

La radonterapia en balnearios. Aspectos actuales

El organismo responde a estímulo producido por el radón con un conjunto de reacciones hormonales y nerviosas que, terapéuticamente, se podrían traducir en un incremento de sus propias fuerzas curativas, resultante de un mecanismo de adaptación frente a un pequeño desequilibrio orgánico. Esto se comprueba porque, durante la radonterapia, se produce un incremento de la actividad hipofisaria, suprarrenal y gonadal, que se refleja, por ejemplo, en un aumento de los 17-cetosteroides que se eliminan por la orina. Además, el aumento de energía local que se produce durante la radonterapia actúa sobre la célula en determinadas ocasiones incrementando su grado de actividad metabólica y, sobre todo, aumentando la capacidad de reparación celular.

C. San José Arango

Hidrología Médica. Departamento de Farmacología,
Pediatria y Radiología. Facultad de Medicina. Sevilla.

El radón es un elemento que proviene de la desintegración del uranio. En la línea de descendencia, el gas noble radón procede del radio y tiene un período medio efectivo físico de 3,8 días. El radón aparece mezclado con el aire o bien disuelto en el agua. Su solubilidad en el líquido elemento depende de la temperatura. A temperaturas elevadas la solubilidad es menor. El movimiento del agua (como en los baños en remolino, baños de burbujas, chorros subacuáticos, etc.) hace que el radón disuelto pase rápidamente al aire.

Mecanismo de acción

El radón, como todo gas noble, es químicamente inerte. Sus efectos biológicos dependen de la radiación alfa que desprende. Esta radiación de partículas ricas en energía sólo es capaz de penetrar en los tejidos humanos atravesando una parte muy pequeña de la célula, antes de que se frene y ceda su elevada energía, en forma de emisión de dos núcleos de helio cargados positivamente. La velocidad de estas partículas alcanza los 10-20.000 km/s, que en el aire abarca una distancia de 1 cm y en los tejidos humanos de menos de 0,1 mm, antes de ser obstaculizadas. En las células, más exactamente en el ámbito molecular de la sustancia celular, del protoplasma y su estructura, esta radiación alfa tiene un efecto ionizante. Este efecto lleva frecuentemente a un freno, o en determinados casos a una aceleración, de las reacciones bioquímicas celulares. Esto indica que el equilibrio de los intercambios bioquímicos se rompe, es decir, se produce el fenómeno del estímulo en las células. Este fenómeno se ha comprobado en personas que están expuestas profesionalmente a radiaciones, en las que se han encontrado enzimas reparadoras en concentraciones más elevadas de lo normal (Deetjen, 1992).

La incorporación del radón al organismo tiene lugar por dos mecanismos principalmente: por vía cutánea y por vía respiratoria. Las escuelas centroeuropeas de hidrología médica defienden la creencia de que la mayor proporción de radón penetra en el organismo a través de los pulmones. Por esta razón, se han desarrollado

bañeras especiales para aplicaciones terapéuticas que permiten un mejor aprovechamiento vía pulmonar del radón proveniente del agua del baño. El uso de este tipo de bañeras se ha extendido ampliamente en dichos países centroeuropeos.

Por otra parte, la escuela rusa, de amplia experiencia en este tipo de tratamientos con aguas radiactivas, propugna la vía cutánea como mecanismo fundamental de penetración del radón en el organismo, lo cual viene avalado por recientes investigaciones que confirman la excelente absorción del radón por la piel.

Una vez incorporado al organismo, el gas radón se distribuye mediante el torrente sanguíneo a todo el espacio corporal. Al ser un elemento liposoluble, se acumula especialmente en el tejido adiposo bien irrigado y lipoides, como las glándulas suprarrenales, las membranas de los eritrocitos y las vainas de mielina de las células nerviosas. Solamente alrededor de un 1 a un 2% del radón que se incorpora al organismo se desintegra bajo la emisión de partículas alfa. El resto se elimina por los pulmones, por lo que su período biológico efectivo medio dura aproximadamente 20 min. Esto implica que, tras unas pocas horas a partir de su administración, no se puede detectar radón en el organismo.

Toxicología de la exposición al radón

La toxicología del radón se reduce a su radiación alfa y a su efecto de desintegración en los tejidos afectados.

El riesgo absoluto de carcinoma pulmonar por inhalación se establece actualmente en 10^{-2} Sv por año y es de 2,0/1.000.000 de personas (Yarmonenko, 1998).

Cabe preguntarse sobre la dosis absorbida por los tejidos con riesgo relevante en relación con una cura balneoterápica.

Se ha determinado una dosis corporal total de 60 μ Sv tras la administración de 10 baños con una duración de 20 min en un agua radiactiva con una actividad de 3 kBq/l a 35 °C. Esta dosis incluye tanto la dosis de radón como la de sus productos de desintegración (polonio, bismuto y, finalmente, el no radiactivo plomo, todos ellos metales pesados) (Pratzel, 1992).

Para los tejidos sometidos a riesgo, la dosis equivalente efectiva en una serie de baños de estas características supone aproximadamente 25 μ Sv, por lo que las aplicaciones balneoterápicas con radón se mantienen alrededor de aproximadamente unas 10^4 veces por debajo de las dosis de riesgo (Pratzel, 1992).

En diversos balnearios españoles de aguas mineromedicinales radiactivas, concretamente los de Galicia, Cantabria, Extremadura y Salamanca, se ha medido la cantidad de radón (^{222}Rn) disuelto en el agua del manantial y en el ambiente balneario, destacando la radiactividad en ^{222}Rn de Las Caldas de Besaya (Cantabria), Caldas de Molgas (Orense), La Toja (Pontevedra), Arteixo (La

Coruña), Retortillo (Salamanca), Alange (Badajoz), Caldas de Tuy (Pontevedra) y Acuña (Pontevedra) (Soto, 1990).

En el establecimiento termal de mayor radiactividad en ^{222}Rn de todos los balnearios españoles donde se ha determinado este parámetro, específicamente en Las Caldas de Besaya (Cantabria), los valores obtenidos en la surgencia del manantial más radiactivo de Las Caldas son de 820 Bq/l, y estos valores se mantienen notablemente constantes a lo largo del año.

La concentración de radón en los tratamientos por inhalación mediante aerosolterapia está comprendida entre los 99 y los 102 kBq/l. Por tanto, la dosis con un tratamiento por inhalación de 12 sesiones de 2 h cada una es de 250 mSv al epitelio bronquial, de lo que se deduce que el aprovechamiento del radón es mucho mayor en inhalación por mascarilla que por vía tópica en balneación. Esto indica que por vía inhalatoria se pueden utilizar también de forma eficaz aguas mineromedicinales con menor contenido en radón.

Por otra parte, la concentración de ^{222}Rn en el aire de las termas de Caldas de Besaya oscila entre los 3,52 y los 6,65 kBq/m³, y en las proximidades de los manantiales es algo más elevada (Soto et al, 1991).

En los trabajadores de estas termas, con un tiempo de permanencia de 8 h diarias, oscila en torno a los 350 mSv, por lo que se recomienda la conveniencia de controlar las dosis recibidas por año.

Acciones biológicas de la radonterapia

Podemos aseverar que los mecanismos ya descritos de activación de los sistemas de reparación celular coinciden con los estudios epidemiológicos realizados en regiones con adecuada concentración natural de radón en el ambiente, en las que se ha comprobado una menor incidencia en la frecuencia tumoral y una mayor esperanza de vida. Este fenómeno se ha interpretado como un mecanismo de defensa del organismo ante la exposición a dosis bajas de radón que mantienen en funcionamiento los sistemas de reparación celular ante los posibles daños de posteriores sustancias tóxicas. Por tanto, se trataría de un efecto positivo de activación o estímulo de los sistemas de defensa orgánicos conocido como «hormesis» (término que proviene del griego *hormo*, cuyo significado es, precisamente, estímulo o activación), en el que interviene la potenciación de la respuesta inmune tanto en el ámbito celular como en el hormonal (Planel et al, 1990; Soto y Gómez, 1995).

Aplicaciones terapéuticas del radón

Los baños de radón se utilizan en diferentes concentraciones. Los estudios rusos propugnan un efecto terapéutico favorable y creciente en un rango de concen-

traciones entre 10 y 60 nanoCurios por litro. En concentraciones inferiores no se producirían mejoras terapéuticas (Andrejew et al, 1990).

En cuanto a la inhalación de radón mediante aerosoles, la vía fundamental de penetración del radón es la pulmonar.

En los países centroeuropeos también se utilizan las *stollen* (grutas o estufas naturales terapéuticas), como en los balnearios de aguas radiactivas de Bad Kreuznach (Alemania) y Bad Gastein (Austria), en las que los pacientes se mantienen respirando en una atmósfera que contiene radón. Dependiendo de la temperatura y humedad del ambiente, los pacientes pueden estar sin ropa durante el tiempo que dura el tratamiento, como en Bad Gastein, con una temperatura de 41,5 °C y una humedad del aire de cerca del 100%. De esta forma, en estas estufas húmedas naturales, a la absorción pulmonar de radón se le añade la cutánea.

Mientras que en los países centroeuropeos sólo se emplea radón de origen natural en las aplicaciones terapéuticas, en los países de la antigua Unión Soviética, y también en Japón (bajo estrictas normativas de protección radiológica), se utilizan las aplicaciones terapéuticas de radón obtenido artificialmente del radio, mediante su liberación, captación y utilización terapéutica en forma gaseosa o disuelto en agua. De esta forma, en el territorio de la antigua Unión Soviética se trata terapéuticamente a varios millones de pacientes (Pratzel 1995).

Efectos terapéuticos del radón

Las enfermedades reumáticas siempre se han considerado la principal indicación de las aplicaciones terapéuticas con radón.

Los tratamientos con aguas radiactivas por vía inhalatoria y cutánea en las estufas terapéuticas están especialmente indicados en la espondilitis anquilosante (Falkenbach, 1996).

En un estudio controlado realizado en 100 pacientes con espondilitis anquilosante, se pudo comprobar que el tratamiento con las estufas terapéuticas, unido a las medidas rehabilitadoras convencionales, resultó significativamente más efectivo en el alivio del dolor y en la mejora de la movilidad articular que empleando sólo la rehabilitación sin la radonterapia con las estufas terapéuticas (Bernatzky et al, 1997).

Además, otro estudio con seguimiento posterior de 140 pacientes con espondilitis anquilosante, en tratamiento con las estufas terapéuticas de Bad Kreuznach, puso de relevancia una mejoría en la motilidad de la columna cervical, incluso en pacientes de prolongada cronicidad.

Así mismo, se comprobó un descenso significativo de los parámetros sanguíneos de la inflamación (proteína C reactiva) (Lind-Albrecht y Droste, 1997).

También se ha demostrado eficaz la balneoterapia radiactiva en pacientes con artritis reumatoide, con una clara acción analgésica y favorecedora de la movilidad articular en estudios a doble ciego (Pratzel, 1992).

Las aguas mineromedicinales radiactivas son también eficaces en enfermedades cutáneas de índole alérgica, por su acción inhibidora de la actividad de las células de Langerhans, principales células inmunocompetentes cutáneas.

Por vía inhalatoria, el radón es efectivo terapéuticamente en las enfermedades crónicas inflamatorias del tracto respiratorio, como la bronquitis y el asma crónicas, por su efecto antiespasmódico, antianafiláctico y fluidificante de las secreciones bronquiales.

Bibliografía general

- Andrejew SV, Semjonow BN, Tauchert D. Zum Wirkungsmechanismus von Radonbädern. Z Physik Med Baln Med Klim 1990; 19: 283-289.
- Bernatzky G, Graf A, Saria A, Lettner H, Hofmann W, Adam H et al. Smerzhemmende Wirkung einer Kurbehandlung bei Patienten mit Spondylarthritis Ankylopoetica. En: Pratzel HG, Deetjen P, eds. Radon in der Kurortmedizin. Geretsried: Ed. I.S.M.H., 1997.
- Deetjen, P. Radon-balneotherapie-neue Aspekte. Phys Rehab Kur Med 1992; 2: 100-103.
- Falkenbach, A. Kurmedizinische Behandlung mit Radon. Heilbad & Kurort, 1996; 8: 48.
- Gutenbrunner CH, Hildebrandt G. Handbuch der Balneologie und medizinischen Klimatologie. Berlín: Springer Verlag, 1998.
- Lind-Albrecht G, Droste U. Additional effects by therapeutic use of radon inhaling in Bad Kreuznach heilstollen by in-patient treatment of spondylitis ankylosans. A controlled trial with pre-, post- and follow-up research. En: Pratzel HG, Deetjen P, eds. Radon in der Kurortmedizin. Geretsried: Ed. I.S.M.H., 1997.
- Planel H, Caratero C, Tixader A, Couter A, Richoilley G, Croute F. A demonstration of the radiation hormesis concept. Z Physik Med Baln Med Klim 1990; 19: 12-18.
- Pratzel HG. Die klinische Wirksamkeit von Radon ist bewiesen. Heilbad & Kurort, 1992; 44: 11-12.
- Pratzel HG. Über die Wirksamkeit von Radonanwendungen. Rheuma-Journal, 1995; 2: (en prensa).
- Pratzel H.G, Deetjen, P. Radon in der Kurortmedizin. Geretsried: ISMH Verlag, 1997.
- San José Arango C. Hidrología médica y terapias complementarias. Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 1998.
- Soto Torres J. Radiactividad de las aguas mineromedicinales. Bol Soc Esp Hid Med 1990; 5: 115-119.
- Soto Torres J, Fernández Navarro P, Quindos Poncela L, Delgado Macías MT. Radiactividad en agua de balnearios de Cantabria. Mafre Medicina 1991; 2: 274-276.
- Soto Torres J, Delgado Macías MT, Fernández Navarro P, Gómez Arozamena J, Quindos Poncela L. Niveles de Rn²²² en el balneario de Caldas de Besaya. Rev San Hig Pub 1991; 65: 71-75.
- Soto Torres J, Gómez Arozamena J. Efectos horméticos en balnearios radiactivos. Bol Soc Esp Hid Med 1995; 10: 133-136.
- Yarmonenko SP. Radiobiology of humans and animals. Moscú: Mir Publishers, 1998.