ESTIMACION DE DOSIS DE RADIACION EN BALNEARIOS RADIACTIVOS.

J.Soto,P.L.Fernández,L.S.Quindós,J.Gómez,C.Ródenas
Cátedra de Física Médica.Universidad de Cantabria.

INTRODUCCION.

Desde su descubrimiento a principios de siglo, el gas Radón ha sido utilizado como agente terapéutico en aquellos balnearios cuyas aguas alcanzaban concentraciones elevadas del gas. Como consecuencia,los pacientes están sometidos a una exposición tanto por inhalación del gas, como por ingestión de agua y su inmediata distribución por todo el cuerpo. Así mismo, el personal laboral del balneario está expuesto a la radiación debido al incremento de la concentración media de Radón en el aire.

La medida de las concentraciones de Radón disuelto en agua, en el aire ambiente y en el de los inhaladores, se ha llevado a cabo en un amplio grupo de balnearios de los considerados previamente como radiactivos.

MATERIAL Y METODOS.

Las muestras de agua han sido tomadas en el mismo afloramiento del manantial de cada balneario utilizando un recipiente de cierre hermético, geometria Marinelli de 0.8 litros de capacidad y adaptado perfectamente a las dimensiones del detector.

La concentración de Radón disuelto en el agua, se mide por contaje de emisiones gamma de sus descendientes ^{214}Pb y ^{214}Bi, una vez hayan alcanzado el equilibrio. El sistema consta de un detector de centelleo de NaI(Tl) de 76 mm x 76 mm, blindaje de protección contra la radiación externa y analizador multicanal.

El detector está calibrado con una solución de ^{226}Ra de actividad conocida en equilibrio con sus descendientes, y preparada con la misma geometria que la muestra a medir. En estas condiciones y para un tiempo de contaje de 20.000 seg., el límite de detección del método es de 4 Bq/l.

Para la recogida de muestras de aire en los balnearios, tanto en la atmósfera como en los inhaladores, se ha dispuesto de células de 1l. de capacidad y geometria cilíndrica, en las que se habia hecho el vacio previamente. Las células están recubiertas interiormrnte de una lámina de ZnS que permite, mediante un

sistema compuesto de fotomultiplicador, amplificador y contador, medir la radiación α emitida por el Radón y sus descendientes después de tres horas de recogida la muestra.El límite de detección es 10 Bq/m^3 y el error asociado a cada medida es del 10%.

MODELOS DOSIMETRICOS.

La estimación de la dosis debida a la presencia de Radón en el agua, se realiza evaluando separadamente la exposición por inhalacion de aire conteniendo Radón y por ingestión directa del agua.

En el primer caso, el modelo dosimétrico, recogido en el BEIR IV,considera que la irradiación de debe a los descendientes de vida corta del Radón presente en el aire y considera la contribución de éste despreciable. Los productos de desintegración son sólidos cargados eléctricamente, que pueden fijarse a los aerosoles suspendidos en el aire en función del tamaño de éstos. Su deposición en el tramo tráqueo-bronquial en el ciclo respiratorio da lugar, por las emisiones α del ^{218}Po y ^{214}Po, a la irradiación de las células basales del epitelio bronquial. La contribución de los descendientes del Radón a la dosis interna, depende de factores como el grado de equilibrio radiactivo entre ellos y con el Radón, que a su vez es función de la ventilación del local, y de la proporción de iones que permanece libre o se asocia a dichos aerosoles. La importancia dosimétrica estriba en que la fracción libre se deposita con una probabilidad del 100% sobre la superficie del tracto respira-torio, mientras que la asociada tiene muy pocas posibilidades(1). Los parámetros fisiológicos que influyen son la morfometría del pulmón, el volumen de aire intercambiado por min., la profun-didad de las células afectadas y el estado de las superficies de las vias respiratorias.

En el caso de ingestión de agua conteniendo Radón, el modelo considera afectado por la exposición al conjunto del cuerpo.El carácter inerte del Radón permite que, a partir del estómago (considerado como órgano crítico) y siguiendo las rutas metabólicas, el gas se difunda a traves de la sangre a todos los tejidos del cuerpo, eliminándose por exhalación en el ciclo respiratorio en un 95%. En este recorrido, las dosis recibidas por los distintos tejidos son función de la solubilidad y del tiempo de permanencia del Radón en cada uno de ellos. La

solubilidad aumenta con la proporción de lípidos en los tejidos y el periodo de eliminación biológica varia entre 30 y 70 mn, pudiendo llegar a ser mayor según la actividad del sujeto (2).

RESULTADOS

La dosis efectiva individual anual por inhalación se calcula fijando unos valores promedio a los factores que intervienen en el proceso,según sean trabajadores ó pacientes.Si consideramos similares las condiciones ambientales en los distintos balnearios,el factor de equilibrio entre el Radón y sus descendientes se establece en 0.53 para una ventilación de un intercambio/hora resultando un factor de conversión de 0.14 WL/Bq/l de Radón en el aire.Con una distribución media del tamaño de particulas entre 0.1 y 0.15 microm.,una proporción del 7% de ^{218}Po libre en el aire y una tasa de respiración de 20 l/min.,se aplica un factor exposición-dosis de 0.007 Gry/WLM.La Tabla I contiene las dosis al epitelio bronquial y las dosis globales recibidas por los trabajadores, en el supuesto de 2 meses de trabajo (350 hrs.).Los niveles de dosis calculados,aún siendo relativamente elevados en algunos casos,se encuentran dentro de los limites de dosis recomendados por el ICRP (máximo de 50 mSv/año y de 100 mSv cada 5 años)si se les considera personal profesionalmente expuesto.

En los inhaladores y puesto que los pacientes respiran Radón recien liberado del agua,el factor de equilibrio es menor y se toma 0.15,con lo que resulta 0.04WL/Bq/l de Radón en el aire.La concentración media de Radón, en los 8 balnearios medidos,es de 30.000 Bq/m^3, con un rango entre 4.300 y 100.000 Bq/m^3.En un tratamiento de 10 hrs. por temporada, la dosis efec-tiva anual individual varía entre 1,4 y 33 mSv con un promedio de 10 mSv y la dosis efectiva global entre 0,17 y 4 mSv,con una media de 2 mSv.

Por lo que se refiere a la ingestión de agua, en la tabla I se ofrecen las dosis efectivas para el estómago y las globales para el cuerpo, en el supuesto de una tóma de 0,5l diarios durante 20 dias.Los factores utilizados han sido de $2x10^{-7}$ Sv/Bq ingerido y de $2.4x10^{-8}$ Sv/Bq ingerido respectivamente.Este último valor, es el resultado de sumar las dosis efectivas a los diferentes tejidos multiplicadas por sus correspondientes factores de peso tomados del ICRP.

Para los niveles de concentración de Radón medidos,los

tratamientos de inhalación dan lugar a dosis,por temporada de tratamiento, del mismo orden de magnitud que la dosis promedio anual provocada por todas las causas naturales de irradiación, que se estima en 2 mSv.De los estudios epidemiologicos sobre riesgo por exposición a los descendientes del Radón,llevados a cabo con mineros de uranio,se deduce una dosis promedio de 18 mSv por año y un aumento cualitativo del riesgo para dosis acumuladas por encima de 600 mSv(4).De ahí que,a pesar de las diferencias ambientales entre minas y balnearios,en algunas circustancias,el riesgo para los trabajadores de los balnearios sea del mismo orden que para los mineros.

TABLA 1

Zona	Número balne.	Conc. max. de Radón		Dosis (mSv/año)	
		Agua (Bq/l)	Aire (Bq/m³)	Inhala. trabaj.	Ingest. publico
NOROESTE	12	402	1260	50 (6)*	0.8
CANTABRIA	10	840	5000	200(24)	1.7
NORTE	10	595	940	38(4.5)	1.2
NORDESTE	12	614	240	10(1.2)	1.2
RESTO ESPAÑA	10	342	310	12(1.4)	0.7

* - Dosis efectivas globales.

BIBLIOGRAFIA

(1).-Cross,F.T.,Harley,N.H.,Hofman,W.Health Effects and Risks from ^{222}Rn in Drinking Water.Health Physics vol.48 Nº5,1985.

(2).-Gosink,T.A.,Baskaran,M.,Holleman,D.F.Radón in the Human Body from Drinking Water.Health Physics vol 59 Nº6,1990.

3).-Prichard,Howard M.,Gesell,Thomas F.An estimate of population exposures due to Radón in public water supplies in the area of Houston,Texas.Health Physics vol 41 Nº4,1981.

(4).-Steinhausler,F.Radón Spas:Source Term,Doses and Risk Assessment.Radiation Protection Dosimetry vol 24 pp.257-259(1988).