

Original

Análisis de ganglios coincidentes con SentiMag® y técnica estándar en la BSGC del cáncer de mama



Cristina Isabel Davó Pérez*, Virginia Pellicer Sánchez, Edelmira Soliveres Soliveres, María José Cases Baldó, Arantxa Cabrera Vilanova, Lorena Rodríguez Cazalla, Piotr Kosny y Miguel Ángel Morcillo Rodenas

Servicio de Cirugía General y del Aparato Digestivo, Hospital Vega Baja de Orihuela, Orihuela, Alicante, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 12 de agosto de 2024

Aceptado el 11 de septiembre de 2024

On-line el 7 de noviembre de 2024

Palabras clave:

Biopsia selectiva de ganglio centinela

Cáncer de mama

SentiMag®

Índice de masa corporal

Superparamagnético

Neoadyuvancia

RESUMEN

Introducción: Existen técnicas para la biopsia selectiva del ganglio centinela (BSGC) en el cáncer de mama que no precisan medicina nuclear como SentiMag® que emplea partículas ferromagnéticas. El objetivo principal es estudiar el grado de concordancia en la BSGC con SentiMag® y con el método estándar (radiotrazador Tc99). Los objetivos secundarios son identificar los factores que repercuten en la detección y en la concordancia entre sondas. **Métodos:** Estudio observacional y retrospectivo desde enero hasta diciembre de 2021. Se incluyeron pacientes sometidas a cirugía mamaria y BSGC a las que se les inyectó el radiotrazador y trazador ferromagnético. Se realizó un análisis de pruebas diagnósticas, y se analizó la tasa de detección por cada sonda y la tasa de concordancia entre sondas. Además, se evaluaron las diferencias en tasas de detección por cada sonda y en concordancia entre sondas para diferentes factores: neoadyuvancia, IMC, índice mitótico y perfil inmunohistoquímico triple negativo.

Resultados: Setenta pacientes fueron incluidas. La tasa de falsos negativos (TFN) global fue del 4,3%. La detección para cada técnica fue equivalente (85,7%). Fueron biopsiados 106 ganglios con una tasa de concordancia del 70,75%. Al analizar la tasa de concordancia de los ganglios centinela en los pacientes con y sin neoadyuvancia, se hallaron diferencias significativas (p-valor 0,012). Para el factor Ki-67 (< 20 o ≥ 20) se obtuvieron diferencias significativas en la tasa de detección de ganglios centinela (p-valor 0,031 sonda gamma; p-valor 0,124 SentiMag®).

Conclusiones: La tasa de detección de SentiMag® y sonda gamma es equivalente. La aplicación de la doble técnica minimiza la TFN. La neoadyuvancia repercute negativamente en la tasa de concordancia. El índice mitótico elevado (Ki-67 ≥ 20) afecta a la tasa de concordancia entre sondas y apunta un peor desempeño de sonda gamma.

© 2024 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cristinadavoperez@gmail.com (C.I. Davó Pérez).

<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2024.09.008>

0009-739X/© 2024 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

Match detection analysis on SentiMag® system and standard technique in SLNB of breast cancer

ABSTRACT

Keywords:

Sentinel lymph node biopsy
Breast cancer
SentiMag®
Body mass index
Superparamagnetic
Neoadjuvant therapy

Introduction: In breast cancer surgery, there are techniques for sentinel lymph node biopsy (SLNB) that do not require nuclear medicine, such as SentiMag®, which uses ferromagnetic particles. The main purpose of this analysis is to study the degree of concordance in SLNB between SentiMag® and the standard method (Tc99 radiotracer). The secondary objective is to identify factors that impact in sentinel node detection rate and matching detection rate between both probes.

Methods: Observational and retrospective study performed from January to December 2021 focused on patients undergoing breast surgery and SLNB who were injected with both tracers, the ferromagnetic SentiMag® and Tc99 radiotracer. Once the diagnostic accuracy tests were performed, a further evaluation of the detection rate for each probe and the concordance between probes were accomplished. After those results, a deeper analysis of differences in detection rates for each probe and concordance between probes were assessed for various factors: neoadjuvant therapy, BMI, mitotic index, and triple-negative immunohistochemical profile.

Results: The clinical study had a sample size of 70 patients. The overall false-negative rate (FNR) was 4.3%. The detection rate was the same for each technique (85.7%). A total of 106 nodes were biopsied, with a concordance rate of 70.75%. Significant differences were found in concordant nodes according to neoadjuvant therapy (p -value 0.012). For the Ki-67 factor (<20 or ≥ 20), significant differences were found in detected nodes (p -value 0.031 gamma probe; p -value 0.124 SentiMag®).

Conclusions: The detection rates of SentiMag® and the gamma probe are equivalent. The application of the dual technique minimizes the FNR. A high mitotic index affects the detection rate of the gamma probe, and neoadjuvant therapy negatively impacts the concordance rate.

© 2024 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

Introducción

La técnica más empleada para detectar el ganglio centinela (GC) en el cáncer de mama (CM) es el trazador radiactivo, un nanocoloide marcado con ^{99m}Tc . Es necesaria la realización de una linfogammagrafía preoperatoria para determinar la localización y el número de GC de las regiones linfáticas en riesgo. Si bien, son excelentes los resultados del trazador isotópico¹, presenta 2 inconvenientes: irradia (al paciente y al personal sanitario) y no está disponible en todos los centros al no disponer de medicina nuclear, como sucede en la mayoría de hospitales comarcales².

En la última década se han desarrollado nuevas técnicas para localizar el GC. SentiMag® es el método superparamagnético más estudiado para marcar y localizar el GC. Basa su funcionamiento en campos magnéticos, por lo que evita irradiación. No depende del servicio de medicina nuclear, y las cirugías se pueden planificar cualquier día. Además, el trazador magnético se puede inyectar desde el momento de la cirugía hasta 7 días previos, permitiendo optimizar el tiempo quirúrgico y ofrecer mayor autonomía organizativa.

Estudios como el de Mok et al.³ sostienen que SentiMag® es un método no inferior a la técnica estándar. Otros trabajos más recientes, ratifican estos resultados^{4,5}. En hospitales que no disponen de medicina nuclear, contar con una técnica válida para la realización del GC ofrece importantes ventajas:

facilita la autonomía logística del centro y aporta mayor bienestar psicológico al paciente, al poder inyectar el trazador magnético el mismo día de la intervención, eludiendo traslados al centro de referencia.

Evita la realización de pruebas diagnósticas preoperatorias como la linfogammagrafía y la irradiación inherente al radioisótopo tanto para el paciente y su entorno como para el profesional sanitario.

Nuestra hipótesis nula fue que el empleo del trazador ferromagnético y su localización con SentiMag® son un método de detección equivalente al radiotrazador en pacientes con CM sometidas a BSGC.

El objetivo principal fue evaluar el desempeño de SentiMag® en la detección de GC y estudiar el grado de concordancia con el método SentiMag® y con el método estándar (radiotrazador) en la estadificación axilar del CM. Los objetivos secundarios fueron estudiar factores clínicos, radiológicos o inmunohistoquímicos que puedan influir en la detección y la tasa de concordancia en las BSGC realizadas con SentiMag® y con radiotrazador en pacientes con CM.

Material y métodos

Se realizó un estudio observacional descriptivo. Se llevó a cabo una recogida de datos retrospectiva, desde 1 de enero hasta 31 de diciembre de 2021.

Se incluyeron pacientes mayores de 18 años diagnosticadas de CM en el Hospital Vega Baja de Orihuela con estudio axilar negativo por pruebas de imagen y/o punción, candidatas a BSGC según lo recomendado en el Consenso del 2022 de la Sociedad Española de Senología y Patología Mamaria sobre el manejo axilar del CM. Se incluyeron en el estudio pacientes con y sin tratamiento neoadyuvante. Se excluyeron pacientes con enfermedad metastásica, portadoras de semilla magnética, alérgicas a compuestos férricos o portadoras de implantes metálicos en tórax.

Variables a estudio

Se analizó la tasa de detección por cada sonda y la tasa de concordancia entre sondas (%). Así como, la sensibilidad, la especificidad y los valores predictivos de la detección del GC basada en trazador magnético en comparación con la técnica estándar.

El resto de variables analizadas fueron: variables clínicas (edad, tabaquismo, índice de masa corporal [IMC], tamaño, lateralidad, multifocalidad del tumor, neoadyuvancia y su respuesta), anatomo-patológicas (subtipo anatomo-patológico, intrínseco y Ki-67 [%]) y quirúrgicas (tipo de cirugía, número total de ganglios biopsiados, detectados con SentiMag®, detectados con sonda gamma y número de ganglios coincidentes).

Protocolo de actuación y métodos de medición

Todas las pacientes candidatas a tratamiento quirúrgico y BSGC, se sometieron a 2 técnicas de detección del ganglio simultáneas: la estándar de detección con sonda gamma y la de localización magnética.

Sistemáticamente, el día previo a la cirugía se trasladaron al centro de referencia en medicina nuclear, donde se llevó a cabo la inyección subdérmica peritumoral de una solución isotópica marcada con Tc99. Seguidamente, se les realizó una linfogammagrafía.

En el momento de la inducción anestésica previa a la cirugía y tras la realización de un bloqueo intercostal, se procedió a inyectar 2 ml del trazador Magtrace® de forma periareolar seguido de masaje mamario durante 20 min.

Durante la cirugía axilar, se emplearon 2 sondas de forma simultánea, la gammagráfica para detectar el trazador radiomarcado, y la magnética (SentiMag®) para identificar el GC con el trazador ferromagnético. Se consideran positivos para ambos métodos los ganglios que presentan una lectura superior al 10% del ganglio con la lectura numérica más elevada.

Durante la intervención se registró el número de ganglios extraídos con cada sonda y el número de ganglios coincidentes entre sondas. Se realizó un estudio OSNA intraoperatorio considerando la suma total de copias. La linfadenectomía se realizó en los pacientes con macrometástasis y carga tumoral > 10.000 copias y en las pacientes con QTNA ante cualquier carga tumoral⁶.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo en el programa IBM-SPSS® v. 29. Se estableció un nivel de significación en 0,05 con un 95% de intervalo de confianza.

Se aplicó un test de normalidad para el uso de las medidas de tendencia central y dispersión. Se empleó el test de Kolmogorov-Smirnov para las variables cuantitativas: ganglios detectados con SentiMag® y sonda gamma, así como de los ganglios coincidentes.

Las directrices empleadas en el diseño y redacción de este trabajo son acordes a la Declaración STAndards for the Reporting of Diagnostic accuracy studies (STARD)⁷.

Resultados

Se incluyeron todas las pacientes intervenidas el primer año de experiencia con SentiMag®, ya que se pretende analizar los resultados preliminares obtenidos, con posibilidad de establecer comparaciones ulteriores tras progresar en la curva de aprendizaje. Se excluyeron 4 pacientes por registro inadecuado de datos en el protocolo quirúrgico informatizado.

La edad media de las pacientes fue de $59,83 \pm 11,19$ años. El IMC medio fue de 27,76 con una desviación estándar de 5,11, siendo el mínimo 18 y el máximo 41.

Fueron biopsiados un total de 106 ganglios intraoperatoriamente. El número máximo de ganglios biopsiados por paciente fue de 4 con una mediana de un ganglio por paciente y un IQR de un tanto para la sonda gamma como para SentiMag®. La sonda gamma y SentiMag® detectaron un total de 91 y 90 ganglios, respectivamente. En la [tabla 1](#) se resumen las características de las pacientes.

El 75,71% de las pacientes presentan ganglios centinela coincidentes. Si, además, se tiene en cuenta los resultados negativos, la tasa de concordancia entre técnicas asciende al 80%. La sensibilidad y el valor predictivo positivo de SentiMag® fue del 88,3%.

La tasa de detección con cada sonda fue del 85,7%, ascendiendo al 95,7% con el empleo combinado. Asimismo, la tasa de falsos negativos (TFN) global fue del 4,28%, mucho más baja que con empleo aislado de SentiMag® (11,6%). En la [tabla 2](#) se muestra el número de pacientes en los que se detectó el GC y la distribución de estos detectados por cada sonda.

Se ha calculado el coeficiente de correlación Rho de Spearman entre los ganglios detectados con sonda gamma y con SentiMag®, obteniendo un resultado de 0,75 y 1 respectivamente, con un valor de $p < 0,001$.

Respecto al resultado histológico de los ganglios, el GC detectado en 2 (2,8%) pacientes con sonda gamma sin detección por SentiMag®, presentó resultado positivo para malignidad. Si bien, un GC detectado en un paciente con SentiMag® que no presentó captación con sonda gamma, tuvo resultado positivo de malignidad.

Respecto a la tasa de concordancia entre ganglios detectados con cada sonda fue del 70,75%.

En cuanto a los resultados de los objetivos secundarios, las diferencias en la tasa de detección entre las pacientes que han precisado neoadyuvancia, no alcanzaron significación estadística. Si bien, SentiMag® obtuvo un valor de $p = 0,078$. Sin embargo, existen diferencias significativas en el porcentaje de ganglios coincidentes entre las pacientes que han precisado neoadyuvancia, siendo esta tasa de concordancia inferior en el grupo de neoadyuvancia, con un p -valor 0,012.

Tabla 1 – Características clínicas y patológicas de las pacientes

	Pacientes (n = 70)
Edad (años)	59,83 (11,19)
IMC (kg/m ²)	27,8 (5,10)
Fumadoras	13 (18,5%)
Tipo de cirugía	
Tumorectomía	45 (64,3%)
Mastectomía	25 (35,7%)
Lateralidad tumor	
Derecha	42 (59,5%)
Izquierda	28 (40,5%)
Tamaño tumor	
< 2,5 cm	38 (54,3%)
≥ 2,5 cm	32 (45,7%)
Histología tumor	
Ductal	54 (77,1%)
Lobulillar	12 (17,1%)
Mixto	3 (4,3%)
Perfil inmunohistoquímico	
Luminal A	19 (27,1%)
Luminal B	30 (42,8%)
Triple negativo	9 (12,8%)
Her2 ⁺	12 (17,1%)
Ki-67 ⁺	
< 20%	41 (58,6%)
≥ 20%	29 (41,4%)
Neoadyuvancia	20 (28,6%)
Respuesta	
Parcial	11 (15,7%)
Completa	5 (7,1%)
Enfermedad estable	2 (2,9%)
Enfermedad en progresión	2 (2,9%)

IMC: índice de masa corporal.
Las variables cuantitativas se representan por la media (desviación típica). Las variables cualitativas se representan por frecuencia absoluta (porcentaje).

Tampoco existen diferencias significativas entre sondas en la detección ni en la concordancia en pacientes con un IMC ≥ 30, con respecto a las que presentan un IMC < 30.

Tabla 2 – Número de pacientes en los que se detectó ganglio centinela con cada una de las sondas

Pacientes Total = 70	Sonda gamma			
		+	-	
SentiMag®	+	53 (75,71%)	7 (10%)	60 (85,7%)
	-	7 (10%)	3 (4,3%)	10 (14,2%)
		60 (85,7%)	10 (14,2%)	70 (100%)

El símbolo (+) representa la presencia de detección y el símbolo (-) ausencia de detección. Se representa el número en bruto (porcentaje).

En relación con el índice mitótico, en la tasa de detección de la sonda gamma se han obtenido diferencias estadísticamente significativas, con peores resultados en Ki-67 ≥ 20. Sin embargo, con SentiMag® no se objetivan diferencias en detección entre cada grupo establecido (índice mitótico alto vs. índice mitótico bajo).

En la aplicación de ambas sondas para pacientes triple negativo vs. otros subtipos moleculares, no se observaron diferencias significativas.

En la [tabla 3](#) aparece el número de ganglios detectados por cada sonda en función de cada factor analizado, y en la [tabla 4](#) el número de GC coincidentes para cada factor analizado.

Discusión

En este trabajo la tasa de detección es más baja (85,7%) que la registrada en otros estudios. En la [tabla 5](#) se incluyen las tasas de detección obtenidas con SentiMag® y con sonda gamma en otros trabajos, en los que para ambos métodos se aproxima o supera el 95% en tasa de detección⁸⁻¹². No obstante, la tasa de detección global con ambas técnicas es del 95,7%, por lo que el empleo combinado disminuye en un 7,3% la TFN de SentiMag®.

Respecto a la tasa de concordancia por paciente (75,71%), esta es inferior a la esperada ([tabla 5](#)). Se detectaron 90 ganglios

Tabla 3 – Ganglios detectados con cada sonda en función de cada factor analizado

	Ganglios detectados				p-valor (Chi-cuadrado de Pearson)
	GM		SM		
	0-2	3-4	0-2	3-4	
Neoadyuvancia					
Sí	20 (100%)	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)	GM: 0,105
No	44 (88%)	6 (12%)	43 (86%)	7 (14%)	SM: 0,078
IMC					
≥ 30	25 (96,2%)	1 (3,8%)	25 (96,2%)	1 (3,8%)	GM: 0,278
< 30	39 (88,6%)	5 (11,4%)	38 (86,4%)	6 (13,6%)	SM: 0,187
Ki-67					
≥ 20	29 (100%)	0 (0%)	28 (96,6%)	1 (3,4%)	GM: 0,031
< 20	35 (85,4%)	6 (14,6%)	35 (85,4%)	6 (14,6%)	SM: 0,124
Triple negativo					
Sí	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	GM: 0,325
No	55 (90,2%)	6 (9,8%)	54 (88,5%)	7 (11,5%)	SM: 0,284

GM: sonda gamma; SM: SentiMag®.

Se incluye p-valor para cada factor.

En negrita, valores con significación estadística o próximos a esta.

Tabla 4 – Coincidencia de detección entre ambas sondas para los factores clínicos y características del tumor analizados

	Coincidencia de detección entre sonda gamma y SentiMag®		p-valor (Chi-cuadrado de Pearson)
	Sí	No	
Neoadyuvancia			
Sí	10 (50%)	10 (50%)	0,012
No	40 (80%)	10 (20%)	
IMC			
≥ 30	18 (69,2%)	8 (30,7%)	0,754
< 30	32 (72,7%)	12 (27,3%)	
Ki-67			
≥20	18 (66,7%)	9 (33,3%)	0,145
< 20	32 (78%)	9 (22%)	
Triple negativo			
Sí	5 (55,5%)	4 (44,4%)	0,259
No	45 (73,8%)	16 (26,2%)	

Se incluye el número bruto de ganglios coincidentes entre sondas y porcentaje. Se incluye p-valor para cada factor.
En negrita, valores con significación estadística o próximos a esta.

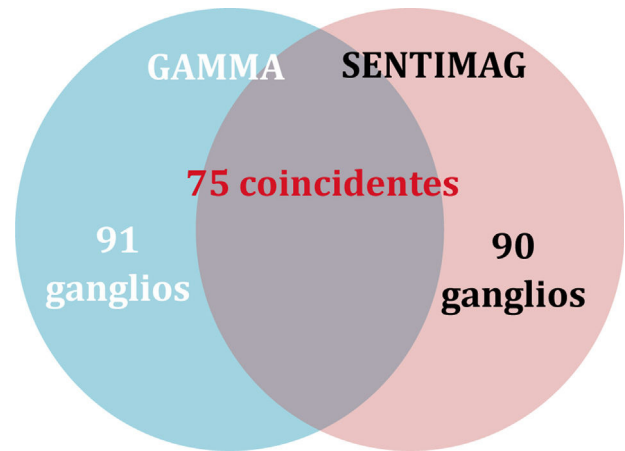
con SentiMag® y 91 con la sonda gamma, siendo 75 ganglios coincidentes por lo que la tasa de concordancia por ganglio es del 70,75% (fig. 1).

En comparación con estudios como el de Piñero et al., en los que supera el 80%, en nuestro trabajo ha sido significativamente más baja^{8,11,13}.

Estos resultados están condicionados por la técnica empleada en esta muestra de pacientes, que corresponden a la experiencia inicial de SentiMag®. Probablemente, tras ampliar el tiempo de estudio con mayor muestra, obtendremos resultados más fiables y próximos a sus resultados.

Por tanto, hasta este momento, el empleo combinado de ambas técnicas es de elección en nuestro ámbito.

Se observó que las tasas de detección de la sonda gamma no se vieron afectadas de forma significativa por la neoadyuvancia. Sin embargo, la tasa de detección de SentiMag® si

**Figura 1 – Tasa de concordancia de ganglios centinela entre sondas.**

demuestra peor desempeño en caso de neoadyuvancia ($p = 0,078$), aunque no llegó a ser significativa. Asimismo, se han encontrado diferencias significativas en los ganglios coincidentes detectados entre pacientes que han precisado QTNA, con peor tasa de concordancia en estos casos.

En otros trabajos afirmaron que la TFN en los pacientes que han precisado neoadyuvancia es mayor¹¹. En una reciente revisión sistemática, se analiza el rendimiento de BSGC tras QTNA en pacientes con y sin afectación axilar al diagnóstico. La TFN fue del 14 y 6%, respectivamente. Tras estos resultados, recomiendan la BSGC incluyendo la biopsia del ganglio afectado marcado previamente, mediante doble trazador y de al menos 3 ganglios¹⁴.

Además, múltiples publicaciones apoyan la hipótesis del bloqueo linfático ipsilateral, desencadenado por la carga tumoral, radioterapia o cirugías previas, el cual, justifica las diseminaciones linfáticas contralaterales^{13,15,16} y puede mermar la migración de los trazadores en la estadificación axilar. Por ello, el empleo del doble trazador, en casos seleccionados, puede contribuir a aumentar la efectividad de la BSGC.

En cuanto a los resultados obtenidos en las variables clínicas analizadas, no se hallaron diferencias en las tasas de detección ni concordancia en función del IMC, por lo que

Tabla 5 – Estudios que comparan las tasas de detección con sonda gamma y SentiMag® y su respectiva tasa de concordancia por paciente

Datos por paciente	n	Tasa de detección	Tasa de concordancia
Alvarado et al. ⁸	146	GM 95,9% SM 99,3%	98,6%
Thill et al. ⁹	150	GM 97,3% SM 98%	99,3%
Douek et al. ¹⁰	160	GM 90,6% SM 94,4%	93,1%
Piñero et al. ¹¹	181	GM 98,3% SM 97,8%	99,4%
Rubio et al. ¹²	118	GM 95,7% SM 98,3%	98,2%
Nuestro estudio	70	GM 85,7% SM 85,7%	75,71%

GM: sonda gamma; SM: SentiMag®.

La tasa de detección y la concordancia se expresa en porcentaje.

SentiMag® puede ser considerado equivalente al radiotrazador, independientemente del IMC. Asimismo, en el estudio Houpeau et al. no hubo diferencias significativas en la detección del GC entre pacientes con un IMC < 25 o ≥ 25 ¹⁷.

Respecto al índice mitótico elevado, existen estudios que lo relacionan con un mayor riesgo de «skip metastasis»¹⁸. En este estudio se encontraron diferencias significativas en la tasa de detección de los ganglios detectados con sonda gamma, por lo que puede ejercer un peor desempeño en pacientes con Ki ≥ 20 con respecto a SentiMag®. Si bien, en el análisis de la concordancia entre sondas en función del índice mitótico no se han encontrado diferencias significativas. Estos resultados, apoyan la aplicación de la doble técnica para la detección del GC ya que ninguna de las 2 sondas está exenta de FN.

No hay estudios que demuestren peor desempeño de SentiMag® respecto a la técnica estándar en un determinado perfil inmunohistoquímico del tumor. En nuestro estudio, no se han encontrado diferencias en la tasa de detección y concordancia entre sondas en el carcinoma triple negativo, habitualmente de peor pronóstico.

En función de nuestros resultados iniciales y con la muestra de pacientes obtenida, SentiMag® ha demostrado que es una técnica no inferior en la detección de GC respecto a la sonda gamma. Ambas sondas, presentan una tasa de detección por paciente que es equivalente y supera el 85%. Si bien, los resultados obtenidos con SentiMag® pueden estar sujetos a errores inherentes a la curva de aprendizaje con el mismo. Para mejorar la fiabilidad de la información que aporta la BSGC con SentiMag® y poder plantear su empleo aislado en algún momento, estamos analizando los resultados posteriores, una vez superada la curva de aprendizaje de la técnica, para futuros estudios.

Respecto a las limitaciones de este trabajo, se trata de un estudio retrospectivo susceptible de sesgos: se excluyeron aquellos pacientes en los que se empleó una técnica aislada. Asimismo, se excluyeron pacientes cuyo parte quirúrgico la información era insuficiente. En segundo lugar, los GC extraídos no fueron marcados con la sonda que fueron identificados, de modo que el resultado del análisis intraoperatorio OSNA no se pudo atribuir a cada ganglio. Por último, se ha analizado una muestra más reducida respecto a otros trabajos y los datos reflejan nuestra experiencia inicial con SentiMag®, con la que, a lo largo del tiempo se ha modificado el modo de administración del trazador magnético (Magtrace®), siendo presumiblemente la captación más correcta, esto debe ser confirmado en futuros análisis, por lo que los resultados de este estudio deben ser considerados preliminares y ser contrastados en estudios a largo plazo.

Conclusiones

SentiMag® es una técnica de detección no inferior al radiotrazador en nuestro medio, pero la elevada tasa de falsos negativos (superior al 10% aceptado universalmente) con su empleo individual provoca que en este momento no se pueda omitir el uso de radiotrazador, en nuestro centro, necesitando ambas técnicas para obtener buena tasa de detección global.

La neoadyuvancia afecta a la concordancia entre sondas, lo que reafirma la necesidad de aplicar sobre todo en estas pacientes la doble técnica.

El IMC y el perfil inmunohistoquímico triple negativo no afecta a la tasa de detección ni a la tasa de concordancia entre sondas. Sin embargo, el índice mitótico elevado (Ki-67 ≥ 20) si afecta a la tasa de concordancia entre sondas y apunta un peor desempeño de sonda gamma en estos pacientes, siendo conveniente emplear ambos trazadores.

Responsabilidades éticas

Este trabajo cuenta con la aprobación de la Unidad de Investigación del Hospital Vega Baja tras el correspondiente análisis llevado a cabo por el Comité de Ética e Investigación clínica.

Financiación

Declaramos que no existen fuentes de financiación para la realización de este estudio.

Conflicto de intereses

Declaramos que no existen conflictos de intereses en la realización de este trabajo.

Agradecimientos

Gracias a los autores, en especial a todo el equipo de Cirugía de Mama del Hospital Vega Baja, que han sido el intelecto de este trabajo y han sido partícipes desde los inicios. También, gracias al tutor y colaborador universitario, Dr. Diego Flores, de la Universidad de Murcia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Straver ME, Meijnen P, van Tienhoven G, van de Velde CJH, Mansel RE, Bogaerts J, et al. Sentinel Node Identification Rate and Nodal Involvement in the EORTC 10981-22023 AMAROS Trial. *Ann Surg Oncol*. 2010 Jul 19;17:1854-61.
2. Garcia-Ramos Aguirre J, Valdivia Risc J, Espinola Cortes N, Ochoa Labarta L. Selective biopsy of the sentinel node in a local hospital, magnetic detection, the role of ferromagnetic seeds. *Cirugía Andaluza*. 2021;32:134-7.
3. Mok CW, Tan S-M, Zheng Q, Shi L. Network meta-analysis of novel and conventional sentinel lymph node biopsy techniques in breast cancer. *BJS Open*. 2019;3:445-52.
4. Izzo P, de Intinis C, Sibio S, Basso L, Polistena A, Gabriele R, et al. Sentinel Lymph Node Detection in Breast Cancer: An Innovative Technique. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13:2030.
5. Vidya R, Khosla M, Laws S, Harvey J, Kaushik M, Mullapudi NA, et al. Axillary sentinel lymph node identification using superparamagnetic iron oxide versus radioisotope in early

- stage breast cancer: The UK SentiMag trial (SMART study). *Surgeon*. 2023;21:128-34.
6. Bernet L, Piñero A, Martínez M, Sicart SV, Algara M, Palomares E. Consenso de la Sociedad Española de Senología y Patología Mamaria (SESPM) sobre la biopsia selectiva del ganglio centinela (BSGC) y el manejo axilar en el cáncer de mama (2022). *Rev Senol Patol Mamar*. 2022;35:243-59.
 7. Cohen JF, Korevaar DA, Altman DG, Bruns DE, Gatsonis CA, Hooft L, et al. STARD 2015 guidelines for reporting diagnostic accuracy studies: Explanation and elaboration. *BMJ Open*. 2016;6:e012799.
 8. Alvarado MD, Mittendorf EA, Teshome M, Thompson AM, Bold RJ, Gittleman MA, et al. SentimagIC: A Non-inferiority Trial Comparing Superparamagnetic Iron Oxide Versus Technetium-99m and Blue Dye in the Detection of Axillary Sentinel Nodes in Patients with Early-Stage Breast Cancer. *Ann Surg Oncol*. 2019;26:3510-6.
 9. Thill M, Kurylcio A, Welter R, van Haasteren V, Grosse B, Berclaz G, et al. The Central-European SentiMag study: Sentinel lymph node biopsy with superparamagnetic iron oxide (SPIO) vs. radioisotope. *Breast*. 2014;23:175-9.
 10. Douek M, Klaase J, Monypenny I, Kothari A, Zechmeister K, Brown D, et al. Sentinel Node Biopsy Using a Magnetic Tracer Versus Standard Technique: The SentiMAG Multicentre Trial. *Ann Surg Oncol*. 2014;21:1237-45.
 11. Piñero-Madrona A, Torró-Richart JA, de León-Carrillo JM, de Castro-Parga G, Navarro-Cecilia J, Domínguez-Cunchillos F, et al. Superparamagnetic iron oxide as a tracer for sentinel node biopsy in breast cancer: A comparative non-inferiority study. *Eur J Surg Oncol*. 2015;41:991-7.
 12. Rubio IT, Diaz-Botero S, Esgueva A, Rodriguez R, Cortadellas T, Cordoba O, et al. The superparamagnetic iron oxide is equivalent to the Tc99 radiotracer method for identifying the sentinel lymph node in breast cancer. *Eur J Surg Oncol*. 2015;41:46-51.
 13. Barranger E, Montravers F, Kerrou K, Marpeau O, Raileanu I, Antoine M, et al. Contralateral axillary sentinel lymph node drainage in breast cancer: A case report. *J Surg Oncol*. 2004;86:167-9.
 14. Vázquez JC, Piñero A, de Castro FJ, et al. The value of sentinel lymph-node biopsy after neoadjuvant therapy: An overview. *Clin Transl Oncol*. 2022;24:1744-54. <http://dx.doi.org/10.1007/s12094-022-02824-9>.
 15. Nishimura S, Koizumi M, Kawakami J, Koyama M. Contralateral axillary node metastasis from recurrence after conservative breast cancer surgery. *Clin Nucl Med*. 2014;39:181-3.
 16. Kiluk JV, Fowler V, Lee MC, Khakpour N, Laronga C, Cox CE. Contralateral axillary nodal involvement from invasive breast cancer. *Breast*. 2014;23:291-4.
 17. Houpeau JL, Chauvet MP, Guillemin F, Bendavid-Athias C, Charitansky H, Kramar A, et al. Sentinel lymph node identification using superparamagnetic iron oxide particles versus radioisotope: The French Sentimag feasibility trial. *J Surg Oncol*. 2016;113:501-7.
 18. Kim WG, Lee J. Axillary Skip Metastases and the False-Negative Rate of Sentinel Lymph Node Biopsy in Patients With Breast Cancer Are Related to Negative ALDH-1 Expression and Ki-67 Expression. *Int J Surg Pathol*. 2017;25:397-405. <http://dx.doi.org/10.1177/1066896917690024>.