

Medida de la concentración de ^{226}Ra en aguas embotelladas españolas

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

RESUMEN

Se ha llevado a cabo un estudio de la concentración del ^{226}Ra existente en 33 aguas embotelladas de entre las de mayor difusión comercial en España. Los resultados del estudio muestran que esta concentración presenta un valor medio de 19,6 Bq/l, comparable a los obtenidos en otros países de similares características geológicas. A partir de los resultados encontrados se ha realizado una estimación de las dosis de radiación recibidas como consecuencia de su consumo por parte de la población.

RÉSUMÉ

Il s'est effectué une enquête sur la concentration de Ra 226 des 33 eaux embouteillées parmi celles de plus grande diffusion en Espagne. La dite enquête montre que la concentration s'approche d'une valeur moyen de 19,6 Bq/L, semblable aux doses obtenues chez d'autres pays, avec de pareilles caractéristiques géologiques. Les résultats obtenus et la consommation d'eau de la population, ont apporté les données pour réaliser une valoration.

SUMMARY

We have tried to make a short investigation on the concentration of ^{226}Ra in 33 bottling waters among the higher utilisation ones in Spain. The results obtained show an average value of 19,6 Bq/l comparable to others obtained in countries of similar geological characteristics. From these results the dose of radiation received by the population by the consume of those waters has.

INTRODUCCION

Hasta hace algunos años, las aguas procedentes de manantiales mineromedicinales, embote-

lladas comercialmente, se consumían, casi de forma exclusiva, como parte del tratamiento médico en hospitales o centros de salud. En la actualidad, la consideración de estas aguas como producto de calidad sanitaria y su asociación con efectos beneficiosos para la salud han generalizado su consumo, hasta el punto de sustituir en gran parte a las procedentes de los abastecimientos municipales.

El incremento en el consumo de las aguas mineromedicinales hace que deba prestarse una mayor atención a sus características que si bien en algunos casos, como ocurre con sus propiedades químicas, están bien estudiadas en otros, como sucede con la radiactividad que poseen, no lo están suficientemente. En este trabajo se exponen los resultados encontrados en un amplio muestreo sobre la calidad radiológica de las aguas embotelladas españolas. A partir de los resultados de este muestreo se han evaluado las dosis de irradiación interna que se derivan de su consumo por parte de la población.

^{226}Ra EN AGUAS SUBTERRANEAS

La radiactividad que poseen las aguas procedentes de manantiales proviene del recorrido que éstas efectúan por las diferentes formaciones geológicas hasta su salida a la superficie del terreno. En las rocas, las series radiactivas del uranio (^{238}U) y del torio (^{232}Th) están presentes en proporciones determinadas por el establecimiento del equilibrio secular, pero éstas no se corresponden con la relación de abundancia que mantienen en el agua debido a su diferente solubilidad y a mecanismos como el retroceso en la emisión de partículas alfa (1), (2). La concentración y distribución de uranio y torio y de sus descendientes radiactivos en los materiales atravesados, la profundidad y la temperatura a la que se realiza la interacción roca-agua y los procesos (lixiviación, disolución, oxidación, precipitación) que se producen, explican la mayor o menor abundancia de radioisótopos en el agua. Así,

* Depto. Ciencias Médicas y Quirúrgicas. Fac. de Med. Univ. de Cantabria.

la intensidad y la importancia relativa de estos procesos de interacción, dependientes de las condiciones geoquímicas del acuífero, determinan la concentración en el agua de los isótopos descendientes del uranio y del torio.

Como consecuencia del alto poder de ionización de las partículas alfa que emiten varios de los miembros de las familias radiactivas anteriormente citadas, las normas de control de la calidad del agua para su consumo público desde el punto de vista de su radiactividad se basan en la medida de la radiación alfa emitida por una muestra. En estas normas se expresa el nivel de radiactividad en la denominada actividad alfa total, aceptando su potabilidad cuando su valor es inferior a 0,1 Bq/l (3).

Para las aguas mineromedicinales no existen límites legalmente establecidos de concentración de elementos radiactivos y en nuestro trabajo, en lugar de medir la actividad alfa total, hemos optado por medir la concentración de ^{226}Ra . Se justifica esta opción porque el ^{226}Ra es uno de los elementos radiactivos más abundantes en las aguas subterráneas y el más radiotóxico, debido a su gran período de semidesintegración biológico y a su fijación en los huesos, con lo que su medida en las aguas mineromedicinales es particularmente interesante. Por otra parte, dada la gran cantidad de sólidos disueltos existentes en estas aguas, la determinación de la actividad alfa total produce una importante autoabsorción en la muestra que lleva a una eficiencia de conteo baja y a un recuento estadístico muy pobre.

MATERIAL Y METODO

Para la medida de la concentración de ^{226}Ra disuelto en aguas embotelladas hemos recogido y analizado 33 marcas distintas de entre las de mayor difusión en España. Las aguas analizadas proceden de 31 manantiales distribuidos por todo el país y de dos localizados en el extranjero que son de consumo habitual en algunas regiones de España. En la figura 1 se representa la localización aproximada de los manantiales de donde proceden las aguas medidas.

La preparación de las muestras para su medida se ha realizado por separación radioquímica del radio. Esta se desarrolla a partir de un volumen de agua de un litro al que se añade, después de un ajuste ácido, una cantidad conocida de bario inactivo como portador y otra de plomo como coadyuvante de la precipitación. Ambos portadores precipitan como sulfatos, a la vez que los isótopos del radio, y el precipitado se somete a varias etapas de lavado y centrifugado para su purificación. Una vez purificado, se transfiere a una plancheta sobre la que se coloca un disco

de SZn y se mantiene en desecador hasta el momento del recuento. La muestra así obtenida se cuenta durante doce horas, a los diez días de la separación radioquímica, mediante un sistema compuesto por fotomultiplicador, amplificador y contador (4). El sistema de medida ha sido calibrado con muestras de agua destilada a las que se había añadido una cantidad conocida de ^{226}Ra , sometiéndolas después al mismo proceso químico. Con las condiciones de preparación y medida utilizadas el límite de detección del método es de 4 mBq/l en la determinación del ^{226}Ra .

RESULTADOS

El conjunto de valores de la concentración de ^{226}Ra medidos en las aguas analizadas sigue una distribución de tipo log-normal, como se refleja en la figura 2. Esta distribución es la que cabe esperar de una magnitud cuyo valor mínimo está limitado y no tiene un límite superior. La media geométrica de los valores obtenidos, media representativa de este tipo de distribución, ha resultado ser 19,6 mBq/l. Este valor medio es relativamente bajo comparado con los encontrados en muestreos efectuados en otros países (5), (6), pero no así el valor máximo obtenido, 1030 mBq/l, que se encuentra entre los más elevados.

Con la intención de encontrar características comunes de las aguas medidas, hemos buscado correlacionar la concentración de ^{226}Ra medida en ellas con el grado de mineralización, la temperatura de surgencia del manantial y la composición química de los sólidos disueltos en las aguas. En ningún caso hemos podido establecer correlación significativa entre el grado de mineralización de las aguas, magnitud que varía entre 0,38 y 3,00 mg/l, y la concentración de radio en ellas. Tampoco hemos encontrado una relación definida entre la temperatura de surgencia, con valores comprendidos entre 8 y 60 °C, y el contenido en radio. Por último, de los compuestos químicos disueltos en las aguas analizadas únicamente hemos encontrado una relación de la concentración de radio con la concentración de fluor disuelto. Aunque esta relación no es una verdadera funcionalidad de valores sino solamente una correspondencia entre los valores más altos de las dos magnitudes, es razonable su existencia por ser el fluor, al igual que lo es la radiactividad, un elemento indicativo del origen profundo de las aguas (7).

Teniendo en cuenta que las diferentes aguas medidas proceden de distintas regiones de España, hemos clasificado los valores de la concentración de ^{226}Ra encontrados en función de las distintas regiones naturales de origen. Esta clasificación se ha realizado de forma que los gru-

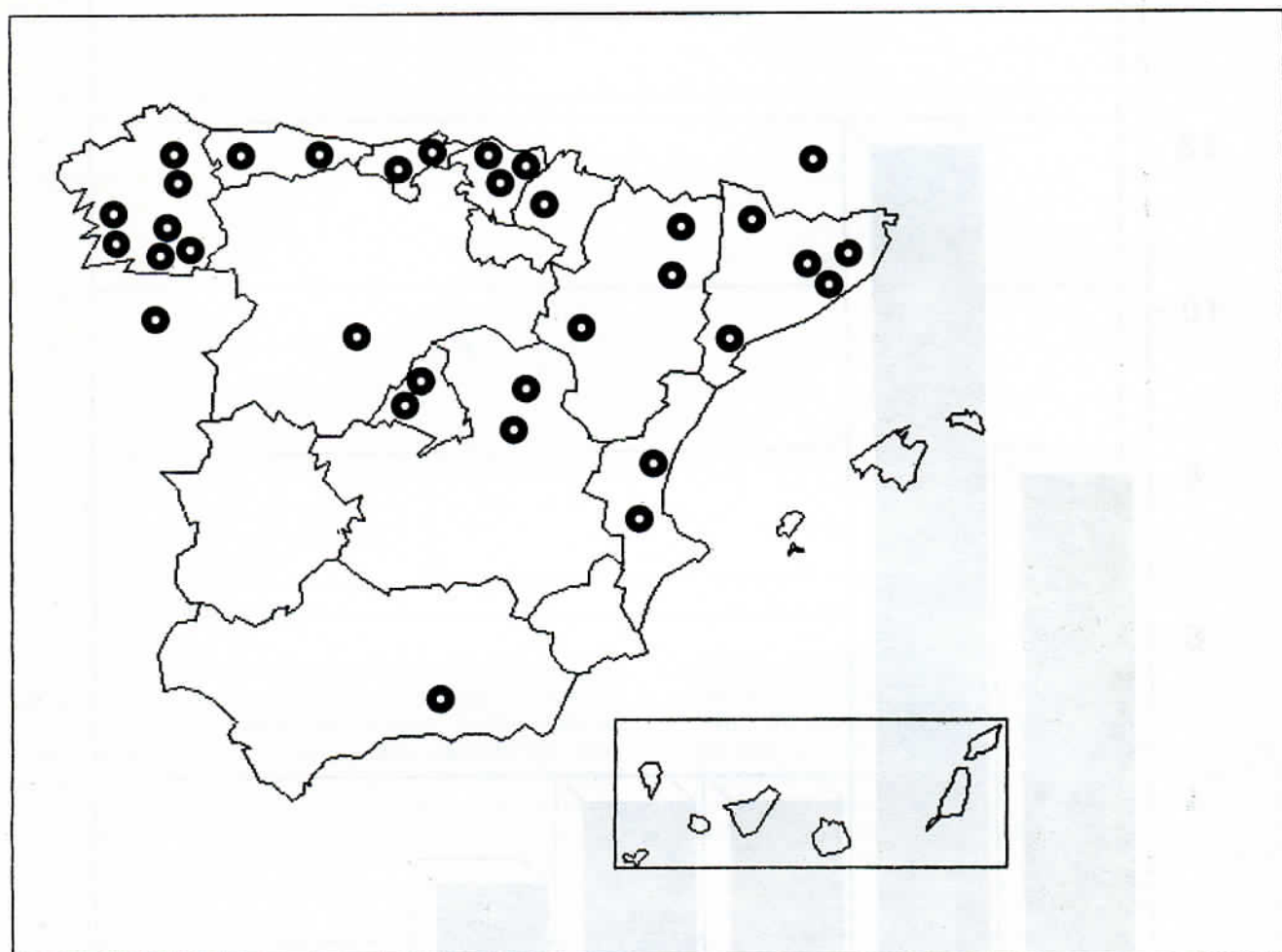


Fig. 1.—Localización aproximada de los manantiales de donde proceden las aguas medidas.

Ra-226 en aguas mineromedicinales

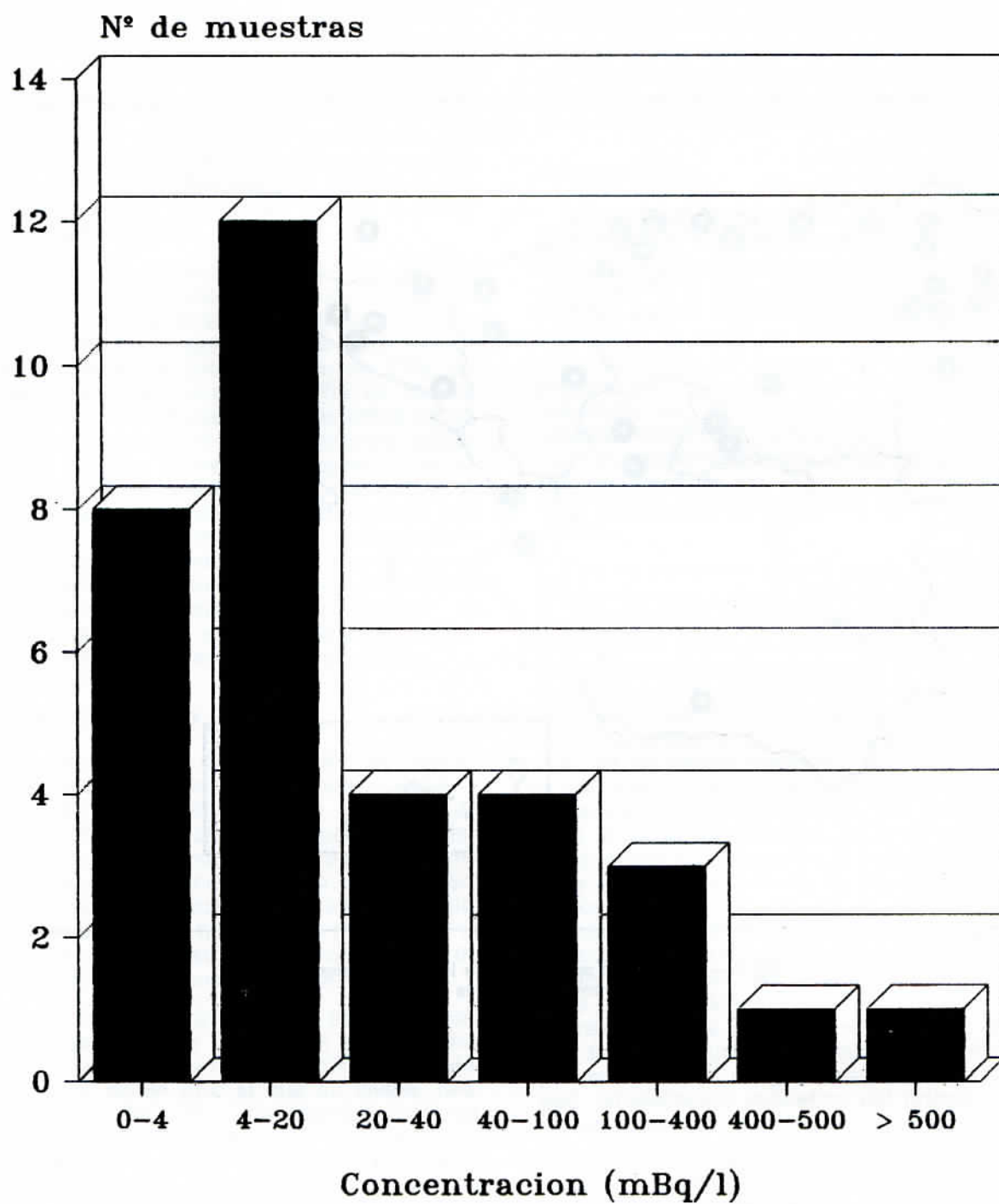


Fig. 2.—Distribución de las concentraciones de ^{226}Ra obtenidas.

pos elegidos contengan, aproximadamente, el mismo número de aguas. Así, hemos agrupado las aguas procedentes de manantiales de Galicia, grupo 1, las de la cornisa cantábrica, grupo 2, las de Aragón y Cataluña, grupo 3, las de Castilla

y León, grupo 4, y las procedentes de otros puntos del país, grupo 5. Para cada uno de estos grupos hemos calculado el valor promedio de la concentración de radio y el rango de valores entre los que varía (tabla I).

TABLA I

	N.º muestras	Concentración de Media	²²⁶ Ra (mBq/l) Rango
Grupo I	7	33.2	L.D. - 1030
Grupo II	8	34.5	L.D. - 306
Grupo III	8	16.9	L.D. - 440
Grupo IV	5	13.0	L.D. - 58
Grupo V	3	L.D.	L.D.

Los resultados encontrados muestran unos valores medios de la concentración más altos en las regiones del norte de España. Entre ellos el más elevado es el de la cornisa cantábrica, donde el rango de variabilidad es reducido. El valor individual más alto encontrado aparece en la región gallega donde el promedio es también elevado. La distribución global de los valores pone de manifiesto que la concentración de ²²⁶Ra disuelto está relacionada principalmente con las características geológicas del terreno donde surge el manantial, que presenta valores mayores de radio en las regiones oeste y norte de España. Así, las características geológicas de estas regiones, donde se encuentran los contenidos de radio disuelto más elevados, determinan una mayor concentración de ²²⁶Ra en el suelo por la abundancia de rocas plutónicas y magmáticas existentes.

DOSIS DE RADIACION POR INGESTION DE ²²⁶Ra

Los isótopos radiactivos disueltos en el agua se distribuyen en el interior del cuerpo cuando aquélla es ingerida en la bebida. La distribución

de estos isótopos está determinada por las propiedades químicas del elemento. En el caso del ²²⁶Ra, de características químicas semejantes a las del calcio, el órgano crítico donde tiende a depositarse en mayor proporción es la superficie de los tejidos óseos. La radiación alfa emitida por este elemento y por algunos de sus descendientes da lugar a una irradiación del conjunto del hueso. Las células más afectadas por esta radiación son, por su mayor radiosensibilidad, las del tejido hemotopoyético de la médula roja ósea y las del tejido osteogénico de la superficie del interior del hueso, a partir de las que se produce la osificación de la superficie en el período de crecimiento.

Las diferencias de radiosensibilidad de los tejidos críticos ha llevado al ICRP (8), a calcular los diferentes factores dosimétricos para la estimación de las dosis equivalentes anuales recibidas por dichos órganos por unidad de actividad ingerida. En el caso del ²²⁶Ra los factores calculados son $6.8 \cdot 10^{-7}$ Sv/Bq para el tejido osteogénico y $6 \cdot 10^{-7}$ Sv/Bq para la médula roja ósea. El factor calculado para evaluar la dosis efectiva, para el total del cuerpo, es $3.6 \cdot 10^{-7}$ Sv por Bq ingerido (9). Con estos factores, y supo-

niendo un consumo anual medio de un litro de agua por día, hemos calculado los valores de las dosis que se detallan en la tabla II, tanto referidos a la media de la concentración de ^{226}Ra medida como al valor más alto encontrado. Si se

comparan estos datos con el valor de $3 \cdot 10^{-4}$ Sv/año, que se utiliza en algunos países como límite para protección por irradiación interna, se encuentra que, incluso en el caso más desfavorable, sólo alcanza el 40 % de este valor.

TABLA II

	DOSIS EQUIVALENTE ANUAL (Sv/año)		
	T. osteogénico	Médula ósea	Cuerpo
C. media	$4.9 \cdot 10^{-5}$	$4.3 \cdot 10^{-6}$	$2.6 \cdot 10^{-6}$
C. máxima	$2.5 \cdot 10^{-3}$	$2.2 \cdot 10^{-4}$	$1.3 \cdot 10^{-4}$

De todo ello puede deducirse que el consumo de las aguas embotelladas existentes en España, aunque eventualmente caracterizadas por valores relativamente altos de la concentración de ^{226}Ra , sólo supone una pequeña fracción de la dosis

total recibida internamente por causas naturales. Desde el punto de vista de la protección radiológica, por tanto, el consumo de estas aguas parece ser completamente adecuado.

BIBLIOGRAFIA

1. OLOF, J. (1970) «The content of some natural radioactive elements, especially Rn-222, in some potable waters in Sweden». SSI, 1970-029.
2. KRISHNASWAMI et al. (1982) «Ra, Th and radioactive lead isotopes in ground water: application to the in situ determination of adsorption/desorption rate constants and retardation factors». J. Water Res. Research 18, pp. 1633-1675.
3. Boletín Oficial del Estado. 20 de septiembre de 1990.
4. SUAREZ, J. A.; DE PABLO, M. A. y GONZALEZ, J. A. (1987) «Análisis radioquímico de radio total, radio 226 y radio 224». Ciemat 603, ISSN 0081-3397, Madrid.
5. GANS, I. (1985) «Natural radionuclides in mineral waters». The Science of total environment, 45, pp. 93-99.
6. PIRES DO RIO, M. A. (1988) «Ra 228 cations in Brazilian mineral waters». Radiation Protection Dosimetry, vol. 24, 1-4.
7. ARMIJO, M. (1968) «Compendio de Hidrología Médica». Editorial Científico-Médica. Barcelona.
8. International Commission on Radiological Protection. Limits for intakes of radionuclides by workers. ICRP, 30.
9. KIEFER, J. (1989) «Ra 226 content of beverages». Health Phys, vol 57, n.º 5, pp. 761-763.

Baños de MONTEMAYOR

(CACERES)

Aguas sulfuradas, radiactivas, hipertermales
Procesos crónicos reumáticos y respiratorios
Baños, Chorros, Inhalaciones, Pulverizaciones

HOTEL BALNEARIO

Teléfono (923) 42 80 05 - (Junio - Septiembre)