

# Radioprotección en radioyodoterapia para cáncer tiroideo

Jaime Carmona C., Juan Pablo Zhindon P., Javiera González A., René Fernández B., Patricio González E.

*Sección Medicina Nuclear, Departamento de Medicina, HCUCH.*

**SUMMARY** *Radioiodine therapy is a widely useful tool used in adjuvant treatment for differentiated thyroid cancer and has proven beneficial effect. Is crucial to safeguard and prevent caregivers, medical staff and the general public from the patients treated with I-131 in order to minimize radiation exposure and avoid unnecessary irradiation. There are many guidelines recommendations (ATA, EANM) that are helpful for the prevention, minimize of exposure and possible contamination from the patient. The aim of this study is to provide radiation protection measures used in radioiodine therapy order to avoid contamination of the patient and his environment.*

**Fecha recepción: noviembre 2013 | Fecha aceptación: mayo 2014**

## INTRODUCCIÓN

El cáncer diferenciado de tiroides es un tumor frecuente y su incidencia se ha triplicado en la última década a nivel mundial<sup>(1)</sup>. Su abordaje terapéutico incluye ablación tiroidea con radioyodo I-131 (RIT), la cual ha demostrado disminuir el índice de recurrencia, así como brindar la posibilidad de un adecuado seguimiento con pruebas serológicas a largo plazo<sup>(2)</sup>. Actualmente existe controversia respecto de cuál es el impacto real de este tipo de terapias en el riesgo de un segundo cáncer, debido a que también son expuestos a radiación otros tejidos (estómago, vejiga, glándulas salivales, etc.). Es por esto que cualquier medida preventiva que disminuya la dosis de exposición a radiación tanto al paciente, personal de salud y familiares, debe ser realizada. Las guías americana (ATA) y europea (EANM) de RIT recomiendan la ingesta de al menos 2 - 3 litros/día de agua durante el tra-

tamiento como principal medida preventiva para aumentar la eliminación de yodo<sup>(3)</sup>. El objetivo de esta revisión es conocer el fundamento de la radioyodoterapia, principales medidas de radioprotección y proponer el uso de líquidos endovenosos para disminuir tasa de exposición.

## FUNDAMENTO DE LA RIT

La radioyodoterapia para carcinoma diferenciado de tiroides está definida como la administración sistémica de radioyodo (I-131) sódico o yoduro potásico para irradiación selectiva del remanente tiroideo posttiroidectomía total, micrometástasis y/o carcinoma incompletamente resecaado. La cantidad de radioyodo administrado o "actividad" entregada se expresa en unidades becquerel (Bq) o curies (Ci); la dosis absorbida, en gray (Gy); la exposición a la radiación, en roentgen (R) y equivalente del roentgen en el ser humano se expresa en

sievert (Sv); todas estas unidades de medición son utilizadas ampliamente. En relación a la dosis, no existe actualmente un consenso de cuál debería ser la ideal para cada caso; sin embargo, en los últimos 5 años la tendencia ha sido a la reducción de la misma, sobre todo en los casos de buen pronóstico<sup>(4,5)</sup>. Históricamente han variado de 1.11 Gbq (30 mCi) a 7.4 Gbq (200 mCi), dependiendo si solo el carcinoma se limita al tiroides, si existe compromiso ganglionar o metástasis a distancia. La dosis más comúnmente utilizada es de 3.7 Gbq (100 mCi).

El I-131 es un isótopo obtenido por la fisión del uranio, pero también puede ser obtenido por el decaimiento del telurio. Posee una vida media de 8.04 días y nivel energético para rayos gamma de 364 KeV y beta 0.61 MeV. Emite rayos beta y gamma. La emisión de rayos beta entrega el efecto terapéutico, mientras que la emisión gamma por su energía penetra mayormente los tejidos y es la causante de mayor irradiación; sin embargo, brinda la posibilidad de generar una imagen diagnóstica (exploración sistémica).

Después de su administración es excretado primariamente en la orina, heces y en pequeñas cantidades en saliva y sudor<sup>(6)</sup>. El 55% de la actividad administrada es excretada en las primeras 24 horas postratamiento; 22%, a las 48 horas y 6%, a las 72 horas, teniendo como principal vía la urinaria en un 54%<sup>(2)</sup>. El *peak* de excreción urinaria ocurre entre las 24 a 48 horas<sup>(7)</sup>. Esta excreción puede potencialmente exponer a radiación tanto al paciente, cuidadores y personal médico.

El tratamiento con yodo puede ser realizado tanto ambulatorio como hospitalario; esta decisión se toma considerando algunas variables tales como la dosis, condiciones socioeconómicas y voluntad del paciente. Cuando el tratamiento se realiza en forma hospitalaria, en nuestro medio generalmente son 3 días de hospitalización y consiste en administrar el yodo el primer día, ya sea en forma líquida



Figura 1. Dispositivo Geiger Muller.

o en una cápsula. Los siguientes días el paciente estará aislado en una sala con condiciones especiales de aislamiento radiactivo y se le administrarán medicamentos para aumentar el tránsito intestinal, antiinflamatorios y antieméticos. Cada día se realiza una visita médica que tiene como objetivo evaluar la condición del paciente y medir la tasa de exposición a radiación.

Esta medición de radiación se puede hacer de varias formas: con dosimetría interna (compleja, fines investigativos) o externa. La medición externa generalmente se realiza con un medidor Geiger Muller (Figura 1) a 1 metro de distancia como estándar, determinando tasa de exposición. Existen varias normas internacionales<sup>(8,9)</sup> y entes reguladores (NRC, ICRP, NCRP-155, IAEA y ATA) que estipulan límite de dosis, recomendaciones y restricciones. Chile está adherido a estos lineamientos. Estas normas determinan como límite de dosis anual 20 mSv para trabajadores (en contacto con radiación) y 1 mSv para el público en general<sup>(10)</sup>. Es decir, que una persona no debe recibir al año más de esta dosis con el fin de evitar efectos secundarios de la radiación. En ese sentido un paciente sometido a radioyodo debe recibir el alta hospitalaria con una tasa de exposición < 2.5 mR/h para trabajadores ocupacionalmente expuestos y < 0.25 mR/h para contacto con público general, con el fin de no exponer y sobrepasar estos límites de dosis.

El riesgo de incidencia de cáncer por exposición a radiación de radioyodoterapia aumenta en las personas más jóvenes y disminuye con la edad (menor a 1% en mayores de 60 años) y es dependiente de la dosis acumulada<sup>(11)</sup>. Sin embargo, en la actualidad no existen estudios sólidos que demuestren el efecto directo de la radioyodoterapia en la génesis de un segundo cáncer<sup>(12)</sup>. Dentro de los efectos secundarios más comunes presentados tanto en fase aguda como crónica están la tiroiditis postradiación (10-20%), sialoadenitis (30%) y gastritis (30%), así como efectos más tardíos como, por ejemplo, xerostomía y sialoadenitis crónica (10-20%) y fibrosis pulmonar (<1%)<sup>(13)</sup>. Ver Tabla 1.

Dos importantes variables para considerar en exposición a radiación son el tiempo y la distancia a la fuente emisora (paciente en tratamiento), es decir, a menor distancia y mayor tiempo, la dosis recibida será mayor. Por otro lado, la tasa de dosis disminuye con el cuadrado de la distancia a que se encuentra la fuente productora de radiación. Por ejemplo: si a un metro de distancia de una fuente, una persona estuviera expuesta a una tasa de dosis equivalente de 100 mSv/h, a dos metros la dosis sería de  $100/4 = 25$  mSv/h, y así sucesivamente. Esta exposición a radiación se fundamenta principal-

mente a partir de los rayos gamma de alta energía. Otras variables que determinan la cantidad de radiación entregada desde el paciente al público son expuestas a continuación: actividad administrada, masa y función tiroidea remanente (tsh y t4l), estado de hidratación y función renal, duración de la exposición.

### MEDIDAS Y RECOMENDACIONES DE RADIOPROTECCIÓN

El manejo con sustancias radiactivas y específicamente con I-131 no debe ser complejo, siempre y cuando se realicen medidas y recomendaciones estipuladas dentro de las normas, esto implica que el paciente sometido a este tipo de terapias debe ser abordado por el personal de salud entrenado, con el fin de brindarle la información clara y concisa sobre las medidas, riesgos y precauciones que debe tomar para poder minimizar cualquier accidente. Estas pautas de radioprotección se pueden dividir en dos: medidas y recomendaciones para el paciente y para el entorno del paciente (incluyendo familiares).

Quizás una de las medidas más importantes que debe tomar el paciente sometido a radioyodo es

**Tabla 1. Secuelas tempranas y tardías de la radioyodoterapia<sup>(9)</sup>**

SECUELA	FRECUENCIA	COMENTARIO	INTERVENCIÓN
<b>Tempranas</b>			
Tiroiditis	10-20%	Dependiente del remanente tiroideo	Corticoides en casos severos
Sialoadenitis	20%	Dolor e inflamación	Hidratación, jugos cítricos
Gastritis	20%	Transitorio y autolimitado	Ranitidina, no usar H2 bloqueador
Náuseas/vómitos	Variable	Transitorio	Antieméticos
<b>Tardías</b>			
Fibrosis pulmonar	< 1%	Metástasis pulmonar	Dosis acumulada, Riesgo v/s beneficio
Sialoadenitis crónica	10 -20%		Hidratación, jugos cítricos
Ojos seco	raro		Lágrimas artificiales
Segundo Ca primario	< 1%	No hay estudios sólidos	Dosis acumulada > 1000 mCi

una adecuada hidratación. Esto incluye por lo menos tomar 2 lt/día de agua, para eliminar por vía renal el radioyodo restante no captado por el remanente tiroideo<sup>(8)</sup>. Es por esto que tuvimos la iniciativa de estudiar (estudio actualmente en curso en el Hospital Clínico Universidad de Chile) un protocolo de uso de líquidos endovenosos para aumentar la excreción del yodo y así disminuir dosis de exposición a radiación para el paciente, sobre todo en aquellos que tienen dificultades para hidratarse por sí mismos. Consideramos que este es uno de los puntos más importantes donde se puede intervenir, teniendo en cuenta que la excreción renal es la principal vía de eliminación del yodo<sup>(14)</sup>.

Otras medidas que deben ser abordadas por el paciente son: vaciar la vejiga por lo menos cada 2 horas, tomar jugos cítricos (evitar irradiación de glándulas salivales), uso de evacuantes intestinales, eliminar desechos corporales únicamente en inodoro y en caso de vómitos en lo posible también eliminar en inodoro y comunicar al personal de

enfermería. Importante también destacar el uso de delantal plomado y cuello protector tiroideo, tanto por el personal médico y de enfermería, como por el paciente cuando éste se deba trasladar a realizar la exploración sistémica y/o cuando personal de enfermería deba entrar a la sala.

En la Tabla 2 se resumen medidas de restricción de actividades diarias y nocturnas del paciente en relación a su entorno<sup>(15)</sup>.

Existen también algunas recomendaciones<sup>(9)</sup> que se aplican en varios ámbitos del medio ambiente del paciente, así como de manejo posterior a la terapia, dentro de los que están:

#### Recomendaciones sobre reproducción

- El embarazo es una contraindicación para recibir I-131, por lo que es importante tomar medidas para evitarlo.

**Tabla 2. Ablación de carcinoma tiroides/remanente**

	mCi (MBq) administrado			
	50 (1850)	100 (3700)	150 (5550)	200 (7400)
<b>Restricciones nocturnas</b>				<b>Días/24-h</b>
Dormir en camas separadas (2 mt distancia) de adultos en días señalados	1	1	2	4
Dormir en camas separadas de parejas embarazadas, niños en días señalados	6	13	18	21
<b>Restricciones diurnas</b>				
Puede regresar al trabajo después de los días señalados	1	1	1	1
Maximizar su distancia (2 mt) desde niños y mujeres embarazadas	1	1	1	1
Evitar tiempo de permanencia en lugares públicos en días señalados	1	1	1	1

Tomada de *Radiation Safety in the Treatment of Patients with Thyroid Diseases by Radioiodine 131: Practice Recommendations of the American Thyroid Association*<sup>(9)</sup>.

Se asume que la desaparición del I131 es bioexponencial con una temprana  $T_{1/2}$  efectiva de alrededor de 0.76 días y 2% de captación en el remanente con  $T_{1/2}$  efectiva de alrededor 7.3 días. Considerar la dosimetría oficial para dosis mayores administradas para pacientes con carcinoma funcionante. La cinética del I<sup>131</sup> en pacientes eutiroideos estimulados con tirotrópina recombinante humana puede diferir de estas usadas aquí.

- Test embarazo previo tratamiento (dentro de las primeras 48 - 72hrs) solicitado desde menarquia hasta 2 años después de menopausia.
- Retrasar embarazo por al menos 6 meses a 1 año posterior al tratamiento.

En varios metanálisis no se ha encontrado evidencia que el tratamiento con I-131 dañe la fertilidad a largo plazo, aunque se ha visto disfunción testicular transitoria hasta 18 meses post terapia con conteos espermáticos bajos >1 año. Por otro lado, concebir dentro de los 3 meses post tratamiento no está asociado con aumento de anomalías congénitas ni pérdidas fetales.

### Recomendaciones sobre la lactancia

La lactancia debe ser discontinuada por las siguientes razones:

- Evitar que la leche con yodo llegue a la glándula tiroides del bebé.
- Limitar radiación a tejido mamario: la lactancia incrementa la expresión del simporter de INa en mama.
- Se recomienda interrumpirla al menos 6 semanas antes de la terapia y de forma ideal, 3 meses antes.
- El uso de bromocriptina puede acelerar involu-

ción mamaria (criterio del tratante).

- No reiniciar lactancia posterior a I-131.
- Lactancia puede ser segura en embarazos futuros.

### Algunas otras consideraciones

Detectores de radiación en puertos de entrada:

- Es posible detectar rayos gamma desde pacientes tratados con radionúclidos por sistemas detectores de radiación en trabajo, fronteras internacionales, aeropuertos, estaciones de tren, puentes, etc.
- Se pueden detectar actividades de I-131 muy pequeñas (desde 0.27  $\mu$ Ci).
- Se pueden activar alarmas 95 días o más después de la terapia.

### CONCLUSIÓN

En conclusión, el tratamiento con yodo radiactivo ha demostrado ser efectivo y utilizado ampliamente en pacientes con carcinoma diferenciado de tiroides. Por ser una terapia en la cual se utilizan elementos con radiación ionizante es fundamental conocer, implementar y reforzar medidas encaminadas a la radioprotección con el fin de disminuir la exposición y por ende, los potenciales efectos secundarios.

### REFERENCIA

1. Luc GT Morris, Andrew G Sikora, Tor D Tosteson, Louise Davies. The increasing incidence of thyroid cancer: the influence of access to care. *Thyroid* 2013;23.
2. Sawka AM, Thephamongkhon K, Brouwers M, Thabane L, Browman G, Gerstein HC. Clinical review 170: A systematic review and metaanalysis of the effectiveness of radioactive iodine remnant ablation for well-differentiated thyroid cancer. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:3668-76.
3. Pacini F, Schlumberger M, Dralle H, Dralle H, Elisei R, Wiersinga W *et al.* European Consensus for the management of patients with differentiated thyroid cancer of the follicular epithelium. *Eur J Endocrinol* 2006;154:787-803.

4. Hay ID, Thompson GB, Grant CS, Bergstralh EJ, Dvorak CE, Gorman CA, *et al.* Papillary thyroid carcinoma managed at the Mayo Clinic during six decades (1940-1999): temporal trends in initial therapy and long-term outcome in 2444 consecutively treated patients. *World J Surg* 2002;26:879-85
5. Megan R. Haymart, Mousumi Banerjee, Di Yang Andrew K., Stewart MA, Ronald J. Koenig, Jennifer J. Griggs. The role of clinicians in determining radioactive iodine use for low-risk thyroid cancer. *Cancer* 2013;119:259-65.
6. Lassmann M, Chiesa C, Flux G, Bardiès M. EANM Dosimetry Committee guidance document: good practice of clinical dosimetry reporting. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2011;38:192-200.
7. Greenlee, Hurley, McDougall, Sisson. Radiation Safety Precautions in the Treatment of Patients with Radioiodine (131I): Best Practice Guidelines of the American Thyroid Association. Consultado en <http://www.mpcphysics.com/documents/ATA2010BestRadSafetyPracticesI-131.pdf>
8. CRP. Release of patients after therapy with unsealed radionuclides. ICRP Publication 94. *Ann ICRP* 2004;34:1-79.
9. Luste M, Clarke SE, Dietlein M, Lassmann M, Lind P, Oyen WJG *et al.* Guidelines for radioiodine therapy of differentiated thyroid cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2008;35:1941-59.
10. NCRP National Council on Radiation Protection and Measurements. Limitation of exposure to ionizing radiation. Management of radionuclide therapy patients. NCRP Report No. 155. 2006.
11. Cardis E, Kesminiene A, Ivanov V, Malakhova I, Shibata Y, Khrouch V *et al.* Risk of thyroid cancer after exposure to 131 I in childhood. *J Nat Cancer Inst* 2005;97:724-32.
12. NCRP National Council on Radiation Protection and Measurements. Limitation of exposure to ionizing radiation. 1993, Report no. 116.
13. NCRP National Council on Radiation Protection and Measurements. Limitation of exposure to ionizing radiation. Dose limits for individuals who receive exposure from radionuclide therapy patients. Commentary No. 11. 1995.
14. Mustafa D, Parlak Y, Cavdar I, Yeyin N, Tanyildizi H, Gümüşer G *et al.* The evaluation of urine activity and external dose rate from patients receiving radioiodine therapy for thyroid cancer. *Radiation Protection Dosimetry* 2013;3:1-5.
15. Sisson JC, Freitas J, McDougall IS, Dauer LT, HurleyJR, Brierley JD *et al.* Radiation Safety in the Treatment of Patients with Thyroid Diseases by Radioiodine 131I: Practice Recommendations of the American Thyroid Association. *Thyroid* 2011:21.

#### **CORRESPONDENCIA**

Dr. Juan Pablo Zhindon Pacurucu  
 Sección de Medicina Nuclear  
 Hospital Clínico Universidad de Chile  
 Santos Dumont 999, Independencia, Santiago  
 Fono: 2978 8185  
 E-mail: [jpzhindon@hcuch.cl](mailto:jpzhindon@hcuch.cl)

