

VERDE INDOCIANINA, MAPEO DEL GANGLIO CENTINELA EN CÁNCER DE MAMA EN ESTADIO TEMPRANO: REPORTE INICIAL

ORIANA A SÁNCHEZ SOSA ¹, CARLOS F PACHECO SOLER ¹, AUGUSTO O TEJADA PÉREZ ¹

¹CENTRO MÉDICO DOCENTE LA TRINIDAD. CARACAS, VENEZUELA

RESUMEN

OBJETIVO: Determinar la efectividad del verde de indocianina como trazador para el mapeo del ganglio centinela en pacientes con cáncer de mama, entendiendo su efectividad como la identificación de ganglio centinela que son posteriormente confirmados como tejido linfático en el estudio anatomopatológico. **MÉTODO:** Presentamos un reporte de 15 casos con el uso de verde indocianina en el mapeo de ganglio centinela en pacientes con diagnóstico de cáncer de mama, con el uso de endoscopio Stryker® 1588 y cámara extracorpórea SPY HI®9001. **RESULTADOS:** 15 pacientes con carcinoma de mama estadio clínico I, II y III y axila clínicamente negativa, a quienes se realizó mapeo del ganglio centinela mediante inyección peri areolar de verde indocianina, azul patente y subareolar ^{99m}Tc. Se obtuvieron 12 ganglios linfáticos con la técnica fluorescente endoscópica y 35 ganglios con la técnica fluorescente extracorpórea; ambas técnicas el verde de indocianina tuvo una tasa de identificación de ganglios centinela de 100 %. El ^{99m}Tc presentó identificación de 66,66 % en la técnica endoscópica y 92,85 % en la técnica extracorpórea. Mientras que el azul patente presentó una tasa de identificación de 96,6 %. **CONCLUSIÓN:** El verde de indocianina no demostró inferioridad frente a la técnica combinada en el mapeo del ganglio centinela, permite la visualización en tiempo real del drenaje linfático, reduce los

riesgos asociados al uso de colorante azul y ofrece ventajas logísticas en centros sin medicina nuclear, así como una alta eficacia, seguridad y factibilidad.

PALABRAS CLAVE: Verde de indocianina, ganglio linfático centinela, cáncer de mama, drenaje linfático

SUMMARY

OBJECTIVE: To determine the effectiveness of indocyanine green as a tracer for sentinel node mapping in breast cancer patients, understanding its effectiveness as the identification of sentinel nodes that are later confirmed as lymphatic tissue in the anatomopathological study. **METHOD:** We present a report of 15 cases with the use of green indocyanine in sentinel node mapping in breast cancer, with the use of a Stryker® 1588 endoscope and SPY HI®9001 extracorporeal camera. **RESULTS:** 15 patients with clinical stage I, II and III breast carcinoma and clinically negative armpit, who underwent sentinel node mapping by periareolar injection of green indocyanine. patent blue and subareolar of 12 lymph nodes were obtained with the endoscopic fluorescent technique and 35 nodes with the extracorporeal fluorescent technique; In both techniques, the green indocyanine had a sentinel node identification rate of 100 %. ^{99m}Tc was identified in 66.66 % in the endoscopic technique and 92.85 % in the extracorporeal technique. While patent blue presented an identification rate of 96.6 %. **CONCLUSION:** Sentinel node biopsy is a safe technique for diagnosing and staging breast cancer patients. Indocyanine green as a tracer has lymphatic affinity and low toxicity. Indocyanine green did not show

ORCID

Oriana A Sánchez S 0000-0002-0738-2887 orialejan@gmail.com
Carlos F Pacheco S 0009-0000-2410-3686 cfpacheco@gmail.com
Augusto O Tejada P 0009-0003-8138-2441 augustomasto@yahoo.com

Recibido: 14/04/2026 Revisado: 12/05/2026

Aceptado para publicación: 10/06/2026

Autor de correspondencia: Oriana Alejandra Sánchez
Sosa. E-mail: orialejan@gmail.com

Esta obra está bajo una Licencia
[Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike](#)
[4.0 International License](#)

inferiority compared to the combined technique in sentinel node mapping. It allows real-time visualization of lymphatic drainage, reduces the risks associated with the use of blue dye and offers logistical advantages in centers without nuclear medicine, offers high efficacy, safety and feasibility.

KEY WORDS: Indocyanine green, sentinel lymph node, breast cancer, lymphatic drainage.

INTRODUCCIÓN

El ganglio centinela (GC) es el primer ganglio que recibe el drenaje de un tumor primario, descrito por primera vez en 1977 por Cabanas ⁽¹⁾, en el tratamiento del carcinoma de pene, lo que permitió estadificar con mayor precisión la enfermedad, por la determinación de la diseminación linfática tumoral.

En 1994 se realizó la primera biopsia de ganglio centinela (BGC) en cáncer de mama (CM) por Giuliano y col. ⁽²⁾, utilizando como trazador el azul de isosulfán, aplicado en forma peri o intra tumoral y exploración de la fosa axilar; hasta ese momento se realizaba sólo disección linfática axilar para la estadificación y pronóstico en el CM; lo que incentivó la investigación en el aumento de la precisión del mapeo del ganglio centinela en CM.

Kim T y col. ⁽³⁾, en un metaanálisis publicado en 2006, establecieron lo siguiente: “Las metástasis en los ganglios linfáticos se encuentran en sólo el 40 % de los pacientes que se someten a disección de los ganglios linfáticos axilares. Los pacientes restantes con GC negativo y disección axilar con resultados negativos, no se benefician de la disección axilar y están expuestos a las complicaciones de la disección axilar”. La presentación de estos postulados, permitieron que la BGC disminuyera la realización de la técnica de disección linfática axilar en CM, y esta última técnica sólo quedara destinada para aquellos pacientes en el que la biopsia intraoperatoria del

GC era reportado con metástasis, disminuyendo las tasas de complicaciones y efectos adversos que la técnica a ciegas confería.

Sumándose a esos hallazgos, Kern ⁽⁴⁾, en su estudio de concordancia y validación de la BGC para el CM mediante inyección subareolar de tinte azul y coloide de azufre de ^{99m}Tc en el que se realizaron 187 procedimientos, tuvieron los siguientes resultados: “Tasa de identificación del GC del 98,4 %, una tasa de falsos negativos del 0 % (0 de 20 casos) y una precisión en la predicción del estado maligno de la axila del 100 % (70 de 70 casos) con la técnica de doble trazador”. Este estudio validó la técnica de la BGC con doble trazador, como una técnica eficaz, a pesar de que se sometieran los pacientes a la radiación del ^{99m}Tc y, a la posibilidad de reacciones anafilácticas por colorantes azules, como el azul de metileno. Esto ha motivado la búsqueda de un trazador inocuo, de mayor acceso, económico y de fácil mapeo a la hora de realizar la BGC.

En el año 1999, Motomura y col. ⁽⁵⁾, realizaron en Japón, un estudio observacional prospectivo, en el que se realizó BGC en pacientes con CM en estadio I o II utilizando un método guiado por colorante verde de indocianina (ICG), en ese estudio se determinó una tasa de identificación del 73,8 % guiado por fluorescencia; sin embargo, para el momento de la publicación la utilidad del trazador en el mapeo del GC en CM no generó relevancia ni impulso de investigación sobre otros trazadores diferentes al azul patente o ^{99m}Tc. El ICG, compuesto con propiedades fluorescentes frente a la aplicación de una cámara infrarroja cercana, es un trazador inocuo que no presenta metabolismo y es excretado por vía biliar ⁽⁶⁾. Utilizado en un inicio en la década de los cincuenta para la estimación del flujo sanguíneo cardíaco, su uso en las resecciones hepáticas como trazador tuvo mayor relevancia en los años siguientes, evolucionando hasta la actualidad como un contraste endovenoso en cirugías colorrectales, biliopancreáticas, ginecológicas y

en las disecciones linfáticas de tumores de partes blandas. Debido a sus propiedades químicas y físicas, con espectro de 800 nm, pocas reacciones adversas, el uso del ICG se ha expandido dentro de la cirugía general, incluyendo el mapeo de GC en CM ⁽⁷⁾.

El ICG como agente fluorescente permite la visualización del drenaje linfático axilar en tiempo real, aumentando la precisión en la identificación del GC en CM. A diferencia del radioisótopo no se somete al paciente ni al personal de salud a radiación, tampoco sugiere la necesidad de servicio de medicina nuclear que aumenta los costos, tiempo operatorio y mayor complejidad en la logística perioperatoria. También, en comparación con el azul de metileno y azul patente, el ICG tiene menor riesgo de reacciones anafilácticas y efectos adversos, lo que lo convierte en un trazador más seguro que la técnica combinada estándar. El ICG a través de la cámara infrarroja cercana; posee una sensibilidad y especificidad similar a la técnica combinada estándar en el mapeo del GC en pacientes con CM en estadios tempranos, siendo una técnica reproducible, tal como lo refiere Somashekhar SP y col ⁽⁸⁾.

La precisión de la BGC se ve desafiada en pacientes que han recibido quimioterapia neoadyuvante debido a la posible alteración del drenaje linfático, por embolismo tumoral, cambios desmoplásicos e inflamatorios. Tal reseña Bogacz y col. ⁽⁹⁾, en un estudio retrospectivo, que incluyó a 71 pacientes con CM posterior a quimioterapia primaria, evaluó la viabilidad y seguridad de la BGC guiada únicamente por la fluorescencia del ICG como alternativa a los trazadores tradicionales, eliminando la exposición a la radiación. Los resultados demostraron que el ICG es un método seguro, logrando una alta tasa de identificación del GC del 91,5 %, y asegurando la extirpación de tres o más GC en el 66,2 % de los casos, lo cual es fundamental para reducir la tasa de

falsos negativos en el escenario posterior a la neoadyuvancia.

El mapeo del GC en CM es la técnica idónea para el pronóstico y toma de decisión del tratamiento en pacientes con la enfermedad en estadio temprano y, en casos seleccionados en estado de posterior a la neoadyuvancia, la técnica dual estándar (trazador azul y radio trazador) ha demostrado una eficacia excepcional, sin embargo, presenta limitaciones logísticas preoperatorias e intraoperatorias como se describió previamente. En este contexto, el ICG ha emergido como un trazador alternativo de gran potencial debido a sus características químicas y físicas.

El objetivo primario de esta investigación es determinar la efectividad del ICG como trazador para el mapeo del GC en pacientes con CM, entendiendo su efectividad como la identificación de GC que son posteriormente confirmados como tejido linfático en el estudio anatomopatológico. Además, este reporte de casos busca comparar y describir la aplicabilidad clínica del ICG como trazador a través de dos sistemas de visualización infrarroja distintos, uno a través de una cámara infrarroja cercana endoscópica y otra a través de cámara infrarroja extracorpórea.

A continuación, se presenta un reporte de 15 casos que documentan el uso del ICG en combinación con la técnica combinada (^{99m}Tc y azul patente). Cinco casos fueron detectados mediante el uso de una cámara infrarroja cercana adaptada en un equipo endoscópico estándar (Stryker® 1588 con longitud de onda ENV: 808 nm), mientras que los 11 casos restantes se realizaron con la cámara extracorpórea SPY PHI® (modelo PC 9001 con longitud de onda de emisión infrarroja de 830 nm). Esta comparación es de especial relevancia, ya que busca establecer si la técnica con cámara endoscópica, que puede ser más accesible en diversos entornos quirúrgicos, resulta replicable y exhibe tasas de efectividad comparables a las obtenidas con sistemas

especializados como el SPY PHI® extracorpórea. La descripción detallada de ambos enfoques metodológicos contribuirá a la evidencia sobre la versatilidad del ICG consolidándolo como una opción viable, accesible y replicable en la práctica clínica. Este informe de caso se preparó siguiendo las pautas CARE⁽¹⁰⁾ (para informes de casos clínicos), asegurando una descripción detallada y transparente de los procedimientos y resultados.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se reporta la distribución de pacientes por edad, diagnóstico y estadio. Las 15 pacientes de sexo femenino con diagnóstico

de CM estadio I, II y III. El promedio de edad de las pacientes fue de 66 años (rango: 44 -79), estadio I: 8 pacientes (53 %), II se incluyeron 6 pacientes (40 %) y una única paciente en estadio IIIB (6 %).

Del total de pacientes, 4 (26 %) recibieron neoadyuvancia, 2 de ellas con diagnóstico de carcinoma ductal de mama infiltrante triple negativo, una de ellas Luminal B(Her2(+)) y una paciente, con diagnóstico de carcinoma de mama localmente avanzado con respuesta clínica favorable para la resección quirúrgica. Una paciente con diagnóstico de CM sincrónico se intervino cada mama con diferencia de un mes, por lo que se realizó un total de 16 procedimientos de BGC (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de pacientes por diagnóstico y estadio.

Caso	Edad	Diagnóstico	Estadio	(IHQ)
1	63	Carcinoma Papilar MamaD	T2 N0 M0 ST II A	Luminal A
2	73	CDI Mama I	T2 N0 M0 ST II A	Luminal B
3	77	CDI Mama I	T1 N1 M0 ST II A	Triple negativo
4	58	CDI Mama D	T1 N0 M0 ST IA	Luminal A
5	59	CLI Mama I	T2 N0 M0 ST II A	Triple negativo
6	78	CDI Mama I	T1 N0 M0 ST I A	Luminal A
7	70	CMBS: CDI Mama I	T1 N0 M0 ST I A	
		CDI Mama D	T1 N0 M0 ST I A	Luminal A
8	44	CDI Mama D	T4b N1 M0 ST III B	Luminal B
9	79	CDI Mama D	T1 N0 M0 ST I A	Luminal A
10	79	CDI Mama I	T1b N0 M0 ST II A	Luminal A
11	67	CDI Mama D	T2 N0 M0 ST II A	Luminal A
12	58	CDI Mama D	T1 N0 M0 ST I A	Luminal A
13	74	CDI Mama I	T1cN0M0 ST I A	Luminal A
14	61	CDI Mama I	T1 N1 M0 ST II A	Luminal B/HER2
15	53	CDI Mama D	T1 N0 M0 ST I A	Luminal A

CDI: carcinoma ductal infiltrante. Mama D: derecha I: izquierda. CMBS: Carcinoma de mama bilateral sincrónico. CLI: Carcinoma lobulillar de mama izquierda. IHQ: Inmunohistoquímica.

TÉCNICA QUIRÚRGICA PARA MAPEO DE GANGLIO CENTINELA

Administración de trazadores

En los 16 procedimientos incluidos en este reporte, el mapeo del ganglio centinela (GC) se realizó mediante la técnica combinada triple, ICG, ^{99m}Tc y azul patente como trazadores.

1. Administración del radiotrazador (^{99m}Tc)

Se administra 2 a 4 h antes del procedimiento quirúrgico, se inyectó 1 a 3 mCi de ^{99m}Tc en el espacio subareolar. La detección se realizó mediante una sonda gamma preoperatoria por el servicio de medicina nuclear. A su vez, en el área de quirófano antes del procedimiento anestésico se realizó la detección y marcaje del GC con la gamma sonda a través de la piel (Figura 1).



Figura 1. (A, B, C).

2. Administración del colorante azul

En área de quirófano, posterior a la anestesia general inhalatoria o combinada, la colocación de sonda de Foley de 14 F, administración endovenosa de esteroides; dexametasona de 8 mg o hidrocortisona de 100 mg. Antes de realizar la incisión quirúrgica en la cuenca axilar se inyectaron 1 cm³ o 2 cm³ de azul patente en la región peri areolar, en forma intradérmica, con posterior masaje de la glándula por 5 min (Figura 2).

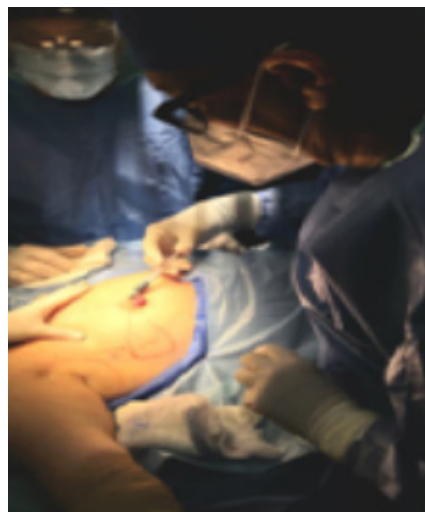


Figura 2. Administración de azul patente periareolar

3.Administración del ICG

La ampolla de ICG se presenta en polvo liofilizado de 25 mg. Se preparó una solución de ICG a una concentración de 2,5 mg/mL con agua destilada, siempre protegiendo la preparación de la luz ultravioleta. Se inyectaron 2,5 mg de

forma intradérmica en el área periareolar, se prefirió la preparación del compuesto en una jeringa de capacidad 3 cm³ y una aguja para la administración de 30 G. Tras la inyección, se realizó un masaje durante 5 min, para facilitar el drenaje linfático (Figura 3).

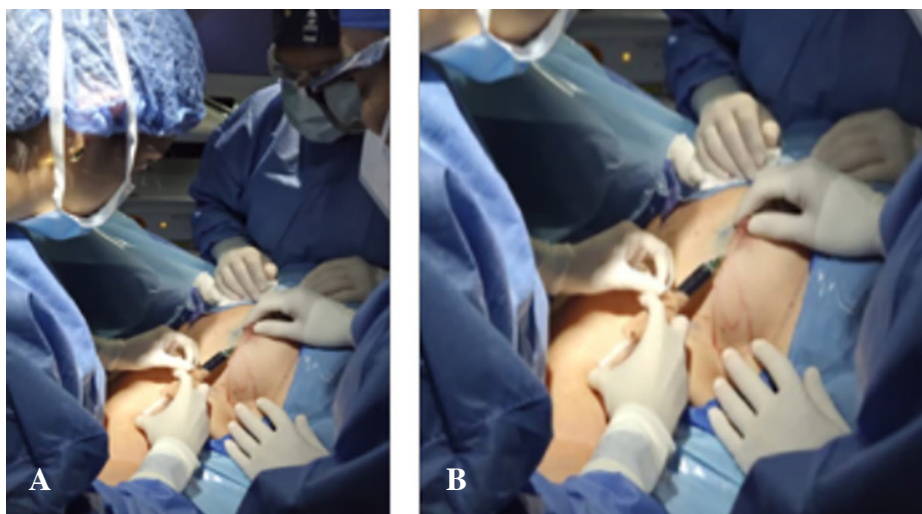


Figura 3. (A y B). Administración de verde de indocianina.

Mapeo de Fluorescencia (ICG)

La detección del IGC se llevó a cabo una vez completada la inyección del trazador azul y del verde tras la latencia de masaje, con el objetivo de identificar los ganglios teñidos de fluorescencia en tiempo real. Se consideró GC a todo ganglio que cumpliera al menos uno de los siguientes criterios: ser radiactivo (sonda gamma), estar teñido de azul patente o presentar fluorescencia con verde de indocianina y que estuviera confirmado como ganglio linfático por servicio de anatomía patológica en biopsia perioperatoria o posoperatoria. En la técnica endoscópica y extracorpórea, se puede visualizar en tiempo real la migración del colorante verde a través de los conductos linfáticos a través de la piel de la mama hasta el sitio de drenaje principal en la cuenca axilar.

Para la visualización del ICG se emplearon dos sistemas de imagen de infrarrojo cercano (NIR):

1. Sistema endoscópico adaptado

En los primeros 5 casos, se utilizó la cámara infrarroja cercana de endoscopio Stryker® 1588 (longitud de onda de emisión NIR: 808 nm). Este sistema fue adaptado a la fosa axilar mediante un aislante plástico de rayos ultravioleta en la parte distal de la óptica. Siempre cuidando que no haya interferencia de luz ultravioleta en el campo, ya que impide la visión. De los 5 casos intervenidos, dos (40 %) de ellas habían recibido tratamiento neoadyuvante debido a diagnóstico inmunohistoquímico de carcinoma ductal infiltrante triple negativo; una de estas pacientes tiene como antecedente cirugía de mastoplastia

de aumento, lo que generó dificultad en la identificación del GC, debido a fibrosis en área de la mama. De los 5 procedimientos se obtuvieron un total de 12 (100 %) ganglios centinela, 8 (66 %) negativos para malignidad y 3 (25 %) de ellos con metástasis. Se realizó el mapeo de verde indocianina simultáneo de la gamma sonda y azul patente. No se identificó con radiotrazador ganglios centinelas in vivo en dos de las cinco pacientes; en una de las pacientes se confirmó un ganglio ex vivo metastásico. Se obtuvo una identificación con el mapeo del radiotrazador de 8 (66,6 %) ganglios centinela, con el azul patente de 12 (100 %) ganglios linfáticos y con el ICG se identificaron 12 ganglios linfáticos (100 %). En la Figura 4 y 5 se muestra como se ve la fluorescencia del GC ex vivo e in vivo (Figura 4 y 5).

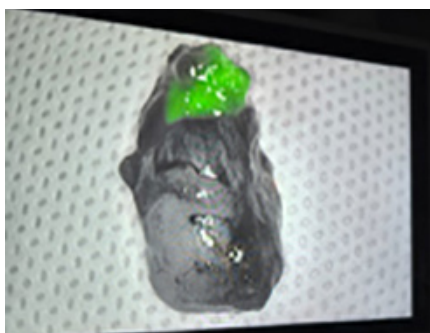


Figura 4. Identificación de ganglio linfático axilar con verde de indocianina metastásico, ex vivo.

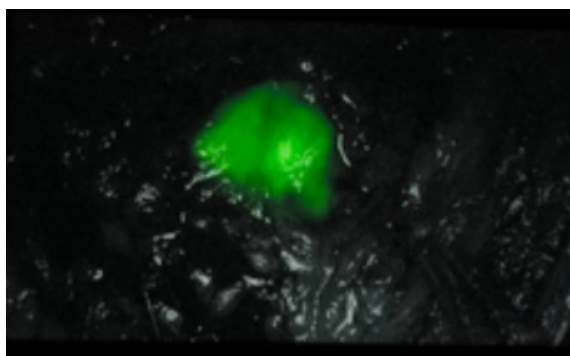


Figura 5. Identificación de ganglio centinela axilar con verde indocianina, cámara infrarroja endoscópica

El tiempo promedio de identificación del GC con el ICG luego del masaje glandular fue de 6,4 min. En la paciente número 5 quien tenía el antecedente quirúrgico de mamoplastia de aumento y recibió neoadyuvancia se identificó el GC con ICG a los 9 min luego del masaje glandular, con dificultad en la disección de la fosa axilar por cambios tisulares relacionados a fibrosis.

En el Cuadro 2 se muestra la identificación de GC con técnica endoscópica. Esta técnica se realizó en pacientes que tenían menos de 30 de IMC, la cantidad de tejido adiposo en fosa axilar en las pacientes no resultó inconveniente en la identificación del GC y el ICG.

2. Sistema de cámara extracorpórea

En los 11 casos restantes, se utilizó el sistema SPY PHI® modelo PC 9001 (longitud de onda de emisión infrarroja: 830 nm). Este equipo extracorpóreo se colocó sobre el campo quirúrgico para proporcionar una visualización de campo amplio y de alta definición en tiempo real. Este grupo sirvió como referencia de la técnica especializada. La disección del GC se llevó a cabo por el mismo equipo quirúrgico siguiendo el principio de la técnica triple combinada. En cada paciente, se midió el tiempo de detección del ICG desde la finalización del masaje hasta la primera visualización del ganglio.

En el Cuadro 3 se representa la identificación de GC con cámara extracorpórea. De las 11 pacientes se obtuvieron 35 ganglios centinela (100 %), no se obtuvieron ganglios metastásicos por lo que se no realizó linfadenectomía a ninguna paciente de esta técnica. En una de las pacientes (caso 9) no se utilizó azul patente por enfermedad pulmonar obstructiva crónica y riesgo de metahemoglobinemia que este representa, utilizándose ICG y radiofármaco. En dos pacientes no se administró radiotrazador por no tener la disponibilidad del radiofármaco en la institución al momento del procedimiento quirúrgico.

Cuadro 2. Identificación de GC con técnica endoscópica.

Caso	Diagnóstico	QTN	IMC	Radiotrazador	Azul patente	ICG
1	Carcinoma papilar M D T2 N0 M0 ST IIA	No	<30	Fallido	4 ganglios	4 ganglios
2	CDI Mama I T2 N0 M0 ST IIA	No	<30	1 ganglio ex vivo (metastásico)	1 ganglio (metastásico)	1 ganglio (metastásico)
3	CMB sincrónico: CDI Mama D T1c N0 M0 ST IA CDI Mama I T1 N1 M0 ST IIA	Si	<30	3 ganglios	3 ganglios	3 ganglios
4	CDI Mama D T1 N0 M0 ST IA	No	<30	3 (2 metastásicos)	3 (2 metastásicos)	3 (2 metastásicos)
5	CLI mama I T2 N1 M0 ST IIB	Si	<30	1	1	1
Total				8/12 (66,6 %)	12/12 (100 %)	12/12 (100 %)

QTN: quimioterapia neoadyuvante o quimioterapia primaria. ICG: verde de indocianina.

Cuadro 3. Identificación de ganglios centinela con técnica extracorpórea.

Caso	Diagnóstico	QTN	IMC	Radiotrazador	Azul patente	ICG
6	CDI Mama I TN0 M0 ST IA	No	<30	2	2	2
7	CMBS CDI Mama I T1N0M0 ST IA CDI Mama D T1N0M0 ST IA		<30	4	4	4
8	CDI Mama D T4bN1M0 ST IIIB	Si	<30	No utilizado	3	3
9	CDI Mama D T1N0M0 ST IA		<30	2	No utilizado	2
10	CDI Mama I T1bN0M0 ST IA		<30	4	4	4
11	CDI Mama D T2N0M0 ST IIA		<30	3	3	3
12	CDI Mama D TN0 M0 ST IA		<30	No utilizado	3	4
13	CDI Mama I T1cN0M0 ST IA		<30	5	5	5
14	CDI Mama I T1N1M0 ST IIA	Si	<30	Fallido	2	2
15	CDI Mama D T1 N0 M0 ST IA		<30	2	2	2
Total				26/28 (92,85 %)	32/33 (96,96 %)	35/35 (100 %)

En una paciente, el ^{99m}Tc falló como método de mapeo. Con ^{99m}Tc se identificaron 26 de 28 ganglios (92,85 %). En las pacientes que se utilizó técnica triple o dual con azul patente; se obtuvieron 33 ganglios centinelas; de ellos se identificaron 32 (96,96 %) con el colorante azul. Con el ICG se identificaron 35 ganglios centinela que representó el 100 % de los ganglios obtenidos a quienes se les aplicó el colorante verde, azul patente y radiofármaco (Cuadro 3).

Todas las pacientes presentaron un IMC menor a 30. El tiempo medio de identificación del GC con ICG luego de masaje de la glándula fue de 5,45 min, el tiempo mayor de identificación corresponde al paciente número 14, identificación de GC en 10 min, quien tiene de antecedente mastectomía parcial por fibroadenoma y recibió neoadyuvancia por diagnóstico de inmunohistoquímica HER-2 +. Ningún paciente en la técnica endoscópica ni extracorpórea presentó efectos adversos en relación a la administración del ICG.

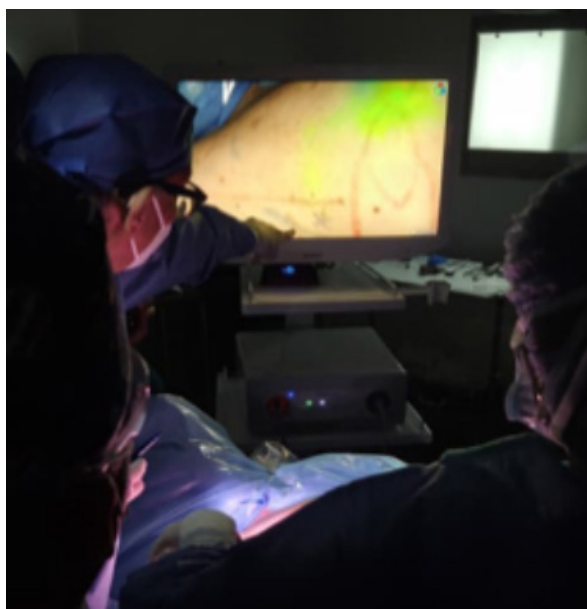


Figura 6. Visualización en tiempo real de migración del ICG en tejido linfático hacia el sitio de ganglio linfático previamente identificado con gamma sonda



Figura 7. Identificación de GC con cámara SPY HI® extracorpórea.

DISCUSIÓN

El trazador de ICG en la técnica endoscópica de BGC en CM tuvo una tasa de identificación de 100 %; en comparación con el ^{99m}Tc que tuvo una tasa de identificación de 66,66 %. En la técnica extracorpórea el ICG tuvo tasa de identificación de 100 % y el ^{99m}Tc con tasa de identificación de 92,85 %. El resultado de detección del ^{99m}Tc de este estudio es comparable al estudio de Bargon y col.⁽¹¹⁾, donde estudiaron 99 pacientes, con tasa de detección del GC en pacientes con CM con fluorescencia del 96,1 % y del 86,4 % con ^{99m}Tc , la técnica dual arrojó una tasa de detección del 98,1 % y la tasa de concordancia fue de 80,8 %.

La variación de la tasa de detección del radiotrazador puede deberse a las diferentes definiciones de ganglio linfático positivo durante el mapeo. Por lo que el ICG no fue inferior al radiotrazador, respaldando el uso del trazador verde como alternativa al ^{99m}Tc .

Los datos obtenidos de este ensayo son también comparables con el estudio multicéntrico

de Verbeek y col.⁽¹²⁾, en el que se estudiaron 95 pacientes; sometidos a BGC en CM con ICG y ^{99m}TC, se identificó el 99 % de los ganglios centinelas con ICG, mientras que el radiotrazador tuvo una tasa de identificación de 88 %; en uno de ellos falló el método del radiotrazador y en otro caso ameritó el uso de la gamma sonda inicialmente para la localización del GC; en 2 sujetos encontraron macrometástasis en ganglios linfáticos centinela que solo se evidenciaron mediante la utilización de la fluorescencia. No se reportaron efectos adversos. Por lo que el contraste fluorescente superó el radiotrazador, considerándose el trazador verde preciso y seguro.

Adame y col.⁽¹³⁾, en contraste con nuestro estudio, estudiaron 7 pacientes con CM en estadio temprano con criterios de BGC, en el que utilizaron como trazadores el ^{99m}TC y ICG; obtuvieron 10 ganglios centinela de los cuales 9 de ellos se identificaron con ICG; sin embargo, el ^{99m}TC en contraste, tuvo una identificación del 100 % de los ganglios identificados; con concordancia del 90 %. El uso del ICG evita los efectos adversos de la radiación, disminuye la complejidad logística perioperatoria, no amerita un servicio de medicina nuclear; tampoco la asistencia de horas previas al acto quirúrgico del paciente⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

En nuestro estudio, el ICG tuvo una tasa de identificación de 100 % en la técnica endoscópica y en la técnica extracorpórea, el azul patente tuvo una tasa de identificación de 100 % en la técnica endoscópica y 96,96 % en la técnica extracorpórea, demostrando que la técnica fluorescente también es una alternativa frente a los efectos adversos de los trazadores azules, tales como el azul de metileno, azul patente y azul isosulfán. Elude efectos anafilácticos, necrosis grasa, tatuaje en piel, tinte de orina y ruptura de linfáticos. Tal como señala Coibion y col.⁽¹⁷⁾, en un estudio de cohorte, al demostrar una tasa de detección de 100 % con ICG en una población

de 121 pacientes y tasa de detección de 97,5 % con azul patente de ganglios centinelas en CM temprano en 119 en pacientes.

La técnica combinada considerada *gold standar* desde hace más de 20 años en la BGC, no representa superioridad sobre el ICG, como sugiere el meta análisis de Kedrzycki y col.⁽¹⁸⁾, en este meta análisis se analizaron 10 ensayos, con análisis total de 373 ganglios linfáticos en estudios de alta calidad que compararon ICG con la técnica dual (RI-BD), ICG identificó 363/373 ganglios, mientras que la técnica dual identificó 329/373. Se sugiere que los hospitales que utilicen radioisótopo y tinte azul consideren cambiar su práctica a ICG, dada su eficacia comparable con el radiofármaco y su superioridad frente a la técnica dual, junto con un perfil de seguridad mejorado y menor carga para la infraestructura hospitalaria, al evitar la radiación.

La señal fluorescente por cámara infrarroja cercana en los tejidos con una profundidad máxima de 1 cm a 2 cm, por lo que un IMC elevado puede alterar la identificación del GC por técnica fluorescente⁽¹⁹⁾. En nuestro estudio todas las pacientes presentaron un IMC menor de 30, por lo que el grosor del tejido celular subcutáneo no fue impedimento para la localización del GC con técnica fluorescente en la fosa axilar. Otros factores que pueden dificultar la detección de GC por técnica fluorescente: las cirugías previas en mama, embarazo, radioterapia y quimioterapia neoadyuvante.

Grischke y col.⁽²⁰⁾, concluyeron que la fluorescencia permite una identificación precisa y en tiempo real de los canales linfáticos y GC, tal como se demostró en nuestro estudio. También posee una curva de aprendizaje favorable, la técnica no posee una complejidad alta si es implementada en equipos quirúrgicos con experiencia en cirugía mamaria.

La BGC con ICG en el CM se demuestra como una técnica segura, eficaz y reproducible. Su implementación no representa un aumento

significativo en el tiempo quirúrgico, lo que la convierte en una opción viable y accesible en la práctica clínica. Además, es replicable utilizando endoscopios con cámara infrarroja cercana, lo que amplía sus posibilidades de uso en distintos entornos quirúrgicos, incluso aquellos que no cuentan con equipos de fluorescencia especializados.

Esta técnica no interfiere con el procedimiento estándar combinado (^{99m}Tc y azul patente), demostrando resultados no inferiores frente a este, consolidándola como una alternativa válida.

La implementación exitosa del ICG requiere un conocimiento adecuado del manejo del compuesto y las propiedades específicas del trazador para obtener resultados óptimos. En conjunto, el uso del ICG representa una herramienta moderna, práctica y con gran potencial para integrarse de manera rutinaria en el abordaje del GC en CM, esperando que este reporte funcione como un método pionero que impulse la replicación y adopción de esta técnica.

REFERENCIAS

1. Cabanas RM. An approach for the treatment of penile carcinoma. *Cancer*. 1977;39(2):456-466.
2. Giuliano AE, Kirgan DM, Guenther JM, Morton DL. Lymphatic mapping and sentinel lymphadenectomy for breast cancer. *Ann Surg*. 1994;220(3):391-398.
3. Kim T, Giuliano AE, Lyman GH. Lymphatic mapping and sentinel lymph node biopsy in early-stage breast carcinoma: A metanalysis. *Cancer*. 2006;106(1):4-16.
4. Kern KA. Concordance and validation study of sentinel lymph node biopsy for breast cancer using subareolar injection of blue dye and technetium ^{99m}Tc sulfur colloid. *J Am Coll Surg*. 2002;195(4):467-475.
5. Motomura K, Inaji H, Komoike Y, Kasugai T, Noguchi S, Koyama H. Sentinel node biopsy guided by indocyanine green dye in breast cancer patients. *Jpn J Clin Oncol*. 1999;29(12):604-607.
6. Fox IJ, Wood EH. Indocyanine Green: Physical and physiologic properties. *Proc Staff Meet Mayo Clin*. 1960; 35:732-744.
7. Urciuoli I, Pernazza G. Indocyanine Green-Enhanced Fluorescence-Guided Surgery: Lymphatic Navigation, Perfusion Evaluation and Future Perspectives. En: Ceccarelli, G, Coratti, A. (editores) *Robotic Surgery of Colon and Rectum. Updates in Surgery*. Springer, Cham; 2024. p.189-198. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33020-9_24
8. Somashekhar SP, Kumar CR, Ashwin KR, Zaveri SS, Jampani A, Ramya Y, et al. Can low-cost Indocyanine green fluorescence technique for sentinel lymph node biopsy replace dual dye (radio-colloid and blue dye) technique in early breast cancer: A prospective two-arm comparative study. *Clin Breast Cancer*. 2020;20(5):e576-e583.
9. Bogacz P, Pelc Z, Mlak R, Sędkak K, Kobińska S, Mielniczek K, et al. Sentinel lymph node biopsy in breast cancer: The role of ICG fluorescence after neoadjuvant chemotherapy. *Breast Cancer Res Treat*. 2025;210(3):699-707.
10. Gagnier JJ, Kienle G, Altman DG, Moher D, Sox H, Riley D, et al. The CARE guidelines: Consensus-based clinical case reporting guideline development. *J Med Case Rep*. 2013;7:223.
11. Bargon CA, Huibers A, Young-Afat DA, Jansen BAM, Borel-Rinkes IHM, Lavalaye J, et al. Sentinel lymph node mapping in breast cancer patients through fluorescent imaging using indocyanine green: The INFLUENCE trial. *Ann Surg*. 2022;276(5):913-920.
12. Verbeek FP, Troyan SL, Mieog JS, Liefers GJ, Moffitt LA, Rosenberg M, et al. Near-infrared fluorescence sentinel lymph node mapping in breast cancer: A multicenter experience. *Breast Cancer Res Treat*. 2014;143(2):333-342.
13. Adame AY. Mapeo del ganglio linfático centinela en pacientes con cáncer de mama mediante imágenes fluorescentes utilizando verde de indocianina. Monterrey (Nuevo León) [Internet]. 2024 [citado 15 marzo 2026]. Disponible en: URL: <http://eprints.uanl.mx/27006/7/27006.pdf.cdownload>
14. Bhakta PS, Farnand AW, Osipova MA, Connolly MM. Use of indocyanine green in detection of breast axillary sentinel lymph nodes. *Ann Breast Surg*. 2020;4:1-6.
15. Lin J, Lin L-S, Chen D-R, Lin K-J, Wang Y-F, Chang Y-J. Indocyanine green fluorescence method for sentinel lymph node biopsy in breast cancer. *Asian J Surg*. 2020;43(12):1149-1153.
16. Sugie T, Kassim KA, Takeuchi M, Hashimoto T, Yamagami K, Masai Y, et al. A novel method for sentinel lymph node biopsy by indocyanine green fluorescence technique in breast cancer. *Cancers*

- (Basel). 2010;2(2):713-720.
17. Coibion M, Olivier F, Courtois A, Maes N, Jossa V, Jerusalem G. A Randomized Prospective non-inferiority trial of sentinel lymph node Biopsy in early breast cancer: Blue dye compared with indocyanine green fluorescence tracer. *Cancers* (Basel). 2022;14(4):888.
 18. Kedrzycki MS, Leiloglou M, Ashrafian H, Jiwa N, Thiruchelvam PTR, Elson DS, et al. Meta-analysis comparing fluorescence imaging with radioisotope and blue dye-guided sentinel node identification for breast cancer surgery. *Ann Surg Oncol*. 2021;28(7):3738-3748.
 19. Ng S, Pitsinis V, Elseedawy EH, Brown D, Vinci A, Jones BA, et al. Indocyanine green is a safe and effective alternative to radioisotope in breast cancer sentinel lymph node biopsy regardless of patient body mass index. *Eur Surg Res*. 2023;64(2):230-236.
 20. Grischke EM, Röhm C, Hahn M, Helms G, Brucker S, Wallwiener D. ICG fluorescence technique for the detection of sentinel lymph nodes in breast cancer: Results of a prospective open-label clinical trial. *Geburtshilfe Frauenheilkd*. 2015;75(9):935-940.