presentes Cl^- o SO_4^{2-} con concentraciones mayores de 20 meq/l se consideran bicarbonatadas mixtas.

Por lo general estas aguas poseen un pH neutro o ligeramente ácido, cuando contienen relativamente altas cantidades de CO_2 -abundante en muchas de esta agua-. Cuando este contenido gaseoso es elevado se denominan entonces carbogaseosas –carbónicas-.

Las aguas bicarbonatadas sódicas son por lo general hipertermales -por su origen profundo-, mientras que las cálcicas, magnésicas y mixtas frías suelen ser más superficiales y alcanzan su mineralización en su interacción con rocas sedimentarias.

V.6.3.1. Aguas bicarbonatadas sódicas.

La acción principal de estas aguas es de tipo digestiva. Se utilizan fundamentalmente en bebidas, en tomas de 100 a 200 ml antes del desayuno, almuerzo y comida, hasta alcanzar una dosis total de 1000 a 1500 ml por día.

En general, estas aguas se comportan como antiácidas, actuando como neutralizantes de la acidez gástrica y por su poder buffer también favorecen la acción de los fermentos pancreáticos y el poder saponificante de la bilis. Poseen además acción colecistocinética y son favorables para el tratamiento de los trastornos hepato-pancreáticos.

Su acción alcalinizante de la orina puede favorecer la eliminación de sedimentos y pequeños cálculos uréticos; también poseen acción beneficiosa en las alteraciones intestinales, tales como procesos dispépticos, y en las alteraciones del tono y motilidad (Armijo-Valenzuela, 1994d).

V.6.3.2. Aguas bicarbonatadas cálcicas.

En estas aguas el contenido de HCO_3^- suele ser bajo debido a la escasa solubilidad del CaCO_3 y, en general, suelen ser de baja mineralización, mediana alcalinidad y escaso poder tampón.

Administradas por vía oral se comportan como antiácidas en el estómago, aunque con un menor poder neutralizante de la acción gástrica. En el intestino los iones calcio y magnesio son adsorbidos y localmente ejercen efectos sedantes y antiseoretos; en el hígado pueden facilitar la salida de la bilis al intestino, sobre la sangre son alcalinizantes, y sobre el sistema neurovegetativo se comportan como ligeramente depresoras.

Estas aguas se utilizan fundamentalmente como aguas de mesa por ser de agradable ingestión y facilitar las funciones digestivas. Son también utilizadas en determinadas alteraciones metabólicas, en particular diabéticas, procesos gastroentéricos, colitis, afecciones dispépticas y como cura de diuresis en inflamación de las vías urinarias, calculosis, etc. (Armijo-Valenzuela, 1994d).

V.6.3.3. Aguas bicarbonatadas mixtas.

Se trata de aguas bicarbonatadas que contienen más de un catión con concentraciones superiores a 20% meq/l. Las aguas frías de este tipo, con un contenido relativamente alto de CO_2 , se utilizan preferentemente en las afecciones digestivas, hepáticas y renales, empleándose las hipertermales en procesos osteoarticulares, reumatismos crónicos, etc. Estas aguas se comportan como antiflogísticas y anticatarrales, pudiéndose utilizar por vía oral o tópica (Armijo-Valenzuela, 1994d).

V.6.3.4. Aguas bicarbonatadas sulfatadas.

Al ser el bicarbonato y el sulfato los aniones más abundantes en estas aguas -más de 20% meq/l-, su acción está determinada por las características terapéuticas de ambos iones. De ahí que estas aguas, administradas por vía oral, producen en el estómago una acción semejante a la ejercida por las aguas alcalinas -menos intensa debido a su menor alcalinidad- y poseerán acción neutralizante frente a la acidez gástrica y la actividad péptica (Armijo-Valenzuela, 1994d). Debido a esas acciones, son utilizadas como aguas de bebida para procesos dispépticos, colecistitis crónicas, discinesias biliares, etc.

V.6.3.5. Aguas bicarbonatadas cloruradas.

Debido al carácter contrario de las acciones del bicarbonato y el cloruro, estas aguas poseerán acciones terapéuticas propias en dependencia del contenido relativo de ambos iones. Administradas por vía oral producen efectos colagogos y facilitan la excreción de colesterol y ácidos biliares. Las que poseen altas temperaturas pueden utilizarse por vía tópica -duchas o chorros- y son favorables en afecciones reumáticas, postraumáticas, etc. (Armijo-Valenzuela, 1994d).

V.6.4. Aguas carbónicas.

Estas aguas se denominan también carbogaseosas o aciduladas. Se caracterizan por poseer un elevado contenido de CO_2 , el cual debe sobrepasar cierto límite. De acuerdo a algunos especialistas esa concentración debe ser mayor de 1 g/l (Salzufflen, 1958; in Armijo-Valenzuela, 1994e).

El CO_2 libre le confiere a las aguas minerales un peculiar sabor ácido y su temperatura es, por lo general, baja, ya que si esta es elevada se escapa a la atmósfera con facilidad y

el agua no alcanza tan alta concentración.

Las aguas bicarbonatadas carbogaseosas se utilizan principalmente como aguas de mesa, las cuales son ingeridas con las comidas, estimulando las mucosas con que hacen contacto. En el estómago excita la secreción de jugo gástrico, estimula la motilidad y produce vasodilatación. En los primeros sectores del intestino producen también una acción estimulante del peristaltismo y secreción, falcilitando la salida de bilis del mismo. Con fines terapéuticos se utilizan en dispepsias hipoclorhídricas y en cuadros de hipotenia gástrica (Armijo-Valenzuela, 1994e).

En baños, estas aguas pueden utilizarse cuando la concentración de CO₂ mínima es de 300 mg/l -por lo general estas fuentes poseen concentraciones del orden de 1 g/l o más-. En algunos sitios se suele añadir CO₂ industrial en concentraciones de hasta 3 g/l. Por la acción de los baños carbogaseosos sobre el organismo se estimulan de los receptores cutáneos, produciéndose un descenso de la temperatura alrededor de 33°C. Este hecho produce vasodilatación y descenso de la temperatura corporal.

La acción de las aguas carbogaseosas por vía tópica es dependiente del contenido de gas y de la temperatura del baño. Los baños hipergaseados de 28-32°C son hipertensores, mientras que los isotérmicos ligeramente gaseados son hipotensores, acción que se acentúa si la temperatura se eleva de 35 a 38°C.

Los baños carbogaseosos también ejercen acción diurética y de vasodilatación a nivel renal, lo cual produce mejoría de la circulación general. Se emplean en la cura de las arteriopatías obliterantes y con menor relevancia se han obtenido efectos favorables en el tratamiento de procesos ateromatosos periféricos y en la insuficiencia vascular cerebral. También han sido útiles estos baños en casos de hipertensión arterial y de alterosclerosis moderada, así como en tratamiento de manifestaciones reumáticas, alteraciones metabólicas –gota-, dismenorreas, salpingitis y diversas ginecopatías. En todos estos últimos casos se requiere que la temperatura del agua se encuentre por encima de 37°C. Por el contrario, los baños por debajo de 33°C pueden utilizarse en el tratamiento de hipertensión arterial, estados de depresión nerviosa, diabetes, etc.

V.6.5. Aguas ferruginosas.

Son aguas minerales que contienen hierro en una concentración superior a la mínima establecida en las normas y regulaciones. En algunos casos este límite es de 1 mg/l mientras que en otros casos alcanza hasta 10 mg/l. Estas aguas son fundamentalmente bicarbonatadas o sulfatadas.

Las aguas minerales ferruginosas bicarbonatadas tienen un pH cercano a 7, son frías y su transparencia se suele perder por la pérdida del CO₂, lo cual favorece la oxidación del Fe²⁺ a Fe³⁺ que es más insoluble y precipita. Las aguas sulfatadas son ácidas y suelen contener mayor cantidad de hierro y arsénico.

La acción terapéutica más destacada en estas aguas está asociada a su contenido de hierro. En el intestino delgado -principalmente en el duodeno-, el ion ferroso disuelto en las aguas es adsorbido y pasa a la sangre, donde se une a la transferrina que lo transporta en forma férrica a la medula ósea para que sea incorporado a la hemoglobulina. Otros componentes presentes en este tipo de agua, tales como cobre, manganeso, cobalto, arsénico, etc., también le confieren a ésta propiedades favorables (Ceballos, 1994).

La administración de las aguas ferruginosas puede ser por vía oral o a través de baños. En el primer caso, benefician a las personas con estados anémicos debidos a un insuficiente aporte de hierro o mayor exigencia orgánica, así como a estados anémicos debido a deficiente absorción del hierro por el aparato digestivo. En estos casos el

tratamiento balneario puede ser complementado con la terapéutica medicamentosa.

Las aguas ferruginosas, especialmente las arsenicales, se utilizan también en balneación para el tratamiento de afecciones cutáneas.

V.6.6. Aguas oligominerales.

Se trata de aguas de baja mineralización que pueden ser frías o calientes y que se caracterizan por presentar un gran número de iones. Entre los cationes destacan: sodio, calcio, magnesio, potasio, manganeso, hierro, cobre, Zinc, etc., y entre los aniones: cloruro, sulfato, bicarbonato, fluoruro, bromuro, yoduro, etc.

Por sus propiedades terapéuticas, las que poseen una temperatura superior a 35°C suelen utilizarse en aplicaciones tópicas –balneación- para el tratamiento de afecciones reumáticas y procesos del aparato locomotor que requieren de rehabilitación hidroterápica. Las aguas que presentan temperaturas más bajas que ese límite se utilizan preferentemente por vía oral, como diuréticas y aguas de mesa (San Martín, 1994).

V.7. MECANISMOS DE LA ACCIÓN TERAPÉUTICA DE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES.

Las aguas mineromedicinales son soluciones de composición muy variada y compleja, que está determinada fundamentalmente por el grado de mineralización, por la presión, por la temperatura y por la capacidad de ionización de sus componentes.

Todo ello se traduce en una serie de propiedades terapéuticas benéficas para el organismo humano, que actúan a través de tres mecanismos diferentes:

- Acción local.
- Acción general específica.
- Acción inespecífica.

Acción local.

Las aguas mineromedicinales ejercen su acción local al actuar directamente sobre los tejidos cuando son usadas en forma de balneación, a través de mecanismos térmicos y mecánicos, a lo que contribuye el grado de mineralización y radioactividad que las mismas posean (San José, 1998).

Mediante la acción térmica se desatan los mecanismos termorreguladores orgánicos en conjunción con las funciones vegetativas diencefálicas, que intervienen sobre los centros vegetativos inferiores y sobre el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, y determina, por estimulación periférica de las distintas fibras aferentes, respuestas mixtas de tipo neurovegetativo-endocrino, que modifican la circulación, los cambios metabólicos, el equilibrio neurovegetativo y la eliminación de sustancias histamínicas y pépticas activas.

Mediante la acción mecánica actúan sobre la dinámica respiratoria, circulación venosa y aparato locomotor, y aligeran las proporciones de peso de los pacientes.

Se puede afirmar que en general las aguas mineromedicinales tienen una acción de tipo sistémico, lo que les confiere características de especificidad y pluralidad, por lo que son capaces de actuar sobre distintos sectores orgánicos y permiten que –en una misma estación balnearia- se traten enfermedades distintas o que en una misma entidad nosológica se alcancen resultados satisfactorios mediante la utilización de aguas con distintas composiciones. Todo esto es debido a que sus efectos no son sólo organotropos, sino que dada su compleja composición poseen una acción global sobre tejidos y fluidos orgánicos.

Acción general específica.

Este mecanismo de acción está íntimamente relacionado con las características relativas a la constitución y mineralización de las aguas, y es regulado por el potencial eléctrico de la piel del paciente produciendo –en las zonas de absorción- cambios iónicos que influyen en el organismo y provocan acciones a distancia.

Aunque no hay unanimidad en su acepción, entre los elementos que se sabe pasan al medio interno por este mecanismo se encuentran CO_2 , H_2S , H_2 , HBr , H_3AsO_2 , Rn , Cl^- , SO_4^{2-} , Br^- , e incluso algunos metales como Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} y algunos otros.

Por otra parte, este mecanismo es capaz de regular procesos contrapuestos como la hipoclorhidria y la hiperclorhidria, o la diarrea y el resfriado, en virtud de que poseen una acción equilibradora a modo de solución tampón. De igual forma, es regulador de la actividad enzimática, dado que las enzimas resultan muy sensibles a la presencia o ausencia de determinados iones y a su vez requieren ciertas condiciones de temperatura y de pH.

Acción inespecífica.

Esta acción está determinada por características independientes de la propia constitución del agua mineromedicinal y está unida a las agresiones que se reciben de los más diversos agentes, comportándose como uno de éstos y provocando una respuesta de adaptación del organismo semejante a la que determina la piretoterapia o la proteínoterapia, y se liberan hormonas corticotropas y corticales, de forma semejante a como lo hacen el ACTH y los glucocorticoides.

La acción sicótropa de la balneoterapia mineromedicinal se pone de manifiesto de dos formas:

- La reacción cortimotora.
- El efecto placebo.

La exteriorización de la primera se produce por la acción estimulante del agua fría y la sedante del agua caliente, a través de la intervención del centro hipotálamo-regulador y de las sustancias reticulares, mientras que el segundo es responsable del 30% de los éxitos de cualquier recurso terapéutico, puesto que toda predisposición lleva en sí la tendencia a facilitar su realización; sin embargo, en la cura hidrotermal este efecto tiene poca significación ya que –a diferencia de lo que ocurre habitualmente- en este caso los efectos suelen aparecer con carácter retardado.

Aunque las aguas mineromedicinales actúan favorablemente en múltiples estados patológicos con tendencia a la cronicidad, no es recomendable su empleo durante las fases agudas por el carácter excitante y estimulante de este tipo de tratamiento. Tampoco son recomendables en pacientes con edades inferiores a los tres o cuatro años ni en mujeres durante la fase menstrual o en los primeros y últimos meses de la gestación.

En algunos profanos –e incluso en profesionales- existe una concepción equivocada de la terapéutica ligada a la balneología mineromedicinal, pues piensan –algunos están convencidos- que ésta sólo está indicada cuando los procesos crónicos no responden al tratamiento medicamentoso –o sus efectos son escasos-. No hay nada más absurdo ni alejado de la realidad, pues la balneoterapia tiene su momento adecuado de aplicación, ni muy pronto ni muy tarde pero sí siempre antes de que se produzcan lesiones orgánicas irreparables. Por tanto, como están comprobadas –en multitud de casos- sus propiedades profilácticas y curativas, jamás debe esperarse a que otro tratamiento deje de ser eficaz –

durante la infancia, la juventud o la senectud- para acudir entonces a esta medicina natural.

La eficacia de los tratamientos con aguas mineromedicinales no tiene relación con la estación del año en que se practique, y aunque en países europeos prefieren evitar los meses de invierno –por la crudeza de los mismos- en Cuba –país del eterno verano- los tratamientos pueden realizarse durante todo el año, aunque, eso sí, no de forma indiscriminada sino ajustando su duración y frecuencia a las características y necesidades de cada paciente –la duración suele estar entre 2 y 3 semanas y la frecuencia cada 6 meses-.

V.8. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS TRATAMIENTOS EN BALNEARIOS.

La aplicación al organismo –tanto sano como enfermo- de las aguas mineromedicinales por vía tópica –balneación- actúa sobre la piel y pueden ser absorbidas, en parte, por ella.

Según Pratzel y Schnitzer (1992), la concepción actual en la acción terapéutica de las aguas mineromedicinales por vía tópica radicaría en la incorporación al organismo de las sustancias mineromedicinales que forman parte de dichas aguas. Así, se ha demostrado (San José, 1998) que tras una aplicación tópica, la absorción cutánea de elementos mineromedicinales es directamente proporcional a su concentración en el agua del baño. También se podría pensar que cuanto más larga fuese la duración del mismo, mayor cantidad de sustancias disueltas en el agua penetrarían en el organismo. Sin embargo, diversos hidrólogos (San Martín y Armijo-Valenzuela, 1994; Armijo-Valenzuela y San Martín, 1994b, entre otros) han probado que la duración del baño sólo tiene una influencia pequeña en el depósito de sustancias disueltas en el agua en la capa córnea. Además, a medida que se alarga la duración del mismo la absorción cutánea de sustancias decae, o sea que el proceso de absorción por la piel de estas sustancias no es constante en el tiempo.

Por tanto, podemos decir que el tratamiento balneario no es simple y que en él influyen una serie de factores, entre los que destacan los siguientes (San José, 1998):

- a) Farmacodinámicos.
- b) Fisioterápicos.
- c) Psicotrópicos, ambientales, hábitos y costumbres.
- d) Climáticos.
-

- a) Factores farmacodinámicos.

Son los que dotan a las aguas minerales de su carácter medicinal y dependen de la composición físico-química de dichas aguas, es decir, de la naturaleza química de los elementos que integran su mineralización característica, de la concentración que tengan dichos elementos, de su presión osmótica, de su temperatura de emergencia, etc., factores todos ellos que –en conjunto- van a determinar unas acciones terapéuticas específicas sobre el organismo.

Desde el punto de vista físico-químico las aguas mineromedicinales se pueden considerar como una fase heterogénea constituida por compuestos inorgánicos y orgánicos en suspensión, que en un medio solvente –el agua- forman una disolución más o menos diluida.

La molécula de agua –dos átomos de hidrógeno por cada átomo de oxígeno- está saturada desde el punto de vista de sus valencias ordinarias –dos negativas del oxígeno y una positiva por cada hidrógeno-, pero debido a su estructura geométrica es un pequeño dipolo que posee un resto de carga -fuerzas de Van der Waals-.

Esto significa que el agua es un disolvente polar, es decir, portador de una carga eléctrica no equilibrada. Como generalmente son diversas las especies químicas que le confieren su mineralización, éstas aparecen en forma iónica y rodeadas por los diminutos dipolos que constituyen la molécula de agua –solvatación iónica-. Este fenómeno de solvatación se propicia por la tendencia del disolvente –el agua- a oponerse a la atracción electrostática entre los iones positivos y negativos.

Por tanto, las aguas mineromedicinales pueden tener un contenido aniónico y catiónico predominante, y este hecho es un carácter que se emplea para la clasificación de las mismas, como ya hemos expuesto con anterioridad en el capítulo tercero –véase el apartado III.4.4-.

Un factor determinante de la acción de las aguas mineromedicinales en balneoterapia es la concentración de las sustancias minerales que llevan en disolución. Al inicio de este apartado se han comentado algunos aspectos relacionados con el uso de estas aguas por vía tópica –balneación-, en los que la piel del organismo humano juega un papel esencial en la absorción de esas sustancias.

El fenómeno de paso a través de la piel del agua del baño fue evidenciado –por primera vez- a mediados del siglo XX por Pinson (1942, 1952; in San José, 1998) mediante marcadores radiactivos –tritio-, comprobando que a los 10-15 minutos del comienzo del baño ya se detectaba en sangre y orina el agua marcada. Pero la piel –por su capa córnea- tiene una resistencia tan elevada al paso del agua que no cabría esperar ningún efecto relevante terapéutico de la pequeña cantidad de agua que se absorbe por vía cutánea en el baño (San José, op. cit.).

Por otro lado, se da la circunstancia de que el medio acuoso de la capa córnea tiene una concentración de solutos equivalente a 60 g/l, por lo que para que puedan pasar las sustancias disueltas en el agua por un mecanismo de transporte no activo de difusión simple, es obligado que el agua de baño supere en solutos dicha concentración, lo que rara vez se produce en aguas mineromedicinales.

Así, en las aguas mineromedicinales se dan concentraciones de sustancias que, aunque en bebida produzcan cambios en el contenido mineral y acuoso del organismo y provoquen ciertas reacciones fisiológicas, a través de la absorción cutánea parece muy poco probable –según los conocimientos actuales sobre la permeabilidad de la piel- que dichos cambios del balance mineral y acuoso tengan lugar en el organismo por la penetración de iones minerales procedentes del agua de balneación (San José, op. cit.).

En efecto, la concentración de sustancias minerales en gran cantidad de aguas mineromedicinales es demasiado pequeña para que tengan lugar dichos cambios. Precisamente esta circunstancia llevó a sugerir una nueva clasificación de las aguas mineromedicinales utilizadas en balneación –véanse los apartados III.4.4 y V.6- basada en las concentraciones límite mínimas -tabla 21- para asegurar la penetración a través de la piel.

Tabla 21. Concentraciones mínimas de los diversos elementos presentes en las aguas mineromedicinales

Sustancia	Concentración límite (mg/kg)	Cuota de resorción (nl/cm ²)	Absorción por baño (por la piel) (µg)
Sodio	600	169	2.000
Potasio	700	44	600
Calcio	300	18	100
Magnesio	20	200	80
Hierro	20	2	0,8
Cloruro	1.000	22	40
Fluoruro	50	20	20
Sulfato	1.000	4	80
Yoduro	10	40	8

Se ve, pues, que para los iones disueltos en el agua la piel tiene una permeabilidad muy pequeña. Por tanto, para que las aguas mineromedicinales utilizadas en balneación determinen efectos terapéuticos por sus componentes químicos, son necesarias condiciones determinadas de temperatura y pH –que generalmente cumplen estas aguas-. Si dichas circunstancias no se cumplen, la penetración de las sustancias minerales disueltas en el agua no se produce y por tanto sus efectos son nulos, por lo que estas aguas mineromedicinales no se podrían considerar como tales cuando se utilicen en balneación, aunque puedan serlo en ingestión, inhalación o por otras vías de administración (San José, 1998).

- b) Factores fisioterápicos.

En balneoterapia hay que tener en cuenta que estos factores influyen de manera relevante sobre ella.

Entre estos factores destacan los siguientes (San José, op. cit.):

- Factores mecánicos: efecto de flotación y empuje, presión hidrostática y factor hidrocínético.
- Factores térmicos: baños indiferentes –a temperatura de indiferencia, 32°C a 34°C-, baños templados –temperatura hasta 38°C-, baños calientes –hipertermales, de 38°C a 42°C-, baños de estufa húmeda o de vapor –35°C a 45°C-, baños de estufa seca y sauna -hasta 90°C-, baños tibios y fríos –hipotermiales, temperatura de 28°C a 34 °C-.

- c) Factores psicotrópicos, ambientales, hábitos y costumbres.

Determinan acciones inespecíficas sobre el organismo. Son factores que influyen de forma notoria en la cura termal, y de ellos hay que destacar el denominado *ambiente balneario*, o sea la formación espontánea de grupos de agüistas en el transcurso de la cura termal que –unidos por afinidades y dolencias comunes- constituyen, en ocasiones, verdaderos psicogrupos, con posibilidades de ejercer una influencia beneficiosa en el desarrollo y posteriores resultados del tratamiento crenoterápico (San José, op. cit.).

Otros factores de este tipo que influyen de forma fundamental son:

- La relación médico-enfermo –relación de confianza, que es mucho más personal en este tipo de centros que en el ámbito hospitalario-.
- El efecto placebo –efecto beneficioso subjetivo individual, derivado del mero hecho de la aplicación de una terapia que el paciente considera beneficiosa-.

- La ordenación de la vida que lleva consigo la estancia balnearia -que hace cambiar hábitos y costumbres hacia una forma de vida más sana-.

- d) Factores climáticos.

El tratamiento de los enfermos mediante un cambio en la exposición a los efectos físicos y químicos de la atmósfera –climatoterapia- tiene como consecuencia el desencadenamiento de una reacción positiva de estrés en el organismo.

Por tanto, estos factores influyen en la cura balnearia a través de cuatro formas diferentes de exposición (San José, 1998):

- Baño al aire libre.
- La cura de reposo al aire libre.
- La helioterapia.
- La cura climática de terreno.

Los tipos de clima también influyen en la actividad funcional orgánica, siendo los más relevantes al respecto el clima de llanura –hasta una altura de 600 m-, el clima de montaña –entre 600 y 2.000 m de altura-, el clima marítimo y el clima forestal.

V.9. FORMAS DE APLICACIÓN DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES.

Todo tratamiento balneario con recursos mineromedicinales debe ir acompañada de una cuidadosa forma de aplicación, en la que intervienen aspectos higiénico-dietético-climáticos, para que ejerza su óptima acción en pro del más rápido restablecimiento del paciente.

En la práctica hay muy variadas formas de aplicación de las aguas mineromedicinales, que responden a unas pocas sensaciones térmicas básicas –frío, templado, calor y estímulos cambiantes-. Dependiendo de la vía de administración o aplicación, las aguas mineromedicinales ejercen diferentes acciones sobre el organismo.

Así, se pueden administrar de tres formas principales:

- Vía oral.
- Vía externa.
- Vía interna.

Administración por vía oral.

Es el tratamiento por bebida del agua –cura hidropínica-, cuyo efecto terapéutico se realiza fundamentalmente, y dependiendo de su mineralización, sobre el tracto gastroenterohepático, vías biliares, vías urinarias, hematopoyesis y metabolismo general (San José, op. cit.).

Esta cura se basa en ingerir, durante un tiempo variable, cantidades precisas de un determinado tipo de agua, y la dosis a tomar está de acuerdo con el ritmo que indique el médico y las necesidades y conveniencias del paciente.

Aunque la utilización de las llamadas aguas de mesa no constituyen propiamente una cura hidropínica, en la mayoría de los casos –por su baja mineralización y alto grado de pureza- es recomendable su ingestión en sustitución de otras aguas de dudosas cualidades higiénicas y organolépticas –poco gratas y fiables-, como complemento de la cura hidropínica y para crear hábitos de uso.

Administración por vía externa.

Es la cura por vía tónica –baleación- en la que el agua mineromedicinal actúa sobre el revestimiento cutáneo y, en parte, puede ser absorbida por la piel –véase lo expuesto en el apartado V.8.a-.

Esta forma de aplicación tiene su principal exponente en los baños, cuyos efectos están en relación –por una parte- con la composición físico-química del agua mineromedicinal y la absorción de la misma por la piel, y –por otra- con la acción mecánica y térmica que dicha agua ejerce sobre el organismo del paciente.

Los baños utilizan aguas a temperaturas que oscilan entre 28°C y 40°C y se practican en aguas tranquilas o en corrientes. La duración del baño varía de acuerdo con la temperatura del agua, la enfermedad a tratar y los efectos buscados, pero en general se recomienda comenzar por un tiempo de 5 a 10 minutos –para irse aclimatando- e ir incrementando paulatinamente hasta llegar a los 30 minutos, y siempre el tratamiento debe de ir seguido de un periodo de reposo en cama, en lugar bien ventilado, por un tiempo no menor de 30 minutos, para facilitar los mecanismos de reabsorción y acentuación de los efectos de la cura.

Los baños pueden ser completos o parciales, y estos últimos pueden ser de tres cuartos, medios, de asiento, de pies y de brazos (San José, 1998).

Los completos o generales se suelen tomar en albercas –generalmente denominadas piscinas-, en pocetas o en bañeras, y pueden ser colectivos o individuales y de forma pasiva o activa –acompañada de movimientos o ejercicios dirigidos, preferiblemente, por un técnico especialista-.

Los baños locales –o regionales- se suelen tomar a modo de semibaños, baños de asiento, maniluvios –baños de miembros superiores-, pediluvios –baños de miembros inferiores-, etc., y todos ellos constituyen métodos específicos de tratamiento.

En la utilización de los baños hay que tener en cuenta los factores fisioterápicos que ya se han comentado con anterioridad –véase el apartado 5.8.b-.

Otra modalidad de administración por vía externa la constituyen los baños de vapor –naturales o artificiales- así como las duchas, y estas últimas pueden ser generales y locales, en forma tamizada o en chorros –de diferentes temperaturas y presiones- con los que se ejerce una acción mecánica específica sobre el organismo.

Administración por vía interna.

En esta forma de administración las aguas mineromedicinales se aplican directamente sobre zonas orgánicas accesibles, en forma de lavados, irrigaciones o inhalaciones.

Entre las más usadas se encuentran:

- Los lavados de fosas nasales, oídos y boca –estos en forma de gargarismos-.
- Las duchas rectales ascendentes.
- Los lavados intestinales y proctóclisis –goteo rectal-.
- Las irrigaciones y duchas intravaginales, óticas y nasales –siempre a presión moderada-.
- Las instilaciones oculares y óticas.
- La inhalación de vapores –individual o colectivamente-, con una acción terapéutica específica sobre el tracto respiratorio (San José, op. cit.). La aeroterapia se encarga –entre otras cosas- de estudiar el diámetro de las gotas del aerosol y su movilidad en el vapor inhalado por el paciente.