

Elastografía cuantitativa en el nódulo mamario sospechoso para malignidad

Quantitative elastography in suspicious breast nodule for malignancy

Lourdes N. Santos-Aragón^{1*}, Dora L. Barragán-Patraca¹, Dafne O. Soto-Trujillo² y Marco A. Téliz-Meneses³

¹Servicio de Mastografía; ²Servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica; ³Servicio de Radiología e Imagen Molecular. Centro Médico ABC, Ciudad de México, México

RESUMEN

Objetivo: Describir la elastografía por ondas de corte y su utilidad en la caracterización del nódulo mamario. **Materiales y métodos:** Se utilizó elastografía cuantitativa por ondas de corte por ultrasonido. Los criterios usados para la cuantificación de la velocidad de las ondas de corte en nódulos mamarios fue con un punto de corte de 3.25 m/s para lesiones malignas. Se adquirieron las imágenes del nódulo mamario en escala de grises, Doppler color y elastografía, en aquellos hallazgos diagnosticados como categoría BI-RADS (*Breast Imaging Reporting and Data System*) 4. Se almacenaron las imágenes en el sistema PACS. Se realizó una biopsia del nódulo guiada por ultrasonido con aguja de corte gruesa. Se utilizó un diseño observacional, retrospectivo, transversal. **Resultados:** Se valoró un total de 15 pacientes, los hallazgos se organizaron en una tabla. Para la categoría BI-RADS 4A fueron coincidentes los hallazgos hitopatológicos de benignidad o carcinoma bien diferenciado, en el caso de BI-RADS 4C coincidió con carcinomas poco diferenciados, en el caso BI-RADS 4B, los hallazgos fueron variables, aunque siempre coincidió la velocidad de corte mayor a 3.25 m/s. **Conclusión:** La elastografía combinada con la ecografía convencional podría incrementar potencialmente el nivel de confianza con respecto a la evaluación final de la lesión mamaria. Permite contar con criterios objetivos para la categorización del BI-RADS 4 en A, B o C, con ello orientar al radiólogo y al clínico respecto al manejo diagnóstico y terapéutico. Además, en el caso del BI-RADS 4A, incluso con la elastografía se podría recategorizar a un BI-RADS menor en el caso que la velocidad de corte sea menor a 3.25 m/s.

Palabras clave: Nódulo mamario. Elastografía por ondas de corte. BI-RADS 4. Biopsia. Carcinoma.

Correspondencia:

*Lourdes N. Santos-Aragón
E-mail: dra.santos@radiologiamama.com

Recibido: 20-11-2018

Aceptado: 24-04-2019

DOI: 10.24875/ARM.19000079

ABSTRACT

Purpose: Describe the shear wave elasticity imaging in the characterization of mammary nodule. **Materials and methods:** An observational, retrospective, transversal design was used. Quantitative elastography was used shear wave elasticity imaging. The criteria for the quantification of the speed of the cut waves in mammary nodules was 3.25 m/s for malignant lesions. Images of the breast nodule were acquired in grayscale, color Doppler and elastography, those findings diagnosed as category *Breast Imaging Reporting and Data System* (BI-RADS) 4. The images were stored in the PACS system. Nodule biopsy was performed with ultrasonographic guidance and core needle. **Results:** A total of 15 patients were assessed, the findings were organized in a table. The pathological findings of benignity or well differentiated carcinoma were coincident for the category BI-RADS 4A, in the case of BI-RADS 4C it coincided with poorly differentiated carcinomas, in the BI-RADS 4B case, the findings were variable, although always coincided with the speed greater than 3.25 m/s. **Conclusion:** Elastography combined with conventional ultrasound could potentially increase the level of confidence with respect to the final evaluation of the breast lesion. It allows to have objective criteria for the categorization of BI-RADS 4 in A, B or C, with this, to guide the radiologist and the clinician regarding diagnostic and therapeutic management. In addition, in the case of BI-RADS 4A, even with elastography, a lower BI-RADS could be categorized if the cutting speed is <3.25 m/s.

Key words: Mammary nodule. Shear wave elasticity imaging. BI-RADS 4. Biopsy. Carcinoma.

OBJETIVOS

- Describir la elastografía por ondas de corte y su utilidad en la caracterización del nódulo mamario.
- Correlacionar el resultado histopatológico de los hallazgos en la glándula mamaria categorizados como BI-RADS (*Breast Imaging Reporting and Data System*) 4 con la elastografía cuantitativa por ondas de corte.

MARCO TEÓRICO

Introducción

La exploración física del nódulo palpable de la glándula mamaria consiste en describir las características clínicas (consistencia del

nódulo, tamaño, movilidad, extensión a estructuras adyacentes); y, así, determinar si es sospechoso de malignidad. Los métodos de imagen aportan una valiosa información adicional que orienta el diagnóstico. El ultrasonido de mama reporta las dimensiones, si es sólido o quístico, las características de los bordes, la vascularidad. En el caso del nódulo no palpable, con la elastografía se puede determinar la dureza, además, objetivamente reporta la rigidez del nódulo, incluso en el nódulo palpable.

La elastografía por ultrasonido fue descrita por primera vez en 1987 por Krouskop¹. Se basa en la teoría que los tejidos blandos se deforman más que los rígidos, que pueden incluso no deformarse. La diferencia de elasticidad entre

un tejido y otro puede cualificarse o cuantificarse, según el *software* con el que se cuente.

La elastografía ha demostrado su utilidad en la detección de cáncer de mama² al añadir información estructural de las propiedades morfológicas proporcionada por el ultrasonido en escala de grises. Se ha comparado, incluso, a la palpación manual de los tejidos, utilizada por los médicos durante siglos para ayudar en el diagnóstico clínico.

Elastografía cuantitativa

Existen dos clases de elastografía bien diferenciadas: la semicuantitativa y la cuantitativa. Para la finalidad de este trabajo se describirá la cuantitativa.

La elastografía cuantitativa mide el desplazamiento del tejido, independientemente de la presión aplicada, al enviar microimpulsos acústicos con niveles mínimos de energía hacia los diferentes tejidos. De esta manera, se crea un mapa tisular relativo al desplazamiento de las estructuras adyacentes³.

Dentro de la elastografía cuantitativa podemos distinguir tres subgrupos de imágenes: la «cuantitativa», que nos ofrece un mapa de colores de la lesión con respecto al tejido adyacente, la «cuantitativa», que nos da un valor en kPa o m/s que nos proporciona valores numéricos acerca de la mayor o menor deformidad en una región de interés elegida por nosotros, y un último subgrupo que combina en una misma imagen las dos anteriores, es decir, sobre un mapa cualitativo de colores podemos medir el valor de dureza del tejido en una región de interés.

Entre las técnicas cuantitativas existen: elastografía por ondas de corte (*shear wave elasticity imaging*), sonoelastografía por interferencia de patrones (*crawling wave*), imagenología por ondas de corte supersónicas (*supersonic shear imaging*) y vibroelastografía.

En este trabajo se utilizó la elastografía cuantitativa por ondas de corte, que se expresa como velocidad de corte en m/s. Esta técnica utiliza ondas de corte inducidas por fuerza de radiación acústica centrada en un haz ultrasónico⁴. La compresión inducida en el tejido puede ser altamente localizada, ya que las ondas de corte inducidas son atenuadas por una región limitada cerca del centro del haz del ultrasonido. La onda final que recibe el transductor es la propagación de las ondas de corte, las cuales tienen relación con la dureza del tejido. Para poder estimar la velocidad de las ondas de corte, el transductor debe medir la respuesta de al menos dos puntos y, mediante algoritmos, teniendo el desplazamiento y el tiempo, obtenemos la velocidad. Además, se necesita de un transductor capaz de capturar miles de imágenes de cuadros por segundo. Entonces, al reconstruir la onda de propagación de velocidad del tejido en la región desplazada de la región de excitación y aplicando algoritmos de correlación cruzada, se muestran imágenes en tiempo real a escala de colores y el módulo de elasticidad de región de interés en metros sobre segundo (m/s).

Utilidad en el nódulo mamario

Se ha comparado el uso del ultrasonido convencional versus la elastografía en la glándula mamaria respecto a un nódulo sólido benigno y un nódulo maligno.

En un nódulo benigno, como el fibroadenoma, con el ultrasonido convencional se puede describir como una forma oval, margen circunscrito, homogéneo, hipoeocogénico, orientación paralela, y con el elastografía, como área de mayor rigidez típicamente más pequeña que los límites de lesión vistos en la imagen en modo B. El quiste, en el ultrasonido a escala de grises, se observa como una lesión anecoica, redonda u oval, con reforzamiento acústico. En la elastografía se visualiza con apariencia de ojo de buey, realce posterior brillante o con efecto de Aliasing. Además, con la elastografía se puede diferenciar un quiste complicado de una masa sólida, la propagación de las ondas de corte no ocurre en los quistes, en los que proporciona valores de cero⁵. El hemartoma, en el ultrasonido modo B, es de aspecto variable, que va desde anecoico a septos, y en la elastografía es variable, con apariencia similar a los quistes, puede ser rígido y medir menos que en la imagen en modo B. A diferencia que en el carcinoma, en el ultrasonido modo B se ve como una masa ramificada hipoeocoica o microlobular, con orientación antiparalela, y en la elastografía, con aumento de la rigidez, lesión mayor que en la imagen en modo B⁶.

La elastografía puede tener un papel para evaluar aún más las anomalías en las imágenes convencionales de ultrasonido de mama y diferenciar las lesiones mamarias benignas de las malignas. Por lo tanto, el objetivo final de incorporar la elastografía en la práctica diaria sería reducir la tasa de biopsias de lesiones benignas. Las dos características elastográficas más importantes en la evaluación de las lesiones mamarias son los criterios de tamaño y rigidez. El criterio de tamaño indica la diferencia en la medición del diámetro más largo en el modo B y el elastograma. Las estructuras

que son menos compresibles que los tejidos circundantes miden más en la elastografía que en la imagen del modo B correspondiente. Por lo tanto, el tumor es de mayor tamaño por elastografía que en escala de grises (ultrasonido convencional). Alternativamente, esta característica puede expresarse como una relación, de tal manera que los diámetros de las lesiones sugestivas de malignidad en la elastografía sean mayores o iguales a los observados en el modo B. Este fenómeno se atribuye a la reacción desmoplástica provocada por muchas neoplasias mamarias malignas⁷.

Criterios de cuantificación

Los criterios usados para la cuantificación de la velocidad de las ondas de corte en nódulos mamarios es de 4.49 ± 1.27 m/s para lesiones malignas, y de 2.25 ± 0.59 a 3.25 ± 2.03 m/s para lesiones benignas. Para asegurar una sensibilidad y especificidad adecuada, se propone un punto de corte de 3.25 m/s (Fig. 1)^{8,9}.

El Colegio Americano de Radiología describe los criterios para clasificar el diagnóstico de un nódulo según sus características en el BI-RADS, y cuando una lesión es sospechosa de malignidad existe una subdivisión de BI-RADS 4 en A, B y C. Con esta división se destina un valor predictivo positivo para malignidad según sea el caso, en 4A, del 2 al 10%, en 4B, del 11 al 50% y en 4C, del 51 al 95%, y hay algunas características propias del nódulo en estudio que permiten ubicarlo en alguna subdivisión, con la elastografía se facilitaría esa división¹⁰.

La elastografía con ondas de corte también puede ser complementaria a la ecografía convencional a escala de grises mediante la

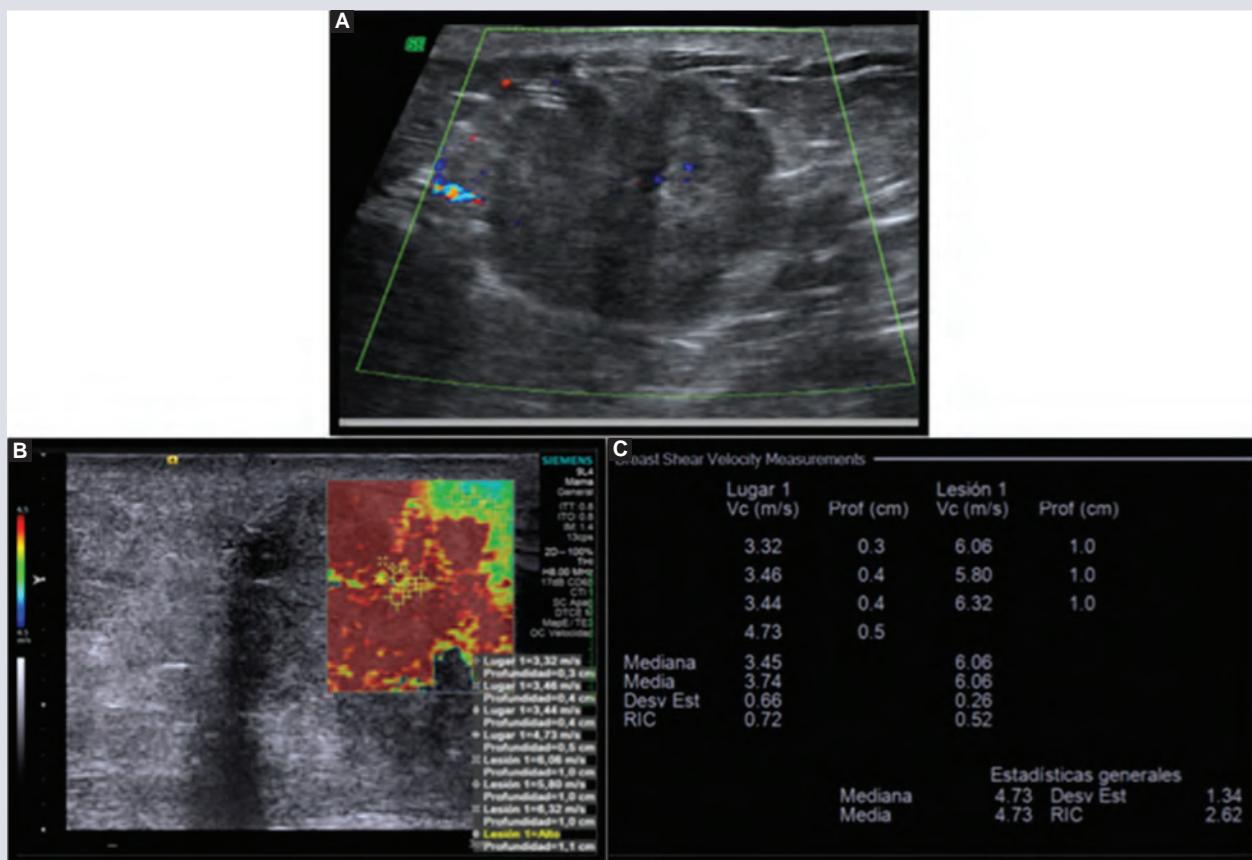


FIGURA 1. A: ultrasonido modo. B: nódulo redondo, margen microlobulado, heterogéneo, con escasa señal al Doppler color. B: elastografía por onda de corte, reacción desmoplásica y patrón de mapeo de color 4. C: algoritmos de cálculo con velocidad media de 4.73 m/s.

identificación de carcinomas ductales invasivos más agresivos. La rigidez de los cánceres con características patológicas agresivas puede ser mayor que la rigidez de los cánceres con características patológicas menos agresivas. En un estudio de 101 cánceres de mama invasivos confirmados, Evans, et al. demostraron que una alta rigidez media en la elastografía de onda de corte se correlacionó significativamente con un grado histológico alto, tamaño invasivo grande, afectación ganglionar e invasión vascular¹¹.

La evaluación visual utiliza un sistema de cuatro niveles: patrón 1, una señal homogéneamente azul, que indica que no hay

ninguna anomalía; patrón 2, artefactos de patrones de franjas verticales; patrón 3, un área coloreada localizada en el margen de la lesión, y patrón 4, áreas de color heterogéneo dentro de la lesión). Los patrones 1 y 2 se consideran benignos, mientras que los patrones 3 y 4 se consideran malignos¹². Varios tipos de tumores con mayor rigidez tisular no están correctamente codificados en el mapa de elastografía y no permiten la medición del mismo. Sin embargo, la mayoría de estos tumores presentan un margen circundante con elevados valores de onda de corte¹². Los quistes simples son fáciles de clasificar porque las ondas de corte no se propagan en fluidos no viscosos^{13,14}.

TABLA 1. Pacientes con hallazgos categorizados como BI-RADS 4 por ultrasonido modo B y elastografía por ondas de corte

Paciente	Hallazgo modo B	Patrón de mapeo de color*	Reacción desmoplásica†	Velocidad m/s‡	BI-RADS&	Resultado de patología
1	Nódulo	3	Sí	4.49	4C	Carcinoma ductal infiltrante
2	Nódulo	2	No	2.25	4B	Carcinoma ductal infiltrante
3	Nódulo	4	Sí	6.01	4C	Carcinoma lobulillar infiltrante
4	Nódulo	3	No	4.12	4B	Carcinoma ductal infiltrante
5	Nódulo	4	Sí	4.73	4C	Carcinoma ductal infiltrante
6	Nódulo	4	Sí	4.25	4C	Carcinoma ductal infiltrante
7	Nódulo	1	No	3.15	4A	Fibroadenoma
8	Nódulo	2	No	3.54	4B	Carcinoma adenoideo quístico
9	Nódulo	2	No	3.97	4B	Carcinoma ductal infiltrante
10	Nódulo	3	Sí	4.32	4C	Carcinoma ductal infiltrante
11	Nódulo	3	No	3.45	4B	Fibroadenoma con células atípicas
12	Nódulo	4	Sí	4.79	4C	Carcinoma ductal infiltrante, poco diferenciado
13	Nódulo	3	Sí	3.64	4C	Carcinoma ductal infiltrante
14	Nódulo	1	No	2.02	4A	Fibroadenoma
15	Nódulo	4	Sí	5.12	4C	Carcinoma ductal infiltrante

*Patrón 1: señal homogénea, patrón 2: artefactos con franjas verticales, patrón 3: área localizada en el margen de la lesión, patrón 4: señal heterogénea.

†Diámetro mayor en la elastografía respecto a la imagen en modo B.

‡2.25 a 3.25 m/s para lesiones benignas. 4.49 a 8.22 m/s para lesiones malignas

§Se otorga 1 punto por cada uno de los siguientes: sospecha por modo B, patrón de mapeo de color 3 o 4, si hay reacción desmoplásica, velocidad mayor a 3.25 m/s; además, 1 punto a BI-RADS 4A; 2 a 3 puntos a BI-RADS 4B, y 4 puntos a BI-RADS 4C.

BI-RADS: *Breast Imaging Reporting and Data System*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se adquieren las imágenes del nódulo mamario en escala de grises y Doppler color con equipo GE Voluson I, transdutor volumétrico, lineal, multifrecuencia. Se caracterizó por elastografía, Software Siemens Acuson, Virtual Touch Imaging Quantification con transductor lineal, 9 mHz, aquellos hallazgos diagnosticados por ultrasonido modo B, con categoría BI-RADS 4.

Se almacenan las imágenes en sistema PACS para su análisis. Posteriormente se realiza biopsia del nódulo guiado por ultrasonido con aguja de corte gruesa, la muestra se envía al servicio de patología del hospital.

Se utilizó un diseño observacional, retrospectivo, transversal.

Las pacientes que acudieron al Servicio de Radiología del 1 de febrero al 30 de octubre de 2018, con valoración por nódulos mamarios, se revisaron por ultrasonido mamario convencional; las diagnosticadas como BI-RADS 4A, 4B o 4C fueron revaloradas por elastografía por ondas de corte previamente a la biopsia percutánea con aguja de corte. Las muestras de tejido fueron enviadas al servicio de patología. Los datos se recabaron en el sistema PACS de almacenamiento de imágenes y del expediente electrónico para los resultados de patología

para su posterior organización en tablas de Excel.

RESULTADOS

Se valoró un total de 15 pacientes, los hallazgos se organizaron en una tabla (Tabla 1) para su análisis. Para la categorización se otorgó 1 punto por cada uno de los siguientes casos: sospecha por modo B, patrón de mapeo de color 3 o 4, si hay reacción desmoplásica, velocidad mayor a 3.25 m/s. Además, 1 punto a BI-RADS 4A; 2 a 3 puntos a BI-RADS 4B, y 4 puntos a BI-RADS 4C.

Las doce pacientes con diagnóstico histopatológico de malignidad fueron categorizadas previamente con diagnóstico radiológico de BI-RADS 4B y 4C por sus características ecográficas en escala de grises. Al realizar la elastografía cualitativa y cuantitativa, contaron con hallazgos de sospecha. En las tres pacientes con diagnóstico patológico benigno, se correspondieron a fibroadenomas, una de las paciente fue categorizada como BI-RADS 4B y la velocidad de la elastografía fue de 3.45 m/s, el resultado histopatológico fue fibroadenoma con células atípicas, a esta paciente se le realizó una escisión de la lesión y tuvo un carcinoma ductal *in situ* de 3 mm.

CONCLUSIÓN

Fue coincidente para la categoría BI-RADS 4A el resultado histopatológico de benignidad o carcinoma bien diferenciado. En el caso de BI-RADS 4C, coincidió con carcinoma poco y moderadamente diferenciado; en el caso de BI-RADS 4B, los hallazgos fueron variables, aunque la velocidad de corte

mayor de 3.25 m/s de la elastografía coincidió con el resultado de carcinoma.

Se demostró que la medición de la velocidad en la elastografía por ondas de corte en el caso de nódulos categorizados como BI-RADS 4A o 4B es de utilidad, pues orienta a una recategorización, dando la oportunidad de seguir un nódulo que se trate de una lesión maligna o, en su caso, sugerir se realice escisión de la lesión.

La elastografía combinada con la ecografía convencional podría incrementar potencialmente nuestro nivel de confianza con respecto a la evaluación final de la lesión mamaria. Permite contar con criterios objetivos para la categorización del BI-RADS 4 en A, B o C, con ello orientar al radiólogo y al clínico respecto al manejo diagnóstico y terapéutico. Además, en el caso del BI-RADS 4A, incluso con la elastografía se podría recategorizar a un BI-RADS menor en el caso que la velocidad de corte sea menor a 3.25 m/s.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores que participaron en este trabajo, declaran no tener conflicto de intereses.

FINANCIAMIENTO

No se requirió financiamiento para la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Al personal técnico especializado en mama y de enfermería, que sin ellos nuestro trabajo no sería posible.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Krouskop TA, Dougherty DR, Vinson FS. A pulsed Doppler ultrasonic system for making noninvasive measurements of the mechanical properties of soft tissue. *J Rehabil Res Dev.* 1987;24(2):1-8.

2. Gheonea IA, Stoica Z, Bondari S. Differential diagnosis of breast lesions using ultrasound elastography. *Indian J Radiol Imaging.* 2011;21:301-5.
3. Ophir J, Cespedes I, Ponnekanti H, Yazdi Y, Li X. Elastography: a quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues. *Ultrason Imaging.* 1991;13:111-34.
4. Castaneda B, Ormachea J, Rodríguez P, Parker KJ. Application of Numerical Methods to Elasticity Imaging. *Mol Cell Biomech.* 2013;10:43-65.
5. Athanasiou A, Tardivon A, Tanter M, Sigal-Zafrani B, Bercoff J, Deffieux T, et al. Breast lesions: Quantitative elastography with supersonic shear imaging preliminary results. *Radiology.* 2010;256(1):297-303.
6. Ginat DT, Destounis SV, Barr RG, Castaneda B, Strang JG, Rubens DJ. US Elastography of Breast and Prostate Lesions. *Radiographics.* 2009;29:2007-16.
7. Barr RG, Svensson WE, Balleguier C. Elasticity imaging of the breast: initial results of a multicenter trial. En: Radiological Society of North America Scientific Assembly and Annual Meeting Program. Oak Brook, III: Radiological Society of North America. 2007;616.
8. Tozaki M, Isobe S, Fukuma E. Preliminary study of ultrasonographic tissue quantification of the breast using the acoustic radiation force impulse (ARFI) technology. *Eur J Radiol.* 2011;80(2):182-7.
9. Bai M, Du L, Gu J, Li F, Jia X. Virtual touch tissue quantification using acoustic radiation force impulse technology: initial clinical experience with solid breast masses. *J Ultrasound Med.* 2012;31:289-94.
10. American College of Radiology. BI-RADS. Sistema de Informes y Registros de Datos de Imagen de la Mama. Atlas de Diagnóstico por la Imagen de Mama. 5.^a ed. Buenos Aires: Ediciones Journal; 2013.
11. Evans A, Whelehan P, Thomson K, McLean D, Brauer K, Purdie C, et al. Invasive breast cancer: Relationship between shear-wave elastographic findings and histologic prognostic factors. *Radiology.* 2012;263(3):673-7.
12. Athanasiou A, Tardivon A, Tanter M, Sigal-Zafrani B, Bercoff J, Deffieux T, et al. Breast lesions: quantitative elastography with supersonic shear imaging e preliminary results. *Radiology.* 2010;256:297e303.
13. Barr RG. Shear wave imaging of the breast: still on the learning curve. *J Ultrasound Med.* 2012;31:347-50.
14. Itoh A, Ueno Ei, Tohno E, Kamma H, Takahashi H, Shiina T, et al. Breast Disease: Clinical Application of US Elastography for Diagnosis. *Radiology.* 2006;239:341-50.