

EVALUACION DE LAS DOSIMETRIAS MIRD Y DE MARINELLI EN EL ESTIMADO DE DOSIS DE RADIACIÓN PARA TIROIDES DE ADULTOS Y NIÑOS CUANDO SE USA I^{131} (YODURO)

Vásquez, A.M.^{1,2}, Rocha, J. J.³, Castillo, D. C.⁴, Gómez, M. A.⁵, Mendoza A.A.⁶, Rabanal, M.J.⁷, Cruz, S.J.⁸

^{1, 3, 4,5, 6,7,8} Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n, Trujillo-Perú

²Grupo de Física Médica UNT-UCV

ABSTRACT

Utilizando el formalismo MIRD y la representación Cristy-Eckerman para la glándula tiroidea de adultos, niños de 15, 10, 5, 1 años de edad y recién nacidos, se demuestra que la dosis total absorbida por la glándula debido al I^{131} (yoduro) es su **auto- dosis**. Sus resultados no presentan diferencias significativas con los reportados por el formalismo MARINELLI (**auto-dosis**), que utiliza una esfera como representación glandular. En consecuencia, el modelo cinético para la glándula es de un solo compartimento y la tiroides puede representarse como una esfera.

1. INTRODUCCION

El estudio presenta una propuesta metodológica en el estimado de dosis absorbida por la glándula tiroidea de adultos, niños y recién nacidos cuando se utiliza I^{131} (yoduro).

Se utiliza el formalismo MIRD y la representación Cristy-Eckerman para la glándula tiroidea para determinar si la dosis absorbida por la glándula debido al I^{131} (yoduro) es su **auto- dosis**, y a la vez, si sus resultados no presentan diferencias significativas con los reportados por el formalismo MARINELLI (**auto-dosis**) que utiliza a la esfera como representación glandular.

MATERIAL Y METODOS

Dosis absorbidas por la tiroides debido a la emisión de fotones del I^{131} (yoduro)

Para estimar la dosis absorbida por la **glándula tiroidea** debido a **los fotones** emitidos por el I^{131} (yoduro) depositados en los órganos de la biocinética* se puede expresar de acuerdo con el esquema **MIRD** como [1], (rad / μ Ci):

$$\frac{D_{thy}(\text{fotones})}{A_0} = \sum_{i=1}^6 \left[\sum_k \Delta_k \Phi_k (thy \leftarrow i) \right] \tau_i$$

$\frac{D_{thy}}{A_0}$, es la dosis absorbida por la tiroides por unidad de actividad administrada A_0 . Las

fracciones absorbidas específicas, $\Phi_k (j \leftarrow i) (g^{-1})$, para tiroides se determinan usando Cristy M-Eckerman K [2].

*Organos fuente de la biocinética para el yoduro : tiroides, intestino delgado, estomago, riñones, vejiga y resto de órganos (Figura 1).

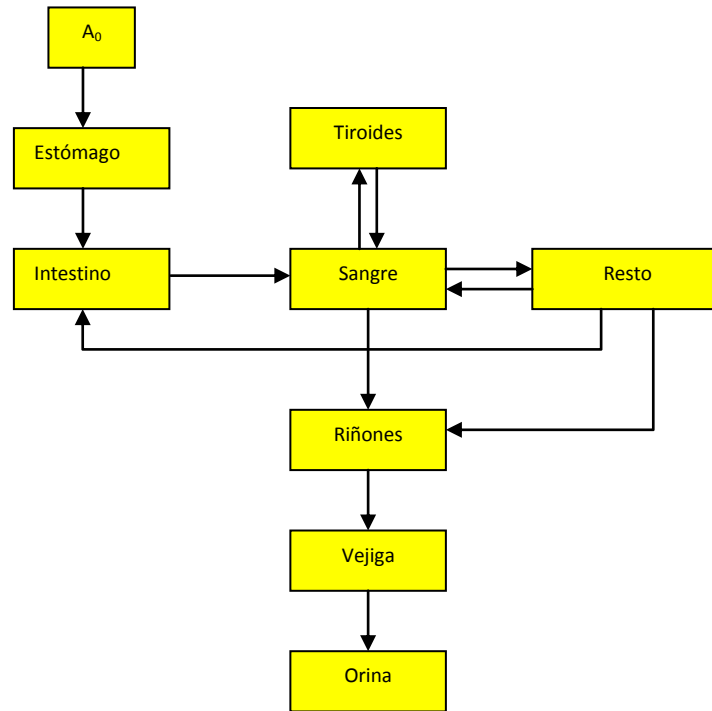


Figura 1. Modelo Biocinético para adulto al que se le administra I^{131} (yoruro) [3].

El tiempo de residencia en el órgano fuente i , τ_i , están dadas [4], en tabla 1.

La energía media emitida por decaimiento para emisión de fotones significativos del I^{131} del tipo k , $\Delta_k = 2,13 n_k E_k \left(\frac{\text{rad} - \text{gm}}{\mu\text{Ci} - \text{hr}} \right)$ están dadas [5], en tabla 2.

Dosis absorbidas en la tiroides debido a partículas emitidas por el I^{131}

La dosis absorbida por la glándula tiroidea debido a **partículas emitidas** por el I^{131} que son depositados en la glándula, se puede expresar como [6], (rad/ μCi):

$$\frac{D_{\text{particles}}}{A_0} (j \leftarrow j) = \left(\frac{\bar{E}_{\text{particle}} \tau_{\text{thy}}}{m_{\text{thy}}} \right) \times 2.13$$

$\frac{D_{\text{particles}}}{A_0} (j \leftarrow j)$, es la auto-dosis: las partículas emitidas del I^{131} son totalmente absorbidas dentro del órgano blanco (tiroides);

τ_{thy} , tiempo de residencia del tiroides; $\bar{E}_{\text{particle}}$ (MeV/des.), energía media de emisiones de partículas del I^{131} que depositan su energía en la masa glandular. Están comprendidos “la deposición local total de la energía” de todos los electrones que aparecen en los procesos de decaimiento del I^{131} están dadas [5], en la tabla 3;

m_{thy} masa de la glándula tiroidea en gramos, están dadas [7], en la tabla 4.

Tabla 1: Tiempos de residencia para Órganos de la biocinética del I^{131} (yoduro) [4]

Tiempo de Resistencia (horas)	Tiroides	Estómago	Intestino Delgado	Riñones	Vejiga	Resto del cuerpo
Neonato	60,720	1,660	1,660	0,095	1,320	7,760
1 año	52,800	1,660	1,660	0,095	1,320	7,760
5 años	55,680	1,660	1,660	0,095	1,320	7,760
10 años	57,600	1,660	1,660	0,095	1,320	7,760
15 años	59,520	1,660	1,660	0,095	1,320	7,760
Adulto hombre	60,720	1,660	1,660	0,095	1,320	7,760

Tabla 2: Data nuclear para fotones emitidos del I^{131} (MeV) más significativos [5]

FOTONES	E_k (Me V)	nk (por des.)	$\Delta_k = 2,13 n_k E_k$ $(\frac{rad - gm}{\mu Ci - hr})$
GAMMA	0,080	0,0260	0,004
	0,284	0,0614	0,037
	0,364	0,8170	0,633
	0,637	0,0717	0,0972
	0,723	0,0177	0,0272
RADIACION CARACTE- RISTICA	0,0295	0,0138	0,00088
	0,0298	0,0256	0,0016
	0,0336	0,0090	0,0006

Tabla 3: Data nuclear para partículas emitidas del I^{131} (MeV) más significativos [5]

PARTICULAS	E_k (MeV)	n_k Por desint.	$n_k E_k$ (MeV / des)	$\bar{E}_{particle} = \sum n_k E_k$ (MeV / des)
BETA	0,0694	0,021	0,00145	0,1818
	0,0966	0,073	0,007	
	0,1916	0,899	0,1722	
	0,283	0,0048	0,00135	
ELECTRONES DE CONVERSION	0,0456	0,0354	0,0016	0,0076
	0,359	0,0025	0,00089	
	0,3299	0,0155	0,0051	
	0,2497	0,003	0,00075	
ELECTRON AUGER	0,0034	0,051	0,00017	0,000317
	0,0246	0,006	0,000147	

Tabla 4: Valores de la masa tiroidea (g) en la representación de Cristy –Eckerman [7]

	Recién nacido	1 año	5 años	10 años	15 años	adulto
Masa Tiroides (g)	1,29	1,78	3,45	7,93	12,4	20,7
$\bar{g}$ (cm)	6,368	6,99	8,85	11,68	13,56	16,01

La dosis absorbida por la **tiroides** debido a emisión de **fotones** del I^{131} depositados en la misma glándula (auto-dosis) se expresa de acuerdo al esquema **MARINELLI** [8], (rad / μ Ci) :

$$\frac{D_{fotones}}{A_0} (tiroid \leftarrow tiroid) = \frac{0,001 \rho \Gamma \bar{g} \tau_{thy}}{m_{thy}}$$

τ_{thy} , tiempo de residencia en glándula; $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ densidad del tejido; $\Gamma(I-131) = 2,21R\cdot$

$\text{cm}^2 / \text{mCi}\cdot\text{h}$; m_{thy} es la masa tiroidea. El factor geométrico promedio $\bar{g}$ para tiroides representada como esfera esta dado por [7,10] $\bar{g} = 3 \pi r$, (r radio de la esfera) .Valores $\bar{g}$ se presentan en tabla 4. (1rad/ μ Ci= 270 mGy/MBq)

2. RESULTADOS Y DISCUSION

Tabla 5: Dosis absorbida debido a emisiones del I^{131} (yoduro) en tiroides de adultos, niños y recién nacidos, representación Cristy – Eckerman, formalismo MIRD (mGy / MBq)

Edades	emisiones	D(T ← T)/Ao	D(T← i)/Ao*	Sub-total	TOTAL
NEONATO	Fotones (γ+ x)	137, 7 + 2,7	< 0,5%	140, 4	5281,4
	β ⁻	4926,7	—	5141,0	
	E C+ e-Auger	205,6 +8,7			
1 año	Fotones(γ+x)	94,5 + 1,62	<0,8%	96,12	3336,2
	β ⁻	3104,8	—	3240,0	
	EC + e-Auger	129,75 + 5,5			
5 años	Fotones(γ+x)	68,76+1,13	<0,05%	69,89	1832,7
	β ⁻	1689,3	—	1762,8	
	EC + e-Auger	70,54 +2,97			
10 años	Fotones(γ + x)	38,07 + 0,6207	<0,4%	38,74	832,1
	β ⁻	760,3	—	793,4	
	EC +e-Auger	31,8 + 1,34			
15 años	Fotones(γ + x)	29,7 +0,507	<0,05%	30,21	554,5
	β ⁻	502,41	—	502,41	
	EC +e-Auger	20,98 +0,88	—	21,88	
adulto	Fotones(γ + x)	18,85 +0,69	<0,02%	20,0	340,3
	β ⁻	306,93	—	320,3	
	EC + e-auger	12,81+ 0,54			

(*) i= todos los órganos fuente excepto tiroides;

Tabla 6: Auto-dosis, $D(T \leftarrow T) / A_0$, determinado por los formalismos MIRD y MARINELLI (mGy / MBq)

Edades	emisiones	$D(T \leftarrow T)/A_0$ MIRD	$D(T \leftarrow T)/A_0$ MARINELLI	Razon dosis Marinelli /Mird
NEONATO	Fotones	140,4	178,8	1,01
	partículas	5141,0	5141,0	
	TOTAL	5281,4	5319,8	
1 año	Fotones	96,12	128,0	1,01
	partículas	3240,0	3240,0	
	TOTAL	3336,2	3368,0	
5 años	Fotones	69,89	85,2	1,01
	partículas	1762,8	1762,8	
	TOTAL	1832,7	1848,0	
10 años	Fotones	38,74	50,6	1,01
	partículas	793,4	793,4	
	TOTAL	832,1	844,0	
15 años	Fotones	30,21	38,8	1,02
	partículas	524,29	524,29	
	TOTAL	554,5	563,1	
adulto	Fotones	20,0	28,1	1,02
	partículas	320,3	320,3	
	TOTAL	340,3	348,4	

Los resultados muestran:

- En el formalismo MIRD y representación de Cristy-Eckerman para la tiroides de los adultos, niños y recién nacidos, el estimado de dosis absorbida corresponde a su auto-dosis cuando reciben I^{131} (yoduro) cuyas contribuciones dosimétricas son mayores del

99% ; mientras que las contribuciones dosimétricas de los órganos de la biocinética son menores de 0,5% , es decir son despreciables. (tabla 5).

- Los resultados de dosis absorbida para adultos, niños y recién nacidos son congruentes con los reportados en orise.orau.gov/files/reacts/pedose.pdf
- Los resultados reportados por el esquema MIRD no son significativamente diferentes a los encontrados por el esquema MARINELLI (auto-dosis) para tiroides representados por esferas (tabla 6).

El modelo cinético para la glándula tiroidea puede considerarse de un solo compartimento.

Para la tiroides de neonatos de 1,5g representado por pequeños elipsoides, los resultados encontrados son congruentes con los reportados por Wellman HN y Anger RT [9]

El modelo cinético para la glándula de un solo compartimento puede representarse por una esfera.

Dependiendo del radiofármaco usado y de su biocinética, las contribuciones dosimétricas en la tiroides serán significativas [10].

3. CONCLUSION

Usando el formalismo MIRD y la representación de Cristy-Eckerman para la tiroides de adultos, niños y recién nacidos, se demuestra que las contribuciones dosimétricas de los órganos fuente de la biocinética del I-131(yoduro) no son significativos en el estimado de dosis. La dosis total absorbida por la glándula es su auto-dosis-Los resultados reportados no son significativamente diferentes a los encontrados por el esquema MARINELLI (auto-dosis) para tiroides representada por esferas.

Luego, en el cálculo de dosis, el modelo cinético de un compartimento para la glándula puede representarse como una esfera.

REFERENCIAS

1. R Michael G. Stabin MIRDose: Personal Computer Software for Internal Dose Assessment in Nuclear Medicine .J Nucl Med 1996; 37:538-546
2. Cristy M, Eckerman K. Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photons Sources. Oak Ridge, TN: ORNL/TM-8381 /V2-V7, 1987
<http://ordose.ornl.gov/documents/tm8381V2-V7.pdf>
3. Sociedad Española de Radiofarmacia.Dosis de radición recibida por los pacientes tras la administración de radiofarmacos. [acceso, Diciembre 5, 2012]. Disponible de:
http://www.radiofarmacia.org/wp-content/uploads/2009/07/Dosis_de_radiacion.pdf
4. Health Physics Society. Kinetic Models Used as the Basic for the Dose Estimates Available from: www.doseinfo-radar.com/NMdosers.xls
5. Health Physics Society. Radionuclide Decay Data.
<http://hps.org/publicinformation/radardecaydata.cfm>

6. Quimby E, Feitelberg S, Gross W. Radiactive Nuclides in Medicine and Biology. Third edition. Lea & F. Philadelphia; 1970.
7. Cristy M, Eckerman K. Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photons Sources. Oak Ridge, TN: ORNL/TM-8381 /V1, 1987
8. Michael G. Stabin, Demystifying Internal Dose Calculations
www.doseinfo-radar.com/demystify.doc
9. W.R.Hedrick and L.R. Milavickas , Reevaluation of the Newborn Thyroid Dose from Radioiodines , J Nucl Med 1987 28:1208-1209
10. Vásquez M, Rivasplata A, Vásquez J, Rocha D, Vásquez J. Dosimetric evaluation due to radiation in thyroid issued by the Tc^{99m} and I^{131} :18th International Conference on Medical Physics ICMP2011. Brazilian Journal of Medical Physics . XVI BRAZILIAN CONGRESS OF MEDICAL PHYSIC.
www.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFM_digital.pdf