

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Afectación tiroidea de los trabajadores expuestos a radiación ionizante

Thyroid affectation in workers exposed to ionizing radiation

Miguel Enrique Diaz Alava, Jordán Daniel Rosero López, Gabriela Belén Veliz Dorado, Emily Lilibeth Acosta Villao

Recibido: 7 julio 2025

Aceptado: 15 diciembre 2025

Resumen

Introducción: El personal de salud que trabaja en áreas con equipos generadores de radiación ionizante tiene mayor exposición a radiación que la población general, lo que puede aumentar el riesgo de lesiones tiroideas. Estudios realizados en diversos países han demostrado mayor prevalencia de enfermedades tiroideas como hipotiroidismo clínico, hipotiroidismo subclínico, nódulo tiroideo y cáncer de tiroides en el personal de salud.

Objetivo: Determinar la asociación entre las lesiones tiroideas del personal de salud expuesto y la radiación ionizante a dosis bajas del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo, Guayaquil, Ecuador

Metodos: Se realizó un estudio de enfoque cuantitativo, alcance observacional retrospectivo y diseño transversal. Se consideró al personal ocupacionalmente expuesto y al personal no expuesto mediante la comparación de edades en una proporción 1:2, respectivamente. Se excluyó al personal con enfermedad tiroidea fuera del periodo 2015-2019 y a los menores de 26 años.

Resultados: El personal ocupacionalmente expuesto constó de 127 trabajadores del informe de dosimetría personal y el grupo no expuesto de 254 trabajadores de otras áreas del hospital. El personal ocupacionalmente expuesto tuvo mayor riesgo de sufrir lesiones tiroideas que el personal de salud no expuesto: OR 2.1; IC 95%: 1.035-4.443, siendo las lesiones más frecuentes: nódulo tiroideo (31.3%; OR: 3.4; IC 95%: 1.0723-10.4526), hipotiroidismo subclínico (25%) e hipotiroidismo clínico (18.8%).

Conclusiones: Los resultados obtenidos evidencian que el personal de salud que labora en áreas expuestas a radiación ionizante tiene mayor riesgo de lesiones tiroideas que el personal de salud no expuesto.

Palabras clave: Exposición Ocupacional; Radiación Ionizante; Nódulo Tiroideo; Hipotiroidismo Subclínico; Hipotiroidismo.

Abstract

Introduction: Health personnel working in areas with ionizing radiation-generating equipment have greater radiation exposure than the general population, which can increase the risk of thyroid lesions. Studies conducted in various countries have shown a higher prevalence of thyroid diseases such as clinical hypothyroidism, subclinical hypothyroidism, thyroid nodules, and thyroid cancer in health personnel.

Objective: To determine the association between thyroid lesions in exposed health personnel and low-dose ionizing radiation at the Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo, Guayaquil, Ecuador.

Methods: A quantitative study with a retrospective observational scope and cross-sectional design was conducted. Occupationally exposed personnel and non-exposed personnel were compared in a 1:2 ratio, respectively, matched by age. Personnel with thyroid disease diagnosed outside the 2015-2019 period and those under 26 years of age were excluded.

Results: The occupationally exposed group consisted of 127 workers from the personal dosimetry report, while the non-exposed group included 254 workers from other hospital areas. Occupationally exposed personnel showed a higher risk of thyroid lesions compared to non-exposed health personnel (OR 2.1; 95% CI: 1.035-4.443). The most frequent findings were: thyroid nodules (31.3%; OR: 3.4; 95% CI: 1.0723-10.4526), subclinical hypothyroidism (25%), and clinical hypothyroidism (18.8%).

Conclusions: The findings demonstrate that health personnel working in areas exposed to ionizing radiation have a significantly higher risk of thyroid lesions than non-exposed personnel

Key words: Occupational Exposure; Ionizing Radiation; Thyroid Nodule; Subclinical Hypothyroidism; Hypothyroidism

¹ Universidad de Guayaquil, Facultad Ciencias Médicas, Medicina. Guayaquil, Ecuador

Introducción

La radiación es la propagación de la energía en forma de partícula u ondas electromagnéticas a través de un material o del vacío. Las radiaciones interactúan con la materia, por lo tanto, todos los cuerpos emiten y absorben radiaciones.¹ Ésta puede ser de dos tipos: ionizante o no ionizante. La primera se define como la energía que es capaz de producir ionización en el medio que atraviesa. En cambio, la segunda es aquella en que la onda o partícula no tiene la energía suficiente capaz de ionizar la materia.¹

La radiación ionizante es un tipo de energía capaz de ionizar la materia, además es transportada a través de distintos tipos de partículas y rayos emitidos por material radioactivo. Puede adoptar la forma de partículas, donde se encuentran incluidas las partículas alfa, beta y neutrones; o de ondas electromagnéticas rayos x y rayos gama. Estas partículas y rayos tienen distinto poder de penetración, por lo cual, causan distintos efectos sobre la materia viva.²

La radiación ionizante se emplea en el campo de la medicina con fines diagnósticos y terapéuticos. Su capacidad de penetrar la materia permite obtener imágenes de las estructuras internas del cuerpo. Esta cualidad la vuelve una importante herramienta de apoyo para el diagnóstico médico. Mientras que, en la terapéutica, se utiliza por su capacidad destruir las células tumorales dentro del organismo.³

Sin embargo, el creciente uso de la radiación ionizante en el campo de la medicina expone cada vez más al personal de salud que labora con esta. Según datos de la Organización Mundial de la Salud, se realizan anualmente más de 3 600 millones de pruebas diagnósticas radiológicas a nivel mundial, 37 millones de pruebas de medicina nuclear y 7.5 millones de tratamientos con radioterapia.⁴ Además, existen otras situaciones que podrían incrementar la exposición innecesariamente como son: el uso inadecuado o insuficiente disponibilidad de los EPP (equipos de protección personal),⁵ jornadas laborales en distintos establecimientos, defectos en los equipos que emiten radiación ionizante. Esta mayor exposición a la radiación incrementa la probabilidad de sufrir daños en la salud del personal expuesto.

Es conocido que la exposición a dosis por encima de los límites permitidos de radiación ionizante (20 mSv/año) es peligrosa para la salud.⁶ La ionización de los átomos en el interior celular puede generar cambios que producen la muerte celular o la pérdida de su función. Si los efectos se presentan poco después de la exposición de altas dosis, son llamados deterministas.³ Por otra parte, existen efectos que ocurren luego de varios años de exposición, denominados efectos estocásticos. Estos últimos, a diferencia de los efectos deterministas, no dependen de dosis altas de radiación ionizante.¹

Es conocido que la radiación puede generar efectos a nivel celular que pueden llegar a producir la muerte o su alteración a través del daño del ADN en los cromosomas. Si el número de células dañadas es alto, podría ocasionar la disfunción de un órgano e incluso la muerte.⁷

En el mecanismo de la lesión celular influye la trayectoria de la radiación, las trayectorias de radiación pueden depositar energía de manera directa sobre el ADN (efecto directo) o pueden ionizar otras moléculas de la célula, en especial las moléculas de agua, para formar radicales libres que pueden dañar el ADN (efecto indirecto). Evidencias obtenidas mediante la introducción de captadores de radicales libres en la célula, sugieren que alrededor del 35% es exclusivamente directo y el 65% tiene un componente indirecto para radiaciones de baja transferencia lineal de energía (rayos X o rayos gamma).² No obstante, los órganos y tejidos no reaccionan de la misma manera a la radiación ionizante.

El término radio sensibilidad se reserva para los eventos tisulares adversos tempranos o tardíos no cancerosos producto de la muerte celular; radio susceptibilidad hace referencia a los cánceres inducidos por radiación ionizante; y la radio degeneración, a los efectos no cancerosos no atribuibles a la muerte celular.⁶ Los tejidos en constante división celular, como la médula ósea y la mucosa del tracto gastrointestinal, son los más radio sensibles. Por otra parte, las cataratas y las enfermedades circulatorias son producto de la radio degeneración.

Son muchos los órganos y tejidos que pueden afectarse por los efectos de la radiación ionizante, no obstante, se estudió a la glándula tiroides por ser un órgano radio susceptible. Las enfermedades tiroideas son habituales en la población, principalmente en el sexo femenino y en personas adultas mayores.⁸ Las más frecuentes son: el hipotiroidismo clínico, el hipotiroidismo subclínico y el nódulo tiroideo.⁹

La lesión tiroidea producida por la radiación ionizante más estudiada y relacionada directamente a esta, es el cáncer de tiroides, siendo incluso, reconocido como el único factor de riesgo exógeno para este.⁸ La principal evidencia proviene de estudios de exposición infantil, incluidos supervivientes de la bomba atómica. Datos recogidos luego del accidente nuclear en Chernóbil (Ucrania, 1986) indican que la incidencia de carcinoma papilar es superior (60-100 veces) en personas expuestas a dosis elevadas de isótopos radiactivos del yodo, en especial si la exposición ocurre antes de los 10 años.¹⁰

Sin embargo, dosis bajas de radiación pueden incrementar potencialmente el riesgo de peligro para la salud, en particular para los trabajadores de expuestos crónicamente o con una protección inadecuada. De acuerdo con un estudio publicado por la Universidad de Oxford en el año 2016, los médicos tienen un riesgo significativamente mayor de enfermedades tiroideas que la población general incluidos: el cáncer de tiroides, hipotiroidismo y tiroiditis.¹¹ Estudios realizados en el año 2018 por Tu et al.¹², indican que la exposición a largo plazo a dosis bajas de radiación ionizante podría inducir el daño tiroideo de la población médica.

A nivel mundial, el Ecuador es uno de los países con mayor tasa de incidencia de cáncer de tiroides,¹³ ocupando el primer lugar entre las mujeres de América Latina.¹⁴ Los problemas de tiroides son significativamente más comunes en el género femenino. Nueve de cada diez ecuatorianos que sufren de trastornos tiroideos son mujeres, siendo éstas cinco veces más propensas a sufrir cáncer de tiroides.¹⁴

Según datos del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), el carcinoma de tiroides afecta a 54,809 personas en el país, de las cuales 67.1% (36,804) son mujeres.¹⁵ En el Ecuador, el cáncer de tiroides es el tercero que más afecta a las féminas, luego del cáncer de mama y cuello uterino. Además, se ha observado un incremento de la mortalidad en mujeres ecuatorianas.

Este estudio pretendió determinar la asociación entre las lesiones tiroideas del personal de salud expuesto y la radiación ionizante a dosis bajas del Hospital Teodoro Maldonado Carbo durante el periodo 2015-2019.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo de tipo cohorte en los trabajadores del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo de la ciudad de Guayaquil para evaluar los efectos estocásticos de la radiación ionizante (RI) sobre la glándula tiroides. Para ello, fueron revisadas las historias clínicas de 381 trabajadores de la base de datos de la casa de salud entre el 2015 al 2019 para evaluar el desarrollo de alteraciones anatómicas o funcionales de este órgano durante este periodo de tiempo.

Los trabajadores fueron divididos en dos grupos: un grupo expuesto a radiación ionizante y otro no expuesto, en una relación de 1:2, respectivamente. El grupo expuesto estuvo conformado por 127 trabajadores en el que se incluyeron: médicos, técnicos, licenciados y auxiliares de enfermería que contaban con dosímetro y que trabajaban con exposición regular a RI en áreas de radiología y quirófano. Por otra parte, el grupo no expuesto incluyó a 254 trabajadores de la salud de áreas sin exposición a radiación ionizante y al personal administrativo seleccionados de forma aleatoria.

Fueron excluidos los trabajadores que ya contaban con un diagnóstico de patología tiroidea previo al año 2015; aquellos que recibieron dosis externas de RI como por ejemplo radioterapia por cáncer; el personal expuesto que no contaba con los registros de TSH y T4 libre en la base de datos; así como también, aquellos que tenían una edad inferior a los 26 años, ya que se consideró que el tiempo de trabajo no reflejaría la influencia de la exposición crónica a RI.

Ambos grupos fueron equiparados en la variable edad para reducir la diferencia en la prevalencia de patologías tiroideas asociadas con la edad y aumentar la comparabilidad. Fue así como los grupos se subdividieron en: menores de 35 años, entre 35 - 65 años y mayores de 65 años.

Una vez definidos los grupos de estudio, se procedió a evaluar el evento de interés clasificando las alteraciones tiroideas en funcionales y anatómicas. Las primeras fueron tomadas de los registros médicos del análisis cuantitativo de los niveles séricos de TSH y T4 libre por el método de quimioluminiscencia; mientras que, para las segundas, se consideraron los reportes ecográficos elaborados por el área de imagenología del hospital. Los datos fueron comparados con el diagnóstico médico registrado en la historia clínica.

Los valores referenciales hospitalarios para la medición de TSH fueron: normal, 0.4 y 4.0 mUI/mL; bajo, menores de 0.4; altos, mayores a 4 mUI/mL. Para la T4 libre fueron: normales, entre 0.89 y 1.76 ng/dL; bajos, menores a 0.89 ng/dL; altos, mayores a 1.76 ng/dL.

Las alteraciones anatómicas fueron clasificadas según la presencia o no de nódulos tiroideos. La decisión médica de punción de un nódulo tiroideo fue basada en la escala ecográfica TIRADS que valora características sugerentes de la malignidad como son: hipocogenicidad, microcalcificaciones, nódulo parcialmente quístico con localización excéntrica del componente líquido y lobulación del componente sólido, bordes irregulares, invasión del parénquima tiroideo perinodular, vascularización intranodal, configuración taller than wide (más alto que ancho) valiendo cada uno de ellos un punto que se suman para obtener un total de puntuación.

Si a esto se detectan ganglios linfáticos cervicales sospechosos, se añade otro punto a la escala. Bajo estos criterios, se clasifican en 6 grados divididos de la siguiente manera: lesión benigna (grados II y III), lesión incierta (grado IV), malignos (grado V y VI).

El riesgo relativo (RR) fue determinado a partir de la incidencia acumulada de ambos grupos estudiados para estimar la probabilidad de padecer la enfermedad en función de la exposición aplicando un formato de tabla 2x2.

Adicionalmente, se determinaron los valores de frecuencia estadística: media, mediana y moda de la dosis anual acumulada del personal expuesto a RI.

Dado que el presente trabajo es de carácter retrospectivo y observacional, es necesario aclarar que las variables no fueron manipuladas en ningún momento, y por lo tanto, existen algunas limitaciones como son: a) no todo el POE (Personal Ocupacionalmente Expuesto) cuenta con reporte ecográfico de la glándula tiroides o estudios de patología autoinmune; b) no todo el PNE (Personal No Expuesto) poseía pruebas tiroideas, sino solo aquellos en que el médico laboral o en las atenciones particulares de la red del IESS fueron consideradas pertinentes por el médico; c) se desconoce si el personal tenía una exposición adicional a la del hospital en mención.

Las variables de interés fueron: Edad, sexo, lesión tiroidea variable de predicción, dosis anual acumulada como variable de confusión.

Para la realización de este estudio no se contó con ningún tipo de financiamiento que no fuere el proporcionado por los propios autores.

Resultados

La Tabla 1 muestra la equiparación del grupo expuesto versus el no expuesto. La edad media de ambos grupos fue 44 ± 9 años. El 81% de trabajadores considerados en este estudio poseía entre 35 a 65 años. Con respecto al sexo, el grupo expuesto contó con un mayor porcentaje de hombres (52.8%), mientras que las mujeres fueron más numerosas en el grupo no expuesto (65.4%).

Tabla 1. Comparación entre grupos PSE y PSNE en subgrupos de edades y sexo

Edad	Media ± DE	Expuesto (n 127)	No expuesto (n 254)	Total
		44.3 ± 9.2	44.01 ± 9.7	
Edad agrupada	<35 años	20 (15.7%)	47 (18.5%)	67 (17.6%)
	35 a 65 años	106 (83.5%)	204 (80.3%)	310 (81.4%)
	>65 años	1 (0.8%)	3 (1.2%)	4 (1.0%)
Sexo	Hombre	67 (52.8%)	88 (34.6%)	155 (40.7%)
	Mujer	60 (47.2%)	166 (65.4%)	226 (59.3%)

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la edad media ni en la distribución por grupos etarios entre el personal expuesto y no expuesto ($p > 0.05$). Sin embargo, se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en la distribución por sexo, con mayor proporción de hombres en el grupo expuesto ($p < 0.05$).

El 12.6% (n 16) del personal de salud expuesto presentó lesión tiroidea, es decir, el doble del porcentaje presentado en el grupo no expuesto, que fue del 6.3% (n: 16); OR: 2.1 (IC 95%: 1.0-4.4) (p : 0.04) (Tabla 2). Dado que no se cuenta con un registro preciso del tiempo de exposición de cada trabajador fueron excluidos los trabajadores que tenían una edad inferior de 26 años a la fecha de inicio del intervalo de estudio.

El personal de salud expuesto a radiación ionizante tuvo un riesgo significativamente mayor que el personal de salud no expuesto (OR: 2.1; IC 95%: 1.035-4.443). El análisis por subgrupo de edad muestra que el PSE tuvo mayor riesgo de sufrir lesiones tiroideas entre los 35 y los 65 años (OR: 2.24; IC 95%: 1.0604-4.7317; p : 0.03). Las mujeres presentaron mayor riesgo de lesiones tiroideas que los hombres (OR 3.12; IC 95%: 1.4336-6.8118; p : 0.03) (Tabla 3).

En el grupo expuesto la lesión tiroidea aislada más frecuente fue el nódulo tiroideo (31.3%) seguida del hipotiroidismo subclínico (25.0%). Tres personas presentaron hipotiroidismo y nódulo tiroideo (18.8%). En el grupo no expuesto, el hipotiroidismo clínico fue el hallazgo más frecuente (37.5%) seguido del hipotiroidismo subclínico (31.3%) y nódulo tiroideo (25.0%). Solo hubo un caso de hipertiroidismo en el estudio y se halló en el grupo expuesto. Durante el estudio no se encontraron casos de cáncer de tiroides. Los nódulos tiroideos tuvieron grado II en la escala de TIRADS por lo que no requirieron punción (Tabla 4). No todo el personal estudiado contaba con registros de anticuerpos antitiroideos en los registros médicos por lo que este dato fue omitido intencionalmente.

Tabla 2. Personal hospitalario que presentó cambios tiroideos según la exposición a radiación ionizante

	Con lesión tiroidea (n 32)	Sin lesión tiroidea (n 349)
Expuesto a radiación ionizante (n 127)	16 (12.6%)	111 (87.4%)
No expuesto a radiación ionizante (n 254)	16 (6.3%)	238 (93.7%)

La media de la dosis anual acumulada del POE del estudio fue de 0.77 mSv/año. La dosis límite de RI aceptada por el hospital es la establecida por la Comisión Internacional de Protección Radiológica para el POE ($H_p(10) = 20$ mSv/año y $H_p(0.07) = 500$ mSv/año). Es necesario aclarar que los datos analizados son exclusivamente del dosímetro empleado dentro de las instalaciones del Hospital. No fueron consideradas dosis adicionales de RI por exposición fuera del establecimiento de salud tratado en el presente estudio.

Los licenciados de imágenes fue el subgrupo que presentó la mitad de las lesiones tiroideas halladas (n: 8; 50.0%). El 18.0% de las licenciadas en enfermería que se encuentran expuestas a radiación ionizante presentaron alteraciones (n: 3; 18.8%) (Tabla 5).

El 31.3% del personal expuesto a radiación ionizante pertenece al área del departamento de imágenes. Dentro del subgrupo “otros” se englobaron las áreas urología, neurocirugía y otras no especificadas (25.0%). Las áreas de traumatología, cardiología y radioterapia correspondieron a 12.5%. El 20.0% de los cardiólogos expuestos a RI presentaron alteraciones tiroideas (Tabla 6).

Discusión

La presente investigación evidencia que el personal de salud ocupacionalmente expuesto a radiación ionizante en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo presenta un riesgo significativamente mayor de sufrir lesiones tiroideas en comparación con el personal no expuesto (OR: 2.1; IC 95%: 1.035-4.443; p : 0.04). Este hallazgo principal responde al objetivo del estudio y coincide con la tendencia reportada por Aschebrook-Kiloy et al., quienes indican un incremento del riesgo de patología tiroidea (OR de 1.5 a 3.3) en poblaciones con interacción directa con rayos X por su ocupación.¹⁷

La literatura internacional recopilada por Aschebrook-Kilfoy et al.¹⁷, analizan la incidencia de patología tiroidea en diversos países (incluyendo China, Estados Unidos y Canadá), empleando métricas como la razón de incidencia proporcional (PIR) y el riesgo relativo (RR). Dicho estudio reportó un incremento del riesgo en tecnólogos radiológicos (RR 1.85; IC 95%: 1.02-3.35) y en médicos y enfermeras (RR 1.22; IC 95%: 1.01-1.47).

Al contrastar estas cifras globales con los hallazgos de nuestro trabajo, la situación del personal en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo resulta peor (más riesgosa), ya que nuestra población expuesta presentó una razón de probabilidades (OR) de 2.1 (IC 95%: 1.035-4.443). Esto indica que el riesgo ocupacional en

Tabla 3. Comparación del riesgo de lesiones tiroideas entre el personal de salud expuesto (PSE) y el personal de salud no expuesto (PSNE).

Variable / Grupo	Con lesión (n=32)	Sin lesión (n=349)	OR (IC 95%)	Valor p
<35 años				
PSE	0	20	0.8	0.80
PSNE	1	46	(0.03-9.4)	
35 a 65 años				
PSE	16	90	2.2	0.03
PSNE	15	189	(1.1-4.7)	
>65 años				
PSE	0	1	2.3	1.00
PSNE	0	3	(0.03-182.7)	
Varones				
PSE	1	66	40	0.30
PSNE	0	88	(0.16-99.7)	
Mujeres				
PSE	15	45	3.1	0.004
PSNE	16	150	(1.4-6.8)	

nuestro entorno no solo es estadísticamente significativo, sino que supera los promedios de riesgo reportados internacionalmente para subgrupos de salud similares, situando a nuestros trabajadores en un escenario de mayor vulnerabilidad clínica

Un estudio de cohorte retrospectivo llevado en Los Ángeles, Estados Unidos, por Haselkorn et al. ¹⁸, se observaron mayores tasas de incidencia proporcional de cáncer de tiroides. Este estudio fue llevado en dentistas (PIR: 388.4; IC 95%: 200.5-678.5), médicos (hombres: PIR: 240.6; IC 95%: 166.6-336.2; mujeres: PIR: 164.6; IC 95%: 85.0-287.6) y técnicos radiológicos (PIR: 425.8; IC 95%: 137.2-993.6). Otro estudio, esta vez realizado en Corea del Sur, ²¹ reveló una

incidencia significativamente mayor de cáncer de tiroides en relación con las tasas nacionales tanto para hombres (SIR: 1.72, IC 95%: 1.53-1.91) como para mujeres (SIR: 1.18, IC 95%: 1.08-1.28). Sin embargo, no proporcionó evidencia de una relación dosis respuesta con respecto a la cantidad de radiación acumulada sobre la glándula tiroides.

Si bien diversas investigaciones en tecnólogos de radiología no han determinado una asociación directa entre la exposición crónica y el carcinoma tiroideo, el riesgo de malignidad aumenta ante cofactores como el sexo femenino, un índice de masa corporal elevado y la frecuencia de acompañamiento en procedimientos radiológicos (más de 50 ocasiones). Estos hallazgos son fundamentales para contextualizar la situación de nuestra muestra, pues explican la ausencia de diagnósticos de cáncer de tiroides en el periodo analizado. ¹⁹

No obstante, la comparación de datos revela una situación de riesgo clínico superior en el personal del Hospital Teodoro Maldonado Carbo, ya que la alta prevalencia de nódulos tiroideos (31.3%) e hipotiroidismo subclínico (25%) sugiere que la afectación orgánica se manifiesta de forma temprana en estadios funcionales y morfológicos iniciales. Asimismo, la estrecha concordancia entre el riesgo elevado en el sexo femenino descrito en la literatura internacional y el hallado en nuestro estudio (OR 3.12) valida la vulnerabilidad biológica de este subgrupo y refuerza la necesidad de una vigilancia epidemiológica específica en las áreas de exposición.

Más allá del riesgo neoplásico, las alteraciones funcionales representan un eje crítico en la evaluación del personal expuesto. En la presente investigación, se determinó que la disfunción tiroidea (caracterizada por la elevación de TSH) es un hallazgo prevalente, afectando al 62.5% de los trabajadores con lesiones dentro del grupo expuesto. Al contrastar estos resultados con la literatura internacional, que asocia el incremento de TSH predominantemente con el sexo masculino, ^{20,21} nuestros datos revelan una situación clínicamente más desfavorable para el personal femenino, que concentró la casi totalidad de las alteraciones hormonales detectadas (15 de 16 casos). Este hallazgo demuestra que, en nuestro contexto, los niveles de TSH no solo

Tabla 4. Comparación de tipo de lesión tiroidea entre personal de salud expuesto y el personal de salud no expuesto.

		Expuestos			No expuestos		
		n	%	% válido	n	%	% válido
Válidos	Hipotiroidismo clínico	3	2.4	18.8	6	2.4	37.5
	Hipotiroidismo subclínico	4	3.1	25.0	5	2.0	31.3
	Nódulo tiroideo	5	3.9	31.3	4	1.6	25.0
	Hipotiroidismo y nódulo tiroideo	3	2.4	18.8	1	0.4	6.3
	Hipertiroidismo	1	0.8	6.3			
	Subtotal	16	12.6	100.0	16	6.3	100.0
Perdidos del sistema		111	87.4		238	93.7	
Total		127	100.0		254	100.0	

Tabla 5. Descripción de prevalencia de alteraciones tiroideas por ocupación en el personal expuesto

Ocupación	Distribución	Con lesión tiroidea	Sin lesión tiroidea	Total
Médicos	Recuento	3	45	48
	% dentro de ocupación	6.3%	93.8%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	18.8%	40.5%	37.8%
Licenciados en Enfermería	Recuento	3	13	16
	% dentro de ocupación	18.8%	81.3%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	18.8%	11.7%	12.6%
Auxiliares de Enfermería	Recuento	1	16	17
	% dentro de ocupación	5.9%	94.1%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	6.3%	14.4%	13.4%
Tecnólogos en Radiología	Recuento	1	20	21
	% dentro de ocupación	4.8%	95.2%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	6.3%	18.0%	16.5%
Licenciados en Radiología	Recuento	8	17	25
	% dentro de ocupación	32.0%	68.0%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	50.0%	15.3%	19.7%

son un indicador relevante y exhaustivamente evaluado, sino que manifiestan una vulnerabilidad de género específica ante la exposición crónica.

En un inicio se daba más importancia a ciertos factores individuales como el tabaquismo, el sexo, la edad etc.²³ Pero el enfoque epidemiológico está dándole más importancia cada vez más a ciertos antecedentes como son la historia de irradiación en la infancia o durante la gestación o la multiparidad.^{24,25}

La exposición a radiaciones ionizantes puede causar un grave daño genético como son la rotura de doble cadena en el ADN²⁶ esta lesión puede ser reparada o puede llevar a la carcinogénesis. Ya en estudios anteriores se ha intentado identificar un probable aumento de las lesiones orgánicas por exposición a radiaciones ionizantes en trabajadores de la salud, siendo especialmente los trabajadores de las áreas de Medicina Nuclear los que podrían sufrir un daño genético más severo.²⁷

Es así como desde hace algunas décadas el uso de radiación ionizante en procedimientos diagnósticos y de tratamiento ha tenido una importante expansión por ende hay más personal de salud expuesto a riesgo, consideremos también que se calcula que en un futuro del 2 al 3 % de las neoplasias estarían con relación a exposición a radiación ionizante.²⁸

En el presente estudio, la jubilación actúa como un factor determinante en la distribución epidemiológica de las lesiones detectadas, ya que representa el cese de la exposición crónica acumulativa en el entorno hospitalario. En este estudio, la baja prevalencia en mayores de 65 años (quienes representan apenas el 1% de la muestra) responde a que este grupo etario se encuentra mayoritariamente en etapa de retiro, lo que los excluye del personal activo monitoreado por dosimetría. Con respecto al estudio de Lee,²¹ nuestros resultados presentan un escenario peor en cuanto a la ventana de riesgo. Mientras que en la población surcoreana

las alteraciones se concentran en un rango joven (20-40 años), en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo la afectación se extiende y prevalece hasta los 65 años, lo que sugiere un impacto sostenido durante toda la vida laboral activa que solo se ve interrumpido por la jubilación. De este modo, la jubilación no indica una disminución real del riesgo biológico, sino la salida del trabajador del sistema de exposición y registro institucional.

Un estudio de autoinmunidad y disfunción tiroidea relacionada con la radiación encontró una fuerte asociación entre radiación a dosis altas y el hipotiroidismo e hipertiroidismo.²² No pudo negar ni afirmar la asociación entre autoinmunidad y disfunción tiroidea con la radiación a dosis bajas. Nuestro reporte, aunque con una escala mucho menor, evidenció que existe asociación entre lesiones tiroideas y la exposición a radiación ionizante, a pesar de que los niveles de radiación están muy por debajo del límite establecido (media 0.79 mSv/año) de acuerdo con los registros de dosimetría del hospital.

Para la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) el límite permitido es Hp10= 20 mSv/año y Hp 0.07= 500 mSv/año para el personal ocupacionalmente expuesto.

Los nódulos tiroideos fueron los hallazgos más prevalentes en el estudio: 31% vs 25% entre el personal expuesto y el grupo no expuesto, respectivamente. Este hallazgo también ha sido frecuente en estudios realizados en el Hospital Universitario de Bari en Italia en el que la tasa de nódulos tiroideos fue de 37% vs 31% en este estudio.²⁴

De las lesiones funcionales, el hipotiroidismo subclínico es el hallazgo más frecuente con 3.1% de frecuencia entre los trabajadores expuestos a radiación como se evidenció también en un estudio realizado en un hospital de Madrid,²⁵ si bien en dicho reporte la frecuencia fue 7.1%, el doble que la del presente trabajo de investigación.

Tabla 6. Distribución de prevalencia de alteraciones tiroideas por áreas de exposición en el personal expuesto

Áreas de exposición	Frecuencias	Con lesión tiroidea	Sin lesión tiroidea	Total
Departamento de Imágenes	Recuento	5	28	33
	% dentro de área de exposición	12.5%	84.8%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	31.3%	25.2%	26.0%
Traumatología	Recuento	2	34	36
	% dentro de área de exposición	5.6%	94.4%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	12.5%	30.6%	28.3%
Cardiología	Recuento	2	8	10
	% dentro de área de exposición	20.0%	80.0%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	12.5%	7.2%	7.9%
Cirugía Vascular	Recuento	0	5	5
	% dentro de área de exposición	0.0%	100.0%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	0.0%	4.5%	3.9%
Quirófano	Recuento	1	12	13
	% dentro de área de exposición	7.7%	92.3%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	6.3%	10.8%	10.2%
Radioterapia	Recuento	2	10	12
	% dentro de área de exposición	16.7%	83.3%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	12.5%	9.0%	9.4%
Otras áreas	Recuento	4	14	18
	% dentro de área de exposición	22.2%	77.8%	100.0%
	% dentro de enfermedad tiroidea	25.0%	12.6%	14.2%

La prevalencia de lesiones tiroideas fue mayor en el personal ocupacionalmente expuesto a la radiación ionizante en comparación con el personal no expuesto. El grupo de licenciados en radiología fue el que más desarrolló lesiones tiroideas entre el personal de salud expuesto. Por esta razón, el riesgo de sufrir lesiones tiroideas es mayor en el personal de salud que trabaja de manera constante en áreas con equipos que generan radiaciones ionizantes.

Las patologías asintomáticas como los nódulos tiroideos (31%), seguido del hipotiroidismo subclínico (25%), fueron los hallazgos más frecuentes. No se presentaron casos de cáncer de tiroides en este estudio, a pesar de ser la lesión tiroidea más asociada a la exposición de radiación ionizante.

La prevalencia de enfermedades tiroideas en personal de salud expuesto a radiación ionizante fue mayor a la de la población general ecuatoriana (12% vs 6%, respectivamente), aunque el sexo femenino sigue siendo el predominante. Las enfermedades tiroideas se presentaron a edades más tempranas en el personal de salud expuesto a radiación ionizante que la edad promedio para estas (65 años).

No se consideró indispensable pedir auto anticuerpos indiscriminadamente pues es un desperdicio de recursos (especialmente en países como el nuestro), el método avalado para la evaluación de los nódulos tiroideos es primordialmente la ecografía.²⁹⁻³¹

Una de las debilidades de nuestro estudio es que no se evaluó

otras variables que podrían incrementar la exposición a radiación ionizante como son el mal estado de los aparatos , deficiencias en los métodos de barrera en el medio , mal uso de los dosímetros , insuficiente disponibilidad de EPP (equipos de protección personal), presencia de auto anticuerpos como causante de lesiones en la tiroides , además del desconocimiento de los profesionales sanitarios sobre los conceptos básicos sobre seguridad radiológica, dosis máxima permitida , uso correcto de los equipos de EPP hechos que ya han sido evidenciado en estudios como los realizados en Canadá y en Brasil.³²

En nuestro hospital existe un Protocolo de Seguridad Radiológica pero los autores no han tenido acceso a una evaluación de la aplicación de este en el personal sanitario expuesto a radiación ionizante

Conclusiones

Los resultados de esta investigación permiten concluir que existe una asociación estadísticamente significativa entre la exposición ocupacional a radiaciones ionizantes y el desarrollo de lesiones tiroideas en el personal del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo, evidenciada por un riesgo de afectación dos veces mayor (OR 2.1) en comparación con el personal no expuesto. Esta problemática se manifiesta predominantemente a través de nódulos tiroideos (31.3%) e hipotiroidismo subclínico (25%), hallazgos que sitúan la salud del personal local en una situación de riesgo clínico superior a la reportada en la literatura

internacional para subgrupos sanitarios similares. Se identifica un perfil de alta vulnerabilidad en el sexo femenino (OR 3.12) y en los licenciados en radiología, quienes concentraron el 50% de las alteraciones detectadas, manteniendo una susceptibilidad persistente hasta los 65 años. Fundamentalmente, se determina que la seguridad biológica no está garantizada bajo los límites legales de radioprotección vigentes, ya que se evidenció daño orgánico funcional y morfológico con una dosis media de apenas 0.77 mSv/año, lo que representa un escenario de riesgo superior al previsto por los estándares de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

Una de las debilidades principales de esta investigación es la escasez de estudios similares realizados en el contexto hospitalario de Ecuador y Latinoamérica, lo que restringe la comparabilidad de los hallazgos a nivel regional. A esta limitación se suma un sesgo de información derivado de que el personal no expuesto solo contaba con registros de pruebas tiroideas cuando el médico laboral las consideró pertinentes, a diferencia del seguimiento más sistemático en el grupo expuesto. Asimismo, la ausencia de reportes ecográficos y de niveles de anticuerpos antitiroideos en la totalidad de la muestra impidió realizar una caracterización morfológica exhaustiva y descartar definitivamente etiologías autoinmunes como causa de la disfunción. Otra debilidad relevante es el desconocimiento de posibles exposiciones radiológicas adicionales del personal fuera de las instalaciones del hospital tratado. Además, el estudio no evaluó variables técnicas críticas como el estado de mantenimiento de los equipos emisores, el cumplimiento efectivo del Protocolo de Seguridad Radiológica o el nivel de conocimientos de los trabajadores sobre medidas de barrera y uso correcto de EPP. La falta de control sobre estas variables secundarias representa un escenario de incertidumbre peor que el de estudios internacionales con monitoreo ambiental estricto, lo que obliga a interpretar la asociación hallada bajo un criterio de prudencia epidemiológica.

Los valores de los dosímetros no reflejaron dosis excesivas de radiación ionizante en el personal, sin embargo, sí se evidencian lesiones tiroideas. Por lo antes mencionado, es necesario hacer un seguimiento de los trabajadores con lesiones tiroideas por la posibilidad de desarrollar lesiones malignas en el futuro. Deben mejorarse los controles sobre el uso adecuado de los dosímetros y los factores de riesgo físicos como las radiaciones ionizantes a fin de prevenir la aparición de lesiones tiroideas en los trabajadores de la salud expuestos.

Referencias

1. Centers for Disease Control and Prevention. Ionizing Radiation; 2021. <https://wwwn.cdc.gov/TSP/PHS/PHS.aspx?phsid=482&toxid=86>
2. Consejo de Seguridad Nuclear. Protección radiológica; 2012. <https://www.csn.es/documents/10182/914805/Protecci%C3%B3n%20radiol%C3%B3gica.pdf>
3. Consejo de Seguridad Nuclear. Efectos biológicos de la radiación ionizante; 2013. https://csn.ciemat.es/MDCSN/recursos/ficheros_md/1581136598_1572009112950.pdf

4. OMS. Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección; 2023. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>
5. Camino DKS. Epidemiología del cáncer de tiroides en el personal del Hospital IESS Ambato de enero-diciembre 2015. Trabajo de grado. Universidad Regional Autónoma de los Andes, Facultad de Ciencias Médicas, Carrera de Medicina; 2016. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/5161>
6. Foray N, Bourguignon M, Hamada N. Individual response to ionizing radiation. Mutation research. Reviews in mutation research. 2016; 770(Pt B): 369-386. doi: 10.1016/j.mrrev.2016.09.001
7. OMS. Ionizing radiation, health effects and protective measures; 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>
8. Melmed S, Polonsky KS, Reed LP, Kronenberg HM. Williams, tratado de endocrinología. ed.13 Elsevier; 2017.
9. Vanderpump MP. The epidemiology of thyroid disease. British Medical Bulletin. 2011; 99: 39-51. Doi: 10.1093/bmb/ldr030
10. Brenner AV, Tronko MD, Hatch M, Bogdanova TI, Oliynik VA, Lubin JH, et al. (2011). I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chernobyl accident. Environ Health Perspect. 2011 Jul;119(7):933-9. doi: 10.1289/ehp.1002674.
11. Chen T-Y, Hsu C-C, Feng I-J, Wang J-J, Su S-B, Guo H-R, et al. Higher risk for thyroid diseases in physicians than in the general population: a Taiwan nationwide population-based secondary analysis study. QJM Mon J Assoc Physicians. 2017; 110(3): 163-8. doi: 10.1093/qjmed/hcw140
12. Tu L, Wang SL, Dong Q, Song HY, Li XT, Tan CP, Dong X. Effect of low-dose ionizing radiation exposure on thyroid function in a medical occupational population. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi. 2018 Feb 20;36(2):91-94. doi: 10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2018.02.003.
13. López GE, Bautista LN, Navarro CM, Hernández BM, Segale BA. Thyroid cancer in Ecuador. BMC Cancer. 2020; 20(1): 637. Doi: 10.1186/s12885-020-07137-0
14. Salazar-Vega J, Ortiz-Prado E, Solis-Pazmino P, Gómez-Barreno L, Simbaña-Rivera K, Henríquez-Trujillo AR, et al. Thyroid Cancer in Ecuador, a 16 years population-based analysis (2001-2016). BMC Cancer. 2019; 19(1): 294. Doi: 10.1186/s12885-019-5485-8
15. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. Cancer; 2011. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2013/infocancer.pdf>

16. Fernandez SJ. Clasificación TI-RADS de los nódulos tiroideos en base a una escala de puntuación modificada con respecto a los criterios ecográficos de malignidad. *Revista Argentina de Radiología*. 2014; 78(3): 138-148. DOI: 10.1016/j.rard.2014.07.015.
17. Aschebrook-Kilfoy B, Ward MH, Della Valle CT, Friesen MC. Occupation and thyroid cancer. *Occupational and environmental medicine*. 2014; 71(5): 366-380. doi:10.1136/oemed-2013-101929
18. Haselkorn T, Bernstein L, Preston-Martin S, Cozen W, Mack WJ. Descriptive epidemiology of thyroid cancer in Los Angeles County, 1972-1995. *Cancer Causes Control*. 2000; 11(2): 163-70. doi: 10.1023/a:1008932123830.
19. Segura W, Téllez D. Riesgo de desarrollar cáncer de tiroides en radiólogos y tecnólogos de radiología con exposición ocupacional a radiación ionizante. *Revista Médica Sanitas*. 2009; 12(2): 42-8.
20. Alawneh K, Alshehabat M, Al-Ewaidat H, Raffee L, Forihat D, Khader Y. Asymptomatic Effect of Occupational Radiation Exposure on Thyroid Gland Hormones and Thyroid Gland Ultrasonographic Abnormalities. *J Clin Med*. 2018; 7(4): 72. doi: 10.3390/jcm7040072
21. Lee WJ, Preston DL, Shil CE, Ko S, Lim H. Thyroid cancer risks among medical radiation workers in South Korea, 1996-2015. *Environ Health*. 2019; 18(1): 19. doi: 10.1186/s12940-019-0460-z.
22. Nagayama Y. Radiation-related thyroid autoimmunity and dysfunction. *J Radiation Res*. 2018; 59(Suppl 2): ii98-107. doi: 10.1093/jrr/rrx054
23. Vimercati L, De Maria L, Mansi F, Caputi A, Ferri GM, Luisi V, et al. Prevalence of Thyroid Diseases in an Occupationally Radiation Exposed Group: A Cross-Sectional Study in a University Hospital of Southern Italy. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*. 2019;19(6):803-808. doi: 10.2174/1871530318666181102114627.
24. Luna-Sánchez S, Del Campo MT, Valverde MJ, Mahillo FI, Sancho CFJ, de la Hoz RE. Thyroid Function in Health Care Workers Exposed to Ionizing Radiation. *Health physics*, 117(4), 403-407. Doi: 10.1097/HP.0000000000001071
25. Murillo BMR, Palta GAM, Patiño MGE. (2020). Prueba diagnóstica entre la citología, biopsia por congelación e histopatología en el diagnóstico del Nódulo Tiroideo en pacientes atendidos en Solca desde el año 2009 2017. *Rev Oncol Ecu*. 2020; 30(3): 204-214. Doi: 10.33821/490
26. Dean DS, Gharib H. Epidemiology of thyroid nodules. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2008 Dec;22(6):901-11. doi: 10.1016/j.beem.2008.09.019.
27. Recio-Córdova JM, Higuera-Minguez C, García-Duque M, Alan-Peinado AR. Evaluación endocrinológica del paciente con enfermedad nodular tiroidea. *Revista ORL*. 2019; 11(3): 265-272. Doi: 10.14201/orl.21524
28. Hasan BIK. Potential Use of Biomarker γ -H2AX on Peripheral Blood Patient Who Underwent Radioiodine Ablation Treatment in Indonesia. *Indonesian J Cancer*. 2021; 15(2): 101-106. doi: 10.33371/ijoc.v15i2.764
29. Asano T, Sato K, Onodera JI. United nations scientific committee on the effects of atomic radiation 2000 report. *Japanese J Health Physics*. 2001; 36(2): 149-158.
30. Linet MS, Slovis TL, Miller DL, Kleinerman R, Lee C, Rajaraman P, et al. Cancer risks associated with external radiation from diagnostic imaging procedures. *CA Cancer J Clin*. 2012 Mar-Apr;62(2):75-100. doi: 10.3322/caac.21132.
31. Medica Capacitación. Guía práctica para el diagnóstico y tratamiento del nódulo tiroideo. Diplomado en Ultrasonografía Médica; 2019. <https://diplomadomedico.com/guia-practica-para-el-diagnostico-y-tratamiento-del-nodulo-tiroideo-2/>
32. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Pruebas de la tiroides; 2024. <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/pruebas-diagnosticas/pruebas-tiroides>
33. Carrión M. Correlación cito-histopatológica de pacientes con nódulos tiroideos atendidos en el hospital escuela Oscar Danilo Rosales Arguello en el período agosto 2018 a agosto 2020. Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2020. <http://hdl.handle.net/123456789/9394>
34. Pires RE, Nogueira RIG, Vaz de FAR, Giordano V, Labronici PJ, Dias BW. The hidden risk of ionizing radiation in the operating room: a survey among 258 orthopaedic surgeons in Brazil. *Patient Saf Surg*. 2020 Apr 22;14:16. doi: 10.1186/s13037-020-00238-6.

© Universidad Libre. 2025. Licence Creative Commons CC-by-nc-sa/4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>

