XXXII Simposio Peruano de Física – 1er Congreso Internacional de Física

Análisis comparativo de la incorporación de I-131 según el área de trabajo: una herramienta para la optimización de la protección radiológica ocupacional

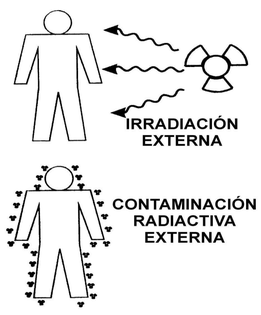
Fernando Monzón Macedo[a]*, Roberto C. Sh. Koga Fukuhara [b] , José Manuel Osores Rebaza[b];
✉* f.monzon.m@uni.pe
[a] Universidad Nacional de Ingeniería, [b] Instituto Peruano de Energía Nuclear.

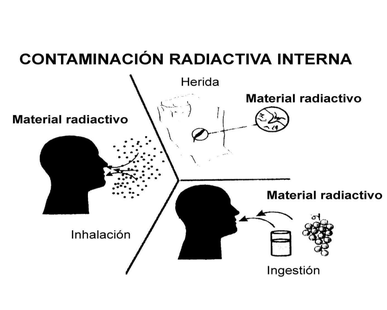
ABSTRACT

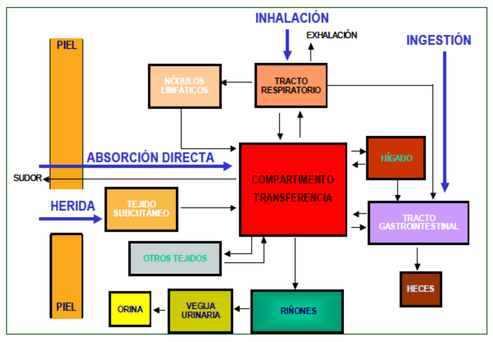
The Radioisotope Production Plant (PPRR) at the RACSO Nuclear Center, operated by the Peruvian Institute of Nuclear Energy (IPEN), produces radionuclides for medical applications, including iodine-131 (I-131). Due to its 8.04-day half-life, emission of gamma rays (364.5 keV) and beta particles, and volatility, I-131 requires specific occupational internal exposure monitoring. Weekly thyroid measurements are performed on occupationally exposed workers to detect potential intakes. This study aims to compare I-131 dosimetric monitoring results among workers in Production, Quality Control and Radiation Protection to identify differences in occupational internal exposure.

INTRODUCCIÓN

La manipulación de radionúclidos en instalaciones de producción de radioisótopos implica la posibilidad de exposición interna de los trabajadores, especialmente durante las operaciones que involucran material radiactivo no encapsulado. En el caso del yodo-131 (I-131), su incorporación representa un aspecto relevante de la protección radiológica ocupacional debido a su captación por la glándula tiroides y a su semivida física de 8,04 días. En la Planta de Producción de Radioisótopos (PPRR) del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), la vigilancia tiroidea semanal constituye una herramienta para evaluar la posible incorporación de este radionúclido y realizar el seguimiento dosimétrico del personal ocupacionalmente expuesto. Sin embargo, las actividades desarrolladas y las condiciones de trabajo pueden variar entre las distintas áreas de la instalación. Por ello, resulta importante analizar los resultados de la vigilancia dosimétrica según el área laboral, a fin de identificar posibles diferencias en la exposición interna y aportar información útil para la optimización de las medidas de protección radiológica.







Metodología

1. Calibración del Detector de NaI (Tl)



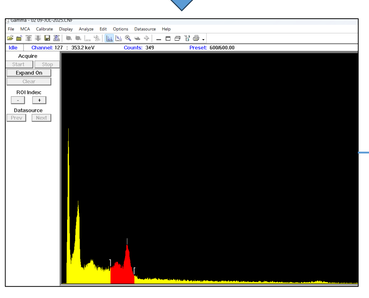
Patrón de Ba-133 certificado



Fantoma de cuello



Detector de NaI (Tl)



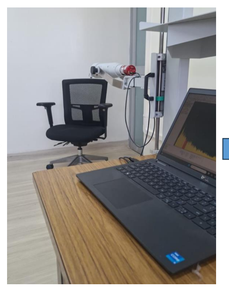
Energía principal de 356 keV, Cercana al del I-131 (364,5 keV)

Espectro de energía gamma del Ba-133

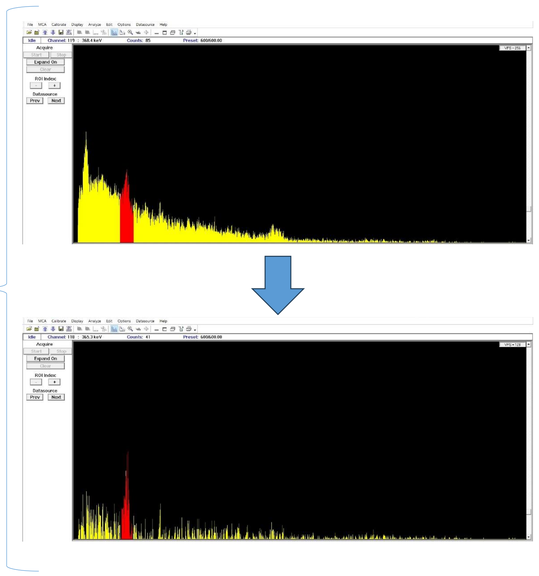
2. Monitoreo del personal



Monitoreo de manos y cuello buscando contaminación externa, para evitar alterar fondo de medición y tener falsos positivos



Lectura de incorporación de I-131 en tiroides del personal



3. Estimación de incorporación (Bq) y cálculo de dosis (mSv)

Cálculo de la Actividad equivalente del ^{131}I, en TOE:

$$A_{TOE}\ (131\text{-}I) = \frac{(cuentas\ de\ TOE) - (cuentas\ de\ Fondo\ y/o\ cuello\ solo)}{Fc * Tiempo\ de\ conteo\ 0.87}$$

Emisión gamma, por tabla

$$A_{TOE}\ (131\text{-}I) = \frac{(4100) - (3200)}{0.3081 * 10\ min * 0.87} = 355{,}82\ Bq$$

Cálculo de Incorporación:

$$I = \frac{M}{m(t)}$$

Donde:
M = Actividad equivalente en Bq.
M(t) = Fracción de retención en Tiroides

$$I = \frac{355.82}{0.119} = 2990{,}08\ Bq$$

Estimación de la dosis efectiva E(50):

$$E\ (50) = I * e\ (g)_{inh}$$

$$E(50) = 2990\ Bq * 1{,}1x10^{-5}$$

$$E(50) = 0.032\ mSv$$

f (días)	Inhalación ^{131}I, DAMA 5 µm, tipo F				Ingestión ^{131}I, f_1 = 1,0			
	$m(t)$	IMD (kBq)	IMD (mCi)	$E_{50}MD$ (mSv)	$m(t)$	IMD (kBq)	IMD (mCi)	$E_{50}MD$ (mSv)
1	$1{,}23x10^{3}$	1,43	38,5	0,02	$2{,}54x10^{1}$	0,69	18,7	0,02
2	$1{,}19x10^{3}$	1,47	39,8	0,02	$2{,}48x10^{1}$	0,71	19,1	0,02
3	$1{,}09x10^{3}$	1,61	43,5	0,02	$2{,}27x10^{1}$	0,77	20,9	0,02
5	$9{,}02x10^{2}$	1,94	52,6	0,02	$1{,}88x10^{1}$	0,93	25,2	0,02
7	$7{,}47x10^{2}$	2,35	63,5	0,03	$1{,}55x10^{1}$	1,13	30,6	0,02
15	$3{,}52x10^{2}$	4,98	134,7	0,05	$7{,}33x10^{1}$	2,39	64,7	0,05
30	$8{,}69x10^{3}$	20,2	545,5	0,22	$1{,}81x10^{2}$	9,69	261,9	0,21
45	$2{,}16x10^{3}$	81,2	2194,7	0,89	$4{,}49x10^{2}$	39,1	1055,8	0,86
60	$5{,}37x10^{4}$	327,0	8827,8	3,59	$1{,}12x10^{3}$	1570	4232,6	3,44

Nuclide	$T_{½}$	Inhalation				Ingestion	
		Type	f_1	e (Sv/Bq) (1 µm)	e (Sv/Bq) (5 µm)	f_1	e (Sv/Bq)
I-120	81.0 m	F	1.0	1.0E−10	1.9E−10	1.00	3.4E−10
I-120m	53 m	F	1.0	8.7E−11	1.4E−10	1.00	2.1E−10
I-121	2.12 h	F	1.0	2.8E−11	3.9E−11	1.00	8.2E−11
I-123	13.2 h	F	1.0	7.6E−11	1.1E−10	1.00	2.1E−10
I-124	4.18 d	F	1.0	4.5E−09	6.3E−09	1.00	1.3E−08
I-125	60.14 d	F	1.0	5.3E−09	7.3E−09	1.00	1.5E−08
I-126	13.02 d	F	1.0	1.0E−08	1.4E−08	1.00	2.9E−08
I-128	24.99 m	F	1.0	1.4E−11	2.2E−11	1.00	4.6E−11
I-129	1.57E7 y	F	1.0	3.7E−08	5.1E−08	1.00	1.1E−07
I-130	12.36 h	F	1.0	6.9E−10	9.6E−10	1.00	2.0E−09
I-131	8.04 d	F	1.0	7.6E−09	1.1E−08	1.00	2.2E−08
I-132	2.30 h	F	1.0	9.6E−11	2.0E−10	1.00	2.9E−10
I-132m	83.6 m	F	1.0	8.1E−11	1.1E−10	1.00	2.2E−10
I-133	20.8 h	F	1.0	1.5E−09	2.1E−09	1.00	4.3E−09
I-134	52.6 m	F	1.0	4.8E−11	7.9E−11	1.00	1.1E−10
I-135	6.61 h	F	1.0	3.3E−10	4.6E−10	1.00	9.3E−10

RESULTADOS

Los resultados evidencian diferencias en la dosis efectiva comprometida asociada a la incorporación de I-131 entre los trabajadores y las áreas evaluadas. La mayor variabilidad se observa en Control de Calidad, donde destaca un resultado considerablemente superior al resto. Estas diferencias podrían estar relacionadas con las tareas desarrolladas, la frecuencia de manipulación del radionúclido y las condiciones de contención durante los procedimientos. Sin embargo, para establecer las causas de los valores observados, es necesario contrastar los resultados dosimétricos con los registros operacionales y de vigilancia radiológica. Este análisis permitiría identificar oportunidades de mejora y contribuir a la optimización de las medidas de protección radiológica ocupacional.



CONCLUSIONES

- ✓ Se observó variabilidad en la dosis efectiva comprometida por incorporación de I-131 entre trabajadores de una misma área y entre áreas laborales
- ✓ El mayor valor se registró en Control de Calidad (C4), con aproximadamente 0,39 mSv, por lo que se recomienda revisar sus condiciones de trabajo.
- ✓ Los resultados permiten identificar oportunidades de optimización de los procedimientos y fortalecer la vigilancia radiológica ocupacional.

REFERENCIAS

- Decreto Supremo N.º 009-97-EM, que aprueba el Reglamento de Seguridad Radiológica (1997). Ministerio de Energía y Minas, Perú.
- Eckerman, K., Harrison, J., Menzel, H.-G., & Clement, C. H. (2012). Compendium of dose coefficients based on ICRP Publication 60. Annals of the ICRP, 41(Supplement 1), 1–130.

AGRADECIMIENTOS

- Al Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) y a la Planta de Producción de Radioisótopos (PPRR-IPEN).