

EVALUACION DE LA DOSIS ABSORBIDA EN TIROIDES - NEONATOS DEBIDO A I-123 / I-131 y Tc-99m

Vásquez,A.M.^{1,2}, Castillo,D.C.¹, Diaz,R.E.³,Marquez,PF⁴,Abanto G.D¹,Mosqueira,R.G.¹.

¹Universidad Nacional de Trujillo.Trujillo-Perú

²Universidad Cesar Vallejo (UCV)

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

⁴Universidad Nacional Mayor de San Marcos(UNMSM)
marvva@hotmail.com

RESUMEN

Se estima la dosis absorbida por la tiroides de un neonato durante estudios de captación, a través del análisis de la biocinética de los radiofármacos que contengan I^{131}/I^{123} (yoduros) o Tc^{99m} (pertechnetato).

Utilizando el formalismo MIRD y la representación Cristy-Eckerman para la tiroides de neonatos, se demuestra que la dosis absorbida por la glándula debido a las emisiones del I^{131}/I^{123} (yoduros) es su auto-dosis, dados por 5276,0 mGy/MBq / 39,15 mGy/MBq respectivamente; la contribución dosimétrica de órganos que hacen parte de su biocinética (excluyendo la tiroides), no es significativa en el estimado de dosis.

La dosis absorbida por la glándula debido a las emisiones del Tc^{99m} (pertechnetato) es 0,306 mGy/MBq; el 7,14 % de dicha dosis corresponde a contribuciones dosimétricas de órganos que hacen parte de su biocinética (excluyendo la tiroides), y es muy significativa en el estimado de dosis.

Palabras clave: Dosimetría MIRD, fantoma Cristy-Eckerman, captación tiroidea, yoduro y pertechnetato.

1. INTRODUCCIÓN

El estimado de dosis absorbida por la tiroides de un neonato, durante estudios de captación, se puede realizar a través del análisis de la biocinética de radiofármacos utilizados, que contengan I^{131}/I^{123} (yoduros) o el Tc^{99m} (pertechnetato).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para estimar la dosis a la tiroides de un paciente neonato, debido a las contribuciones dosimétricas de los órganos de la biocinética, fueron utilizados el formalismo MIRD y la representación de Cristy-Eckerman para dichos órganos. **Medical Internal Radiation Dosimetry** considera las ecuaciones [1] :

$$\frac{D_{fotones}(tiroides)}{A_0} = \sum_{i=1} \left[\sum_k \Delta_k \Phi_k (tiroides \leftarrow i) \right] \tau_i \quad rad / \mu Ci$$

$$\frac{D_{particle}(tiroide \leftarrow tiroide)}{A_0} = \left[\bar{E}_{particle} \frac{\tau_{tiroide}}{m_{tiroide}} + \bar{E}_{particle} \frac{\tau_{TB}}{m_{TB}} \right] \times 2,13 \quad rad / \mu Ci$$

τ_{TB} = tiempo de residencia del cuerpo total

m_{TB} = masa total del cuerpo

Las fracciones absorbidas, Φ_k (tiroides $\leftarrow i$) g^{-1} , de los “i” órganos analizados (órganos de la biocinética), para las energías de fotones “k” del I^{131} / I^{123} y del Tc^{99m} fueron obtenidas de ORNL/TM-8381/V6 [2]. Los tiempos de residencia, de los mencionados radiofármacos, en cada órgano de la biocinética, dados en las tablas 1 y 2, fueron obtenidas de la página web [3].

$\Delta_k = 2,13 n_k E_k \left(\frac{rad - gm}{\mu Ci - hr} \right)$, representa la energía media de los “k” fotones emitidos en el decaimiento del I^{131} y del Tc^{99m} , dados en Tabla 3, fueron obtenidas de página web [4].

$\bar{E}_{particle}$ (MeV/des.), representa la energía media de partículas emitidas por el I^{123} / I^{131} y del Tc^{99m} , es decir, representa a los electrones que aparecen en los procesos de decaimiento, por captura y electrones Auger; están dadas en la Tabla 4 y fueron tomados de página Web [4]

Tabla 1. Tiempos de residencia (horas) y biocinética del I^{123} / I^{131} (yoduros) para neonato (25 % de captación) [3]

Org. Biocinética Yoduro	Tiroide	Estómago	Intestino delgado	Riñones	Vejiga	Resto del cuerpo
$I^{123} : \tau_i$ (hours)	2,94	1,08	1,08	0,062	0,833	5,03
$I^{131} : \tau_i$ (hours)	60,72	1,66	1,66	0,095	1,32	7,76

Tabla 2. Tiempos de residencia (horas) y biocinética del Tc^{99m} (pertenetato) para neonato (25 % de captación) [3]

Org. Biocinética	tiroide	Estómago contenido	ULI contenido	Riñones	Vejiga contenido	LLI contenido	Resto del cuerpo
$Tc^{99m} : \tau_i$ (hours)	0,037	0,154	0,743	0,033	0,345	0,363	4,32

Tabla 3: Data nuclear para fotones emitidos (MeV) del I^{123} / I^{131} e Tc^{99m} más significativos [4]

RFM	Fotones	E_k (Me V)	n_k /des	$\Delta_k = 2,13 n_k E_k$ $(\frac{rad - gm}{\mu Ci - hr})$
I^{123}	Gamma	0,159	0,833	0,2821
		0,529	0,0139	0,0157
	Radiación Característica	0,0272	0,246	0,01415
		0,0275	0,460	0,0269
		0,0310	0,160	0,01056
I^{131}	Gamma	0,080	0,026	0,0044
		0,284	0,06	0,0363
		0,364	0,817	0,6334
		0,637	0,0717	0,097
		0,723	0,0177	0,027
	Radiación Característica	0,0295	0,0138	0,00088
		0,0298	0,0256	0,0016
		0,0336	0,009	0,0006
Tc^{99m}	Gamma	0,1405	0,8906	0,2665
		0,1426	0,0002	0,0001
	Radiación Característica	0,0183	0,021	0,0008
		0,0184	0,040	0,0016
		0,0206	0,012	0,0005

Tabla 4: Data nuclear para partículas emitidas (MeV) del I^{123}/I^{131} y Tc^{199m} más significativos [4]

RFM	Partículas	E_k (MeV)	n_k /des	$n_k E_k$ (MeV / des)	$\bar{E}_{particle} = \sum n_k E_k$ (MeV / des)
I^{123}	Electrones de Conversión	0,1272	0,136	0,0173	0,0206
		0,1540	0,0177	0,0027	
		0,1580	0,0035	0,00055	
	Electrones Auger	0,0032	0,94	0,0030	0,0058
		0,0227	0,1235	0,0028	
I^{131}	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 Conversión	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	
	Electrones Auger	0,0034	0,051	0,00017	0,000317
		0,0246	0,006	0,000147	
Tc^{99m}	Electrones de Conversión	0,1195	0,088	0,01052	0,01439
		0,1216	0,0055	0,00067	
		0,1375	0,0107	0,0015	
		0,1396	0,0017	0,00024	
		0,140	0,0019	0,00026	
		0,0016	0,746	0,0012	
	Electrones Auger	0,0022	0,102	0,00022	0,00054
		0,0155	0,0207	0,00032	

Valores de masa de la tiroides y órganos de la biocinética fueron obtenidos de ORNL/TM-8381 /V1 [5].

Tabla 5: Valores de masa (g) para tiroides y cuerpo entero de un neonato, representación Cristy –Eckerman [5]

Masa (gramos)	Neonato
Tiroides	1,29
Cuerpo total (TB)	3400

Utilizando la metodología MIRD y la representación de Cristy-Eckerman para la tiroides de un paciente neonato, así como órganos de la biocinética del I^{123} / I^{131} (yoduro) y Tc^{99m} (pertechnetato), el estudio consiste en determinar si las contribuciones dosimétricas de los órganos de la biocinética de dichos radiofármacos son significativas en el cálculo de la dosis absorbida durante estudios de captación.

3. RESULTADOS

TABLA 6. : Dosis absorbida del I^{123}/I^{131} (yoduros) y Tc^{99m} (pertechnetato), en tiroide-neonato en la representación Cristy.Eckerman y formalismo MIRD (mGy/ MBq)

Radiofarmaco	emisiones	$D(T \leftarrow T)/A_0$	$D(T \leftarrow i)/A_0^*$	Sub-total	TOTAL mGy/MBq
I^{123} (yoduro)	Fotones γ	2,16 (5,52 %)	0,00015(0,07%)	4,05 (10,34%)	39,15
	Radiacion-x	1,89 (4,82 %)	0,0007(0,02%)		
	e- CE	27,0 (68,96%)	—	35,1 (89,65%)	
	e- Auger	8,1 (20,68%)			
I^{131} (yoduro)	Fotones γ	137,7 (2,6%)	< 0,01%	140,4 (2,68%)	5276,0
	Radiacion -x	2,7 (0,06 %)			
	Emission Beta	4921,29 (93,28%)	—	5135,6 (97,30%)	
	e- de conversion	205,7 (3,89%)			
	e- Auger	8,58 (0,16%)			
Tc^{99m} (pertechnetato)	Fotones γ	0,02349 (7,67%)	0,01674	0,0494 (16,13%)	0,3063
	Radiacion -x	0,00405 (1,32%)	0,00513 (7,14 %)		
	e-Conversion	0,2476 (80,83%)	—	0,2569 (83,87%)	
	e-Auger	0,0093 (3,04%)			

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

Los resultados de dosis absorbida en tiroides-neonatos muestran:

(1) La dosis absorbida a la glandula debido a las emisiones I^{123} (yoduro) es 39,15 mGy/MBq ; el **99,98 %** corresponde a su **auto dosis** (68,96 % a captura electrónica ; 20,68% electrones Auger ; 5,52 % fotones gamma y el 4,82 % a radiación característica). La contribución dosimétrica de los órganos que son parte de su biocinética (excluyendo la tiroides) es insignificante.

(2) La dosis absorbida a la glandula debido a las emisiones del I^{131} es 5276,0 mGy/MBq ; el **99,98%** es su **auto dosis** (93,28 % a emisiones beta β^- ; 3,89 % a electrones de conversión ; 0,16 % a electrones Auger; 2,6 % a fotones gamma y 0,06 % a radiación característica).. La contribución dosimétrica de los órganos que son parte de su biocinética (excluyendo la tiroides) es insignificante.

(3) La dosis absorbida a la glandula debido a emisiones del Tc^{99m} (pertechnetato) es 0,3063 mGy/MBq ; el 92,86 % de dicha dosis corresponden a su **auto dosis** (80,83 % a electrones de conversión , 3,04 % a electrones Auger , 7,67 % a fotones gamma y 1.32% a radiaciones características. La contribución dosimétrica de los órganos que son parte de su biocinética (excluyendo la tiroides), es **7,14 %** , valor significativo como para ser ignorado

Los resultados de dosis reportados son consistentes con los publicados en "Radiation Dose Estimates to Adults and Children from Various Radiopharmaceuticals" [6]

Los resultados de dosis encontrados para los yoduros, también son congruentes con los reportados por Wellman HN y Anger RT , donde la tiroides de un neonato de 1,5 g es representado por pequeños elipsoides [7]

Dependiendo del radiofármaco y su biocinética, corresponderá la significancia de sus contribuciones a la dosis tiroidea [8]

4. CONCLUSIÓN

Usando el formalismo mMIRD y representación Cristy-Eckerman en tiroides de neonatos, se demuestra que para el estudio de la captación tiroidea ,la contribución dosimétrica de órganos de la **biocinética** para I^{123} y I^{131} (yoduros) **no son significativos** en el estimado de dosis; mientras que la contribución dosimétrica de los órganos que son parte de la biocinética del Tc^{99m} (pertechnetato), excluyendo la tiroides, **es muy significativo** en el estimado de la dosis absorbida como para ser ignorada.

5. REFERENCIAS

- [1] Radiation doses received by patients following administration of radiopharmaceutical", aabymn.org.ar/archivos/dosisradiacion.pdf (2013).
- [2] M. Cristy and K.F. Eckerman "Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photons Sources . Newborn", Oak Ridge, TN: ORNL/TM-8381/V6, (1987).
- [3] Kinetic Models Used as the Basic for the Dose Estimates, www.doseinfo-radar.com/NMdoses.xls (2013).
- [4] Kinetic Models Used as the Basic for the Dose Estimates, <http://hps.org/publicinformation/radardecaydata.cfm>, (2013).

- [5] Cristy M and K, Eckerman (1987). "Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photon Sources. Methods.", Oak Ridge, TN: ORNL/TM-8381/V1,(1987).
- [6] "Radiation Dose Estimates to Adults and Children from Various Radiopharmaceuticals", orise.orau.gov/files/reacts/pedose.pdf , (2014)
- [8] W.R.Hedrick and L.R. Milavickas , Reevaluation of the Newborn Thyroid Dose from Radioiodines , J Nucl Med 1987 28:1208-1209
- [7] Vásquez AM , Castillo DC, Vasquez DJ , Rocha MD, García RW, "Dosimetric evaluation due to radiation in thyroid issued by Tc-99m and I-131", <http://interesjournals.org/irjesti/january-2015-vol-4-issue-1>