Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd. (1992), vol. VII, n° 2

RADON EN EL AGUA EN UNA REGION DE ALTO NIVEL DE RADIACION NATURAL

J. SOTO, P.L. FERNANDEZ, J. GOMEZ, L.S. QUINDOS y M.T. DELGADO*

RESUMEN

Se ha realizado un estudio de la concentración de radón existente en las aguas de bebida de una región de España considerada como de alto nivel de radiación natural. Los valores encontrados confirman que el radón se encuentra de forma abundante en dichas aguas. Además, en algunas viviendas de la región, se obtienen niveles de radón extraordinariamente altos, superiores a los de cualquier otro tipo de aguas.

RESUMÉ

Il s'est effectué un etude sur la concentration du radon dans l'eaux de suface d'une region dan Espagne caracterisé par une haute radioactivité naturelle. Les resultats ont montré que la concentration est important dans l'eaux de surface. Parmi d'entre eux, s'ont trouvé trés hautes concentrations, qui peut atteindre plusiers fois les plus grand valeur, dans l'eaux des maisons.

SUMMARY

Radon concentration in public water supplies in a high radiation background area of Spain have been evaluated. High abundance of radon in the samples collected were found. For some houses radon concentration in water over recommended limits were measured.

INTRODUCCION

El gas radiactivo de origen natural, radón (^{222}Rn), aparece muy raramente disuelto en las aguas que se utilizan habitualmente para el consumo diario. La razón de este hecho cabe buscarla en que debido a su carácter gaseoso, el radón se desprende, emana del agua cuando ésta se encuentra en contacto con el aire atmosférico donde la presión parcial de radón es muy baja. Por ello, el radón disuelto en el agua no existe en concentraciones elevadas más que cuando ésta proviene de capas profundas, como ocurre en los balnearios radiactivos, o cuando aparece en terrenos con un contenido elevado de radio (^{226}Ra).

La condición de que el agua pase por terrenos ricos en radio se cumple en España en la región situada en las proximidades de Ciudad Rodrigo (Salamanca). La región está surcada por vetas uraníferas, asociadas a cuarcitas o pizarras, cuya explotación da lugar a la única instalación minera de uranio en funcionamiento en España. Estas características geológicas hacen que la zona deba ser considerada como una región de alto nivel de radiación en sentido estricto, Hanson (4). A esta radiación contribuyen los elementos radiactivos existentes en el suelo y en los materiales de construcción de las casas que dan lugar a tasas de dosis elevadas, así como el radio existente en el suelo, que produce concentraciones altas de radón en el interior de las viviendas y, por ello, tasas de dosis por inhalación elevadas en sus habitantes, Quindós (5), (6).

El agua de bebida de la región procede fundamentalmente de pozos o fuentes artesianos desde donde es usada para el consumo, directamente o a través de redes municipales. Como quiera que antes de su afloración atraviesa terrenos ricos en radio, la misma contiene también elementos radiactivos y en particular radón, cuya medida constituye el principal objetivo de este trabajo.

* Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas. Facultad de Medicina. Universidad de Cantabria.

MATERIAL Y METODO

Para medir la concentración de radón, y de radio 226, de las aguas de la región hemos recogido muestras en la zona a lo largo del año 1991 y comienzos de 1992. Las muestras de agua se recogen en portamuestras de metacrilato de 0.8 litros de capacidad con geometría Marinelli adaptada a las dimensiones de nuestro detector de radiación, que se cierran herméticamente una vez llenados. Se han recogido muestras de agua en fuentes, pozos y viviendas de los siguientes pueblos de la zona: Fuentes de Oñoro, Gallegos de Argañán, Villar de Argañán, Barquilla, Villar de la Yegua, Villar del Ciervo, Serranillo, Saelices el Chico, Castillejo de Martín Viejo, Alameda de Gardón y Ciudad Rodrigo.

Las muestras recogidas son medidas por espectrometría gamma poco después de su recolección, Soto (7). Para ello se dispone de un detector de centelleo 3''x3'' de INa(Tl) protegido de la radiación exterior por un castillete de hierro y unido a un analizador multicanal. Cada muestra se cuenta durante 10000 segundos y se calcula su concentración de radón a partir del contaje obtenido bajo los fotopicos de 0.61 o de 1.76 MeV del bismuto 214, en equilibrio con él. El sistema ha sido calibrado mediante disoluciones de radio en equilibrio radiactivo con el radón, que se preparan con la misma geometría que las muestras a medir.

La medida de la concentración de radio 226 disuelto en las aguas se hace comenzando por un proceso de separación química del radio en las muestras. Este proceso se realiza añadiendo al agua una cantidad conocida de bario inactivo como portador que precipita como sulfato a la vez que el radio. El precipitado se transfiere a una plancheta, sobre la que se coloca un disco de SZn, y se cuenta durante 12 horas mediante un sistema compuesto por fotomultiplicador, amplificador y contador para determinar su actividad alfa, Soto (8).

RESULTADOS Y DISCUSION

Para obtener una visión global del radón contenido en las aguas de la región hemos recogido muestras de fuentes, pozos, depósitos y viviendas en 33 puntos de los pueblos mencionados anteriormente. Los resultados obtenidos expresan una gran disparidad en la concentración de radón en las aguas encontrándose valores entre nuestro límite de detección, menor que 10 Bq/1, y 16000 Bq/1. Este último, es tan elevado, que supera en un orden de magnitud al valor de la concentración de radón disuelto en el agua de los balnearios más radiactivos de España, Soto (9), siendo equiparable al de los manantiales más radiactivos del mundo, Deetjen (2), Armijo (1).

Desde un punto de vista general, los valores encontrados pueden clasificarse en tres grandes grupos. En el primero están la mayor parte de los depósitos, fuentes y viviendas que usan aguas procedentes de abastecimientos municipales. En este caso, la concentración de radón es baja, nunca superior a 30 Bq/1, como corresponde a aguas suficientemente aireadas antes de su utilización. En el segundo se encuentran la gran mayoría de los pozos, fuentes y manantiales artesanos que también se utilizan frecuentemente para el consumo. Estos poseen concentraciones de radón en el agua elevadas, en general comprendidas entre 300 y 1000 Bq/1, semejantes a las de las aguas profundas de los balnearios radiactivos. En este caso las concentraciones elevadas son, sin duda, debidas a la alta presión parcial de radón en el interior del terreno generada por la alta concentración de uranio cencentración de uranio y de sus descendientes. En el tercer grupo, están los casos particulares de Villar de la Yegua y, en menor grado, Villar del Ciervo. En ambos pueblos el agua de abastecimiento municipal se recoge de pozos procedentes de antiguas prospecciones mineras no explotadas. En el segundo de los pueblos, el pozo contiene agua con una concentración de radón no muy elevada, unos 1100 Bq/1, y llega a las casas con concentraciones de 400 Bq/1 aproximadamente. Sin embargo, en Villar de la Yegua la concentración es mucho más elevada tanto en el depósito como en las viviendas, alcanzando en estas últimas hasta los 16000 Bq/1 antes referidos. Estas elevadas concentraciones de radón deben ser ocasionadas, como en la ocasión anterior ya comentada, por la abundancia de descendientes de uranio en el suelo.

La concentración de radio 226 en las aguas es, contrariamente a la concentración, baja en general. La mayor parte de las aguas medidas poseen concentraciones de radio inferiores a 50 mBq/1 que, aunque ya es un valor relativamente alta para aguas de bebida, está por debajo del límite legal fijado para este elemento. Solamente en las aguas de Vilar de la Yegua se supera este límite, llegándose a alcanzar los 900 mBq/1 de radio en las viviendas, lo que especifica claramente su no potabilidad.

Para conocer la variación anual de la concentración de radón en las aguas de la región y,

eventualmente, algunas características de su origen hemos recogido muestras durante un año con periodicidad bimensual en ocho de los puntos más representativos de la zona. Los resultados obtenidos están expresados en la tabla 1. Como se observa en ella no existe una clara variación estacional en la mayor parte de las aguas medidas. Aglunas mantienen una notable, aunque no estricta, constancia en su concentración de radón demostrando así su origen profundo y la escasa influencia que las aguas superficiales tienen sobre el acuifero. En otros casos, en cambio, la concentración sufre variaciones importantes de lo que puede deducirse una influencia de la pluviometría local. En el caso más extremo de éstos se sitúan las aguas de Villar de la Yegua que alcanzan unas concentraciones notablemente más altas en los meses secos del verano.

Aunque no existe una legislación específica que limite la concentración de radón en el agua usado para la bebida, distintos organismos internacionales han dictado recomendaciones tendiendo a limitar aquella. En estas recomendaciones se toma en cuenta que las aguas de uso doméstico dan lugar, cuando contienen radón, tanto por bebida como por baño o inhalación a una irradiación continua y muy prolongada en el tiempo. A través de deteminados modelos dosimétricos que describen la irradiación producida por el agua, la Agencia americana de Protección del Ambiente, EPA 91 (3), fija el valor máximo de la concentración de radón en el agua de bebida en 11 Bq/1.

Con relación a este valor límite, es claro que todas las aguas de la región procedentes de pozos y manantiales, así como las de abastecimiento municipal de, al menos, tres pueblos son inadecuadas para el consumo diario. La evolución anual que se encuentra en las aguas más radiactivas hace que éstas sean particularmente poco adecuadas en los meses de verano.

Sin embargo, esta no adecuación de las aguas para la bebida no parece traducirse en efectos perjudiciales para los habitantes de la región. Aunque sin haber hecho un estudio epidemiológico, siempre complicado debido a la escasa población de zona, sobre frecuencia de aparición de determinadas enfermedades, la impresión general es de una baja frecuencia de ocurrencia de cáncer y una notable longevidad. Estas características que, sin duda, están relacionadas con la forma de vida de los habitantes de la zona que, por otra parte, tienen un particular aprecio al agua de la región que es, como en gran parte de Castilla, un bien escaso.

	3/91	5/91	7/91	9/91	11/91	1/92
Fuentes de Oñoro (fuente)	485	560	290	90	< 20	25
Gallegos de Argañán (fuente)	435	515	425	480	415	440
Villar de Argañán (pozo)	560	355	670	680	445	—
Barquilla (fuente)	—	960	335	—	165	—
Villar de la Yegua (vivienda)	4260	11360	16900	16300	—	16600
Villar de la Yegua (pozo)	2155	4170	—	—	685	440
Saelices (fuente)	52	180	< 20	115	< 20	< 20
Ciudad Rodrigo (fuente)	605	520	680	720	665	760

TABLA 1. Concentración de radón en Bq/l en distintos meses del año.

BIBLIOGRAFIA

(1) ARMIJO VALENZUELA, M. «*Compendio de Hidrología Médica*». Madrid. Editorial Científico-Médica. 1968.

(2) DEETJEN, P. «*Los fundamentos científicos de los tratamientos terapéuticos en Bad Gastein y Bad Hofgastein*». Informes sem. Salzburg. 1990.

(3) EPA 91. «*Proposed new drinking water regulations*». 56 FR 33050. 1991.

(4) HANSON, G.P. «*Health effects in residents of high background radiation regions*». En «*Low level radiation*». *Ed. Appleton. USA. 1984.*

(5) QUINDOS, L.S., FERNANDEZ, P.L. y SOTO, J. «National survey on indoor radon in Spain». Environment International 1991, 17, 449-453.

(6) QUINDOS, L.S., FERNANDEZ, P.L. y SOTO, J. «*Short vs. long term indoor radon measurements*». Health Physics 1991, 61, 4, 539-542.

(7) SOTO, J., QUINDOS, L.S., DIAZ-CANEJA, N., GUTIERREZ, I. y FERNANDEZ, P.L. «*Ra 226 and Rn 222 in natural waters in two typical locations in Spain*». Radiation Protection Dosimetry 1988, 24, 1/4, 109-111.

(8) SOTO, J. «*Radiactividad de las aguas mineromedicinales*». *Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med. 1990, 3, 115-119.*

(9) SOTO, J., FERNANDEZ, P.L. QUINDOS, L.S y DELGADO, M.T. «Radón 222 en balnearios». Bol. Soc. Esp. Hidrol. Méd. 1991, 2, 101-104.