

# EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD INTRAOPERATORIA DE LAS GLÁNDULAS PARATIROIDES MEDIANTE ANGIOGRAFÍA CON VERDE DE INDOCIANINA EN PACIENTES SOMETIDOS A TIROIDECTOMÍA TOTAL

ALEJANDRO JOSÉ SÁNCHEZ SOSA<sup>1</sup> 

LUIS ARTURO AYALA<sup>2</sup>

ODOARDO LEÓN-PONTE<sup>3</sup>

LUIS HENRIQUE ANGARITA<sup>4</sup>

## EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD INTRAOPERATORIA DE LAS GLÁNDULAS PARATIROIDES MEDIANTE ANGIOGRAFÍA CON VERDE DE INDOCIANINA EN PACIENTES SOMETIDOS A TIROIDECTOMÍA TOTAL

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la viabilidad de las glándulas paratiroides mediante angiografía intraoperatoria con verde de indocianina (ICG) y su valor como predictor de hipocalcemia en el postoperatorio de tiroidectomía total. **Material y método:** Estudio observacional, prospectivo y descriptivo. Se incluyeron pacientes sometidos a tiroidectomía total entre febrero y septiembre de 2024. Se realizó evaluación intraoperatoria de glándulas paratiroides con ICG y se estableció una escala fotocromática de 0 a 2 para valorar viabilidad glandular. Se comparó con grupo control operado entre febrero y diciembre de 2023 sin uso de ICG. Se midieron niveles de calcio y PTH postoperatorios y se evaluaron signos clínicos de hipocalcemia. **Análisis estadístico** con ANOVA y  $p < 0,05$  como valor de significancia. **Resultados:** Se analizaron 40 pacientes (19 con ICG, 21 control). La visualización de las glándulas fue exitosa en todos los casos del grupo con ICG, con 65% mostrando cuatro glándulas. La incidencia de hipoparatiroidismo fue menor en el grupo con ICG (11%) comparado con el control (19%), sin significancia estadística. Se observó correlación entre disección de compartimiento central y mayores tasas de hipocalcemia. **Conclusiones:** La angiografía intraoperatoria con ICG permite evaluar de forma objetiva la viabilidad de las glándulas paratiroides. Es una técnica segura y útil que contribuye a reducir el riesgo de hipocalcemia postoperatoria, especialmente en procedimientos complejos.

**Palabras clave:** Intraoperative Viability Assessment of Parathyroid Glands Using Indocyanine Green Angiography in Patients Undergoing Total Thyroidectomy

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the viability of parathyroid glands using intraoperative indocyanine green (ICG) angiography and its value as a predictor of postoperative hypocalcemia following total thyroidectomy. **Material and Methods:** A prospective, observational, and descriptive study was conducted. Patients undergoing total thyroidectomy between February and September 2024 were included. Intraoperative evaluation of parathyroid glands was performed using ICG angiography, applying a 0-to-2 colorimetric scale to assess gland viability. Results were compared to a control group operated between February and December 2023 without the use of ICG. Postoperative calcium and parathyroid hormone (PTH) levels were measured, and clinical signs of hypocalcemia were recorded. Statistical analysis included ANOVA, with a significance level set at  $p < 0.05$ . **Results:** Forty patients were included (19 in the ICG group, 21 in the control group). In the ICG group, successful visualization of parathyroid glands was achieved in all cases, with 65% of patients showing four glands. The incidence of hypoparathyroidism was lower in the ICG group (11%) compared to the control group (19%), though not statistically significant. Central neck dissection was associated with higher rates of hypocalcemia. **Conclusions:** Intraoperative angiography with ICG enables objective assessment of parathyroid gland viability. It is a safe and useful technique that contributes to reducing the risk of postoperative hypocalcemia, particularly in complex thyroid surgeries.

**Key words:** Total thyroidectomy, Indocyanine green, Parathyroid glands, Hypoparathyroidism, Intraoperative angiography, Hypocalcemia

1. Cirugía General y Laparoscópica. Cirugía de trauma, Curso de perfeccionamiento en cirugía de glándulas endocrinas. Adjunto servicio de Cirugía 2 Hospital Dr. Domingo Luciani. Caracas- Venezuela Correo-e: ajss2306@gmail.com
2. Cirugía General y Laparoscópica. Cirugía endocrina. Director del programa perfeccionamiento profesional en cirugía de glándulas endocrinas y laparoscópica avanzada. Centro Médico Docente La Trinidad. Caracas-Venezuela
3. Cirujano General. Adjunto al Servicio de Cirugía Hospital Dr. Luis Razetti. Coordinador General de la Extensión Geográfica Barinas de la Universidad de los Andes. Profesor asistente de la Cátedra de Cirugía General ULA Barinas. Barinas – Venezuela
4. Cirugía General y Laparoscópica. Cirugía Bariátrica y Metabólica. Cirugía oncológica Docente académico del programa perfeccionamiento profesional en cirugía de glándulas endocrinas y laparoscópica avanzada. Centro Médico Docente La Trinidad. Caracas-Venezuela.
5. Cirugía General y Laparoscópica. Cirugía de colon, recto y ano. Director académico del programa perfeccionamiento profesional en cirugía de glándulas endocrinas y laparoscópica avanzada. Centro Médico Docente La Trinidad. Caracas-Venezuela.

Recepción: 25/06/2025  
Aprobación: 20/09/2025  
DOI: 10.48104/RVC.2025.78.2.5  
[www.revistavenezolanadecirugia.com](http://www.revistavenezolanadecirugia.com)

## INTRODUCCIÓN

La tiroidectomía se utiliza ampliamente en el tratamiento de trastornos de la glándula tiroides, en patología tanto benigna como maligna. A pesar de ser un procedimiento quirúrgico seguro, enfrenta el desafío de preservar la función de las glándulas paratiroides, fundamentales para el metabolismo del calcio en el organismo <sup>(1)</sup>.

El traumatismo glandular asociado a devascularización desapercibida, edema o extirpación inadvertida de la glándula paratiroides durante la tiroidectomía son causas de hipocalcemia durante el postoperatorio. Esta complicación se presenta en un porcentaje variable de pacientes, desde el 5 hasta el 40% <sup>(1,2)</sup>. El hipoparatiroidismo permanente ocurre hasta el 10% de los casos, alterando de forma negativa la calidad de vida y necesitando ingesta de suplementos de calcio, vitamina D de por vida <sup>(3)</sup>.

Se han propuestos varios predictores de hipocalcemia postoperatoria, la medición de la hormona paratiroidea (PTH), es el predictor más preciso <sup>(4)</sup>. Sin embargo, existen estudios que han demostrado resultados contradictorios respecto al momento de tomar la muestra, el tipo de ensayo y el umbral de PTH. Los niveles de PTH reflejan la función paratiroidea durante el postoperatorio, pero no pueden utilizarse para predecir viabilidad o perfusión de las glándulas paratiroides en vivo <sup>(5,6)</sup>.

El Verde de indocianina o ICG en sus siglas en inglés (Indocyanine Green) es un colorante fluorescente soluble en agua que puede detectarse mediante equipos de video y cámara con generadora de luz infrarroja. Cuando se administra por vía endovenosa permite la evaluación intraoperatoria en tiempo real de la vascularización del tejido <sup>(7)</sup>. El desarrollo técnico de las imágenes con fluorescencia ha permitido la utilización de esta técnica en diferentes procedimientos quirúrgicos, evidenciando el estado de irrigación de los órganos investigados <sup>(8)</sup>.

Estudios recientes han sugerido que la evaluación de la viabilidad de las glándulas paratiroides mediante angiografía con verde de indocianina podría ser útil para predecir la función paratiroidea postoperatoria y así evitar la temida hipocalcemia (9,10). Sin embargo, la angiografía intraoperatoria con verde de indocianina de las glándulas paratiroides, sigue siendo una técnica nueva y su utilidad puede ser controversial.

Actualmente es aceptado que solo una glándula paratiroides bien perfundida es suficiente para mantener niveles normales de calcio, se han establecido sistemas de puntuación cuantitativos basados en un escala de color según la cantidad de verde de indocianina que capta la glándula: 0: Color ausente (No viable) 1: Color verde parcial (Viabilidad parcial) y 2: Color verde homogéneo (Bien vascularizado), que han servido como parámetro para predecir la hipocalcemia durante el

postoperatorio de tiroidectomías <sup>(11,12)</sup>. Y en este trabajo intentamos confirmar su utilidad.

En nuestro país no existe antecedente alguno de intentos de evaluación de viabilidad de glándulas paratiroides mediante verde de indocianina, por lo que justificamos este trabajo con el fin de demostrar su utilidad.

## MÉTODOS

**Tipo de estudio:** Estudio observacional descriptivo prospectivo

### Población y muestra

Pacientes sometidos a tiroidectomía total con o sin disección de compartimiento central por patología benigna o maligna en el periodo de febrero y septiembre del 2024 por el equipo de cirujanos del Instituto de Cirugía Avanzada, donde se evaluó la viabilidad de glándulas paratiroides mediante angiografía intraoperatoria con ICG.

Grupo control de pacientes sometidos a tiroidectomía total con o sin disección de compartimiento central por patología benigna o maligna en el periodo de febrero y diciembre del 2023 por el equipo de cirujanos del Instituto de Cirugía Avanzada, en donde se evaluó viabilidad de glándulas paratiroides mediante la técnica quirúrgica clásica.

### Criterios de inclusión y exclusión

- **Inclusión:** Todos los pacientes sometidos a tiroidectomía total con o sin disección de compartimiento central por patología benigna o maligna en el periodo de febrero - septiembre 2024 en quienes se evaluaron glándulas paratiroides mediante angiografía intraoperatoria con ICG.

En el grupo control están todos los pacientes sometidos a tiroidectomía total con o sin disección de compartimiento central por patología benigna o maligna en el periodo de febrero - diciembre 2023 en quienes se evaluaron glándulas paratiroides mediante técnica quirúrgica clásica.

- **Exclusión:** Pacientes que no se encuentran en la línea de tiempo propuesta, pacientes sometidos a tiroidectomía parcial.

### Procedimiento clínico

Con una base de datos de los pacientes sometidos a tiroidectomía total con o sin disección de compartimiento central, a quienes se les practicara angiografía intraoperatoria con verde de indocianina para evaluar viabilidad de glándulas paratiroides, describiendo la técnica, la respuesta fotocromática y su utilidad como predictor de hipocalcemia en el postoperatorio.

### Preparación del verde de indocianina

El verde de indocianina utilizado en este estudio fue preparado de acuerdo con las directrices del fabricante. El polvo fue reconstituido con agua destilada para obtener una concentración final de 2,5 mg/mL. La solución fue agitada suavemente hasta que el polvo se disolvió completamente, asegurando que no quedaran partículas visibles. La solución preparada se mantuvo protegida de la luz y se utilizó de inmediato a su preparación para garantizar la estabilidad y eficacia del compuesto.

### Momento de la colocación y dosis

La administración de ICG se realizó después de la resección planificada de la glándula tiroides. La dosis administrada fue de 0.025 mg/kg de peso corporal, inyectada en bolo a través de una vía intravenosa periférica. La inyección se realizó lentamente, en un periodo de 30 segundos, para evitar cualquier reacción adversa inmediata y permitir una distribución uniforme del colorante en el sistema vascular. Posteriormente se administró 10 c/c de solución fisiológica para garantizar la expansión del contraste. La colocación de la ICG se llevó a cabo aproximadamente 5 minutos antes de la evaluación fotocromática, permitiendo un tiempo adecuado para la circulación del colorante y la optimización de la fluorescencia.

### Evaluación de respuesta fotocromática

La evaluación de la respuesta fotocromática se realizó utilizando un sistema de imagen de fluorescencia infrarroja, específicamente diseñado para detectar la fluorescencia emitida por el ICG. Tras la inyección de ICG, el campo quirúrgico fue iluminado con luz infrarroja, y las imágenes fluorescentes se capturaron en tiempo real. La respuesta fotocromática de las glándulas paratiroides fue evaluada en términos de intensidad y uniformidad de la fluorescencia. En escala de 0 a 2: 0: Color ausente (No viable) 1: Color verde parcial (Viabilidad dudosa) y 2: Color verde homogéneo (Viabilidad cierta). Las glándulas que mostraron una fluorescencia intensa y homogénea fueron consideradas bien vascularizadas y presumiblemente viables.

La evaluación fue documentada ampliamente mediante fotografías y videos para su análisis posterior.

### Evaluación de hipoparatiroidismo en el postoperatorio

La evaluación del hipoparatiroidismo postoperatorio se realizó mediante la medición de los niveles séricos de calcio y hormona paratiroidea (PTH). Las muestras de sangre fueron recolectadas a las 6 horas postoperatorias. El hipoparatiroidismo transitorio se definió como niveles de PTH igual o menor a 10 pg/mL y calcio sérico <8,0 mg/dl en las primeras 24-48 horas postoperatorias, con necesidad de suplementación de calcio y/o vitamina D.

La evaluación de posibles complicaciones postoperatorias se realizó siguiendo la clasificación de Clavien-Dindo, permitiendo una categorización estandarizada de los eventos adversos según su severidad y tratamiento requerido<sup>(14)</sup>.

Todos los pacientes fueron monitoreados por signos y síntomas de hipocalcemia esta evaluación incluyó:

### Signos Clínicos:

- Signo de Chvostek: Se evaluó golpeando suavemente el nervio facial justo anterior al trago del oído para observar una contracción facial involuntaria.
- Signo de Trousseau: Se realizó inflando un manguito de presión arterial en el brazo del paciente por encima de la presión sistólica durante 3 minutos para observar la aparición de un espasmo carpopedal.

### Síntomas Clínicos:

- Neuromusculares: Se registraron síntomas como parestias (hormigueo) en las extremidades, espasmos musculares y calambres.
- Cardíacos: Se vigiló la presencia de arritmias y cambios en el electrocardiograma (ECG) como el alargamiento del intervalo QT.
- Otros Síntomas: Se incluyó la evaluación de fatiga, irritabilidad, ansiedad, y otros síntomas inespecíficos que pudieran estar relacionados con hipocalcemia.

En el grupo control se evaluó hipoparatiroidismo por niveles de calcio sérico, PTH y síntomas de hipoparatiroidismo.

### Tratamiento estadístico

Se realizó un análisis estadístico descriptivo de los datos de la muestra estudiada, mediante tablas y gráficos en el cual se determinaron los comportamientos de las distribuciones en las variables estudiadas; Se aplicaron herramientas de inferencia paramétricas o normalizadas mediante el uso del software estadístico R, tal como Anova para el cruce de variables cuantitativas y cualitativas en donde se obtuvieron los valores de F, y tablas de contingencias de cruces de variables cualitativas en donde se obtuvieron los valores. La significancia estadística se estableció para un valor alfa de 0,05.

### Recursos humanos y materiales

Participantes:

- Médicos: Cirujanos generales adscritos al servicio de Cirugía General del Instituto de Cirugía Avanzada del Centro Médico Docente la Trinidad. Cirujano general en formación en el entrenamiento de cirugía endocrina quien llevara a cabo este trabajo como autor.
- Médicos especialistas en anatomía patológica, adscritos al servicio de Anatomía patológica del Centro Médico Docente la Trinidad.
- Personal del servicio de laboratorio quien evalúa los valores de PTH y calcio durante el postoperatorio.
- Personal de enfermería que participaron en la evaluación del paciente durante el pre, trans y postoperatorio inmediato.

**Materiales:**

- Torre laparoscópica Stryker con cámara infrarroja cercana de 30 cm de 10mm.
- Ampolla de verde de indocianina de 10 mg.

**RESULTADOS**

Se incluyeron 40 pacientes, distribuidos en dos grupos: 21 en el grupo control (sin uso de ICG) y 19 en el grupo experimental (con evaluación de glándulas paratiroides mediante verde de indocianina). Ambos grupos presentaron características demográficas similares (Tabla 1).

Los valores de calcio sérico y paratohormona (PTH) obtenidos inmediatamente después de la tiroidectomía mostraron diferencias estadísticamente significativas en relación con la aparición de signos clínicos de hipocalcemia (Tabla 2).

Asimismo, se evidenció una asociación significativa entre los niveles de calcio/PTH y la realización de disección cervical de compartimiento central. Estos hallazgos indican que dicho procedimiento quirúrgico incrementa el riesgo de hipoparatiroidismo (Tabla 3).

En relación con las complicaciones postoperatorias, se evidenciaron seis casos de hipoparatiroidismo transitorio: cuatro en el grupo control y dos en el grupo evaluado con verde de indocianina. Todos los casos fueron tratados exitosamente con suplementación farmacológica (calcio y vitamina D), sin requerir intervenciones invasivas ni cuidados intensivos. Según la clasificación de Clavien-Dindo, estas complicaciones correspondieron a grado II. No se reportaron complicaciones mayores (grados III o superiores) en ninguno de los pacientes incluidos en el estudio.

Al analizar la relación entre la escala fotocromática de visualización de glándulas paratiroides (escala 2) y los niveles

séricos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Tabla 4). El tiempo promedio requerido para la visualización de las glándulas posterior a la administración de ICG fue menor a dos minutos, utilizando una dosis estándar de 2 c/c (Tabla 5).

En cuanto al análisis histopatológico, solo en un caso se reportó una glándula paratiroides extirpada, coincidiendo con un paciente en el que se visualizaron únicamente dos glándulas durante el procedimiento (Tabla 6).

Finalmente, al comparar la incidencia de hipoparatiroidismo entre ambos grupos, se identificaron cuatro casos en el grupo control y solo dos en el grupo con ICG, sin alcanzar significancia estadística (Tabla 7). La representación gráfica de esta relación, así como la correlación entre escala fotocromática y función glandular postoperatoria, se presenta en las Figuras 2 y 3, respectivamente. La Figura 4 ilustra la escala visual fotocromática utilizada, basada en visión directa, infrarroja y superposición, clasificada del 0 al 2.

**DISCUSIÓN**

El hipoparatiroidismo permanente, es una complicación temida de la tiroidectomía, en particular después de la tiroidectomía total, situación que conduce a una morbilidad sustancial donde el paciente dependerá de la terapia de reemplazo de por vida<sup>(15,16)</sup>. Por lo tanto, la evaluación de viabilidad de las glándulas paratiroides inmediatamente posterior a la cirugía se convierte en una técnica de innovación quirúrgica que permite evaluar la función de las glándulas paratiroides “*in situ*” mediante escala fotocromática y en consecuencia, contribuye a prevenir el hipoparatiroidismo postoperatorio.

El uso de una angiografía intraoperatoria con uso de ICG luego del retiro de la glándula tiroides debería ser un paso

**Tabla 1. Distribución de pacientes según características demográficas de la muestra y grupo control**

Tabla de resultados demográficos Muestra			Tabla de resultados demográficos Grupo control		
Variables	N	(%)	Variables	N	(%)
<b>Núm. Pacientes</b>	<b>19</b>		<b>Núm. Pacientes</b>	<b>21</b>	
<b>Sexo</b>			<b>Sexo</b>		
Femenino	13	68,42	Femenino	15	71,42
Masculino	6	31,58	Masculino	6	28,57
<b>Edad</b>			<b>Edad</b>		
Media	52,53 ± 13,53		Media	50,53 ± 11,53	
Rango	24-75		Rango	22-73	
<b>Diagnóstico citológico</b>			<b>Diagnóstico citológico</b>		
Carcinoma papilar	13	68,42	Carcinoma papilar	15	71,42
Bocio multinodular	5	26,32	Bocio multinodular	5	23,80
Adenoma	1	5,26	Adenoma	1	4,76
<b>Procedimiento</b>			<b>Procedimiento</b>		
Cirugías realizadas	19	100	Cirugías realizadas	21	100
<b>Disección ganglionar</b>			<b>Disección ganglionar</b>		
Si	13	68,42	Si	15	71,42
No	6	31,58	No	6	28,57

**Tabla 2.** Relación de variables entre valores de calcio sérico, PTH y signos de hipocalcemia

	Calcio (mg/dL)				
Signos	Promedio	Desviación		n	P valor
SI	7,50	0,71		2	0,032
NO	8,41	0,51		17	
	PTH (pg/mL)				
Signos	Promedio	Desviación		n	P valor
SI	10,00	0,00		2	0,000014
NO	15,24	1,20		17	

**Tabla 3.** Relación de variables entre valores de calcio sérico, PTH y pacientes en quienes se realizó disección cervical de compartimiento central

Calcio (mg/dL)				P valor:0,0043
Disección	Promedio	Desviación	n	
Si	8,15	0,55	13	
No	8,67	0,52	6	
Total	8,32	0,58	19	
PTH (pg/mL)				P valor:0,0046
Disección	Promedio	Desviación	n	
Si	14,46	2,33	13	
No	15,17	0,98	6	
Total	14,68	2,00	19	

más a ejecutar en la técnica habitual de la tiroidectomía. Ha demostrado ser un procedimiento sencillo, que no agrega mucho tiempo a la cirugía y que aporta información útil para el manejo del postoperatorio. En este trabajo evaluamos la viabilidad de las glándulas paratiroides mediante la técnica previamente descrita, para demostrar si es un predictor de hipocalcemia en el postoperatorio, además de establecer una escala de color que prediga confiablemente la viabilidad y aportar información que sugiera reimplantar la glándula paratiroides o no (Figura 1).

Los resultados obtenidos indican que la visualización de las glándulas paratiroides mediante ICG fue exitosa en todos los casos analizados, con una tasa de visualización de cuatro glándulas en el 65% de los pacientes. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que han demostrado la eficacia de la ICG en la identificación de las glándulas paratiroides durante la tiroidectomía<sup>(17)</sup>. La identificación precisa y la preservación de las glándulas paratiroides son fundamentales para evitar el hipoparatiroidismo transitorio y permanente, que ocurre cuando las glándulas son dañadas o no son reimplantadas oportunamente.

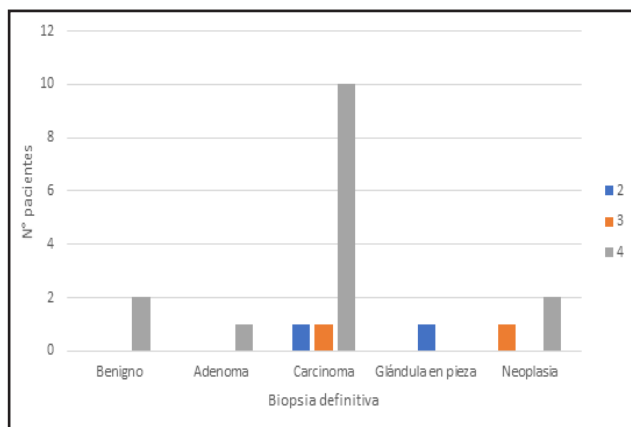
**Tabla 4.** Relación de variables entre valores de calcio sérico, PTH y glándulas visualizadas en escala 2

Calcio (mg/dL)				
GP Visual	Promedio	Desviación	n	Pvalor
2	8,00	0,00	2	0,501
3	8,00	0,00	2	
4	8,4	0,63	15	
Total	8,32	0,58	19	

PTH (pg/mL)				
GP Visual	Promedio	Desviación	n	Pvalor
2	13,50	4,95	2	0,682
3	14,50	0,71	2	
4	14,87	1,77	15	
Total	14,68	2,00	19	

**Tabla 5.** Relación entre glándulas visualizadas, dosis y tiempo

Tiempo (min)		
Numero de glándulas visualizada	Dosis(cc)	Número de pacientes
2	2,00	2
3	2,00	2
4	2,00	15
Total	2,00	19

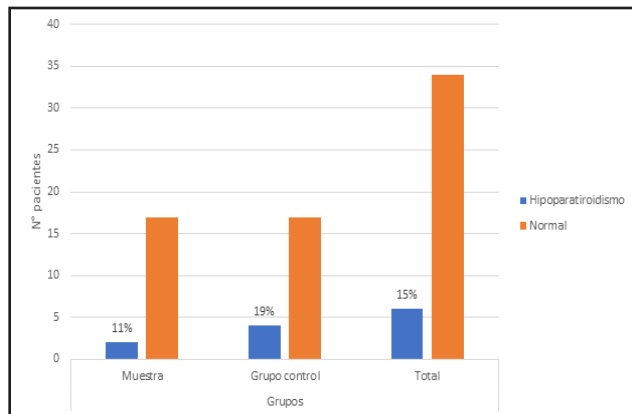
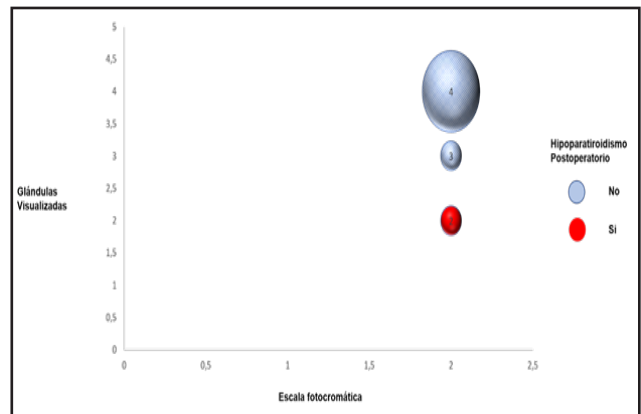
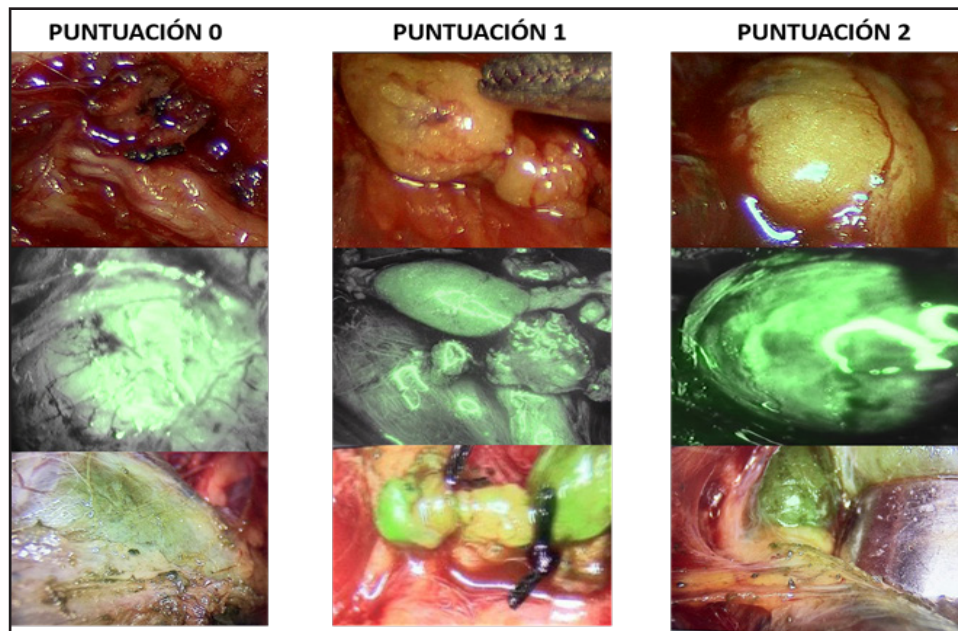
**Figura 1.** Diagnósticos finales y su relación con glándulas paratiroides visualizadas

El monitoreo de los niveles de calcio sérico y paratohormona en el postoperatorio inmediato reveló una correlación significativa entre estos marcadores y la presencia de hipocalcemia clínica.



**Tabla 6.** Reporte de biopsia definitiva y su relación con glándulas visualizadas

GP Visual	Biopsia definitiva					Total
	Benigno	Adenoma	Carcinoma	Paratiroides en la pieza	Neoplasia Folicular	
2	0	0	1	1	0	2
3	0	0	1	0	1	2
4	2	1	10	0	2	15
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>19</b>


**Figura 2.** Distribución de la comparación de la función de la glándula paratiroides en el postoperatorio de la muestra con verde de indocianina y grupo control

**Figura 3.** Grafica entre glándulas visualizadas y escala fotométrica, representación de los casos que presentaron hipoparatiroidismo

**Figura 4.** Puntuación de glándulas visualizadas según su escala fotométrica

Los pacientes que desarrollaron hipocalcemia postoperatoria presentaron una disminución marcada de los niveles de PTH, lo que confirma su utilidad como indicadores tempranos de disfunción paratiroidea <sup>(18,19,20)</sup>. La comparación entre los grupos de pacientes con y sin disección ganglionar central mostró diferencias significativas en los niveles de calcio y PTH, es importante destacar que la disección ganglionar central, a pesar de ser realizada con técnicas meticulosas aumenta el riesgo de daño a las glándulas paratiroides.

Los resultados mostraron una menor incidencia de hipoparatiroidismo en el grupo de pacientes que recibió la visualización con ICG en comparación con el grupo control (11% frente a 19%). Aunque esta diferencia no alcanzó significancia estadística, los datos sugieren una tendencia hacia una mejor preservación de la función paratiroidea con el uso de ICG. Estos hallazgos son respaldados por estudios previos, como el de Vidal y colaboradores <sup>(10)</sup>, en un estudio prospectivo con 36 pacientes, que obtuvieron resultados congruentes con nuestros hallazgos, donde la mayoría de los pacientes no desarrollaron hipocalcemia clínica significativa. La ausencia de complicaciones relevantes según la clasificación de Clavien-Dindo respalda la seguridad del uso de ICG como complemento en la tiroidectomía total.

Así mismo, el presente estudio corrobora que la visualización con ICG evalúa la viabilidad y por ende funcionalidad de la glándula paratiroides, aunque la incidencia de hipoparatiroidismo en nuestro grupo de ICG fue menor, no fue significativamente diferente al grupo control. Sin embargo, en trabajos previos como el Di Lorenzo y colaboradores <sup>(15)</sup> al realizar una comparación similar obtuvieron resultados estadísticamente significativos, la falta de significancia estadística de nuestro estudio puede explicarse por el tamaño de la muestra.

Este estudio tiene varias consideraciones que deben tomarse en cuenta al interpretar los resultados. El tamaño reducido de la muestra limitó la capacidad de detectar diferencias estadísticamente significativas y puede no ser representativo de la población general. Sin embargo, son resultados útiles, positivos y aplicables a nuestra actualidad quirúrgica. Siendo el primer trabajo sobre esta área en nuestro país.

## CONCLUSIÓN

La visualización de las glándulas con fluorescencia intensa y homogénea se correlacionó con niveles normales de PTH y calcio en el postoperatorio.

Se estableció una escala de color basada en la intensidad y uniformidad de la fluorescencia con ICG. Esta escala demostró ser un predictor confiable de la viabilidad de las glándulas y, por ende, de la hipocalcemia postoperatoria. Las glándulas con baja o nula fluorescencia pueden ser consideradas para autotrasplante.

La angiografía intraoperatoria con verde de indocianina es una técnica útil para la preservación de las glándulas paratiroides durante la tiroidectomía total. Proporciona información crítica para evaluar la viabilidad de las glándulas, reducir la incidencia de hipocalcemia postoperatoria y guiar decisiones clínicas respecto al manejo de las glándulas paratiroides.

Los resultados de este estudio apoyan la incorporación de esta técnica en la práctica quirúrgica rutinaria y sugieren la necesidad de estudios adicionales para estandarizar su uso y confirmar su aplicabilidad.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de interés alguno sobre el presente estudio.

## REFERENCIAS

1. Kazaure, Hadiza S. MD; Zambeli-Ljepovic, Alan BSc; Oyekunle, Taofik MSt; Roman, Sanziana A. MD±; Sosa, Julie A. MD, MA±; Stang, Michael T. MD; Scheri, Randall P. MD. Severe Hypocalcemia After Thyroidectomy: An Analysis of 7366 Patients. *Annals of Surgery* 274(6):p e1014-e1021, December 2021. | DOI: 10.1097/SLA.0000000000003725
2. Kakava K, Tournis S, Papadakis G, Karelis I, Stampoulouglou P, Kassi E, Triantafilopoulos I, Villiotou V, Karatzas T. Postsurgical Hypoparathyroidism: A Systematic Review. *In Vivo*. 2016 May-Jun;30(3):171-9. PMID: 27107072.
3. Sitges-Serra A. Etiology and Diagnosis of Permanent Hypoparathyroidism after Total Thyroidectomy. *J Clin Med*. 2021 Feb 2;10(3):543. doi: 10.3390/jcm10030543. PMID: 33540657; PMCID: PMC7867256.
4. Gupta S, Chaudhary P, Durga CK, Naskar D. Validation of intra-operative parathyroid hormone and its decline as early predictors of hypoparathyroidism after total thyroidectomy: A prospective cohort study. *Int J Surg*. 2015 Jun;18:150-3. doi: 10.1016/j.jssu.2015.04.074. Epub 2015 Apr 29. PMID: 25934417.
5. Hermann M, Ott J, Promberger R, Kober F, Karik M, Freissmuth M. Kinetics of serum parathyroid hormone during and after thyroid surgery. *Br J Surg*. 2008 Dec;95(12):1480-7. doi: 10.1002/bjs.6410. PMID: 18991283.
6. Lombardi CP, Raffaelli M, Princi P, Dobrinja C, Carrozza C, Di Stasio E, D'Amore A, Zuppi C, Bellantone R. Parathyroid hormone levels 4 hours after surgery do not accurately predict post-thyroidectomy hypocalcemia. *Surgery*. 2006 Dec;140(6):1016-23; discussion 1023-5. doi: 10.1016/j.surg.2006.08.009. Epub 2006 Nov 1. PMID: 17188152.
7. FOX IJ, WOOD EH. Indocyanine green: physical and physiologic properties. *Proceedings of the Staff meetings*. Mayo Clinic. 1960 Dec;35:732-744. PMID: 13701100.
8. Alander JT, Kaartinen I, Laakso A, Pätälä T, Spillmann T, Tuchin VV, Venermo M, Välsuö P. A review of indocyanine green fluorescent imaging in surgery. *Int J Biomed Imaging*. 2012;2012:940585. doi: 10.1155/2012/940585. Epub 2012 Apr 22. PMID: 22577366; PMCID: PMC3346977.
9. Zaidi N, Bucak E, Okoh A, Yazici P, Yigitbas H, Berber E. The utility of indocyanine green near infrared fluorescent imaging in the identification of parathyroid glands during surgery for primary

- hyperparathyroidism. *J Surg Oncol*. 2016 Jun;113(7):771-4. doi: 10.1002/jso.24240. Epub 2016 Apr 4. PMID: 27039880.
10. Vidal Fortuny J, Belfontali V, Sadowski SM, Karenovics W, Guigard S, Triponéz F. Parathyroid gland angiography with indocyanine green fluorescence to predict parathyroid function after thyroid surgery. *Br J Surg*. 2016 Apr;103(5):537-43. doi: 10.1002/bjs.10101. Epub 2016 Feb 11. PMID: 26864909; PMCID: PMC5067567.
  11. Gálvez-Pastor S, Torregrosa NM, Ríos A, Febrero B, González-Costeá R, García-López MA, Balsalobre MD, Pastor-Pérez P, Moreno P, Vázquez-Rojas JL, Rodríguez JM. Prediction of hypocalcemia after total thyroidectomy using indocyanine green angiography of parathyroid glands: A simple quantitative scoring system. *Am J Surg*. 2019 Nov;218(5):993-999. doi: 10.1016/j.amjsurg.2018.12.074. Epub 2019 Jan 4. PMID: 30665612.
  12. Llorente PM, Francos Martínez JM, Barrasa AG. Intraoperative Parathyroid Hormone Measurement vs Indocyanine Green Angiography of Parathyroid Glands in Prediction of Early Postthyroidectomy Hypocalcemia. *JAMA Surg*. 2020 Jan 1;155(1):84-85. doi: 10.1001/jamasurg.2019.3652. PMID: 31617879; PMCID: PMC6802248
  13. Moreno-Llorente P, Pascua-Solé M, García-Barrasa A, Muñoz-de-Nova JL. Indocyanine green (ICG) angiography-guided thyroidectomy: description of surgical technique. *Front Surg*. 2023 Jul 17;10:1217764. doi: 10.3389/fsurg.2023.1217764. PMID: 37529659; PMCID: PMC10388241.
  14. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg*. 2004 Aug;240(2):205-213. doi:10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae
  15. Sofia Di Lorenzo, Jose Luis Carrillo Lizarazo, Gianlorenzo Dionigi, Jean-Louis Kraimps, Gianluca Donatini, Impact of near-infrared fluorescence imaging plus indocyanine green fluorescence on postoperative hypoparathyroidism rates after total thyroidectomy and central neck lymph node dissection, *British Journal of Surgery*, Volume 111, Issue 2, February 2024, znae022, <https://doi.org/10.1093/bjs/znae022>.
  16. McHenry CR, Speroff T, Wentworth D, Murphy T. Risk factors for postthyroidectomy hypocalcemia. *Surgery*. 1994;116(4):641-647.
  17. Jin H, Dong Q, He Z, Fan J, Liao K, Cui M. Research on indocyanine green angiography for predicting postoperative hypoparathyroidism. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2019;90:487-93.
  18. Rudin AV, McKenzie TJ, Thompson GB, Farley DR, Lyden ML. Evaluation of parathyroid glands with indocyanine green fluorescence angiography after thyroidectomy. *World J Surg*. 2019;43:1538-43.
  19. Benmiloud F, Penaranda G, Chiche L, Rebaudet S. Intraoperative mapping angiograms of the parathyroid glands using indocyanine green during thyroid surgery: results of the fluogreen study. *World J Surg* (2022) 46:416-24.
  20. Lang BH-H, Wong CKH, Hung HT, Wong KP, Mak KL, Au KB. Indocyanine green fluorescence angiography for quantitative evaluation of in situ parathyroid gland perfusion and function after total thyroidectomy. *Surgery*. 2017;161(1):87-95.