

Efectos anómalos del Rn-222 a bajas dosis de radiación

JESÚS SOTO TORRES

Cátedra de Física Médica. Facultad de Medicina. Universidad de Cantabria.

INTRODUCCIÓN

El radón (^{222}Rn) es un gas noble, incoloro e inodoro, descubierto por Dorn en 1900, que se produce por la desintegración del radio (^{226}Ra). Decae por emisión de partículas alfa con un periodo de semidesintegración de 3.82 días. Como descendiente radiactivo del radio su fuente se localiza, principalmente, en las rocas de la corteza terrestre a través de cuyos poros difunde a la atmósfera, experimentando procesos de transporte hacia capas más altas o acumulándose en lugares cerrados cuando las condiciones de ventilación no permiten su difusión (1).

Debido a su naturaleza gaseosa, el radón se presenta como agente ambiental que produce una irradiación en el hombre, siendo la principal causa de dosis absorbida a la población por agentes naturales. En este trabajo queremos poner de manifiesto que los efectos producidos por el radón, y posiblemente por otras radiaciones, a bajas dosis de radiación poseen características distintas de las que se producen a dosis elevadas.

ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS SOBRE EFECTOS DEL RADÓN

Aunque el interés por el radón apareció inmediatamente después de su descubrimiento (2), el interés actual por su estudio está basado en los efectos que produce en la población. Estos efectos están mediados por los distintos mecanismos por los que se produce la irradiación.

El principal mecanismo por el que se produce la irradiación de la población es por la respiración de aire conteniendo radón junto con sus descendientes. Estos últimos, vinculados a aerosoles atmosféricos, pueden quedar retenidos en distintos tramos del sistema respiratorio. La irradiación se produce por las partículas alfa emitidas en la desintegración de los descendientes y tiene el pulmón como órgano crítico. Las dosis absorbidas en las células del sistema respiratorio pueden ser calculadas mediante modelos que simulen la deposición de los aerosoles en la pared respiratoria y la interacción de las partículas alfa con el tejido.

La comprobación de que se producían concentraciones elevadas del gas en el interior de minas, tanto uraníferas como de otros minerales, llevó a realizar un buen número de estudios epidemiológicos en poblaciones de mineros tendientes a establecer la relación entre exposición total al radón y cáncer

de pulmón. Los estudios presentan dificultades debido al problema de especificar las concentraciones de radón y a la necesidad de utilizar modelos para transformar las concentraciones en dosis. Sin embargo, se encuentra en la mayor parte de los estudios una correlación positiva entre dosis, que son moderadamente elevadas, y frecuencia de cáncer de pulmón en las poblaciones de mineros (3).

Los resultados anteriores llevaron a reconsiderar el papel del radón como agente inductor de cáncer de pulmón, extendiendo las premisas y conclusiones obtenidas al caso de las viviendas. Habiendo encontrado que se producían concentraciones de radón en algunas viviendas comparables con las obtenidas en minas, se realizaron distintas campañas para establecer los márgenes de concentraciones existentes (4). Utilizando los valores de la concentración obtenidos se intentó establecer una correlación entre los distintos intervalos de dosis y la frecuencia de cáncer de pulmón entre la población. Sin embargo, debido al hecho de que este tipo de cáncer presenta una clara dependencia de otros factores, los diferentes estudios dan resultados no concluyentes y, a menudo, contradictorios (5). Es interesante destacar aquí que los efectos que se producen a estos niveles de dosis no dan frecuencias correspondientes a la extrapolación de los producidos a dosis más elevadas (6).

Al estar generado por la desintegración del radio, un elemento distribuido de manera no uniforme por la corteza terrestre, el radón aparece en concentraciones muy distintas en diversas regiones. Existen regiones en las que el radio es abundante en el suelo y las concentraciones de radón elevadas (7) que ofrecen la posibilidad de hacer estudios epidemiológicos donde la dosis absorbida toma valores superiores a los valores promedio. Como en el caso anterior, los resultados son contradictorios, encontrándose en algunos de ellos disminuciones de la frecuencia de distintos tipos de cáncer al aumentar el nivel de radiación (8).

ESTUDIOS EXPERIMENTALES SOBRE EFECTOS DEL RADÓN

Los estudios experimentales sobre los efectos producidos por el radón son escasos, si se excluyen los que modelizan situaciones buscando la correlación entre dosis y cáncer de pulmón.

Sin embargo, el radón puede producir irradiación también por respiración de aire conteniendo radón que es transportado hacia la sangre desde donde es distribuido a los tejidos del cuerpo.

Con vistas a conocer el efecto que tiene el radón sobre una población celular se han hecho un cierto número de trabajos con altas dosis de radiación. La metodología utilizada se basa en la irradiación de una población de células con las partículas alfa emitidas por el radón y sus descendientes y la posterior medida del número de células alcanzado. Los resultados obtenidos no difieren cualitativamente de los encontrados usando otros tipos de radiaciones (9).

A bajas dosis de radiación los estudios son menos numerosos. Para este rango de dosis, la irradiación con radón produce deleciones cromosómicas con frecuencias extrapolables de altas dosis. Sin embargo, la frecuencia de reparación de ADN y su tasa de síntesis son mayores cuando la irradiación se hace con radón que cuando se hace con otras radiaciones de LET semejante. Igualmente se encuentra una estimulación del crecimiento de tejidos cuando se someten a bajas dosis de radón (10). De la misma manera, dosis no citotóxicas de radón, sin efecto observable sobre la proliferación celular, inducen cambios importantes en el valor del potencial de membrana y flujos de iones medibles (11).

Cuando se estudia la proliferación celular después de la irradiación con radón se encuentra que el mayor efecto parece ocurrir en un intervalo de dosis, siendo la supervivencia celular igual a la de la población control fuera de este intervalo (12). Este resultado es comparable al que se encuentra con bajas dosis de otros tipos de radiación y podría justificar tener idéntica justificación (13, 14).

Los resultados anteriores pueden ser comparados con los que se encuentran en balnearios radiactivos. Debido a la alta presión parcial de radón en los poros del terreno, las aguas subterráneas poseen concentraciones elevadas de este elemento en solución. Cuando el agua aflora a la superficie, como lo hace en el interior de los balnearios, el radón pasa al aire creando atmósferas en las que su concentración es elevada, (15). El tratamiento de los pacientes en estos balnearios conlleva unas dosis debidas al radón que producen efectos numerosos pero no extrapolables de los que se encuentran a dosis altas.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Quindós, LS, Soto, J, Fernández, PL, Villar, E, Newton, G, Peña, JJ, Gálvez, M, Artech, J. "Radón, principal fuente de radiación ambiental". *Revista Española de Física*. 6, 223-227 (1992).
- (2) Fernández, PL, Gutiérrez, I, Quindós, LS, Soto, J, Villar, E. "Natural ventilation of the painting room in Altamira cave" *Nature*, 321, 586-588 (1986).
- (3) BEIR IV. "The committees's analysis of four cohorts of miners" En: *Health risk of radon*. New York. Ed. National Academic Press. 1988.
- (4) Quindós, LS, Fernández, PL, Soto, J. "National survey on indoor radon in Spain" *Environ. Internat.* 17, 449-453 (1991).
- (5) Quindós, LS, Soto, J, Fernández, PL, Ródenas, C, Gómez, J, Artech, J, Romero, G, Madrid, J. "Radon and lung cancer in Spain" *Rad. Prot. Dos.* 36, 2/4, 331-333 (1991).
- (6) Pollycove, M. "Low-level radiation: Adaptative responses and decreased carcinogenesis" *Trans. Am. Nucl. Soc.* 71, 38-40 (1994).
- (7) Quindós, LS, Fernández, PL, Soto, J. "Study of areas of Spain with high indoor radon" *Radiat. Meas.* 24, 2, 207-210 (1995).
- (8) Nambi, KSV, Soman, SD. "Environmental radiation an cancer in India" *Health Phys.* 52, 5, 653-658 (1987).
- (9) Brooks, AL, Khan, MA, Duncan, A, Buschbom, RL, Jostes, RF, Cross, FT. "Effectiveness of radon relative to acute Co 60 gamma rays for induction of micronuclei in vitro and in vivo" *Int. J. Radiat. Biol.* 66, 6, 801-808 (1994).
- (10) Kochanski, W, Minta, P, Kochanska, I. "Histologic changes in pulmonary tissues of rabbits from inhaled radon 222" *Med. Prev.* 27, 353-359 (1976).
- (11) Koning, AWT, Drijver, EB. "Radiation effects on membranes" *Rad. Res.* 80, 494-501 (1979).
- (12) Soto, J, Quindós, Cos, S, Sánchez-Barceló, EJ. "Influence of low doses of radiation due to Rn 222 on proliferation of fibroblasts and MCF-7 human breast cancer cells in vitro" *Sci. Total Environ.* (en prensa).
- (13) Kharazi, AL, James, SJ, Taylor, JMG, Lubinski, JM, Nakamura, LT, Makinodan, T. "Combined chronic low dose radiation caloric restriction: A model for regression of spontaneous mammary tumor" *Int. J. Radiat. Oncology Biol. Phys.* 28, 641-647 (1994).
- (14) Tuschl, H, Steger, F, Kovac, R. "Occupational exposure and its effects on some immune parameters" *Health Phys.* 68, 1, 59-66 (1995).
- (15) Soto, J, Fernández, PL, Quindós, LS, Gómez, J. "Radioactivity in spanish spas" *Sci. Total Environ.* 162, 187-192 (1995).