



MX0500406

VIII Conferencia Internacional/XVIII Congreso Nacional sobre Dosimetría de Estado Sólido
7-9 Septiembre de 2005, Zacatecas, Zac. México

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y CALIBRACIÓN DE UN ACTIVÍMETRO CON FUENTES DE CESIO Y BARIO EN UN CENTRO DE MEDICINA NUCLEAR

Maria Elena Morales Landin
IPEN INEN, Centro de Medicina Nuclear,
Av. Aviación 3799, Lima 34 , Perú
toyoco3000@hotmail.com

Resumen

En el presente trabajo se muestra los resultados al calibrar un equipo Deluxe Isotope (Calibrador II) con unas fuentes de Cesio 137 y Bario 133, en un Centro de Medicina Nuclear que opera desde el año 1983 en una moderna edificación en el interior del Instituto de Enfermedades Neoplásicas (INEN). Este Centro fue equipado inicialmente con equipos donados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) con los que desarrolla labores asistenciales, docentes y de investigación, dando servicios a pacientes del INEN y otros centros médicos públicos y privados.

1. Introducción

Un calibrador de dosis de radio nucleidos es una cámara de ionización de gas de tipo pozo, donde se introduce una sustancia radiactiva para medir su actividad. La cual se mide por la corriente de ionización que producen las radiaciones emitidas al interactuar con el gas. La cámara está sellada, bajo presión y cuenta con dos electrodos cilíndricos coaxiales, entre los que se mantiene una diferencia de voltaje derivado de una fuente apropiada. El espacio axial constituye el pozo en donde se introduce la sustancia radiactiva.

El electrómetro convierte la corriente de ionización en una señal de voltaje, la cual se amplifica, procesa, despliega, y se expresa en unidades de actividad: Becquerel (Bq) o Curie (Ci). Debido a que la corriente de ionización es directamente proporcional a la actividad de un radionúclido en particular, si se suponen una geometría fija y una respuesta lineal.

Calibrar el equipo, determinar la actividad de cualquier emisor gamma en el rango de 25 KeV a 3 MeV. Así como, verificar si el equipo responde a las exigencias del personal en las mediciones de actividades de los diversos radio nucleidos que se emplea en distintos tipos de exámenes que se realiza en este Centro de Medicina Nuclear son los objetivos de este trabajo.

2. MÉTODO EXPERIMENTAL

El activímetro utilizado fue el Calibrador Deluxe Isotope (Calibrador II), Modelo: 34-056, un dispositivo para manipulación remota de fuentes radiactivas (pinzas), las fuentes patrón: ^{137}Cs y ^{133}Ba , dentro de sus respectivos contenedores; así como guantes y portador de muestras, etc., una campana extractora, el blindaje de plomo (Pb.) adecuado y una bitácora (cuaderno de control).

Fuentes Patrones utilizadas para la calibración

Radio núcleo	Energía Fotónica Principal	Vida media	Actividad	λ (Constante de desintegración)
^{137}Cs	662 Kev	30.0 años	218 μCi	0.0231049
^{133}Ba	81 Kev 356 Kev	10.7 años	272 μCi	0.064780

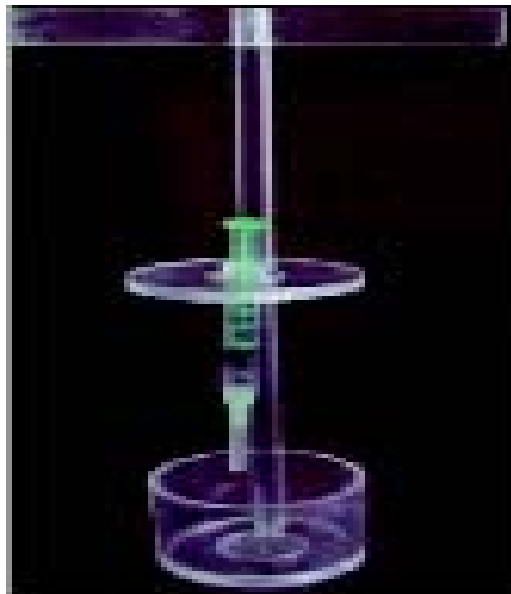


Fig. 1.- Porta muestras del Calibrador Deluxe Isotope II.

El Calibrador Deluxe Isotope Calibrador II, requiere de hacer los controles interdiarios con las fuentes de Cs-137, Ba-133, Co-57. Para ello se recomienda realizar lo siguiente:

Paso 1.- Prender la campana extractora. Antes de realizar cualquier medida el practicante deberá usar mandil y guantes respectivos.

Paso2.- Verificar que el equipo este prendido. En el caso de que no lo esté enchufarlo, y esperar 30 minutos hasta que se estabilice el equipo.

Paso 3.- El selector debe estar en **Dial** y número respectivo según Tabla 1, en este caso Tc-99m y dial 132.

Paso 4.- Para efectuar las mediciones con las diferentes fuentes patrón se ubicara el selector de isótopos en el radioisótopo a utilizar, y en su respectivo dial según tabla 1.

Tabla1 .- Para el caso de Tecnecio 99m se colocara el selector de isótopos en Tc-99 y en su respectivo dial 132.

Isótopo	Dial Fijo
⁵⁷ Co	162
⁶⁷ Ga	151
⁹⁹ Mo	007
^{99m} Tc	132
¹³¹ I	199
¹³⁷ Cs	264
¹²³ I	317
¹²⁵ I	357
⁵⁸ Co	422
⁶⁸ Ga	448
¹³³ Ba	645

Observación

Para aquellos radioisótopos que no se encuentren en el selector se colocara en **Dial**, como sería para el caso de nuestras fuentes patrón : Bario-133, Cesio-137, Cobalto-57,etc. Y se graduará el selector de números en el dial según tabla 1.

Paso 5.- Anotamos el dato de fondo en la bitácora según la siguiente tabla.

Fecha	Cs-137	Actividad	Ba-133	Actividad	Fondo (Cs-137)	Fondo (Ba-133)
9-11-04	262		620		0.001	
	264		645		0.001	

Paso 6.- Sacar la fuente patrón del castillo plomado.

Paso 7.- Utilizando las pinzas sacamos la fuente patrón de su contenedor de plomo y lo colocamos en el porta muestras. (ver Fig.1)

Paso 8.- Anotamos la actividad de la fuente en la bitácora según la siguiente tabla

Fecha	Cs-137	Actividad	Ba-133	Actividad	Fondo (Cs-137)	Fondo (Ba-133)
9-11-04	262	0.175	620		0.001	
	264	0.173	645		0.001	

Paso 9.- Retiramos la fuente patrón del porta muestras con las pinzas y lo colocamos en su respectivo contenedor. Y luego procedemos a colocarlo en el castillo plomado.

Paso 10.- Para nuestra segunda medida modificaremos el valor referencial en el selector de números. Y repetiremos los pasos 5 al 9.

Paso 11.- Realizaremos lo mismo pasos para la siguiente fuente patrón.

Paso 12.- Colocar el selector de isótopos en ^{99m}Tc y el número de dial 132.

Paso 13.- Apagar la campana extractora.

Las posibles fuentes de error en el análisis de cámaras de ionización que hay tener en cuenta son:

- 1.- Error en la calibración de la fuente estándar.
- 2.- Cambios en la geometría de la muestra a analizar.
- 3.- La presencia de radio nucleidos impuros.

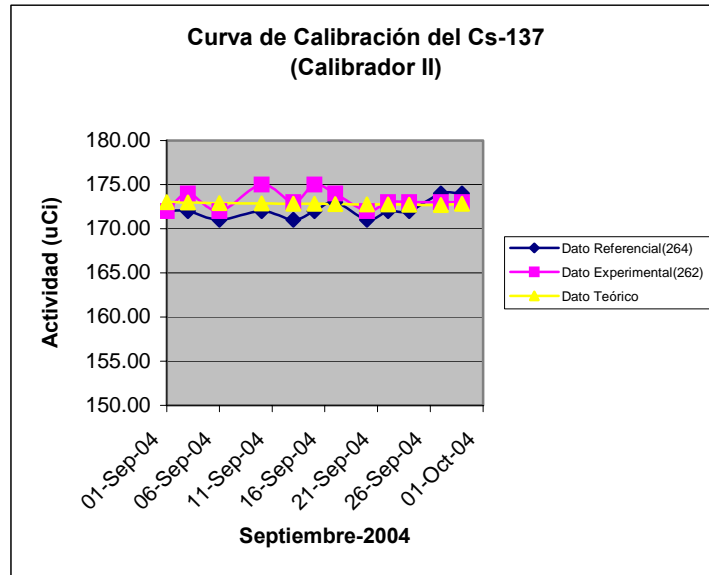
3. Resultados

Los resultados de las actividades de las fuentes de ^{137}Cs y ^{133}Ba se muestran en las Tablas 3 y 4 respectivamente.

Tabla 3.- Datos Estadísticos con una fuente de Cs-137.

Fecha	Datos sin Fondo (uCi)	Datos sin Fondo (uCi)	Precisión (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)	Exactitud (%)
Día	Ref (264)	Exp (262)	Ref (264)	Exp (262)	Ref (264)	Exp (262)
9/1	172.00	172.00	-0.10	-0.72	-0.48	0.15
9/3	172.00	174.00	-0.10	0.43	-0.46	0.16
9/6	171.00	172.00	-0.68	-0.72	-0.42	0.20
9/10	172.00	175.00	-0.10	1.01	-0.40	0.23
9/13	171.00	173.00	-0.68	-0.14	-0.39	0.24
9/15	172.00	175.00	-0.10	1.01	-0.38	0.25
9/17	173.00	174.00	0.48	0.43	-0.36	0.27
9/20	171.00	172.00	-0.68	-0.72	-0.34	0.28
9/22	172.00	173.00	-0.10	-0.14	-0.33	0.30
9/24	172.00	173.00	-0.10	-0.14	-0.31	0.31
9/27	174.00	173.00	1.06	-0.14	-0.30	0.32
9/29	174.00	173.00	1.06	-0.14	-0.38	0.25
Pro-medio	172.17	173.25	0.00	0.00	-0.38	0.25

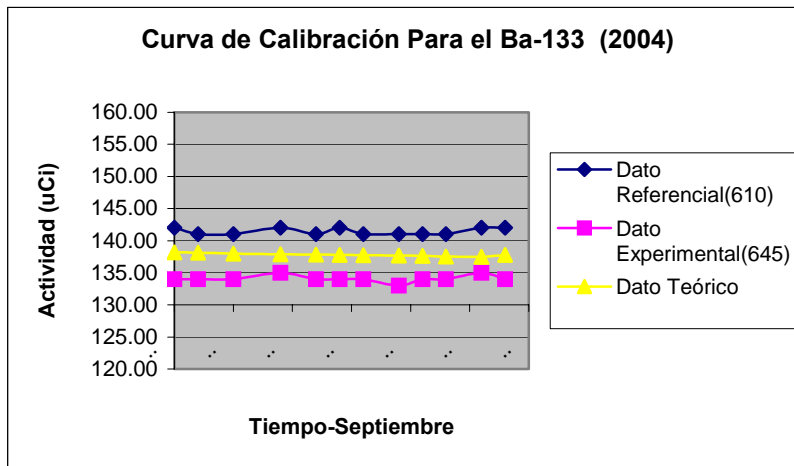
En las graficas 1 y 2 se muestra la variación de la actividad de los radioisótopos de Cesio 137 y Bario 133 en función del tiempo. La precisión y exactitud están dentro del rango de $\pm 5\%$ y $\pm 10\%$.



Grafica 1.- Curva de Calibración utilizando una Fuente de Cesio 137. *unidades uCi.

Fecha	Datos sin Fondo (uCi)	Datos sin Fondo (uCi)	Precisión (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)	Exactitud (%)
Día	Ref(610)	Exp(645)	Ref(610)	Exp(645)	Ref (610)	Exp (645)
9/1	142.00	134.00	0.41	-0.06	2.34	-2.96
9/3	141.00	134.00	-0.29	-0.06	2.38	-2.93
9/6	141.00	134.00	-0.29	-0.06	2.51	-2.81
9/10	142.00	135.00	0.41	0.68	2.57	-2.75
9/13	141.00	134.00	-0.29	-0.06	2.60	-2.72
9/15	142.00	134.00	0.41	-0.06	2.63	-2.69
9/17	141.00	134.00	-0.29	-0.06	2.69	-2.63
9/20	141.00	133.00	-0.29	-0.81	2.73	-2.60
9/22	141.00	134.00	-0.29	-0.06	2.77	-2.56
9/24	141.00	134.00	-0.29	-0.06	2.82	-2.51
9/27	142.00	135.00	0.41	0.68	2.86	-2.48
9/29	142.00	134.00	0.41	-0.06	2.62	-2.70
Pro-medio	141.42	134.08	0.00	0.00	2.63	-2.70

Tabla 4.- Datos Estadísticos con una fuente de Ba-133
*unidades uCi.



Grafica 2.- Curva de Calibración utilizando una Fuente de Bario 133.
*unidades uCi.

4. Discusión

Para evaluar la precisión, calcular para cada fuente radiactiva, las diferencias porcentuales entre las actividades medidas individualmente, A_i y su promedio, \bar{A} . Esto es:

$$\frac{100(A_i - \bar{A})}{\bar{A}} \%$$

Para valorar la exactitud, calcular para cada fuente radiactiva la diferencia porcentual entre la actividad promedio que se midió, \bar{A} , y la actividad certificada de la fuente, corregida por su decaimiento radiactivo al día de la medida, C . Esto es:

$$\frac{100(\bar{A} - C)}{C} \%$$

En el caso de no poseer una fuente certificada con un radionúclido de interés particular, es posible lograr una estimación de la exactitud del instrumento en las mediciones de la actividad logrados con un radionucleido distinto, teniendo como conocimiento el decaimiento radiactivo de ambos y la función respuesta de la cámara de ionización a la energía de sus radiaciones. Por ello es posible utilizar una fuente certificada de ^{57}Co para estimar la exactitud del calibrador en la medición de la actividad del $^{99}\text{Tc}^m$.

5. Conclusiones

- El equipo está en óptimas condiciones para el requerimiento necesario del Departamento de Medicina Nuclear por el cual proporcionara actividades absolutas que son utilizadas.
-
- Los límites de precisión y exactitud están dentro del rango de $\pm 5\%$ y $\pm 10\%$ respectivamente (según Tablas 2 y 3).
- Las lecturas de fondo nos revela la existencia de contaminación del calibrador, presencia de fuentes radiactivas relativamente intensas.
- Debido a la gráfica 2, observamos que se debe variar el dial del número para el caso del Ba-133, es decir buscar otro que no sea el # 610.
- Tener cuidado al calcular el tiempo, o cualquier parámetro para no tener resultados incorrectos.

6. Bibliografía

1. OPERATING INSTRUCTIONS. Deluxe Isotope Calibrator II. Nuclear Associates – Victoreen.
2. QUALITY CONTROL OF NUCLEAR MEDICINE INSTRUMENTS 1991. IAEA-TECDOC-602. May-1991.