



Evaluación de la dosis absorbida durante estudios de la función renal debido al I^{123} / I^{131} (hippuran) e In^{111} (DPTA)

M.V. Vásquez^{a,b}, E E. Diaz^c, C. E. Castillo^a, R.Rojas^a, C. Cabrera^a, D.Abanto^aC.
A. Morgan^a

^a Universidad Nacional de Trujillo (UNT); Física Médica . Av. Juan Pablo II, s/n ,Trujillo, Perú

^b Universidad César Vallejo (UCV); Física Médica .Av. Larco, cuadra 17,Trujillo, Perú

^c Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);Av. Paulo Gama,110, 90040-060 Porto Alegre, RS

marvva@hotmail.com

ABSTRACT

Se estima la dosis absorbida por los riñones durante estudios de la función renal de pacientes adultos, a través de la biocinética de los radiofármacos que contengan el I^{123} / I^{131} (Hippuran) o el In^{111} (DPTA).

Utilizando la metodología MIRD y representación Cristy-Eckerman para riñones de adultos, se demuestra que las contribuciones dosimétricas de órganos de la biocinética del I^{123} / I^{131} (Hippuran) y del In^{111} (DPTA) son significativas, en el estimado de dosis, durante estudios de la función renal. Las contribuciones dosimétricas (cuerpo entero y vejiga urinaria, excluyendo los riñones) están dadas por 11,90 % (para el I^{123}), 4,97 % (para el I^{131}) y el 28,32% (para el In^{111}). En todos los casos, las contribuciones dosimétricas se deben fundamentalmente a fotones emitidos por el cuerpo entero.

Palabras-clave: dosimetría interna, función renal, Hippuran y DPTA.

1. INTRODUCCIÓN

El estimado de dosis absorbida por los riñones, durante estudios de la función renal de pacientes adultos, puede ser realizado a través del análisis de la biocinética de radiofármacos utilizados, que contengan el I^{123} / I^{132} (Hippuran) o el In^{111} (DPTA)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para estimar la dosis debido a las contribuciones dosimétricas de la vejiga y del cuerpo entero en los riñones de pacientes adultos, fueron utilizados el formalismo MIRD y la representación de Cristy Eckerman para dichos órganos. Medical Internal Radiation Dosimetry considera las ecuaciones (Asociación Argentina de Biología y Medicina Nuclear, 2013):

$$\frac{D_{fotones}(riñones)}{A_0} = \sum_{i=1}^3 \left[\sum_k \Delta_k \Phi_k(riñones \leftarrow i) \right] \tau_i \quad rad / \mu Ci$$

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

τ_{TB} = tiempo de residencia del cuerpo total;

m_{TB} = masa total del cuerpo.

Las fracciones absorbidas, $\Phi_k(riñones \rightarrow i)$ (g-1), de los órganos analizados (i: riñones, cuerpo entero y contenido de la vejiga), para las energías de fotones “k” del I^{123} / I^{131} y del In^{111} fueron obtenidas de ORNL/TM-8381/V7 (Cristy y Eckerman, 1987b). Los tiempos de residencia, de los mencionados radiofármacos, en cada órgano de la biocinética, dados en tabla 1, fueron obtenidas de la página web (Health Physis Society, 2011).

Tabla 1. Tiempos de residencia (horas) para órganos de la biocinética del I^{123} / I^{131} (hippuran) e In^{111} (DPTA) (Health Physis Society, 2011)

RFM	Órganos	Riñones	Vejiga contenido.	Resto del cuerpo
	I^{123} (hippuran)	0.07	2.62	0.58
	I^{131} (hippuran)	0.07	2.89	0.6
	In^{111} (DPTA)	0.093	2.07	3.0

$\Delta_k = 2,13 n_k E_k \left(\frac{rad - gm}{\mu Ci - hr} \right)$, representa la energía media de los “k” fotones emitidos en el decaimiento del I^{123} / I^{131} y del In^{111} , dados en tabla 2, fueron obtenidas de página web (Health Physis Society, 2012).

Tabla 2: Data nuclear para fotones emitidos (MeV) del I^{123} / I^{131} e In^{111} más significativos (Health Physis Society, 2012)

RFM	Fotones	E_k (Me V)	n_k /des	$\Delta_k = 2,13 n_k E_k$ $(\frac{rad - gm}{\mu Ci - hr})$
I¹²³	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
		0,080	0,026	0,044
I¹³¹	Gamma	0,284	0,06	0,037
		0,364	0,817	0,6334
		0,637	0,0717	0,097
	Radiación Característica	0,723	0,0177	0,027
		0,0295	0,0138	0,00088
		0,0298	0,0256	0,0016
In¹¹¹	Gamma	0,0336	0,009	0,0006
		0,1713	0,902	0,33
	Radiación Característica	0,2454	0,94	0,49
		0,0230	0,235	0,012
		0,0232	0,443	0,022
		0,0261	0,145	0,0081

$\bar{E}_{particle}$ (MeV/des.), representa la energía media de partículas emitidas por el I¹²³ /I¹³¹ y del In¹¹¹, es decir, representa a los electrones que aparecen en los procesos de decaimiento, por captura y electrones Auger; están dadas en la tabla 3 y fueron tomados de página Web (Health Physis Society, 2012).

Tabla 3: Data nuclear para partículas emitidas (MeV) del I¹²³ /I¹³¹ e In¹¹¹ más significativos (Health Physis Society, 2012)

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	0,0205
		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
0,0966			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	
In^{111}	Electrones de Conversión	0,1446	0,078	0,0113	0,02559
		0,1673	0,010	0,00167	
		0,2187	0,049	0,01071	
		0,2414	0,0079	0,00191	
	Electrones Auger	0,0027	0,980	0,00265	0,00566
		0,0193	0,156	0,00301	

Valores de masa de los riñones, del contenido de la vejiga, así como del cuerpo total, fueron obtenidos de ORNL/TM-8381 /V1 (Cristy y Eckerman, 1987a)

Tabla 4: Valores de masa (g) para riñones y cuerpo total adulto en representación Cristy – Eckerman (Cristy y Eckerman, 1987a)

Masa (gramos)	Adulto
Riñones	299
Cuerpo total (TB)	73700
Contenido vejiga urinaria	211

Utilizando el esquema MIRD y la representación de Cristy-Eckerman para riñones, vejiga, y cuerpo-entero, como órganos de la biocinética del I^{123} / I^{131} (hippuran) e In111 (DPTA), 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 la función renal.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos están representados en la tabla 5 y muestran que:

(1) I^{123} (Hippuran): 0,0071 mGy / MBq: el 88,16% corresponden a su auto-dosis (37,3% a fotones gamma / radiación característica, y el 50,84% a electrones Auger y de conversión interna); y el 11,96 % restante, a los órganos de la biocinética.

(2) I^{131} (Hippuran): 0,032 mGy / MBq: el 95,03% de la dosis corresponden a su auto-dosis (12,34% a fotones gamma / radiación característica, y el 82,69% debido a emisiones

beta/electrones Auger y de conversión interna); y el 4,97 % restante, a los órganos de la biocinética.

(3) In¹¹¹ (DPTA): 0,0168 mGy / MBq: el 71,68% corresponden a su auto-dosis (38,37% a fotones gamma / radiación característica, y el 33,31% a electrones Auger y de conversión interna); y el 28,32% restante, a los órganos de la biocinética.

Tabla 5: Dosis absorbida en riñones de adulto, debido al I¹²³, I¹³¹ e In¹¹¹, en la representación Cristy – Eckerman y formalismo MIRDO (mGy / MBq) x10⁻³

RFM	emisiones	D(riñ ← riñ)/Ao	D(riñ←i)/Ao*		Sub-total	TOTAL
			TB	vejiga		
I ¹²³ (Hippuran)	Fotones : γ	1,32	0,27	0,22	3,50	7,1
	X	1,33	0,36	0,0		
	e ⁻ de conversión	2,80			3,61	
	e ⁻ Auger	0,81				
I ¹³¹ (Hippuran)	Fotones: γ	3,90	0,78	0,81	5,54	32,0
	X	0,05	0,004	0,0		
	Emisor Beta	25,36				
	e- de conversión	1,06	-		26,46	
	e- Auger	0,04				
In ¹¹¹ (DPTA)	Fotones: γ	4,87	3,84	0,54	11,21	16,8
	X	1,58	0,38	0,00		
	e- de conversión	4,47			5,6	
	e- Auger	1,13	-			

(*) i= todos los órganos fuente excepto tiroides

En todos los casos, las contribuciones dosimétricas de los órganos, que hacen parte de la biocinética de los radiofármacos utilizados (excepto los riñones) son muy significativas como para ser ignoradas y se deben, fundamentalmente, a los fotones emitidos por el cuerpo entero. Dependiendo del tipo de radiofármaco usado y su biocinética, corresponderá la significancia de sus contribuciones en el estimado de dosis absorbidas por los riñones (Vásquez, Castillo et al, 2015; Quimby, Feitelberg y Cross, 1970).

4. CONCLUSIONES

Utilizando la metodología MIRD y la representación Cristy-Eckerman para riñones de pacientes adultos, se demuestra que, durante estudios de la función renal, las contribuciones dosimétricas de órganos, que hacen parte de la biocinética del I^{123} / I^{131} (Hippuran) y del In^{111} (DPTA), son muy significativas en el estimado de la dosis absorbida por el paciente.

REFERENCIAS

ASOCIACION ARGENTINA DE BIOLOGÍA Y MEDICINA NUCLEAR. Dosis de radiación recibida por los pacientes tras la administración de radiofármacos. Recuperado el 10 de octubre de 2013, de: aabymn.org.ar/archivos/dosisradiacion.pdf.

CRISTY M. y ECKERMAN K. Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photons Sources, Oak Ridge, TN: ORNL/TM-8381 /V1.1987a.

CRISTY M. y ECKERMAN K. Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photons Sources, Oak Ridge, TN: ORNL/TM-8381 / V7. 1987b.

HEALTH PHYSICS SOCIETY. Kinetic Models Used as the Basic for the Dose Estimates. Recuperado el 5 de mayo de 2011, de: www.doseinfo-radar.com/NMdoses.xls

HEALTH PHYSICS SOCIETY. Radionuclide Decay Data. Recuperado el 5 de mayo de 2012, de: <http://hps.org/publicinformation/radardecaydata.cfm>

QUIMBY, E., FEITELBERG, S., GROSS, W. Radiative Nuclides in Medicine and Biology. Third edition. Lea & F. Philadelphia; 1970.

VÁSQUEZ, AM.; CASTILLO, DC.; VASQUEZ, DJ.; ROCHA MD.; GARCIA, RW. Dosimetric evaluation due to radiation in thyroid issued by the Tc^{99m} and I¹³¹; Int. Res. J. Eng. Sci. Technol. Innov. 2015;Vol.4,No.1.

PD: Work exhibited in the Radio 2014, Gramado, RS, Brazil.