

SISTEMA PARA LA MEDICIÓN DE CUERPO ENTERO Y ESTIMACIÓN DE DOSIS POR DIFERENTES VÍAS DE IRRADIACIÓN EN UN GRUPO DE INFANTES DE ÁREAS AFECTADAS POR EL ACCIDENTE DE CHERNOBIL.

Cruz R., López Bejerano G.M., Arado J.O., Jova Sed L.A.
Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, Cuba.

RESUMEN

Desde 1990 grupos de niños procedentes de áreas afectadas por el accidente de Chernobil reciben atención médica en Cuba. Se presentan los resultados de las mediciones y la estimación de dosis realizadas a 4506 niños procedentes de las Repúblicas de Ucrania, Rusia y Belarus. Se describen las instalaciones, el equipamiento, los fantomas de calibración y los métodos de estimación de dosis empleados. El 69% de los niños presentó una actividad corporal mayor que 105 Bq y en un 90% de los casos este parámetro fue inferior a los 20 Bq/kg. Los valores de actividad medida presentaron un carácter log-normal para cada región. La dosis total osciló entre 8.22-171.54 mSv con valores medios de unidades de mSv. Los resultados de estas estimaciones están en concordancia con otras evaluaciones internacionales.

ABSTRACT

Children coming from affected areas due to Chernobyl accident received medical assistance in Cuba since 1990. The results of measurements and dose estimation of 4506 children coming from Republics of Ukrainian, Russian and Belarus are presented. Installations, equipments, calibration phantoms and methods for dose estimation are described. The 69% of children presented body burden more than 105 Bq and for 90% of them, this parameter was less than 20 Bq/kg. The measured activities values have a log-normal character for each region. The total dose was in the range of 8.22-171.54 mSv with mean values of units of mSv. The results of dose estimation agrees with other international evaluations.

INTRODUCCIÓN

Como parte de la atención médica general que reciben en la República de Cuba un grupo de niños procedentes de zonas afectadas por el accidente de Chernobil el Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones realiza estudios dosimétricos en los que se incluyen:

a) El montaje de las instalaciones para las mediciones de la actividad de ^{137}Cs presente en el organismo de los niños, el equipamiento y los fantomas de calibración preparados, así como los resultados del procedimiento de calibración para infantes.

b) El estudio dosimétrico que comprende la estimación de la dosis de ^{131}I en tiroides, la estimación de dosis producto de la contaminación de ^{90}Sr en el terreno y el cálculo de las dosis efectivas integradas en 70 años producto de la incorporación de ^{137}Cs en el en el organismo de los niños asumiendo un modelo de incorporación crónica.

El estudio realizado abarca 4506 niños de las Repúblicas de Ucrania (69.3%), Bielorus (8.1%) y Rusia (22.5%) procedentes de 659 poblados y con edades entre 1 y 17 años.

MATERIALES Y MÉTODOS.

En la Ciudad de los Pioneros "José Martí" se instalaron dos contadores de cuerpo entero con blindaje parcial de sombra de 5 cm de plomo y geometría de camilla. En cada instalación se empleó un detector de NaI(Tl) de 150*100 mm y un analizador multicanal AMC-01 de fabricación nacional.

Para la calibración del sistema se utiliza un juego de simuladores formados por recipientes plásticos con los cuales se crearon fantasmas de diferentes pesos y tallas, que abarcan desde un niño de 5 Kg hasta el Hombre Dosimétrico de Referencia de 70 kg [1]. Los radionúclidos empleados en la calibración fueron emisores gamma con energías entre 511 y 1460 Kev :

^{85}Sr , ^{54}Mn , ^{137}Cs , ^{40}K . El fantoma utilizado para medir el fondo contiene la cantidad de potasio y calcio correspondiente a cada peso [2,3], con lo cual se hace más exacta la determinación del ^{137}Cs debido al mejor conocimiento del aporte del ^{40}K presente en cada niño. Para el caso de la eficiencia de detección determinada para cada fantoma fue ajustada por el método de mínimos cuadrados en dependencia de su relación peso/talla. Los valores de la eficiencia de detección y la actividad mínima detectable se presentan en la Tabla 1. El error de medición de actividad para un intervalo de confianza del 90 % se estima en un 32 %.

Tabla 1: Características de los Contadores de Cuerpo Entero empleados.

Radionúclido	Contador 1 ϵ (cps/Bq)*	AMD (Bq)**	Contador 2 ϵ (cps/Bq)	AMD(Bq)
^{137}Cs	3.09 E-3	105	2.66 E-3	126
^{40}K	1.63 E-3	1036	1.69 E-3	804

* Tiempo de medición 25 min.

** Simulador de Hombre Dosimétrico de Referencia.

La información preliminar para la estimación de dosis equivalente por irradiación externa se obtuvo a partir de una encuesta realizada a cada niño con el objetivo de conocer su ubicación geográfica, sus hábitos de alimentación y de vida en la etapa durante y posterior al

accidente. Las dosis se estimaron utilizando la información de publicaciones oficiales ucranianas y de otros organismos internacionales donde se presentaron valores de las tasas de dosis y contaminación superficial para las regiones de donde proceden los niños [4,5,6,7,8].

Los procedimientos para la estimación de dosis por irradiación externa para el primer año posterior al accidente incluye a los radionúclidos ^{90}Sr , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs . La estimación de dosis efectiva producida por el ^{90}Sr se limitó a un pequeño grupo de 314 niños de aquellas zonas donde se conocen los valores de contaminación del terreno con este radionúclido. Se aplicaron los factores de transferencia recomendados por UNSCEAR [9]. Las dosis absorbidas en tiroides producidas por ^{131}I se calcularon sobre la base de una estimación hipotética conociendo la relación en que se encontraba este radionúclido y el ^{137}Cs en el terreno. Se aplicaron los factores de transferencia para diferentes zonas con contaminación de superficie de ^{137}Cs [8,9]. Para el cálculo de la dosis por contaminación interna se empleó la metodología recomendada por la publicación 30 de la CIPR [10]. Este procedimiento está establecido para personas adultas; en el caso de estimación de dosis para niños es necesario tener en cuenta la masa del órgano de interés o de todo el cuerpo. Se asume un período de

tiempo de 70 años [11,12]. Tomando en cuenta las características físicas y metabólicas del ^{137}Cs el cálculo de dosis equivalente integrada en 70 años se realiza por la ecuación :

$$H_{70,T} = 1,6 \cdot 10^{-10} \left[U_{CS} \left(\frac{70}{m} \right)^{SEE_{CS}} + U_{BA} \left(\frac{70}{m} \right)^{0,66} SEE_{BA} \right]$$

donde:

U.....es el número de transformaciones que

ocurren en todo el cuerpo en 50 años posteriores a la incorporación por Bq incorporado, debido a la desintegración del ^{137}Cs y el $^{137\text{m}}\text{Ba}$.

SEE...energía específica efectiva para adulto producida por desintegración del ^{137}Cs y el $^{137\text{m}}\text{Ba}$ respectivamente.

Todos los cálculos se efectuaron para el momento de estancia del niño en Cuba y como pronóstico en 70 años asumiendo que continúa habitando en la misma región. La estimación de dosis total incluye el aporte de cada uno de los procedimientos explicados

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados generales de las mediciones realizadas se presentan en la Tabla 2 de acuerdo a las república de procedencia de los infantes. El mayor número de mediciones se realizó a los niños de Ucrania con el 70 % del total.

5% reciben dosis superiores a los 5 mSv. El máximo estimado para el período es de 1.42 mSv. El comportamiento de los valores de dosis tanto para el año de estudio como para el pronóstico en los 70 años es lineal. En el caso de la dosis efectiva producto del ^{90}Sr la distribución de los niños muestra que el 25% reciben dosis superiores a la unidad de mSv. Las dosis máximas no superan los 5 mSv. La estimación hipotética de la dosis absorbida en tiroides en algunas regiones evidenció valores de hasta 2 Gy. Debe señalarse que el cálculo es conservador producto de que se asume un

cociente $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ en el ambiente que se conoce

de manera general y no por localidad específica. Un 44% de los niños se estima recibieron dosis en tiroides superiores a 40 mGy. El cálculo de la dosis efectiva integrada por ^{137}Cs mostró que el 70% de los niños reciben dosis inferiores a 0.1 mSv. Los valores máximos estimados tienen valores de unidades de mSv. La distribución de niños por intervalos de dosis total evidenció que el 80% de los mismos reciben dosis totales

Tabla 2: Resultados generales de la mediciones de ^{137}Cs en el organismo de los niños para las tres repúblicas estudiadas.

República	Número de niños medidos	Mediciones con actividad total superior a AMD número %	Intervalo actividad total (kBq)	Intervalo actividad específica (Bq/kg)
Bielorus	367	324 (88.28)	0.1-8.47	1.5-363
Ucrania	3121	2239 (71.74)	0.1-31.82	1.5-565
Rusia	1018	548 (54.10)	0.1-11.53	1.5-195
Totales o Intervalos	4506	3111 (69.1)	0.1-31.82	1.5-565

En el 69% de los niños medidos se detectaron contenidos de actividad de ^{137}Cs en el organismo en valores superiores a la actividad mínima detectable. Los valores oscilaron entre 1.5 y 565 Bq/kg. Un 90 % de los niños medidos presentaron actividad específica inferior a 20 Bq/kg. La distribución de actividad tuvo un carácter logarítmico normal en cada una de las regiones estudiadas. La prueba de bondad de ajuste fue aceptada.

La distribución de niños por intervalos de dosis de irradiación externa para el cuarto año mostró que el 90% de los niños reciben por esa vía de irradiación dosis inferiores a 2 mSv, sólo el

inferiores a 5 mSv. Los valores máximos no sobrepasan los 0.2 Sv.

CONCLUSIONES.

Los niveles de contaminación interna en el universo estudiado oscila entre 1.5 y 565 Bq/kg, presentando un 90% actividades inferiores a 20 Bq/kg. La distribución de actividad medida tiene un carácter log-normal en cada una de las regiones estudiadas. Se realizaron estimaciones de dosis por diferentes vías de irradiación en el grupo de niños estudiados. La componente de dosis por irradiación externa es el mayor contribuyente a la dosis total con valores entre 3.6 y 87.5 mSv para 70 años. Las dosis hipotéticas de yodo en tiroides alcanzó valores de

hasta 2 Gy en algunas regiones. Las dosis internas de ^{90}Sr y ^{137}Cs alcanzaron valores de unidades de mSv. La dosis total se estimó entre 8 y 172 mSv con valores medios de unidades de mSv. Estos resultados están en concordancia con las evaluaciones de grupos de expertos internacionales {8}

REFERENCIAS.

Suomela M.: Whole body counters studies in Radiation Protection and Clinical Research. Institute of Radiation Protection. STL-A45. December 1983. Helsinki. Finland.

ICRP Publication 23. Report of the Task Group on Reference Man. Pergamon Press .1975.

Broosky A. Accuracy and detection limits for bioassay measurements in radiation protection. Statistical considerations. NUREG-1156, 1986.

URSS state Committee on the utilization of Atomic Energy. The Accident on the Chernobyl Nuclear Power Plant and its Consequences. Part I , II. 1986.

Medical Aspects of the Chernobyl Accident . IAEA TECDOC -516 Vienna 1989.

United Nations. Sources, Effects and Risk of Ionizing Radiation. United Nations Scientific

Committee on the Effects of Atomic Radiation. 1988 Report to the General Assembly with annex. United Nations sales publication E.88.IX.7. New York. 1988.

State Committee on Hydrometeorology. Data on Radiative Contamination in settlements of the Ukrainian SSR by ^{137}Cs and ^{90}Sr . Moscow 1989.

The International Chernobyl Project Assessment of Radiological Consequences and Evaluation of Protective Measures. Report by and International Advisory Committee. IAEA .Vienna .1991.

United Nations .Ionizing Radiation : Sources and Biological Effects .United Nations Scientific Committee on the effects of Atomic Radiation 1982 Report to the General Assembly with annexes. United Nations sales publication E.82.IX.8. New York.

ICRP Publication 30. Limits for intake radionuclids by workers. ICRP. Pergamon Press 1980!

ICRP Publication 10 A. The Assessment of Internal Contamination Resulting from Recurrent or Prolongued Uptakes. ICRP. 1969.

Husak a kolektiv. Dozimetrie Vnitřnich Zářiců. CVUT PRAHA 1986.