



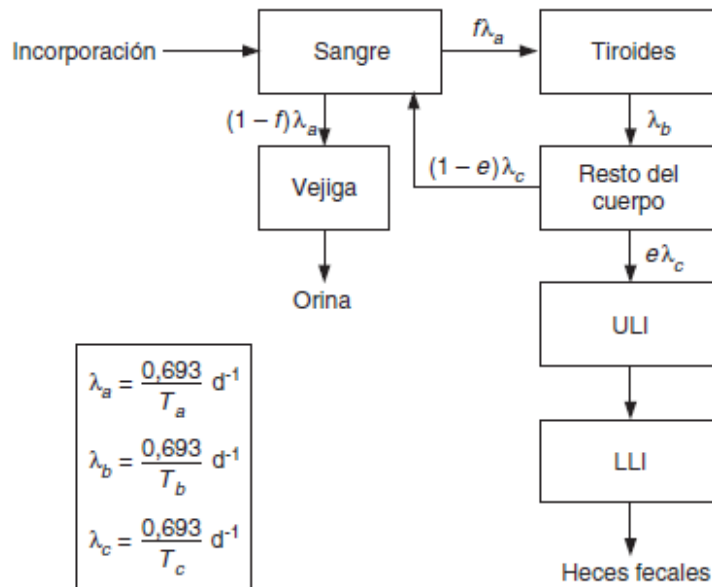
*Magíster en Física Médica, Dpto. de Ciencias Físicas,
Universidad de La Frontera, Temuco-Chile.*

“Estimación de las incorporaciones y las dosis efectivas comprometidas de ^{131}I en POE’s de dos centros de Medicina Nuclear de Chile”.

Astudillo Rodríguez, R., García Arencibia, M., Díaz Londoño, G., Vásquez Arismendi, M.

Introducción

El ^{131}I inhalado o ingerido es absorbido a la circulación, concentrándose en la glándula tiroides y excretándose principalmente por la orina.



Parámetros modelo para el yodo

Edad	f_1	Incorporación por el tiroides, f	Excreción fecal, e	Periodo de semidesintegración biológica (d)		
				Tiroides T_a	Tiroides T_b	Resto del cuerpo T_c
Adulto	1	0,3	0,2	0,25	80	12

Introducción

Cálculo de dosis efectiva total [2]:

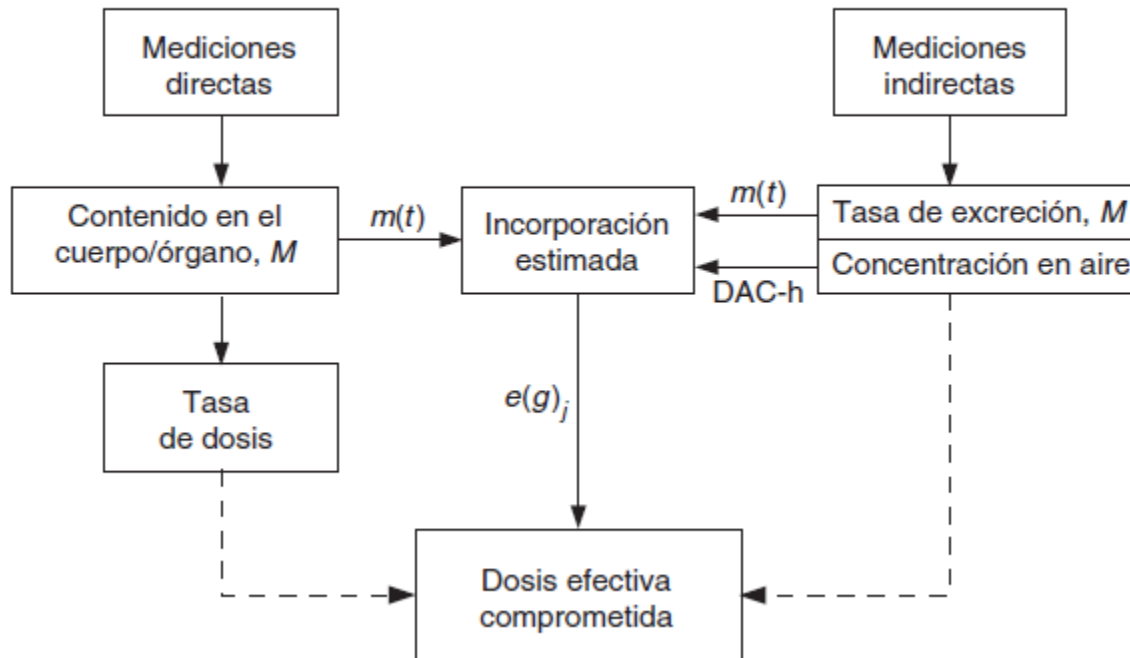
$$E_t = H_p(10) + \sum_j e(g)_{j,ing} I_{ing} + \sum_j e(g)_{j,inh} I_{inh}$$

Donde $H_p(10)$ es la dosis equivalente personal a una profundidad de 10 mm del tejido blando durante un periodo t .

Cálculo de la incorporación, I , [1]: $I = \frac{M}{m(t)}$

Donde M es la medida realizada de la actividad y $m(t)$ es la fracción de incorporación.

Introducción



Planteamiento del Problema

- La ICRP 78 recomienda realizar una alta frecuencia de monitoreo para el ^{131}I [3].
- Sistema calibrado de referencia para medidas *in vivo* e *in vitro* ubicado en Santiago (Comisión Chilena de Energía Nuclear).
- Distancia, Tiempo, gastos logísticos.

Planteamiento del Problema

- Se necesita establecer un método alternativo que permita una vigilancia de las incorporaciones ocupacionales.
- Se propone establecer una metodología para estimar las dosis efectivas comprometidas del POE expuesto a ^{131}I durante 6 meses. Para esto se obtuvo el factor de calibración (FC) de las gamma cámaras de dos centros de Medicina Nuclear en muestras de orina.

Consideraciones Bioéticas

- Consentimiento informado donde el POE acepta participar en la investigación quedando sus datos en completo anonimato.

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA 

AUTORIZACION

He leído el procedimiento descrito arriba. La investigadora me ha explicado el estudio y ha contestado mis preguntas.

Voluntariamente, Yo _____ identificado con RUT.: _____ doy mi consentimiento para participar en el estudio de la Dra. Marcia García Arencibia, RUT: 14.605862-0, Investigadora Responsable del Proyecto DIUFRO "Implementación de una metodología para monitoreo rutinario de trabajadores ocupacionalmente expuestos a ¹³¹I en algunos centros de Medicina Nuclear de Chile, utilizando sus propias gamma cámaras".

He recibido copia de este procedimiento.

Firma y Fecha

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
COMITÉ DE ÉTICA CIENTÍFICA
TEMUCO
15.05.2013

Metodología

- Criterios de la guía de seguridad RS-G-1.2 del IAEA [1] para evaluar la necesidad de un monitoreo rutinario en cada unidad de Medicina Nuclear participante en este estudio.
- Se calibraron las propias gamma cámaras de los centros involucrados para medir muestras *in vitro* de orina [5,6].
- Se utilizó el software AIDE para realizar una estimación de la dosis efectiva comprometida del POE.

Metodología

	RADIONUCLIDO 1	CONDICION DE MANEJO	MEDIDA DE PROTECCION	ACTIVIDAD DIA (asignar unidad)	DIAS DE MANIPULACION SEMANAL	ACTIVIDAD ANUAL (Bq)	d
TRABAJADOR 1	I-131			15	1	2.78E+10	3.05E-01
TRABA	I-123	ELUSION	MESON ABIERTO	mCi		0.00E+00	0.00E+00
TRABA	I-125	MARCACION	CAMPANA EXTRACTORA	Bq		0.00E+00	0.00E+00
TRABA	I-131	FRACCIONAMIENTO DE DOSIS	CONTENEDOR SELLADO CON GUAANTE			0.00E+00	0.00E+00
TRABA	Sm-153	ADMINISTRACION DOSIS (INYECCION)				0.00E+00	0.00E+00
TRABA	F-18	ADMINISTRACION DOSIS (CAPSULAS)				0.00E+00	0.00E+00
TRABA	Tl-201	ESTUDIOS DE VENTILACION				0.00E+00	0.00E+00
TRABA	Ga-67	CONTROL DE CALIDAD DE EQUIPAMIENTO				0.00E+00	0.00E+00
TRABA	Ga-68	ESTUDIOS CON GAMMA CAMARA Y SCANNER PET				0.00E+00	0.00E+00
TRABAJADOR 7						0.00E+00	0.00E+00
TRABAJADOR 8						0.00E+00	0.00E+00
TRABAJADOR 9						0.00E+00	0.00E+00
TRABAJADOR 10						0.00E+00	0.00E+00

Planilla excel para determinar el factor de decisión.

Metodología

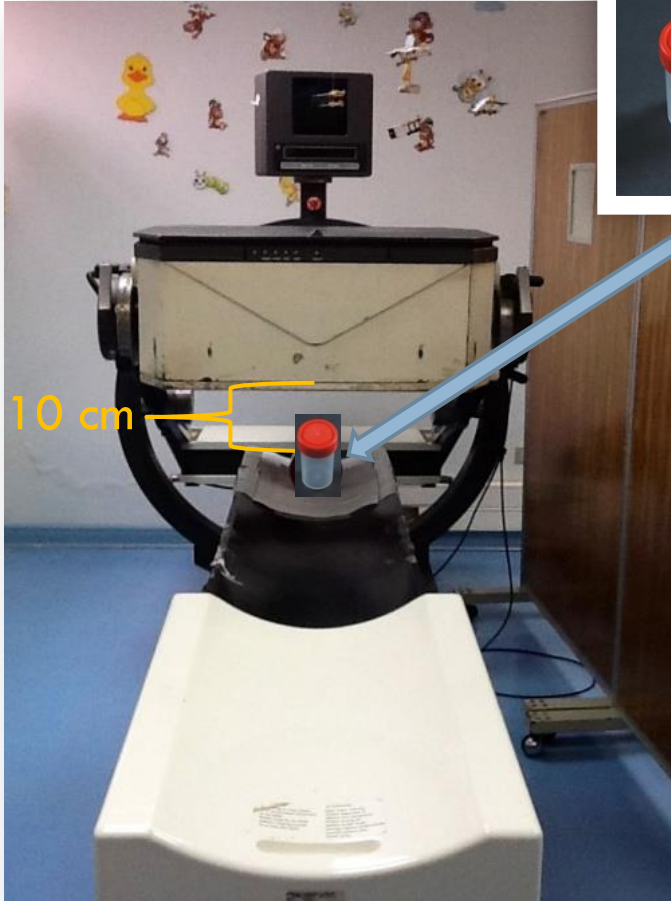
□ Calibración de las Gamma Cámaras

Actividad mínima significativa y Actividad mínima detectable [7]:

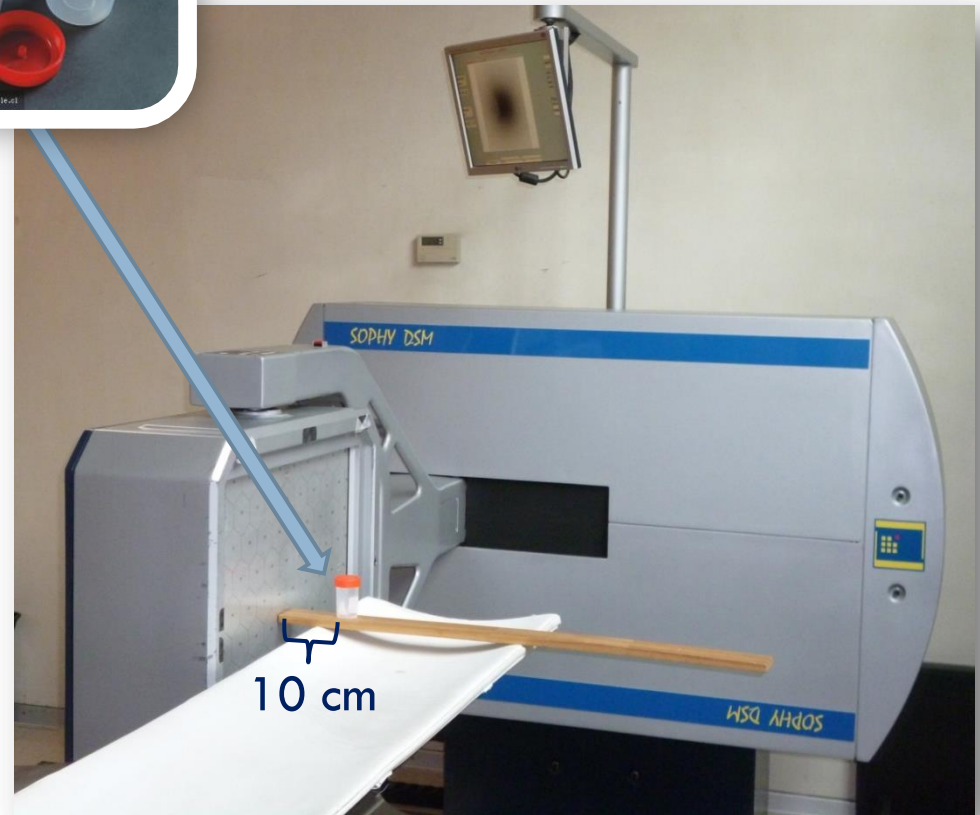
$$AMS = C_m k_{1-\alpha} \sqrt{\lambda_B \left(\frac{1}{T_B} + \frac{1}{T_S} \right)}$$

$$AMD = C_m (k_{1-\alpha} + k_{1-\beta}) \sqrt{\lambda_B \left(\frac{1}{T_B} + \frac{1}{T_S} \right)}$$

Montaje de medida *in vitro*



Centro 1: Gamma cámara GE Starcam 4000i XRT



Centro 2: Gamma cámara SMV model DSM

Metodología

- Monitoreo rutinario
 - ▣ Muestras de orina del POE recolectadas durante 24 horas post manipulación de ^{131}I . Los envases contenedores se etiquetan con el número asignado al trabajador, fecha y tiempo de la colección.
 - ▣ Homogenización de la muestra para traspasar a frasco de geometría estandarizada.
 - ▣ Seguimiento por 6 meses.



Resultados de la Calibración

Centro 1.

MUESTRA	ACTIVIDAD (x 10 ⁴ Bq)	TASA DE CONTEO TOTAL	TASA DE CONTEO NETA TOTAL (CPM)
FONDO	-	58367 ± 132	-
1	3,88 ± 0.40	6190283 ± 8552	613192 ± 855
2	11,62 ± 0.24	8751833 ± 5851	869347 ± 585
3	19,15 ± 0.44	11565137 ± 9279	1150677 ± 928

Resultados de la Calibración

Centro 2.

MUESTRA	ACTIVIDAD (x 10 ⁴ Bq)	TASA DE CONTEO TOTAL	TASA DE CONTEO NETA TOTAL (CPM)
FONDO	-	100 444 ± 143	-
1	3,902 ± 0,5	15 964 883 ± 7561	1 586 364 ± 756
2	7,851 ± 0,7	26 429 224 ± 18244	2 632 878 ± 1824
3	10,308 ± 0,7	31 914 237 ± 9765	3 181 379 ± 976

Resultados de FC, AMD y AMS

CENTRO	FC (cpm/Bq)	AMD (Bq)	AMS (Bq)
1	$3,52 \pm 0,24$	639	319
2	$2,51 \pm 0,22$	1569	785

$E(50)MD$ por inhalación de ^{131}I

t (días)	CENTRO 1		CENTRO 2	
	$E(50)MD$ (mSv)	% del límite anual	$E(50)MD$ (mSv)	% del límite anual
1	2.49×10^{-2}	0.05	6.12×10^{-2}	0,12
2	3.03×10^{-1}	0.61	7.44×10^{-1}	1,49
3	5.09×10^0	10.18	1.25×10^1	25,01
4	4.75×10^1	94.95	1.17×10^2	233,23
5	7.70×10^1	154.09	1.89×10^2	378,49

$E(50)MD$ por ingestión de ^{131}I

	CENTRO 1		CENTRO 2	
t (días)	$E(50)MD$ (mSv)	% del límite anual	$E(50)MD$ (mSv)	% del límite anual
1	2.41×10^{-2}	0.05	5.92×10^{-2}	0,12
2	2.77×10^{-1}	0.55	6.79×10^{-1}	1,36
3	4.67×10^0	9.34	1.15×10^1	22,94
4	4.49×10^1	89.80	1.10×10^2	220,56
5	7.52×10^1	150.30	1.85×10^2	369,18

Mediciones en el POE del Centro 1

- Las mediciones *in vitro* fueron realizadas 24 horas post administración del ^{131}I en forma de cápsula.

MUESTRA	CUENTAS	CUENTAS NETAS	CPM	ACTIVIDAD (Bq)	INHALACION		INGESTION	
					INCORPORACION ($\times 10^3$ Bq)	$E(50)$ (mSv)	INCORPORACION ($\times 10^3$ Bq)	$E(50)$ (mSv)
FONDO ORINA	57877	-	-	-	-	-	-	-
ORINA	60790	2913	291,3	1656	5,9	$6,46 \times 10^{-2}$	2,8	$6,25 \times 10^{-2}$

Conclusiones

- El Factor de Calibración obtenido con muestras *in vitro* para el ^{131}I permite medir incorporación y estimar el $E(50)$ del POE usando las propias Gamma Cámaras de los centros estudiados.
- Se recomienda usar este método *in vitro* como complementario a otras técnicas de bioensayos o en situaciones de exposición a alta actividad ya que supera el 10% del límite anual pasada 48 hrs.
- Se está en proceso de comparación con el centro de referencia nacional para validar esta metodología.
- Además de seguir con las mediciones del POE del centro 1, se incorporarán nuevos POE's de otros centros para realizar estimaciones de $E(50)$ debido a manipulación de ^{131}I .

Agradecimientos

- Proyecto DIUFRO DI13-0035.
- Apoyo a profesores patrocinantes de alumnos de postgrado DI13-2018.
- Centros de Medicina Nuclear participantes.

Bibliografía

- [1] International Atomic Energy Agency. (1999). Assessment of occupational exposure due to intakes of radionuclides. *Safety Guide No. RS-G-1.2. IAEA.*
- [2] International Atomic Energy Agency. (1999). Occupational Radiation Protection. *Safety Guide No. RS-G-1.1. IAEA.*
- [3] International Commission on Radiological Protection. (1998). Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 78. *Ann ICRP 27 (2-3).*
- [4] Decreto Supremo No. 3. (1985). Reglamento de Protección Radiológica de Instalaciones Radiactivas. *Diario Oficial de la República de Chile N° 32.155.*
- [5] Rodríguez A., Estrada E., Brandan M., Medina L. (2010). Vigilancia de incorporaciones de ^{131}I y estimación de dosis efectiva comprometida en el personal de un servicio de medicina nuclear. *Rev Mex Fís Med*, 11(1), 43-54.
- [6] Lucena E.A., et al. (2007). Evaluation of Internal Exposure of Nuclear Medicine Staff through in vivo and in vitro bioassay techniques. *Radiation Protection Dosimetry*, 127 (1-4), 465-468.
- [7] EURADOS. (2013). IDEAS Guidelines (Version 2) for the Estimation of Committed Doses from Incorporation Monitoring Data.

Muchas Gracias por su
atención !