

AGUAS CARBÓNICAS, CARBOGASEOSAS O ACÍDULAS (“AGUAS CON GAS”)

1ª Parte: Aplicaciones tópicas

Dr. Juan Carlos San José Rodríguez

Presidente de la Sociedad Española de Hidrología Médica.

Resumen

En este artículo se revisan y resumen los conocimientos sobre el empleo de las aguas carbónicas en aplicaciones externas y locales. La cura termal con aguas carbónicas, prácticamente sin desarrollar en España, puede demostrar perfectamente su mecanismo de acción y se pueden comprobar y registrar fácilmente sus resultados. El conocimiento de la cura termal carbónica no es nuevo. Es muy importante saber que recientes ensayos clínicos están demostrando claramente que los pacientes afectados de arteriopatías ocliterantes sometidos a las curas carbónicas tienen menos complicaciones graves y menos mortalidad que los que no la practican. Esto hace que este tipo de curas adquiera un extraordinario interés social y sanitario.

Palabras clave: CO₂, aguas carbónicas, arteriopatía ocliterante.

Summary

The knowledge on the use of carbonated water in external and local applications has been examined and summarized. The thermal cure with carbonated water, practically not developed in Spain, can perfectly demonstrate its mechanisms of how it acts, and the results can easily be proved and registered.

The thermal carbonic cure is not new. It is very important to know that recent clinical essays are demonstrating clearly, that patients affected by ocliterans arteriopathy and treated with carbonated water cures, suffer less severe complications and less mortality than those who are not submitted to them. Which means that this type of cures are of extraordinary social and sanitary interest.

Key words: CO₂, carbonated water, ocliterans arteriopathy.

Résumé

Dans cet article sont révisées et résumées les connaissances sur l'emploi de l'eau carbonique, tant en applications externes comme locales. La cure thermale avec des eaux carboniques, pratiquement sans développement en Espagne, peut démontrer parfaitement son mécanisme d'action et on peut prouver et enregistrer facilement ses résultats.

La connaissance de la cure thermale carbonique n'est pas neuve. C'est très important de savoir que de récents essais cliniques démontrent clairement que les patients affectés d'artériopathies ocliterantes et soumis à la cure carbonique, ont moins de complications graves et il y a moins de mortalité que entre ceux qui ne la pratiquent pas. Ceci fait que ce type de cure obtient un intérêt social et sanitaire extraordinaire.

Mots Clefs: CO₂, eaux carboniques, artériopathie ocliterante

La faceta más conocida popularmente de este tipo de aguas, es su consumo como agua con gas embotellada. Sin embargo, en los balnearios de manantiales de aguas carbónicas se pueden hacer distintos usos terapéuticos de estas aguas y tratar distintas patologías.

Las “aguas con gas” cuyo gas es el anhídrido carbónico

o dióxido de carbono (CO₂) se denominan científicamente *aguas carbónicas, carbogaseosas o acídulas* por su sabor ligeramente ácido. En el año 1.967, el Código Alimentario Español⁽¹⁾ estableció en 250 mg/L el contenido mínimo de anhídrido carbónico libre que debiera contener un agua para ser denominada como “agua con gas”, y desde entonces se mantiene este

límite. Sin embargo, en el ámbito de la Hidrología Médica no todos los países están de acuerdo en la cantidad mínima de carbónico que debe contener el agua. Así, por ejemplo, la Asociación de Balnearios Alemanes⁽²⁾ para considerar un agua como carbónica, exige unos contenidos mínimos de 1.000 mg/L cuando el agua sea utilizada en bebida y de 500 mg/L para utilizarla en baños.

Origen de las aguas carbónicas

Las aguas de origen subterráneo se mineralizan y gasifican por la interacción con las rocas y materiales con los que tienen contacto en su ciclo hidrogeológico, tanto en su recorrido de descenso infiltrándose hasta llegar al acuífero, como en su almacenamiento y posterior recorrido de salida hasta el punto de emergencia. Los procesos físico-químicos que tienen lugar en el contacto agua-roca responden a la búsqueda de equilibrios iónicos, a veces complejos.

El CO₂ en el agua procede fundamentalmente de la zona edáfica o radicular, que es el suelo en donde se produce la infiltración del agua de lluvia y de la aportada de forma artificial en zonas de regadío. El espesor de esta zona es variable dependiendo del tipo de suelo y de la vegetación del mismo.

En la zona edáfica hay una alta concentración de CO₂ debido a la respiración de organismos y la descomposición de la materia orgánica. Los poros del suelo que no están ocupados por agua contienen aire, y éste aire constituye la atmósfera edáfica. Pero su composición difiere de la atmósfera libre a causa de que las raíces de las plantas y los organismos que viven en el suelo sustraen O₂ y liberan CO₂; por consiguiente, el aire edáfico es más pobre en oxígeno y más rico en anhídrido carbónico que el de la atmósfera libre. La composición del aire del suelo viene determinada por la diferencia entre la velocidad de producción de anhídrido carbónico por las raíces de las plantas y microorganismos edáficos y la velocidad de su eliminación a la atmósfera o a las capas más profundas del subsuelo. Así, el contenido de anhídrido carbónico en el aire de la zona edáfica puede llegar al 30%, una concentración 1.000 veces mayor que la que tiene en el aire atmosférico (0.03%).

Este CO₂ interacciona con el agua disolviéndose en ella en función de su presión parcial. Una parte permanece en disolución en forma de gas libre e independiente de toda posible unión para formar compuestos; mientras otra reacciona con el agua para formar ácido carbónico, que a su vez se disocia parcialmente en iones carbonato (CO₃⁼) y bicarbonato (HCO₃⁻).

El CO₂ disuelto en el agua también puede tener origen atmosférico estando ya disuelto en el agua de infiltración; y endógeno, relacionado con procesos magmáticos.

Cura termal carbónica

En los balnearios cuyos manantiales son de aguas carbónicas, cuando la concentración de carbónico en el agua supera un determinado nivel, se puede realizar la *cura termal carbónica*. En este tipo de cura las aguas no se utilizan en bebida, sino de manera tópica en aplicaciones externas o locales bien mediante baños, o bien utilizando el CO₂ emanado del agua para aplicarlo mediante inyecciones subcutáneas y baños secos de gas, todo ello con técnicas muy precisas y bien estudiadas.

La cura termal carbónica es de interés en determinadas patologías vasculares. En las curas termales para las demás patologías (reumatológicas, respiratorias, dermatológicas, etc.), en las que se utilizan otras clases de aguas mineromedicinales, el mecanismo de acción de las aguas no está totalmente esclarecido, e incluso en algunos casos es difícil de explicar, y la constatación de sus resultados no es fácil de registrar. Sin embargo, la cura termal carbónica puede demostrar perfectamente su mecanismo de acción pudiéndose comprobar y registrar fácilmente sus resultados. A pesar de ello, este tipo de cura termal está prácticamente sin desarrollar en España.

Las propiedades vasodilatadores del CO₂ confieren un uso especial a las aguas carbónicas, sobre todo a partir de una concentración superior a 400 mg de CO₂ por litro. En los casos en que el agua no llegue a esta concentración se pueden regasificar para llegar a alcanzar este umbral terapéutico. La regasificación se puede llevar a cabo con CO₂ de origen natural del mismo manantial o industrial; ya que las propiedades del CO₂ natural y el de síntesis son equivalentes^(3,4).

Hay numerosos y minuciosos estudios sobre la fisiología del CO₂ en el organismo y un gran número de estudios clínicos controlados sobre la eficacia de la "carboterapia". El CO₂ se absorbe por difusión a través de la piel. La absorción es unas 10 veces mayor si la piel está húmeda que si está seca y también depende de factores como la edad del individuo y la correcta irrigación sanguínea de la piel⁽⁵⁾, ya que el estado funcional histológico va a condicionar el flujo transcutáneo. El CO₂ incorporado al organismo durante una aplicación balnearia no llega a alterar el equilibrio ácido-base ni supone ningún riesgo para el organismo.

Los principales efectos vasculares del CO₂ son⁽⁶⁾:

- Aumento local del flujo sanguíneo.
- Apertura de capilares funcionalmente cerrados.
- Incremento de la liberación de oxígeno por la hemoglobina (desplaza hacia la derecha la curva de disociación de la oxihemoglobina).
- Aumento de la deformidad globular.

A estos efectos vasoactivos se le añaden:

- Modificación del umbral de los termorreceptores de la piel.
- Ligero efecto antiséptico.

Indicaciones de la cura termal carbónica

Hoy en día las indicaciones terapéuticas de la cura termal carbónica son precisas y bien delimitadas (*tabla 1*).

La principal indicación la constituye la **arteriopatía ocliterante de los miembros inferiores** en los estadios I y II de la clasificación de Leriche et Fontaine (*tabla 2*).

La causa mas frecuente de la arteriopatía ocliterante es la arterioesclerosis. Ésta, a su vez, tiene tres variedades histológicas: la ateromatosis o ateroesclerosis, la esclerosis calcificada de la media y la arterioesclerosis. Las tres pueden llegar a coincidir en el mismo paciente; pero la ateromatosis es la mas común. La ateromatosis, con la placa de ateroma como lesión fundamental, se encuentra implicada en tres manifes-

taciones clínicas: la cardiopatía isquémica, la isquemia cerebrovascular y la arterioopatía de los miembros inferiores.

La arterioopatía ocliterante de miembros inferiores es frecuente y la incidencia y prevalencia es más elevada en los sujetos aiosos que en los sujetos jóvenes. La incidencia anual de claudicación es del 2% a los 40 años, 4% a los 50 años, 6% a los 60 años y del 9% a los 70 años⁽⁷⁾. En España, en 2007, se estima que hay 900.000 personas alcanzadas por esta enfermedad.

Los resultados de las cura termal carbónica en esta enfermedad son excelentes. Ya eran conocidos desde hace mucho tiempo, y confirmados por un estudio de referencia en el año 1985⁽⁸⁾ donde un grupo de 140 arteriopatías en estadio II sometidos a cura termal carbónica durante dos años consecutivos frente a un grupo control, mejoró significativamente el perímetro de marcha el primer año en la primera cura termal y lo volvió a incrementar en el segundo. Mucho más recientemente, en 2004, el seguimiento de 600 arteriopatías en estadio II durante 15 años⁽⁹⁾, ha puesto de manifiesto que ese grupo tuvo cinco veces menos amputaciones y una mortalidad global inferior al 10% que las mejores series comparadas (Framingham, Juergens, Bloor).

La segunda indicación en importancia por su incidencia es el **Fenómeno de Raynaud**, que es un trastorno vasomotor paroxístico caracterizado por la disminución

- | |
|--|
| 1. Arteriopatía ocliterante de los miembros inferiores |
| 2. Fenómeno de Raynaud |
| 3. Úlceras arteriales y arteriovenosas |
| 4. Retardos en la cicatrización de amputaciones |

Tabla 1 - Indicaciones de la cura termal carbónica

Estadio	Clínica
I	Ocliteración asintomática
II a	Claudicación tras 150 m. de marcha en llano
II b	Claudicación de menos de 150 m. de marcha en llano
III	Dolor de reposo
IV	Lesiones de necrosis y gangrena

Tabla 2 - Clasificación funcional de Leriche et Fontaine de la arteriopatía ocliterante de miembros inferiores

intermitente del flujo capilar de las extremidades, fundamentalmente en los dedos y con menor frecuencia en otras zonas distales. En general, los espasmos vasculares se originan como ataques en respuesta a la exposición al frío o a una alteración emocional. El fenómeno de Raynaud puede ocurrir como una única manifestación o acompañar a otras enfermedades. Las enfermedades que se asocian más frecuentemente con este fenómeno son las del tejido conectivo. La prevalencia del Fenómeno de Raynaud se estima entre el 6 y 10% de la población general.

También los resultados favorables de la cura termal carbónica en esta patología son conocidos de hace tiempo. Recientemente, en 2005, un estudio randomizado doble ciego para cuantificar mediante Laser-Doppler y examen Crono-Termo-Dinámico las modificaciones hemodinámicas tras la aplicación local de CO₂ en pacientes afectados de Raynaud⁽¹⁰⁾, concluía que el flujo sanguíneo en los dedos aumentaba un 18% después de la aplicación local de CO₂, el tiempo de calentamiento de los dedos tras el test de provocación del frío se acortaba significativamente y se mantenía acortado durante tres meses. El estudio no encontró ningún efecto secundario.

Otras indicaciones reconocidas por el Consenso Internacional son las *úlceras arteriales y arterio-venosas*, donde, además, el CO₂ tiene un efecto antiséptico; y los *retardos en la cicatrización de las amputaciones*, siempre que los bordes de la herida quirúrgica no estén desvitalizados.

Una indicación mas reciente es la lipodistrofia localizada ("celulitis")^(11,12,13), en donde se ha comprobado mediante mediciones por ecografía una disminución de las "cartucheras" con las aplicaciones de CO₂.

Técnicas de aplicación en la cura termal carbónica

En la cura termal carbónica se utilizan los baños, bien generales o parciales, las aplicaciones de gas seco y las inyecciones subcutáneas de CO₂. Un aspecto importante en las arteriopatías obliterantes de los miembros inferiores es la reeducación de la marcha, utilizándose para ello piscinas de características especiales.

Baños

Pueden utilizarse baños generales o parciales. Los parciales se utilizan cuando no es necesario o está contraindicado sumergir por completo al individuo. En los baños parciales, mediante recipientes adecuados,

se sumergen las manos y brazos (maniluvios); y/o los pies y extremidad inferior (pediluvios).

Un aspecto muy importante a tener en cuenta es la temperatura del agua, porque el CO₂ modifica el umbral de los termorreceptores de la piel y disminuyen las sensaciones de frío y calor. Los receptores del frío disminuyen su excitabilidad y los receptores del calor aumentan la suya. Esto se traduce en la práctica en que los baños carbogaseosos se deben aplicar a una temperatura inferior a 33 – 34°C, ya que la sensación de temperatura neutra (37°C) se habrá modificado por el CO₂ bajando de 2 a 3°C.

Otra faceta a considerar es el eritema cutáneo que se produce en las partes sumergidas en el baño, consecuencia del efecto del carbónico. Este eritema, debido a la vasodilatación producida por el CO₂ disminuye la resistencia circulatoria periférica, resultando una disminución de la presión sanguínea. El eritema cutáneo se hace evidente cuando el carbónico está en una concentración en torno a 400 mgCO₂ /L y aumenta proporcionalmente hasta concentraciones de 1.600 mgCO₂ /L. También la temperatura del agua incrementa el eritema, haciéndose más marcado a partir de los 28°C.

En los baños carbogaseosos debe tenerse en cuenta el desprendimiento de gas del agua. El CO₂ es más pesado que el aire y en las bañeras tiende a quedar sobre la superficie del agua. Por lo tanto es conveniente mantener la cabeza a una distancia prudente del nivel del agua para respirar aire normal y no sobrecargado de CO₂, que puede llegar a ocasionar alguna leve molestia (cefalea, angustia), siendo excepcional una intoxicación. Las habitaciones donde se ubican los baños deben estar bien ventiladas.

La duración de los baños suele ser entre 10 – 20 minutos dependiendo del estado del paciente y su patología.

Están descrita una reacción anormal al baño carbogaseoso de aparición muy escasa⁽¹⁴⁾ que consiste en prurito en los miembros inferiores tras el baño y que cede espontáneamente en 24 horas.

Gas seco

Son aplicaciones sin agua. Se utiliza únicamente el CO₂ proveniente de un depósito o de un generador. Por esto se llaman aplicaciones de gas "seco". Se emplean, por lo común, cuando la balneación no es conveniente para el enfermo (edad muy avanzada, coronariopatías o broncopatías severas, heridas de la piel, etc). Las aplicaciones pueden ser generales o parciales.

La aplicación general se utiliza para los miembros inferiores. Al paciente tumbado sobre una camilla, se le introduce en un saco plastificado y hermético que se cierra estanco a la altura de la cintura o hacia la mitad del tórax. El saco se insufla de gas durante 10-20 minutos. No hay que olvidar humedecer previamente la piel del paciente para una mayor absorción del gas. En esta aplicación también se produce el eritema de la piel.

La aplicación parcial, también llamada "ducha de gas seco", es la proyección de un chorro de gas sobre una zona muy localizada. Se utiliza, generalmente en el tratamiento de úlceras vasculares o cicatrices de amputaciones. Este chorro de gas se aplica con el paciente en decúbito colocando verticalmente sobre la zona a tratar a unos 20 cm. de distancia un tubo acabado en una espita que nos permite abrir o cerrar el paso del gas. El CO₂, al tener mayor densidad que el aire, cae directamente sobre la lesión. Se aplica durante 10 - 20 minutos.

Inyecciones subcutáneas de CO₂

Es una técnica originaria de las Termas de Royat (Francia). Se viene aplicando desde 1932. A la tubería que transporta el CO₂ se le conecta un tubo de goma en cuyo extremo hay un filtro de microporos para esterilizar el gas y un inyector con aguja subcutánea habitual.

Las inyecciones se aplican en dorso de manos y pies, en la vecindad de zonas isquémicas y en varios puntos. En cada aplicación se suelen inyectar en varios puntos entre 200 -1.000 cc. a débil presión (0,1-0,4 bares). La

inyección produce una ampolla de gas que se absorbe rápidamente. El CO₂ inyectado no altera el equilibrio ácido-base y se elimina por vía pulmonar en unos 40 minutos. Debe tenerse en cuenta que en los pacientes anticoagulados (frecuentes entre los arteriopatías) pueden aparecer equimosis.

Piscinas específicas para arteriopatías

En los pacientes afectados de arteriopatía ocluyente en los miembros inferiores tiene especial importancia la reeducación de la marcha. Para ello se utilizan piscinas especiales.

El índice sistólico es la relación entre la presión sistólica medida en el tobillo y la humeral. (IS = P_{tobillo}/P_{humeral}) En adultos normales el valor del índice está comprendido entre 0,9 y 1,3. Este índice va disminuyendo según se incrementa la oclución en los miembros inferiores, y nos da una pista para estudiar más a fondo al individuo.

Se ha demostrado experimentalmente⁽¹⁴⁾ que marchando en el agua a contracorriente se obtiene un mejor índice sistólico que marchando en seco. Debido a esto la reeducación se hace en piscinas de marcha a contracorriente en pasillos de 0,40 - 0,80 m de profundidad.

No hay que olvidarse de que los arteriopatías suelen ser pacientes delicados por la habitual concurrencia de patologías de entidad: diabetes, cardiopatía isquémica, hipertensión, anticoagulación, etc. Por ello, se hacen sesiones cortas de unos 5 minutos de marcha a unos 2 Km/hora (marcha de paseo) en donde la presión

Ubicación	mg/L CO ₂ *
Amer. Girona (Fonter)	660
Amer. Girona (Font Picant)	3.000
Caldas de Malavella. Girona (San Narciso)	418
Caldas de Malavella. Girona (Vichy Catalán)	440
Cervantes. Ciudad Real	313
Cofrentes. Valencia (Hervideros)	445
Firgas. Las Palmas	1.144
Lanjarón. Granada (Capilla)	742
Lanjarón. Granada (Capuchina)	400
Mondariz. Pontevedra (Estrella)	264
Mondariz. Pontevedra (Gándara)	253
Mondariz. Pontevedra (Troncoso)	396
Verín. Orense (Fontenova)	528

* Determinación de carbónico a pie de manantial

Tabla 3 - Manantiales de aguas carbónicas minerales naturales y mineromedicinales en España

arterial no sufre elevación significativa y la frecuencia cardiaca aumentada se recupera rápidamente.

Educación sanitaria

La estancia en el balneario procura al paciente tranquilidad, tiempo y una relación estrecha con el médico. Constituye una ocasión para enseñar a los arteriopatías a controlar sus factores de riesgo mediante talleres, coloquios o conferencias, sobre hábitos alimenticios, tabaquismo, sedentarismo, etc.

Contraindicaciones

La cura termal carbónica no tiene ninguna contraindicación específica. Las contraindicaciones son las mismas que para la cura termal en general.

Aguas carbónicas en España

La *tabla 3* recoge los manantiales de aguas carbónicas minerales naturales y mineromedicinales en España^(15,16).

BIBLIOGRAFIA

1- España. Decreto 2484/1967 de 21 de septiembre por el que se aprueba el texto del Código Alimentario Español. Boletín Oficial del Estado, de 17 de octubre de 1967, núm. 248, p. 14180.

2- DEUTSCHER HEILBÄDERVERBAND E.V. *Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen*. 12ª ed. Ed. Deutscher Heilbäderverband e.V. Bonn. 2005.

3- IRIKI M, et al. "The effect of Artificial CO₂ Water Immersion on Physiological Functions" En: Acta "Third International Carbon Dioxide Conference: CO₂ and Health, Freiburg, Germany on October 14-16, 1999".

4- MATSUO H, et al. "The Effects of Artificial Carbon Dioxide Foot Bathing on the Skin of Ischemic Feet Measured by Laser Doppler Flowmeter." *Journal of Japanese College of Angiology*, 2000, Vol 40 núm 11, p 923-928.

5- COUDERT J. "Passage transcutané de gaz carbonique et effets vasculaires des bains de gaz thermal de Royat" [on line] Société Médicale de Royat. <<http://www.cure-thermale-royat.com/index1.htm>> [consulta 3 marzo 2008].

6- BODY J, MOREL F, SCHAFF G. "Effets vaso-actifs du CO₂ thermal" *Angéiologie*, 2000, Vol.52, n° 4, p. 71-75.

7- LÉGER P, et al. "La jambe du sujet âgé (pathologie veineuse et ischémique)" *Journal de Radiologie*. 2003. Vol 84, p. 1869-1876.

8- FABRY R, et al. «Variations du périmètre de marche et des index de pression avant et après épreuves de marche mesurés à 1 an d'intervalle chez 140 artériopathies traités à Royat» *Cahiers d'Artériologie de Royat*, 1985. Vol 12, p. 78-82.

9- FABRY R, et al. «Suivi prospectif d'une cohorte de 600 patients artériopathes ambulatoires au stade II de Leriche et Fontaine. Données a 15 ans d'un sous groupe de 424 patients» *Presse Thermale et Climatique*, 2004, Vol. 141, p. 11-25.

10- SCHMIDT J, et al. "Mikrozirkulatorische und klinische Auswirkungen der seriellen perkutanen Behandlung mit Kohlendioxid bei primärem und sekundärem Raynaud Phänomen" *VASA*, 2005, Vol 34, núm 2, p. 93-100.

11- MERLEN JF. "Indications de la cure thermal a Royat". [on line] Société Médicale de Royat. <<http://www.cure-thermale-royat.com/index1.htm>> [consulta 3 marzo 2008].

12- BRANDI C, et al. "Carbon dioxide therapy in the treatment of localized adiposities: clinical study and histopathological correlations." *Aesthetic Plastic Surgery Journal*, Mayo 2001 p.170-174.

13- BRANDI C, et al. "Carbon dioxide therapy: effects on skin irregularity and its use as a complement to liposuction." *Aesthetic Plastic Surgery Journal*. Julio 2004, 222-225.

14 - AVRIL PB, POYET AM, FABRY R. «Marche contre un courant d'eau minérale : une nouvelle technique de traitement thermal à Royat.» 15ème Congrès Mondial de l'U.L.A. – Roma. 1989 [on line] <<http://www.cure-thermale-royat.com/index1.htm>> [consulta 3 marzo 2008].

15- BAEZA J, LÓPEZ JA, RAMIREZ A. "Las aguas minerales en España" Ed. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 2001.

16- VADEMÉCUM DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES ESPAÑOLAS. Coor: MARAVER, F. Ed. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. 2005.