

CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y NIVELES DE RADIATIVIDAD EN EL AIRE EN CANTABRIA

C. Ródenas; J. Gómez; J. Soto.

Cátedra de Física Médica. Facultad de Medicina. Universidad de Cantabria. 39011 Santander.

RESUMEN

En el presente trabajo se recogen y analizan los valores obtenidos en la medida de la actividad alfa total y beta total en el aire. El método empleado se basa en la medida de los aerosoles depositados sobre un filtro a través del cual se ha aspirado aire durante una semana. La medida de las actividades alfa y beta se ha realizado mediante un contador proporcional de flujo de gas de bajo fondo. De la observación de los resultados se deduce una distribución de tipo log-normal para ambos índices de actividad. Asimismo se ha estudiado la dependencia de estos dos niveles de actividad con una serie de parámetros meteorológicos realizándose un ajuste de regresión múltiple con los datos correspondientes a un período de 2 años.

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la radiactividad medida en la atmósfera, al nivel del mar, se atribuye a dos de los isótopos del radón, ^{222}Rn y ^{220}Rn y sus descendientes. Ambos isótopos se difunden en la atmósfera procedentes de su exhalación del suelo dando lugar a descendientes de vida media y larga que son transportados en el aire por turbulencia y advección. El ^{222}Rn , debido a que su período de desintegración es relativamente largo (3.8 días), puede alcanzar la parte alta de la troposfera e incluso la estratosfera antes de decaer, mientras que el ^{220}Rn , con solo 55 seg. de período solo se encuentra presente en el aire mas en contacto al suelo. Los descendientes de ambos isótopos son átomos de metales pesados que se asocian a los aerosoles de tamaño comprendido entre 0.05 y 0.5 micras presentes en la atmósfera (1), por lo que los que tengan un período suficientemente largo retornarán a la tierra mediante procesos tales como asentamiento gravitacional y precipitación atmosférica.

Las concentraciones que ambos isótopos alcanzan en el aire son altamente variables y dependen fundamentalmente de las concentraciones de sus precursores, ^{226}Ra y ^{232}Th , a procesos tales como la concentración de sus precursores en el suelo y de la tasa de exhalación que puede sufrir fuertes variaciones en función de factores como la altitud, presión, temperatura, precipitación atmosférica, estación, etc... Así un incremento de la temperatura o una disminución de la presión atmosférica harán aumentar la exhalación del radón procedente del suelo

Hacia finales de los años 40 y principios de los 50, con la introducción de grandes cantidades de radiactividad artificial debida a los ensayos nucleares se

impone la necesidad del control radiactivo y comienza a desarrollarse el uso de los elementos radiactivos naturales como trazadores en el estudio de procesos meteorológicos. El ^{222}Rn y sus descendientes son los elementos que se han utilizado extensivamente en los estudios de estabilidad y procesos de difusión atmosférica (2)(3). De ellos, el ^{210}Po emisor alfa y el ^{210}Pb , emisor beta son los elementos que presentan unos periodos de semidesintegración lo suficientemente largos (138.4 días y 22.3 años, respectivamente) como para poder compararlos a los procesos objeto de medida. La relación de sus concentraciones en la atmósfera se mantiene dentro de unos límites fuera de los cuales es posible predecir ciertas anomalías. Así, Peirson, en 1963, consideró que la alta relación de actividades $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ encontrada en las medidas realizadas al nivel del suelo se debía a la entrada de aire procedente de la estratosfera conteniendo ^{210}Pb producido en las explosiones nucleares de la década anterior.

En el presente trabajo se realiza una correlación, cualitativa y cuantitativa de ambos índices de actividad con ciertas variables meteorológicas durante los años 1995-96.

MATERIAL Y MÉTODOS

El método empleado en la captación de la muestra ha consistido en la filtración del aire atmosférico con el objeto de retener los aerosoles en suspensión. Para ello se ha utilizado una bomba de aspiración que dispone de un cabezal donde se acoplan los filtros utilizados. Éstos son de fibra de vidrio de 47 mm de diámetro y poseen una eficiencia de retención próxima al 100 % para aerosoles de tamaño comprendido entre 0.035 y 1 micra. La toma de muestra se realiza de manera continua durante 7 días, con un caudal medio de 30 l/min., siendo el volumen final muestreado durante ese período de entre 300 y 350 m³. La bomba ha sido instalada en la terraza de la Facultad de Medicina, a unos 15 m del suelo, en un paraje semi-urbano y a una distancia superior a 50 metros de los edificios más próximos.

La medida de las actividades alfa y beta total de las muestras se ha realizado mediante un contador proporcional de flujo de gas de bajo fondo. En la medida de estos índices de actividad no se dispone de la eficiencia de detección correspondiente a la energía de cada posible radionucleido presente en la muestra. Este problema afecta sobre todo a los emisores beta, cuyas energías oscilan entre los 18 Kev correspondientes al tritio y los 3.5 Mev del ^{106}Rh , ya que los emisores alfa presentan un intervalo de menor amplitud, entre 4 y 6 Mev. Por ello se adopta el criterio internacionalmente aceptado de suponer la radiactividad alfa total como debida al ^{241}Am y la actividad beta total como debida al ^{90}Sr . El contador se ha calibrado con muestras de actividad conocida de ^{241}Am y ^{90}Sr preparadas con la misma geometría que las muestras a medir. El recuento de la muestra se realizó 7 días después de quitar el filtro por lo que prácticamente han desaparecido por desintegración radiactiva todos los descendientes de período corto emisores alfa

y beta procedentes del ^{222}Rn . Los límites inferiores de detección para un tiempo de contaje de 24 horas fueron de $5 \cdot 10^{-6} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ para la actividad alfa y de $2 \cdot 10^{-5} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ para la actividad beta.

Puesto que la meteorología juega un importante papel en la dispersión de los diferentes contaminantes atmosféricos se ha llevado a cabo un estudio que pretende correlacionar los niveles de las actividades alfa y beta total en el aire con distintas variables meteorológicas para determinar así cuales de ellas son las que más influyen en las variaciones observadas en estos dos índices de actividad.

Santander, capital de la comunidad de Cantabria, está situada en la costa norte de España a una latitud de $43^{\circ} 28' \text{ N}$. Su clima es un subtipo húmedo del tipo templado oceánico caracterizado por la abundancia y regularidad de las precipitaciones que superan los 1200 mm anuales y por la suavidad de las temperaturas. Éstas presentan una escasa oscilación que se sitúa, por término medio, entre los 9° C en invierno y los 19° C en verano. Las precipitaciones medias mensuales no suelen descender de los 60 mm, siendo más numerosos los meses que reciben más de 1000 mm.

Los datos correspondientes a las variables meteorológicas que hemos utilizado en la realización de este estudio fueron facilitados por el Instituto Meteorológico de Cantabria, situado a la misma altitud y a una distancia inferior a 1 Km. de nuestro punto de muestreo. Los datos meteorológicos, correspondientes a los años 1995-1996 han sido promediados para poder relacionarlos con las medidas semanales de las actividades alfa y beta correspondientes al mismo intervalo de tiempo.

RESULTADOS

Con el conjunto de datos acumulados durante el período 1992-1996 se han obtenido unos valores medios aritméticos para la actividad alfa de $5.57 \cdot 10^{-5} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ y de $3.85 \cdot 10^{-4} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ para la actividad beta, estando sus rangos de variación comprendidos entre $5.0 \cdot 10^{-6} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ y $3.8 \cdot 10^{-4} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ y $4.0 \cdot 10^{-5} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ y $1.3 \cdot 10^{-3} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$, respectivamente. El valor representativo de ambas distribuciones es la media geométrica y su dispersión será la desviación típica de la media geométrica. De acuerdo con esto el valor representativo de la actividad alfa durante el período de muestreo es de $3.8 \cdot 10^{-5} \pm 2.3 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ y para la actividad beta $3.7 \cdot 10^{-4} \pm 1.6 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$.

Para la determinación de las variables meteorológicas que más influyen sobre la actividad alfa y beta se ha realizado un ajuste de regresión lineal simple de las actividades alfa y beta y las variables consideradas. Posteriormente se ha realizado un ajuste de regresión lineal múltiple secuencial seleccionando las variables más significativas.

Las variables utilizadas en el estudio fueron: la media semanal de las temperaturas máximas diarias (Tmaxmed), la lluvia o precipitación semanal (LL), la media semanal de las presiones medias diarias (Pmed), la humedad media

semanal (Hmed) y la media semanal de la velocidad media máxima diaria del viento (Vmed).

El parámetro meteorológico que aislado ha presentado mejor correlación, tanto con la actividad alfa como con la beta, ha sido la lluvia, pudiéndose considerar como el factor más influyente en la variación de la concentración de los contaminantes atmosféricos en un punto determinado.

Del análisis de correlación lineal múltiple de las actividades alfa y beta con los parámetros meteorológicos seleccionados en orden decreciente del valor del coeficiente de correlación, se han obtenido dos ecuaciones de regresión optimizadas en función del error relativo del coeficiente de cada variable independiente, el error estándar de la estimación y el coeficiente de correlación múltiple. Por ello se han desechado las variables humedad y temperatura en ambos niveles de actividad y en el caso de la actividad beta también la presión. Los valores obtenidos para las actividades alfa y beta a partir de estas ecuaciones deben multiplicarse por un factor de 10^{-4} para que las unidades se expresen en Bq.m^{-3} .

$$A_{\alpha} = (0.092 \pm 0.010) V_{\text{med}} - (0.000076 \pm 0.00025) \text{ LL}$$

$$A_{\beta} = (0.59 \pm 0.05) V_{\text{med}} - (0.0042 \pm 0.0012) \text{ LL}$$

Las ecuaciones obtenidas ponen de manifiesto en ambos casos el efecto de lavado que ejerce la lluvia sobre los aerosoles atmosféricos constatándose una disminución de los niveles de actividad medida con el aumento de la precipitación en forma de lluvia.

El grado de dependencia de los niveles de actividad alfa y beta en el aire con las variables meteorológicas, aunque significativo, es difícil de cuantificar ya que algunos de estos factores pueden verse enmascarados o disminuidos por el predominio de otros de mayor intensidad y por la propia complejidad del sistema aerológico.

Para estudiar la posible influencia de la dirección del viento se ha analizado, en primer lugar, la distribución de frecuencias que presenta la dirección del viento en cada uno de los cuatro cuadrantes, observándose un predominio de vientos procedentes del SW, especialmente de la componente de 240°, seguido de los vientos SE y NE. Posteriormente se ha intentado correlacionar estos datos con las medidas realizadas para las actividades alfa y beta. Dado que éstas tienen una periodicidad semanal se han elegido como representativos de cada semana aquéllos vientos con frecuencias superiores al 45% para evitar el solapamiento de diversos regímenes. De los valores medios de ambas actividades para cada una de las direcciones del viento señaladas se observa que la dirección dominante (SW) se corresponde prácticamente con el valor medio obtenido para el conjunto de las medidas, $4.5 \cdot 10^{-5}$ y $3.4 \cdot 10^{-4}$ mientras que el valor medio obtenido para las actividades alfa y beta cuando la dirección predominante era del SE es ligeramente

superior, $6.3 \cdot 10^{-5}$ y $6.3 \cdot 10^{-4}$. Asimismo, los valores máximos para ambas actividades, un orden de magnitud superior a la media, se han encontrado en las semanas en las que ha soplado el viento de componente SE aunque sin llegar a ser el viento predominante. Esta observación, de carácter cualitativo, podría tener cierta relación con el origen continental del viento de componente suroeste y con el hecho de ser un viento de intensidad superior a la normal, lo que podría favorecer la resuspensión de partículas del suelo. En cualquier caso las diferencias entre las medias de concentración de los niveles de actividad no son notables y el efecto del origen continental o marítimo del viento queda enmascarado por la periodicidad de las medidas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Junge, C. (1963). Air Chemistry and Radioactivity. Academic Press, New York and London, pp. 1-382.
2. Dueñas C., Fernández M.C., Carretero J. and Liger E. Natural radioactivity levels in atmospheric air in Málaga (Spain). App. Radiat. Isot. Vol 47, nº 9/10, 1996.
3. Nararoff L.E., Kuzenhof A.F., Malakov S.G., Volokitina L.A., Gaziyev Y.I. and Vasiliyev A.S. (1970). Radioactive aerosols in the middle and upper troposphere over the U.R.R.S. in 1963-1968. J. Geophys. Res. 75, 3575-3588.