

COMPORTAMIENTO DE LAS DETERMINACIONES DE ACTIVIDAD CORPORAL Y ESTIMACION DE LA DOSIS DEBIDAS A LA CONTAMINACION INTERNA POR ^{137}Cs EN PERSONAS PROCEDENTES DE LA REPUBLICA DE UCRANIA

G.M. López Bejerano, J.O. Arado López, O. García Lima, M. Valdés Ramos y N. Acosta Rodríguez
Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, Cuba

RESUMEN

Como parte de las investigaciones que se realizan en el Programa cubano de atención a niños de áreas afectadas por el accidente de Chernobil se realizó la medición de la contaminación interna debido al ^{137}Cs en personas procedentes de zonas afectadas de la República de Ucrania, en los Contadores de Cuerpo Entero instalados en la Ciudad de los Pioneros "José Martí" y en el Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones, así mismo fueron estimadas las dosis de radiación recibidas. Los sistemas de detección fueron calibrados para la determinación de la actividad de ^{137}Cs en el organismo, simulando una distribución uniforme utilizando para ello un juego de simuladores que permitió tener en cuenta la influencia de la edad y composición física de cada persona. La actividad incorporada y la dosis interna recibida por ^{137}Cs fueron calculadas según las últimas recomendaciones de la ICRP, teniendo en cuenta la dependencia de la dosis con la edad. En el trabajo se presentan los principales resultados de las mediciones ejecutadas a 1691 personas, durante los años 1993-1997, comprendidas en el rango de edades de 2 a 63 años, procedentes de 28 provincias, donde el 53.9 % de los casos son de la provincia de Kievkaya y el 67.2 % de la muestra vive en poblados con una contaminación superficial inferior a los 200 KBq/m². El 44.35 % de las personas tienen una actividad medida inferior a la actividad mínima detectable (AMD) y un 37.61 % se encuentran entre esta y los 250 Bq de actividad. Las dosis estimadas, en el 73.51 % de las personas, son inferiores a los 0.2 mSv y sólo el 3.43 % tienen dosis superiores a los 3 mSv; la dosis máxima se estimó en 49.58 mSv. Se correlacionan los valores de actividad medida y dosis con la contaminación superficial y los distintos grupos de edades y formas de alimentación de las personas estudiadas, comparándose estos resultados con otros obtenidos en evaluaciones anteriormente publicadas.

ABSTRACT

As a part of the research that is being done by the Cuban Program of children care with people from the influenced area by the Chernobil's accident, determination of internal contamination by ^{137}Cs was made. Subjects of these measurements were people from Ukrainian Republic. Whole body counters installed in the "Ciudad de los Pioneros José Martí" and in the national "Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones" were used. Radiation dose received were also estimated. Detection systems were calibrated for the determination ^{137}Cs inside the body simulating a uniform distribution and employing for this a simulators game that allowed to take account each person's age and physical composition. Activity and internal ^{137}Cs dose received were calculated following the former recommendations by ICRP. In this work we present the fundamental results of measurements made in 1691 individuals between the years of 1993-1997 with ages in the range from 2 to 63 years, from different 28 regions where the 53.9 % of the cases belong to the Kievkaya province. The 67.2 % of the sample lives in towns with internal superficial contamination below 200 KBq/m². The 44.35 % of the people has mean activity below the minimum activity detectable (AMD) and 37.61 % are between this level and 250 Bq. Estimated doses in the 73.51 % of the groups are less than 0.2 mSv and only 3.43 % have values higher than 3 mSv. Maximal dose was estimated as 49.58 mSv. Mean activity values and superficial contamination doses are correlated as well as different ages groups, different eating habits, comparing this results with some others obtained in evaluations already published.

INTRODUCCION

Durante el accidente de la central electronuclear de Chernobil en 1986, fueron expulsados radionúclidos

emisores gamma, el ^{137}Cs es el de mayor período de semidesintegración y por ello constituye un importante contribuyente a la dosis que recibe la población de las áreas afectadas siendo posible en

un largo período de tiempo detectar la presencia de este radionúclido en su organismo y estimar la dosis que por contaminación interna recibe.

Desde el año 1900 en nuestro país se reciben grupos de niños y adultos acompañantes, procedentes de estas zonas, para brindarles asistencia médica altamente calificada. La medición de la contaminación interna por ^{137}Cs y su evaluación dosimétrica son parte integrante del conjunto de investigaciones que son ejecutadas por el CPHR.

MATERIALES Y METODOS

Las determinaciones de actividad corporal de ^{137}Cs a personas procedentes de la República de Ucrania fueron realizadas en dos Contadores de Cuerpo entero (CCE) diferentes, los cuales han sido descritos en [1,2]. Durante los años 1993-1994 se efectuaron mediciones a 452 personas, en la instalación ubicada en la Ciudad de los pioneros "José Martí" en Tarará. Se empleó una geometría sujeto-detector de camilla con un blindaje parcial de sombra de 5 cm de espesor de Pb. En los años 1995-1998 las mediciones se efectuaron a un total de 1239 personas en la instalación del CCE constituida por una cámara de bajo fondo ubicada en el CPHR y empleando una geometría de silla.

Para la calibración de los sistemas se empleó un juego de simuladores, que permite reproducir la estructura anatómica del hombre desde un niño de 5 años hasta el hombre dosimétrico de referencia. Los simuladores se llenaron con soluciones radiactivas de emisores gamma comprendidos en el rango energético de 0.1 a 2 MeV, simulando una distribución uniforme de estos en el organismo.

La eficiencia de detección de los sistemas fue ajustada en dependencia de la relación Peso/Talla de los simuladores empleados. La AMD calculada según Brodsky [3] fue de 126 Bq en el primer caso y de 76 Bq en el segundo caso, para tiempos de medición de 25 y 15 min respectivamente referidas al hombre de referencia.

La actividad medida fue corregida por el tiempo de permanencia de las personas en nuestro país hasta el día de la medición, tomándose en cuenta la decorporación de ^{137}Cs . En todos los casos este tiempo es inferior a los tres meses. Se consideró la dependencia de la función de retención de este radionúclido con la edad [4,5].

Para la estimación de la dosis por contaminación interna se tomó como base la metodología reco-

recomendada por la ICRP 30, 56 y 67 [4,5,6], de acuerdo con la cual la dosis equivalente comprometida ($H_{70,T}$) para cualquier órgano o tejido del cuerpo después de una incorporación unitaria se calcula por la siguiente ecuación:

$$H_{70,T} = 1.6 \times 10^{-10} \text{ Us SEE } (T \leftarrow S) (\text{Sv/Bq})$$

donde:

US: es el número de transformaciones que ocurre en el órgano T durante los 70 años posteriores a la incorporación.

SEE ($T \leftarrow S$): es la energía específica absorbida en el órgano fuente T por desintegración ocurrida en el órgano fuente S (MeV g^{-1})

1.6×10^{10} : factor de conversión de unidades (Jg/MeV Kg)

El número de transformaciones está dado por la integral en el tiempo de la actividad presente en el órgano de interés, que en el caso del ^{137}Cs se considera una distribución uniforme en el cuerpo. La dependencia de la actividad corporal de ^{137}Cs con el tiempo fue estimada a partir de su función de retención para el grupo de edades correspondientes, teniendo en cuenta un modelo de incorporación crónica.

La energía específica absorbida fue estimada partiendo de la fracción de energía específica absorbida calculada por Cristy, M. y Ekerman, K.F. [7] para niños de 1, 5, 10 y 15 años cuando el órgano blanco y fuente es todo el cuerpo. Para determinar el valor correspondiente a las edades no reportadas se realizó una interpolación lineal del recíproco de las masas totales, que fueron tomadas para estos casos de la ICRP 23 [8]. Se tuvo en cuenta el caso de las radiaciones penetrantes y no penetrantes al estimar el valor total de la dosis. Para tomar en cuenta el crecimiento de los niños se calculó el promedio de este parámetro para los años de vida transcurridos bajo los efectos del accidente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante los años que comprende el estudio fueron medidos un total de 1691 personas de las cuales el 53.64 % son del sexo femenino y 46.36 % son del sexo masculino, en un rango de edades que comprende de 2 a 63 años, con el 63.34 % de los casos entre 10 y 15 años de edad, procedentes de 28 provincias de la República de Ucrania, siendo la provincia de Kievkaya la que mayor número de casos aportó con el 53.9 % . Los poblados estudiados

fueron clasificados según la contaminación superficial de ^{137}Cs presente en ellos, constatándose que el 67.42 % de la muestra vive en zonas donde se reportan valores inferiores a los 200 KBq/m² y en un 29.10 % de los casos se desconoce este valor.

En la Tabla 1 presentamos la relación, entre los rangos de contaminación superficial de ^{137}Cs de las localidades, el número de poblados y los casos estudiados en estos; así como la actividad total media. Se comparan los periodos 93-94 y 95-98.

En el último periodo se han podido estudiar mayor número de poblados y se ha confirmado la tendencia de que existe una relación entre contaminación superficial y actividad medida, como se expresó en el estudio de los años 90-92 [9].

En la medición del contenido de ^{137}Cs en las personas estudiadas se detectó que el 55.65 % de estas presentan una actividad medida superior a la AMD reportada para los sistemas de detección empleados. Los valores de la actividad específica oscilaron entre 0.22 y 1230.28 BQ/Kg, donde al 73.86 % de los casos se le detectó un valor inferior a los 20 Bq(Kg). En la Tabla 2 presentamos, por periodos de

realización del estudio, los resultados generales obtenidos de la medición de ^{137}Cs en el organismo, a personas procedentes de la República de Ucrania.

El número de casos por intervalos de actividad específica medida para los diferentes rangos de edades se presenta en el Gráfico1, observándose un comportamiento similar entre los mismos, lo cual nos permite ratificar que no existe una relación directa entre estos dos parámetros, como se concluyó en el estudio anterior [9].

Se estudió la posible relación entre los valores de actividad específica medida y los diferentes hábitos alimentarios de las personas. De su análisis podemos concluir que del 47.07 % de los casos reportados con valores superiores a la AMD específica un 59.55 % consumen alimentos suministrados en la red comercial y un 6.75 % consumen productos cosechados en sus huertos, así como ingieren la leche que le suministra su ganado. Comportamiento similar se encontró en aquellas personas en que no se detectó presencia de ^{137}Cs , por lo cual no puede concluirse que exista una relación definida entre actividad específica medida y hábitos alimentarios.

Tabla 1. Relación entre los rangos de contaminación superficial de ^{137}Cs de las localidades con el número de poblados, números de casos estudiados y la actividad total media.

Rangos de Contaminación Superficial por ^{137}Cs (KBq/m ²)	Número de poblados estudiados		Número de personas estudiadas		Actividad total media (Bq)	
	93-94	95-98	93-94	95-98	93-94	95-98
0 - 200	20	173	281	859	174.57	526.76
> 200	4	15	8	42	270.41	1364.79
Desconocidos	62	117	162	330	1721.82	258.47
Evacuados	1	3	1	8	453.82	12.61
TOTAL	87	308	452	1239		

Tabla 2. Resultados generales obtenidos de la medición de ^{137}Cs en el organismo, a personas procedentes de la República de Ucrania.

Período de realización del estudio (años)	Número de personas medidas	Números de casos con actividad medida superior a la AMD (%)	Intervalo de actividad específica (Bq/Kg)
1990-1992	3121	2239	1.5 - 565
1993-1994	452	205	2.17 - 1230.28
1995-1998	1239	727	0.22 - 388.02
TOTAL	48.12	3171	0.22 - 1230.28

La dosis comprometida en 70 años se calculó para ^{137}Cs asumiendo un modelo de incorporación crónica. En el Gráfico 2 se presentan la distribución de las personas estudiadas por rangos de dosis comprometida. El 73.51 % de los casos reciben dosis inferiores a 0.2 mSv y sólo el 3.43 % tienen dosis superiores a los 3 mSv. El valor de la dosis máxima se estimó en 49.58 mSv.

El número de casos por intervalos de dosis comprometida en 70 años, presenta un comportamiento similar entre los diferentes rangos de edades, no siendo posible establecer una relación directa entre estos parámetros.

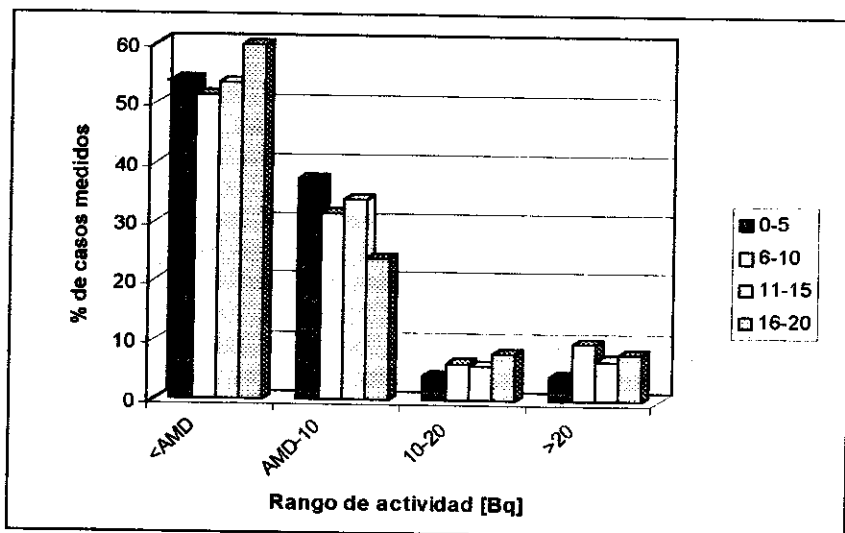


Gráfico 1. Dependencia de la actividad específica medida con la edad

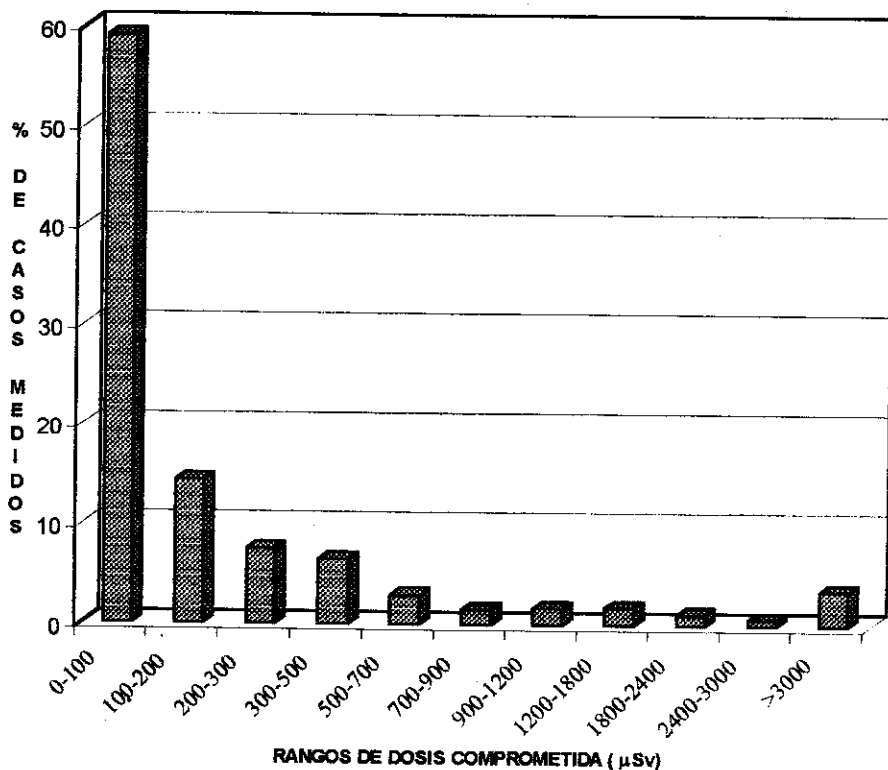


Gráfico 2. Distribución de personas por rangos de dosis comprometida en 70 años.

REFERENCIAS

- [1] CRUZ SUAREZ, R. y otros (1994): "Mediciones de actividad de ^{137}Cs en un grupo de infantes de áreas afectadas por el accidente de Chernobil", **Nucleus** 16.
- [2] _____ (1996): Laboratorio del Contador de Cuerpo Entero en Cuba. Características y Resultados de calibración. Memorias del III Congreso sobre Seguridad Radiológica y Nuclear, II, 897.
- [3] BROOSKY, A. (1986): "Accuracy and detection limits for bioassay measurements in radiation protection". Statistical considerations. NUREG-1156.
- [4] ICRP-Publication 30 limits for Intake of Radionuclides by Workers. Pergamon Press 1978.
- [5] ICRP-Publication 56. Age-dependent Doses to Members of the Publics from Intake of Radionuclides: Part I. Pergamon Press 1978.
- [6] ICRP-Publication 67. Age-Dependent Doses to Members of the Publics from Intake of Radionuclides: Part II. Ingestion Dose coefficients. Pergamon Press 1978.
- [7] CRISTY, M. and K.F. ECKERMAN (1987): Specific absorbed fraction sources. ORNL/TM-8381/V2. Oak Ridge National Laboratory.
- [8] ICRP-Publication 23. Report of the Task Group on Reference Man. Pergamon Press 1975.
- [9] Dosimetric and biomedical studies conducted in Cuba of children from areas of the former USSR affected by the radiological consequences of the Chernobyl accident. IAEA-TECDIC-958. IAEA, Viena. August 1977.