

ORIGINAL

¿Es la ecografía mamaria una buena alternativa a la resonancia magnética en la evaluación de la integridad protésica?



G.M. Secco^{a,*}, P.A. Gutierrez^a, V.L. Secco^b, M.J. Chico^b, R.A. Secco^b y K.A. Pesce^b

^a Servicio de Diagnóstico por Imágenes, Hospital Italiano de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

^b Sección Diagnóstico e Intervencionismo Mamario, Servicio de Diagnóstico por Imágenes, Hospital Italiano de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Recibido el 26 de enero de 2020; aceptado el 26 de octubre de 2020

Disponible en Internet el 19 de enero de 2021

PALABRAS CLAVE

Implantes mamarios;
 Ultrasonido;
 Mamario/ Resonancia
 magnética

Resumen

Objetivo: El objetivo de este trabajo es evaluar el rendimiento diagnóstico de la ecografía mamaria en comparación con la resonancia magnética mamaria y la correlación entre ambos métodos para la detección de los hallazgos sugestivos de rotura protésica.

Material y métodos: En la Sección de Diagnóstico e Intervencionismo mamario, en el período comprendido entre enero de 2015 y diciembre de 2017 se revisaron las imágenes e informes de ecografía y resonancia magnética mamarias con protocolo para evaluación de prótesis, de 205 pacientes.

Resultado: El estudio ecográfico fue compatible con rotura protésica en 87 (42,43%) pacientes: rotura intracapsular en 44 (21,46%) pacientes y rotura intra- y extracapsular en 43 (20,97%) pacientes. La ecografía demostró una sensibilidad del 85,22% y una especificidad del 89,74%. El valor predictivo positivo (VPP) fue del 86,20% y el valor predictivo negativo (VPN) del 88,98%. La resonancia magnética mostró hallazgos compatibles con rotura protésica en 88 (42,92%) pacientes: 50 (24,39%) pacientes con rotura intracapsular y 38 (18,53%) con rotura intra- y extracapsular. La coincidencia de los hallazgos positivos entre resonancia magnética y ecografía para la localización de rotura arrojó una excelente correlación: 0,77 ($p < 0,0001$).

Conclusión: Nuestros resultados arrojaron una concordancia alta entre ambos métodos para la detección de rotura intra- y extracapsular de los implantes. Estos resultados consolidan la utilización de la ecografía como primer método de evaluación de integridad protésica en nuestra población, reservando la resonancia magnética para aquellos casos de dudas diagnósticas ecográficas de integridad protésica.

© 2020 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: giannina.secco@hospitalitaliano.org.ar (G.M. Secco).

KEYWORDS

Breast implants;
 Ultrasonography;
 Breast/ Magnetic
 resonance imaging

Is breast ultrasound a good alternative to magnetic resonance imaging for evaluating implant integrity?

Abstract

Objective: To compare the diagnostic performance of breast ultrasound and breast magnetic resonance imaging and to correlate the findings on the two techniques that are suggestive of implant rupture.

Material and methods: We reviewed the images and reports of breast ultrasound and magnetic resonance imaging studies done in our diagnostic and interventional breast imaging unit to evaluate breast implants in 205 patients between January 2015 and December 2017.

Results: Ultrasound findings were compatible with implant rupture in 87 (42.4%) patients: intracapsular rupture in 44 (21.5%) and intracapsular and extracapsular rupture in 43 (21.0%). Ultrasound yielded 85.2% sensitivity, 89.7% specificity, 86.2% positive predictive value, and 89.0% negative predictive value. Magnetic resonance imaging findings were compatible with implant rupture in 88 (42.9%) patients: intracapsular rupture in 50 (24.4%) and intracapsular and extracapsular rupture in 38 (18.5%). The correlation between positive findings for the location of the rupture on the two imaging techniques was excellent (0.77; $p < 0.0001$).

Conclusion: We found high concordance between the two techniques for the detection of intracapsular and extracapsular implant rupture. These results consolidate the use of ultrasound as the first-line imaging technique to evaluate implant integrity in our population; magnetic resonance imaging can be reserved for cases in which the ultrasound diagnosis of implant integrity is uncertain.

© 2020 SERAM. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La cirugía de aumento del volumen mamario con prótesis ha incrementado su número en los últimos años con múltiples propósitos (reconstructiva, cosmética, etc.), por lo que resulta indispensable conocer las características por imagen de indemnidad protésica. La rotura de los implantes puede pasar desapercibida clínicamente. Los hallazgos por imagen de signos de rotura precoz en la consulta son valiosos para valorar la posibilidad de recambio quirúrgico oportuno^{1,2}. La estadística acerca de la rotura de implantes varía considerablemente en la literatura especializada. El diagnóstico clínico ha demostrado una baja sensibilidad, con hallazgos inespecíficos³⁻⁵.

La ecografía y la resonancia magnética (RM) son los dos métodos que se utilizan para evaluar la integridad protésica, avalados por una extensa literatura. No obstante, aún persiste el debate sobre el uso apropiado de ellos⁶⁻⁸. La RM ha sido el estudio con mejor rendimiento diagnóstico para la evaluación de integridad protésica, con una sensibilidad y especificidad del 64-100% y 63-100%, respectivamente. Sin embargo, su uso se encuentra limitado por su costo económico, así como en aquellas pacientes que presenten una contraindicación para realizar una RM⁹. La ecografía es considerada una valiosa herramienta en la evaluación de la integridad protésica, debido a su bajo costo y accesibilidad, tal vez la más apropiada en la primera línea de arsenal diagnóstico¹⁰⁻¹².

Todas las prótesis constan de una cubierta externa compuesta por silicona en forma de elastómero. Se trata de una membrana semipermeable que en condiciones normales –estando intacta– puede posibilitar algún grado (por

mínimo que sea) de difusión microscópica de la silicona en forma de gel. Este fenómeno se denomina “trasudado de silicona” (“gel bleeding” en la literatura anglosajona), es casi siempre inapreciable y no debe confundirse con la fuga (“patológica”) de silicona a través de una cubierta protésica rota.

La rotura intracapsular (RIC) es aquella que se mantiene contenida, debido a que la cápsula fibrosa se encuentra íntegra; sucede cuando el gel de silicona migra a través de una fisura o desgarro en la membrana protésica, pero no traspasa la cápsula fibrosa. En ausencia de antecedentes de rotura previa del implante, revisión quirúrgica del mismo o inyección de silicona libre, la presencia de silicona por fuera de la cápsula fibrosa hacia los tejidos vecinos significa rotura extracapsular (REC). Algunos hallazgos posibles de esta situación son los “siliconomas”, que se forman como consecuencia de una reacción granulomatosa en relación con colecciones de silicona que se comportan como un cuerpo extraño.

Debe tenerse en cuenta que el artefacto de ruido ecogénico dentro de los ganglios linfáticos no es, por sí solo, evidencia suficiente para sugerir la rotura del implante, debido a la posibilidad de trasudado continuo del gel¹³.

Objetivo: valorar el rendimiento diagnóstico de la ecografía mamaria en comparación con la RM mamaria y la correlación entre ambos métodos para la detección de los hallazgos sugestivos de rotura protésica.

Material y métodos

En este estudio retrospectivo se revisaron las imágenes e informes de ecografía y resonancia mamaria de 205 pacien-

tes portadoras de prótesis, con o sin síntomas, realizadas en el período comprendido entre enero de 2015 y diciembre de 2017. Todas las pacientes fueron exploradas con ambas técnicas.

Este estudio se realizó de acuerdo con los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética de nuestra institución, bajo el Protocolo N.º 5055.

Se incluyeron pacientes con implantes protésicos de localización retropectoral o retroglándular, de constitución salina o gel de silicona.

La RM mamaria fue considerada como *gold standard*. Las variables evaluadas en la muestra fueron: edad, recambio protésico previo a la realización del estudio, dolor, antecedente traumático, lateralidad de los cambios estructurales, presencia de hallazgos de rotura en ecografía, presencia de hallazgos de rotura en resonancia y localización intra- o extracapsular de los cambios estructurales en ecografía y/o resonancia.

Los casos con ganglios ecogénicos y prótesis indemnes, sin antecedente de recambio o manipulación protésica que lo justifique, fueron agrupados dentro de la variable ‘‘trasudación’’.

Se definieron como hallazgos compatibles con RIC en ecografía: a) cambios en la ecogenicidad del implante; b) ecos difusos de mediana intensidad fuera de la membrana, pero en el espacio intracapsular, que corresponden a gel de silicona extravasado y contenido por la cápsula; c) signo de la escalera, y d) signo de la cerradura. Se consideró hallazgo de REC: signo ‘‘en tormenta de nieve’’, en relación con la silicona extracapsular correspondiente a la formación de granulomas (siliconoma) visualizados en los ganglios linfáticos axilares y/o intramamarios y en el parénquima mamario.

En RM se utilizaron secuencias Silicona Only para evaluar REC parenquimatosa o ganglionar y secuencias ponderadas en T2 para determinar RIC representada por: a) presencia de líneas subcapsulares; b) signo de la cerradura; c) signo de la lágrima, y d) signo del linguini. Se consideró hallazgo de REC: imágenes hiperintensas (siliconomas) en secuencias de Silicona Only a nivel parenquimatoso o ganglionar.

En las pacientes con antecedentes de inyección libre de silicona o después de la extracción incompleta de una prótesis rota, la RM identificará pequeñas áreas de hiperintensidad en las secuencias sensibles a la silicona rodeadas de parénquima normal (figs. 1-3).

Protocolo de resonancia magnética mamaria

Los estudios de RM se realizaron en dos equipos: Siemens Avanto (1.5 T) y Philips Ingenia (3 T) con bobinas específicas para mamas. Se realizaron con la paciente en posición de decúbito prono con ambos brazos colocados por encima de la cabeza para minimizar la distorsión mamaria y los artefactos por movimiento. La adquisición bilateral incluye una secuencia localizadora multiplanar, una secuencia axial ponderada en T1, una secuencia axial T2 con y sin supresión de la grasa, sagital T2 y secuencias específicas para la evaluación de silicona (Silicon Only). Todas las RM fueron evaluadas por radiólogos con entre 4 y 7 años de experiencia en RM de mama.

Las ecografías se realizaron con equipos Esaote versión MyLab Class, con transductores de matriz lineal con un rango

Hallazgos de rotura protésica por RM Hallazgos sugestivos o incipientes de RIC (no son suficientes para el diagnóstico de forma aislada)			
Signo de la gota de aceite	Cambios en la intensidad del gel siliconado (agua/líquido seroso entremezclado con el gel siliconado a través de un defecto de membrana protésica)		
Signo de la cerradura	Invaginación local de la membrana protésica, donde ambos extremos de la membrana no toman contacto entre sí, conteniendo una pequeña cantidad de silicona		
Signo de la lágrima	Invaginación de la membrana protésica (pliegue) conteniendo gotas de silicona		
Hallazgos definitivos de RIC			
Líneas subcapsulares	Líneas hipodensas que discurren paralelas y próximas a la cápsula fibrosa. El comienzo y final de las mismas se continúan con la superficie protésica		
Signo del linguini (análogo al signo de la escalera en ecografía)	Líneas hipodensas en el interior del gel de silicona, en ocasiones más o menos paralelos a la cápsula fibrosa		
Hallazgos definitivos de REC			
Siliconomas o silicona libre	Silicona por fuera de los confines de la cápsula fibrosa, frecuentemente visualizados como nódulos/granulomas o áreas de silicona próximas a la cápsula fibrosa (visualizadas en conjunto con RIC)		
Hallazgos de rotura protésica por ecografía			
Hallazgos de REC			
Signo de la tormenta de nieve	Dispersión del haz de ultrasonido con área ecogénica bien definida en su margen anterior y distorsión posterior (puede encontrarse en el interior ganglionar o en el parénquima mamario)		
Hallazgos de RIC			
Signo de la escalera (análogo al signo de linguini en RM)	Múltiples líneas ecogénicas paralelas al interior del implante o a veces curvilineas		
Signo de la lágrima	Ver tabla de hallazgos de rotura protésica por RM		
Signo de la cerradura	Ver tabla de hallazgos de rotura protésica por RM		
Línea subcapsular	Ver tabla de hallazgos de rotura protésica por RM		

Figura 1 Listado de hallazgos posibles en caso de rotura protésica incipiente o definitiva por ecografía y resonancia magnética.

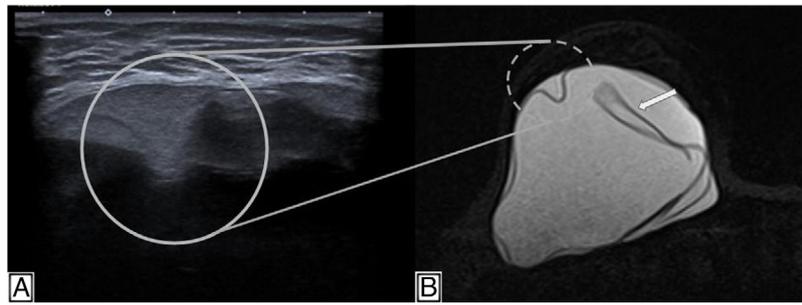


Figura 2 A) Ecografía. B) Resonancia magnética mamaria. Secuencia Silicona Only en la misma paciente con signos de rotura intracapsular: signo de la cerradura (figura ampliada) y signo de linguini (flecha blanca) en el implante derecho.

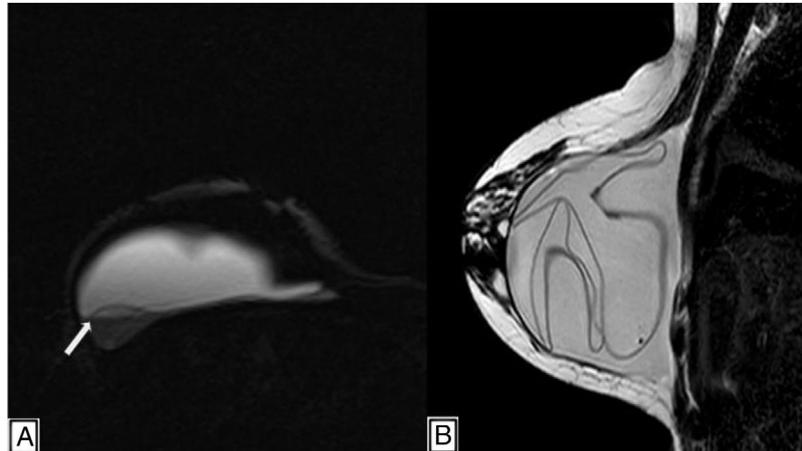


Figura 3 Resonancia magnética mamaria. A) Secuencia Silicona Only que muestra imagen laminar posterior y externa de igual intensidad de señal que la silicona como resultado de trasudación de silicona intracapsular (flecha blanca). B) Secuencia T2 sagital con líneas hipointensas como signo de linguini en RIC.

de frecuencia de 7,5-15 MHz. Fueron realizadas por radiólogos especialistas en imagen mamaria, con entre 4 y 19 años de experiencia.

Se excluyó del análisis a las pacientes menores de 18 años o con otras indicaciones que no fueran evaluación de indemnidad protésica.

Los datos se registraron en una base de datos desarrollada en el programa Excel 2007 en un formulario diseñado para el estudio.

Los datos fueron analizados en el programa SPSS 17.0. Se utilizó la mediana y los valores mínimos y máximos como unidades de distribución y tendencia central. Se utilizó la prueba de la χ^2 para establecer diferencias entre variables dicotómicas, y el test de Mann Whitney para variables continuas. El nivel de significación se establece en $p \leq 0,05$. Se utilizó la *odds ratio* como medida de asociación, con intervalos de confianza del 95%.

Resultados

Fueron incluidas en el análisis 205 pacientes con una edad media de 51,4 años [desviación estándar (DE): 13,3]. De ellas, el 72,19% (148/205) eran asintomáticas y el 27,8%, sintomáticas (57/205) (tabla 1).

En nuestra serie no encontramos una diferencia estadísticamente significativa en las pacientes con diagnóstico de

rotura protésica que consultaron por dolor o presentaban el antecedente de traumatismo previo [dolor ($p: 0,1$) y traumatismo ($p: 0,5$)].

Solo hallamos el antecedente de recambio protésico en 20 de 205 (9,76%) pacientes.

En 12 (6,49%) pacientes encontramos ganglios con presencia de silicona en ecografía y prótesis indemnes en la RM. Estos hallazgos fueron interpretados como trasudación de silicona, debido a que eran pacientes sin antecedente de recambio protésico previo que justifique la impregnación de silicona ganglionar o rotura intracapsular que justifique una rotura extracapsular asociada.

Solo 13 pacientes representaron falsos negativos. En ellos, la ecografía no logró detectar RIC o rotura combinada (intra- y extracapsular) que luego la RM arrojó como resultados positivos (6,34%) ($p < 0,0001$). Por otra parte, 12 pacientes presentaron hallazgos de RIC por ecografía que luego no fueron confirmados por la RM (falsos positivos) (5,85%). ($p < 0,0001$). Entre los verdaderos positivos, con ambos estudios coincidentes en hallazgos de rotura se obtuvieron 75 (36,59%) pacientes y 105 (51,22%) verdaderos negativos, con ambos estudios demostrando indemnidad protésica.

La ecografía arrojó una sensibilidad del 85,22% y una especificidad del 89,74%. El VPP fue del 86,20% y el VPN del 88,98%.

Tabla 1 Sintomatología y rotura protésica en la muestra

Sintomatología	N.º de pacientes = 205	Rotura en RM
Asintomática	148	
Sintomática	57	
Dolor	52	18
Antecedente traumático	11	5

Detalle de pacientes sintomáticas y asintomáticas. Confirmación de rotura en pacientes sintomáticas por resonancia magnética.

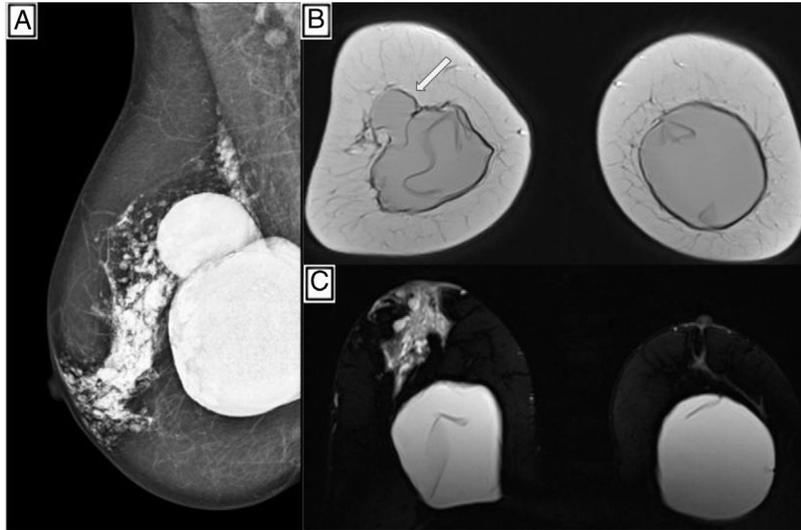


Figura 4 A) Incidencia MLO mamográfica derecha con múltiples imágenes nodulares hiperdensas, en región centromamaria y hacia plano posterior. B) Resonancia magnética (RM): T2 coronal. Herniación del implante derecho hacia el CSE (flecha blanca). C) RIC bilateral. RM: Silicona Only axial con imágenes hiperintensas en región centromamaria derecha que se extienden hacia el pezón, como signo de REC. CSE: cuadrante superoexterno; MLO: medio lateral oblicua.

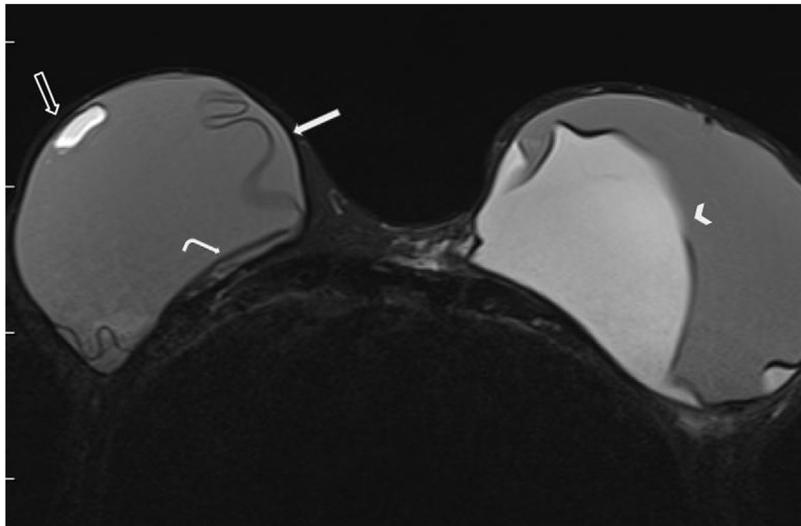


Figura 5 Implante derecho con signos de RIC. Linguini (flecha blanca), líneas subcapsulares (flecha curva) y signo de la gota de aceite anterior (flecha hueca). Implante izquierdo indemne, con voluminosa colección periprotésica homogénea (cabeza de flecha).

Un 42% de las pacientes (87/205) mostraron signos de rotura protésica en ecografía y un 42,92% (88/205) en RM (figs. 4-6).

En RM se constató rotura unilateral en 43 (48,86%) pacientes y bilateral en 45 (51,13%). Por otra parte, en

los exámenes ecográficos se registraron 51 pacientes con rotura unilateral (58,62%) y 36 pacientes con rotura bilateral (41,38%).

Hubo una buena correlación entre ambos métodos en la detección de rotura de los implantes, 87 pacientes

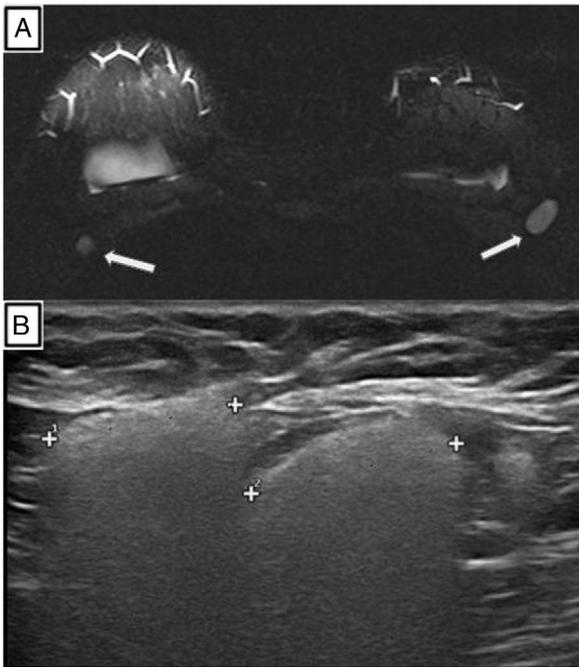


Figura 6 A) Secuencia Silicona Only axial. Ganglios en ambas axilas, hiperintensos, compatibles con infiltración por silicona (flechas blancas). B) Ganglios axilares con aspecto “en tormenta de nieve”, atribuible a silicona libre intraganglionar.

detectadas en los exámenes ecográficos y 88 pacientes en los exámenes de RM, con una correlación de 0,73 ($p < 0,0001$).

También obtuvimos buena correlación en el tipo de rotura detectada entre ambos métodos.

De las 50 pacientes con RIC detectadas en RM, 44 fueron también halladas en los exámenes ecográficos. Del mismo modo, el hallazgo de rotura combinada (intra- y extracapsular) presentó buena correlación entre ambos métodos. En ecografía se hallaron 43 pacientes con rotura combinada, de las cuales 38 se detectaron también en RM [0,77 ($p < 0,0001$)] (fig. 7).

Discusión

La RM debido a su sensibilidad y especificidad se ha impuesto como el estudio de elección en la detección de rotura de implantes protésicos. No obstante, la falta de disponibilidad del método en muchos centros hace que la ecografía mamaria se convierta en el primer método de evaluación de la integridad protésica^{9,11,14}.

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos afirmar que tanto la ecografía como la RM son excelentes métodos para evaluar integridad protésica, resultados coincidentes con los publicados por otros grupos de trabajo^{9,13,15,16}. La RM probó ser el método con mayor poder de discriminación para hallazgos de RIC y REC.

Encontramos que la ecografía y la RM tuvieron alta concordancia en la detección y en la lateralidad de los hallazgos de rotura, así como también en el tipo de rotura hallada (RIC y REC).

Los porcentajes de rotura protésica hallados en nuestra serie fueron de aproximadamente un 42% para cada

una de las técnicas empleadas. Los resultados mostrados en la literatura científica son, no obstante, extremadamente variables (desde un 0% hasta un 71%) atribuibles entre otros factores al tiempo de colocación del implante¹⁷.

El presente estudio tiene como principal objetivo describir los hallazgos relacionados con signos de rotura de implantes mamarios. Sin embargo, existen otros diagnósticos diferenciales a la rotura que se pueden presentar. Por ejemplo, infección, seroma o incluso patología ocasional del parénquima mamario no relacionada con la presencia de implantes. Es en estos casos donde la ecografía, por ser un estudio dinámico, puede aportar información valiosa y presentar ventajas en cuanto a costo, disponibilidad y accesibilidad con respecto a la RM^{5,12,18,19}.

Si bien una de las debilidades de la ecografía mamaria como método diagnóstico es su dependencia del operador, debemos destacar que en nuestro análisis no encontramos diferencias estadísticamente significativas en el número de pacientes con diagnóstico de rotura protésica en ecografía y en RM. Esto puede explicarse dado que el equipo de especialistas de nuestro estudio forma parte de una sección especializada con criterios diagnósticos homogéneos, reuniones de actualización periódicas y dedicación exclusiva al diagnóstico mamario²⁰.

Consideramos a la ecografía una herramienta de alta utilidad en la evaluación protésica, y la sensibilidad y especificidad obtenidas en esta serie así lo apoyan. No hallamos en la bibliografía referencias para su comparación.

En nuestra serie no encontramos asociación entre sintomatología y rotura protésica, asociación descrita en la mayoría de las series revisadas⁴. Las publicaciones previas que evaluaron también integridad protésica reportaron que un motivo frecuente que origina el estudio de las pacientes con prótesis son el dolor y el antecedente de traumatismo reciente^{21,22}. Esto no es coincidente con nuestra serie, en donde estas pacientes solo representaron el 27,8% de la muestra (57/205).

Esta diferencia podría atribuirse a que la población incluida en otros estudios era sintomática, mientras que el 72,19% de las pacientes incluidas en nuestra muestra eran asintomáticas (148/205)^{10,21,22}. Estos resultados nos indican que la sintomatología o el antecedente traumático son variables insuficientes como única razón para sospechar una rotura.

La hiperintensidad ganglionar axilar en RM o signos “en tormenta de nieve” a nivel ganglionar en hallazgos ecográficos, interpretados como infiltración por silicona cuando se presenta como hallazgo aislado, no resulta de utilidad para determinar la integridad de los implantes.

La presencia de silicona en ganglios puede hallarse en pacientes tanto con implantes intactos como dañados^{18,23}. Por esta razón, la presencia ecográfica de silicona ganglionar, acompañada de hallazgos ecográficos de prótesis mamarias normales, predice una correlación de hallazgos normales en RM.

Los falsos positivos ecográficos se correlacionaron con ecos causados por pliegues en los implantes de valoración dificultosa o por artefactos de reverberación que simula RIC²⁴. En cuanto a los falsos negativos, la ecografía puede presentar una limitación en la valoración de RIC si no se ajustan adecuadamente los parámetros técnicos



	Ecografía	RM
N.º de roturas	87 (42,43%)	88 (42,92%)
RIC	44 (21,46%)	50 (24,39%)
RIC + REC	43 (20,97%)	38 (18,53%)

Figura 7 Contabilización del tipo de rotura por método.

RM: resonancia magnética; REC: rotura extracapsular; RIC: rotura intracapsular.

ecográficos para la valoración del implante, no así en la pesquisa de REC.

La principal limitación del presente estudio es que solo hubo recambio en 20 pacientes, y por tanto ausencia de correlación quirúrgica de los hallazgos de rotura.

En conclusión, nuestros resultados arrojaron una alta concordancia entre ambos métodos para la detección de rotura de los implantes, el tipo de rotura y su localización. La ecografía mamaria, a diferencia de la RM, es un estudio de bajo costo y ampliamente disponible.

Nuestros resultados consolidan la utilización de la ecografía como primer método de evaluación de la integridad protésica, y proponen reservar el uso de la RM para aquellos casos de dudas diagnósticas ecográficas.

La sola presencia de silicona ganglionar no resulta de utilidad como hallazgo aislado para determinar la integridad de los implantes, ya que no es indicativa de rotura.

Autoría

1. Responsables de la integridad del estudio: GMS, PAG, VLS, MJC, RAS, KAP.
2. Concepción del estudio: GMS, PAG, VLS, MJC, RAS, KAP.
3. Diseño del estudio: GMS, PAG, VLS, MJC, RAS, KAP.
4. Obtención de los datos: GMS, PAG, VLS, MJC, RAS, KAP.
5. Análisis e interpretación de los datos: GMS, PAG, VLS, MJC, RAS, KAP.
6. Tratamiento estadístico: GMS, PAG, VLS, MJC, RAS, KAP.
7. Búsqueda bibliográfica: GMS, PAG, VLS, MJC, RAS, KAP.
8. Redacción del trabajo: GMS, PAG, VLS, MJC, RAS, KAP.
9. Revisión crítica del manuscrito con aportes intelectualmente relevantes: GMS, PAG, VLS, MJC, RAS, KAP.
10. Aprobación de la versión final: GMS, PAG, VLS, MJC, RAS, KAP.

Conflicto de intereses

Los investigadores participantes declaran no tener conflictos de intereses.

El presente manuscrito fue evaluado por el Comité de Ética del Hospital Italiano de Buenos Aires, bajo el Protocolo N.º 5055.

Bibliografía

1. Seiler SJ, Sharma PB, Hayes JC, Ganti R, Mootz AR, Eads ED, et al. Multimodality Imaging-based Evaluation of Single-Lumen Silicone Breast Implants for Rupture. *Radiographics* [Internet]. 2017;37:366–82, <http://dx.doi.org/10.1148/rg.2017160086>.
2. Colombo G, Ruvolo V, Stifanese R, Perillo M, Garlaschi A. Prosthetic Breast Implant Rupture: Imaging—Pictorial Essay. *Aesthetic Plast Surg* [Internet]. 2011;35:891–900, <http://dx.doi.org/10.1007/s00266-011-9694-z>.
3. Hold PM, Alam S, Pilbrow WJ, Kelly JF, Everitt EM, Dhital SK, et al. How Should We Investigate Breast Implant Rupture? *Breast J* [Internet]. 2012;18:253–6, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1524-4741.2012.01226.x>.
4. Lindenblatt N, El-Rabadi K, Helbich TH, Czembirek H, Deutinger M, Benditte-Klepetko H. Correlation between MRI results and intraoperative findings in patients with silicone breast implants. *Int J Womens Health* [Internet]. 2014;6:703–9, <http://dx.doi.org/10.2147/IJWH.S58493>.
5. Benito-Ruiz J, de Cabo F. Ultrasonography: a useful tool for plastic surgeons. *Aesthetic Plast Surg* [Internet]. 2014;38:561–71, <http://dx.doi.org/10.1007/s00266-014-0300-z>.
6. Gorczyca DP, Gorczyca SM, Gorczyca KL. The Diagnosis of Silicone Breast Implant Rupture. *Plast Reconstr Surg*. [Internet]. 2007;120:495–615, <http://dx.doi.org/10.1097/01.prs.0000286569.45745.6a>.

7. Herrero JC, Camps Herrero J. Resonancia magnética de mama: estado actual y aplicación clínica. *Radiología* [Internet]. 2011;53:27–38, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rx.2010.08.009>.
8. Herrero JC, Camps Herrero J. Controversias en RM de mama. *Radiología* [Internet]. 2010;52:26–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rx.2010.01.008>.
9. Hölmich LR, Vejborg I, Conrad C, Sletting S, McLaughlin JK. The diagnosis of breast implant rupture: MRI findings compared with findings at explantation. *Eur J Radiol* [Internet]. 2005;53:213–25, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2004.03.012>.
10. DeBruhl ND, Gorczyca DP, Ahn CY, Shaw WW, Bassett LW. Silicone breast implants: US evaluation. *Radiology* [Internet]. 1993;189:95–8, <http://dx.doi.org/10.1148/radiology.189.1.8372224>.
11. Telegrafo M, Moschetta M. Role of US in evaluating breast implant integrity. *J Ultrasound* [Internet]. 2015;18:329–33, <http://dx.doi.org/10.1007/s40477-015-0170-5>.
12. Lake E, Ahmad S, Dobrashian R. The sonographic appearances of breast implant rupture. *Clin Radiol* [Internet]. 2013;68:851–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2013.03.014>.
13. Shah M, Tanna N, Margolies L. Magnetic resonance imaging of breast implants. *Top Magn Reson Imaging* [Internet]. 2014;23:345–53, <http://dx.doi.org/10.1097/RMR.000000000000039>.
14. Chung KC, Malay S, Shauver MJ, Kim HM. Economic analysis of screening strategies for rupture of silicone gel breast implants. *Plast Reconstr Surg* [Internet]. 2012;130:225–37, <http://dx.doi.org/10.1097/PRS.0b013e318254b43b>.
15. Dobke MK, Middleton MS. Clinical impact of breast implant magnetic resonance imaging. *Ann Plast Surg* [Internet]. 1994;33:241–6, <http://dx.doi.org/10.1097/0000637-199409000-00002>.
16. Maijers MC, Niessen FB, Veldhuizen JFH, Ritt MJPF, Manoliu RA. MRI screening for silicone breast implant rupture: accuracy, inter- and intraobserver variability using explantation results as reference standard. *Eur Radiol* [Internet]. 2014;24:1167–75, <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-014-3119-8>.
17. Rohrich RJ, Adams WP, Beran SJ, Rathakrishnan R, Griffin J, Robinson JB, et al. An Analysis of Silicone Gel-Filled Breast Implants: Diagnosis and Failure Rates. *Plast Reconstr Surg* [Internet]. 1998;102:2304–8, <http://dx.doi.org/10.1097/00006534-199812000-00004>.
18. Expert Panel on Breast Imaging, Lourenco AP, Moy L, Baron P, Didwania AD, diFlorio RM, et al. ACR Appropriateness Criteria Breast Implant Evaluation. *J Am Coll Radiol* [Internet]. 2018;15:S13-25. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2018.03.009>.
19. Cilotti A, Marini C, Iacconi C, Mazzotta D, Moretti M, Giacconi C, et al. Ultrasonographic Appearance of Breast Implant Complications. *Ann Plast Surg* [Internet]. 2006;56:243–7, <http://dx.doi.org/10.1097/01.sap.0000198560.24518.e7>.
20. Díez FM, Martín Díez F. Ecografía de mama. Controversias. *Radiología* [Internet]. 2010;52:22–5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rx.2010.01.007>.
21. Yang N, Muradali D. The augmented breast: a pictorial review of the abnormal and unusual. *AJR Am J Roentgenol* [Internet]. 2011;196:W451–60, <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.10.4864>.
22. Wise DM. Breast implants and trauma. *Plast Reconstr Surg* [Internet]. 1994;93:1104–5, <http://dx.doi.org/10.1097/00006534-199404001-00045>.
23. Wong T, Lo LW, Fung PYE, Lai HYM, She HLH, Ng WKC, et al. Magnetic resonance imaging of breast augmentation: a pictorial review. *Insights into Imaging* [Internet]. 2016;7:399–410, <http://dx.doi.org/10.1007/s13244-016-0482-9>.
24. Rochira D, Cavalcanti P, Ottaviani A, Tambasco D. Longitudinal Ultrasound Study of Breast Implant Rupture Over a Six-Year Interval. *Ann Plast Surg* [Internet]. 2016;76:150–4, <http://dx.doi.org/10.1097/SAP.0000000000000539>.