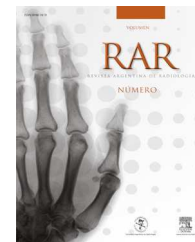


RAR

REVISTA ARGENTINA DE RADIOLOGÍA

www.elsevier.es/rar



ORIGINAL

## Relación entre el valor del *ratio* elastográfico y la clasificación citológica de Bethesda en la patología tiroidea



M. Kura<sup>a,\*</sup>, C. Ballarino<sup>a</sup>, F. Tamagnone<sup>a</sup>, B. Campagno<sup>a</sup>, K. Bertini<sup>a</sup>,  
J. Gómez Escalante<sup>a</sup>, A. Vega<sup>a</sup>, B. Peressotti<sup>a</sup>, J. Vilallonga<sup>a</sup> y A. Saubidet<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Hospital Militar Central, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

<sup>b</sup> Centro Radiológico de Quilmes, Buenos Aires, Argentina

Recibido el 12 de diciembre de 2013; aceptado el 7 de junio de 2014

### PALABRAS CLAVE

Nódulos tiroideos;  
Elastografía;  
Cociente de  
deformación tisular;  
Clasificación  
citológica de  
Bethesda

### Resumen

**Objetivo:** Presentar nuestra experiencia en la categorización de la patología tiroidea, a través de la utilización de parámetros ecográficos de malignidad y elastografía con medición del *ratio* de la deformación tisular, y la correlación de los hallazgos obtenidos con la clasificación citológica de Bethesda.

**Materiales y métodos:** Se llevó a cabo un estudio prospectivo y observacional, entre septiembre de 2012 y abril de 2013, que incluyó 137 nódulos tiroideos. Se excluyeron 10 casos Bethesda III-IV. Se realizó ecografía, *power Doppler*, visualización de micropartículas (Micropure) y elastografía con medición del *ratio* elastográfico, así como también punción aspirativa con aguja fina guiada por ecografía (con el citólogo presente), utilizando la clasificación Bethesda. Los estudios fueron hechos por el mismo operador con un ecógrafo Toshiba Aplio 400 y los datos estadísticos se evaluaron con el programa IBM SPSS Statistics 20.

**Resultados:** Se estudiaron 127 nódulos en pacientes con una edad promedio de  $59 \pm 16$  años. El 82% de los casos ocurrió en mujeres. Ciento veinte nódulos (94%) fueron clasificados como Bethesda II. La media elastográfica para Bethesda I-II fue de  $1,94 \pm 2,12$  vs.  $7,07 \pm 5,46$  para V-VI ( $p: 0,048$ ). El punto de corte elastográfico  $\leq 2$  (87 de 127) presentó una sensibilidad del 85,7% y una especificidad del 81,7% para predecir Bethesda asociada a patología benigna, con un valor predictivo negativo (VPN) del 99% y un valor predictivo positivo del 15%.

**Conclusiones:** El *ratio* elastográfico permitió descartar la patología tiroidea maligna con valores  $\leq 2$  y un VPN del 99%, mejorando la selección de los pacientes a punzar. El incremento del *ratio* elastográfico se asoció a una mayor probabilidad de patología maligna, aunque no se pudo establecer un valor de corte debido al bajo número de casos con Bethesda V-VI.

© 2013 Sociedad Argentina de Radiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [martakura208@gmail.com](mailto:martakura208@gmail.com) (M. Kura).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rard.2014.06.015>

0048-7619/© 2013 Sociedad Argentina de Radiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

**KEYWORDS**

Thyroid nodules;  
Elastography;  
Strain ratio;  
Cytological  
classification  
of Bethesda

**Relationship between the value of elastography ratio and the cytological classification of Bethesda in thyroid pathology****Abstract**

*Objectives:* We present our experience in the categorization of thyroid pathology using the sonographic parameters of malignancy and elastography with measurement elastography strain ratio, to evaluate the relationship between the results found and the Bethesda classification.

*Materials and methods:* Prospective observational study, included 137 thyroid nodules studied between September 2012- April 2013. We excluded 10 cases with Bethesda categories III-IV. Ultrasonography, Doppler, Micropure, elastography strain ratio between the lesion and the normal tissue, fine needle aspiration cytology (FNAC), were the diagnosis methods used. The pathologist was always present and the cytological classification of Bethesda was used. All study was made by the same physician used Toshiba Aplio 400 ultrasound unit. Results were analyzed with IBM SPSS Statistics 20.

*Results:* We studied 127 nodules in patients  $59 \pm 16$  years old, 82% were female; 120 were Bethesda II (94%). The average strain ratio for nodules Bethesda I-II was  $1.94 \pm 2.12$  vs.  $7.07 \pm 5.46$  for those nodules Bethesda V-VI ( $p:0,048$ ). This means that an elastography strain ratio  $\leq 2$  (87 of 127 nodules) has a sensibility of 85.7% and a specificity of 81.7% of predicting Bethesda associated with benign pathology with a negative predictive value (NPV) of 99% and a positive predictive value of 15%.

*Conclusion:* The elastography strain ratio allowed to discard malignant nodules with strain ratio  $\leq 2$  with a NPV of 99% improves the selection of patients for FNAC. The increment in the elastography strain ratio was associated to a higher possibility of malignant thyroid pathology, being unable to determine a limit value due to the low amount of cases with nodules Bethesda V-VI.

© 2013 Sociedad Argentina de Radiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducción**

La enfermedad nodular tiroidea es una entidad clínica muy frecuente que se incrementa con la edad del paciente. La mayoría de los casos son hallazgos benignos<sup>1</sup>.

La ultrasonografía convencional es un método muy sensible para la detección de esta entidad, pero no siempre permite diagnosticar su naturaleza. Esto se ve reflejado en la inexistencia de un criterio sonográfico que cuente con la sensibilidad suficiente para determinar el valor predictivo positivo de malignidad. Si se combinaran los criterios sonográficos de malignidad, aumentaría la especificidad en detrimento de la sensibilidad<sup>2,3</sup>.

La punción aspiración con aguja fina (PAAF) es considerada el método diagnóstico más confiable para la evaluación de los nódulos tiroideos, especialmente cuando es guiada por ecografía. No obstante, esto requiere una adecuada selección de los nódulos a punzar, debido a la alta prevalencia detectada por esta técnica. Además, entre el 10 y el 20% de los nódulos punzados presentan resultados inadecuados o indeterminados<sup>4</sup>, por lo que la búsqueda de métodos no invasivos de gran exactitud para la detección de la patología tiroidea maligna continúa.

La elastografía combina una variedad de técnicas para medir parámetros relacionados con la elasticidad tisular, que luego son utilizados para caracterizar las diferentes enfermedades. Si bien este método fue descrito hace dos décadas, recién en los últimos años con el advenimiento de las nuevas tecnológicas se desarrolló como una aplicación en tiempo real para los equipos de ultrasonografía. En Oncología, ha sido utilizada en el estudio de diversas

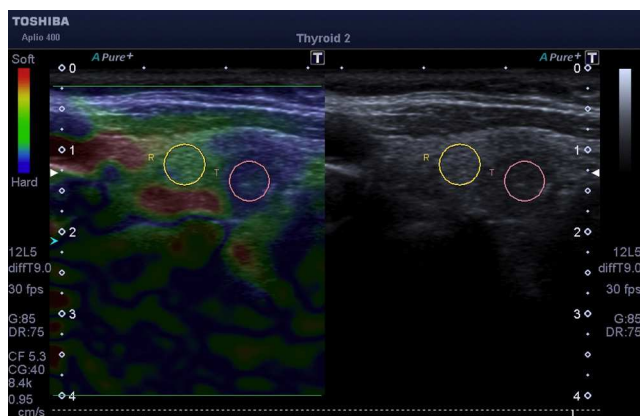
patologías, como el cáncer de mama, próstata, ganglios linfáticos, hígado, cuello uterino, glándulas salivales, páncreas y tiroides<sup>5</sup>.

En la actualidad, existen aproximadamente 20 publicaciones sobre el uso de la elastografía asociada a la ultrasonografía para el estudio de los nódulos tiroideos. En estas series se ha incluido el análisis de 34 a 309 nódulos, utilizando al mismo tiempo PAAF y cirugía convencional como estándar de referencia<sup>6</sup>. Si bien los resultados fueron heterogéneos, la elastografía ha mostrado una mayor exactitud diagnóstica en comparación con los estudios ultrasonográficos convencionales, en gran medida porque los valores obtenidos por medio de esta técnica fueron confirmados a través de la evaluación elastográfica directa de las piezas quirúrgicas, mostrando que la dureza de los nódulos malignos es mucho mayor que la de los nódulos benignos y la del parénquima tiroideo normal<sup>7-9</sup>.

El objetivo de este trabajo es presentar nuestra experiencia en la categorización de la patología tiroidea, a través de la utilización de los parámetros ecográficos de malignidad, la elastografía, la medición del *ratio* de deformación tisular y la correlación entre los hallazgos obtenidos y la clasificación citológica de Bethesda.

**Materiales y métodos****Población**

En este estudio prospectivo y observacional, se incluyeron 124 pacientes con 137 nódulos tiroideos evaluados entre



**Figura 1** Corte axial en escala de grises con la correspondiente imagen elastográfica en tiempo real de un nódulo tiroideo. Este adquiere coloración azul, sugerente de lesión dura.

septiembre de 2012 y abril de 2013. Se contó con la aprobación del Comité de Ética del Hospital Militar Central.

Dado que se correlacionó el *ratio* elastográfico y la clasificación citológica de Bethesda, se excluyeron 10 casos con Bethesda categoría III-IV, cuya confirmación diagnóstica de malignidad se realizó mediante histopatología. Los pacientes fueron derivados para una punción aspiración con aguja fina bajo guía ecográfica, luego de una evaluación endocrinológica.

### Equipamiento ultrasonográfico

Se utilizó un ecógrafo Toshiba Aplio 400 (Tokio) y todos los estudios fueron realizados por el mismo operador. Cada lesión fue evaluada con ecografía convencional, determinando si era un nódulo único o un bocio multinodular. Además, se tuvo en cuenta la ubicación del nódulo a punzar (derecho, izquierdo, ambos lados, istmo), así como también sus características (quístico, complejo o sólido), ecogenicidad (iso, hiper o hipocogénico), bordes (regular o irregular), halo (completo o incompleto), y tamaño. Se evaluó el tipo de patrón Doppler (periférico, central, periférico y central, o avascular) y la presencia o no de patrón de tiroiditis.

### Elastografía y Micropure

Complementariamente, cada lesión fue evaluada con la técnica de visualización de micropartículas (Micropure), y se definió la ausencia o presencia de estas a partir de un *software* incluido en el equipo.

Para el estudio elastográfico, los 127 nódulos fueron examinados a través de la técnica de elastografía semicuantitativa (*strain elastography*) en un ecógrafo Aplio 400 (Toshiba Medical Systems, Tokio) con un transductor de 5-12 MHz. A su vez, las lesiones se evaluaron con el análisis cualitativo clásico, por medio de los valores semicuantitativos y de elasticidad, y se determinó el cociente (*ratio*) de deformación tisular mediante un *software* de medición incluido en el módulo de elastografía (fig. 1).

Con el objetivo de realizar la compresión necesaria durante el estudio elastográfico de la tiroides, se utilizó un transductor lineal de alta frecuencia en contacto con la superficie cutánea anterior del cuello, y como conductor se aplicó gel. En el monitor se pudo visualizar un campo que abarcaba tanto al nódulo tiroideo como al parénquima adyacente, y para obtener una mejor localización anatómica, se eligió el modo dual, por lo que se observaron las mismas estructuras en escala de grises. Luego, por medio del transductor, se emplearon múltiples ciclos de compresión en el mismo eje que el haz de ultrasonido (fig. 2).

Para asistir al operador en la optimización de la técnica de compresión y obtener muestras elastográficas significativas, se contó con un sistema que permitió otorgarle a las compresiones un valor numérico y una escala gráfica en tiempo real (fig. 3).

### Metodología de la punción aspiración con aguja fina

La PAAF se realizó de acuerdo al siguiente protocolo:

1. Obtención del consentimiento informado del paciente;
2. Coagulograma previo;
3. Para el procedimiento el paciente se colocó en posición supina con el cuello ligeramente hiperextendido. Luego de localizar la lesión, se limpió la piel con una solución de yodo povidona al 10% y se colocó el transductor con una cobertura estéril. Como sustancia conductora, se utilizó el yodo povidona.

Se aplicó anestesia local solo en los grandes nódulos con contenido líquido con el objetivo de evacuarlos completamente con agujas de mayor grosor. En estos casos se inyectaron, mediante una aguja de 25G, 1-2 ml de lidocaína sin epinefrina en el tejido celular subcutáneo y la cápsula tiroidea.

La obtención del espécimen se realizó con agujas finas (preferentemente de 25G), acopladas a una jeringa de 10 cc. La obtención de la muestra se llevó a cabo por capilaridad, después de múltiples maniobras de cortes ascendentes y descendentes en la lesión. Se aspiró solamente una o dos veces en la intervención y siempre se observó la aguja en tiempo real.

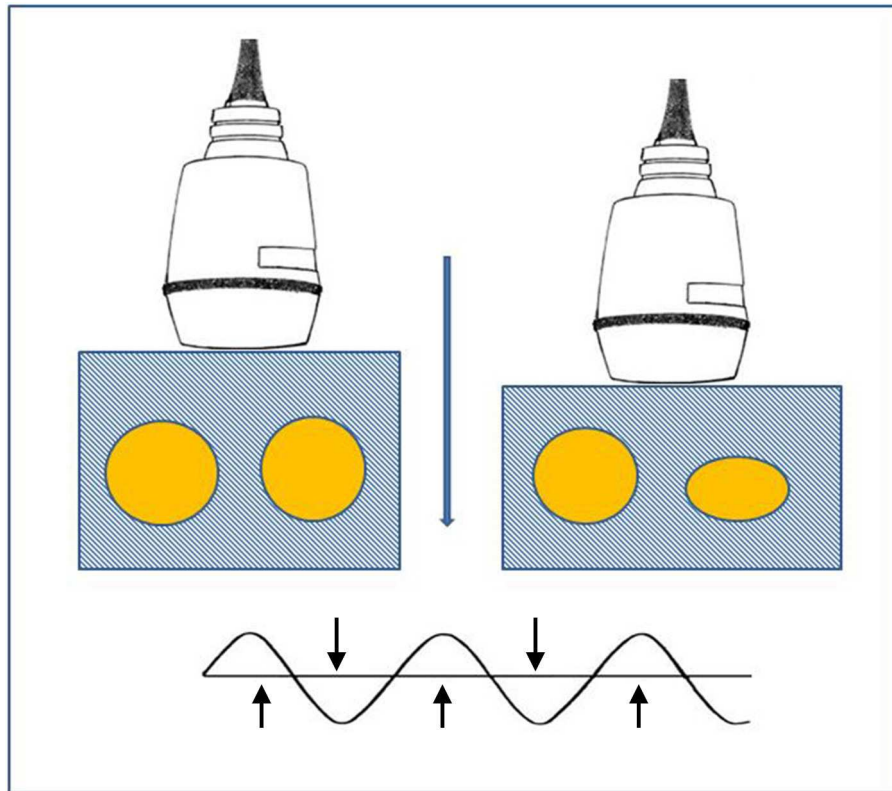
La aspiración permanente durante todo el procedimiento solo se reservó para los nódulos de consistencia dura en los cuales el material no se podía obtener por capilaridad.

Durante el procedimiento, en general se utilizó el plano de corte transversal para una mejor visualización de todas las estructuras cervicales.

La utilización del Doppler color y el *power* Doppler resultó de vital importancia para evitar los vasos sanguíneos en el recorrido de la aguja y, así, disminuir la obtención de material hemático durante la punción.

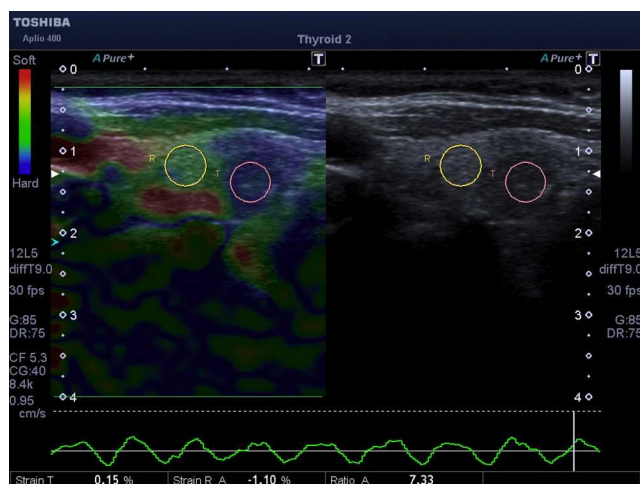
En vías de impedir el movimiento de la glándula, se instruyó a los pacientes sobre la necesidad de no tragar o hablar durante el procedimiento. Luego de la punción, todos quedaron 30 minutos en observación, y se les advirtió que en caso de presentar hinchazón del cuello debían concurrir al servicio de emergencia.

En esta serie no se detectaron complicaciones. Se colocó el material recolectado en portaobjetos y, tras realizar su



**Figura 2** Ilustración que muestra la compresión elastográfica de un tejido que presenta dos nódulos de diferente elasticidad, antes (izq.) y después (der.) de la compresión externa ante la misma fuerza. El nódulo derecho se comprime mucho más que el nódulo izquierdo (que es más duro). De esta manera, su coeficiente de elasticidad es mayor.

extendido, se fijó con ethyl alcohol al 95%. En algunas ocasiones la jeringa se lavó con solución salina, obteniendo colgajos de células remanentes, que pudieron ser estudiados. Para el estudio citológico, se adoptaron 2 modalidades: una intraprocedimiento y otra en diferido.



**Figura 3** Corte axial en escala de grises con la correspondiente imagen elastográfica en tiempo real de un nódulo tiroideo. Nótese el gráfico de ondas de compresión, en la parte inferior, que permite al operador ejercer la misma fuerza en cada compresión.

### Estudio citológico intraprocedimiento

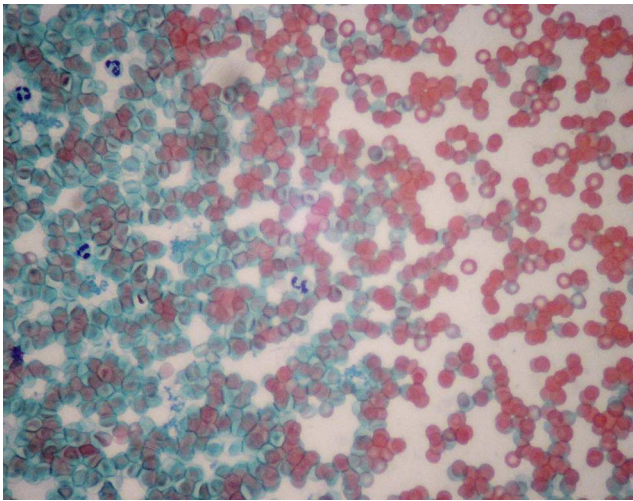
El control citológico intraprocedimiento, junto con el patólogo en el consultorio de ecografía, se realizó en todos los casos. Una vez que se examinó el extendido en su totalidad y se constató que el material era óptimo en cantidad y calidad, se informó al médico intervencionista la suficiencia del material para su estudio diferido. En caso contrario, se repitió la PAAF (siguiendo los pasos anteriormente citados) hasta que se consiguió material viable.

### Estudio citológico en diferido

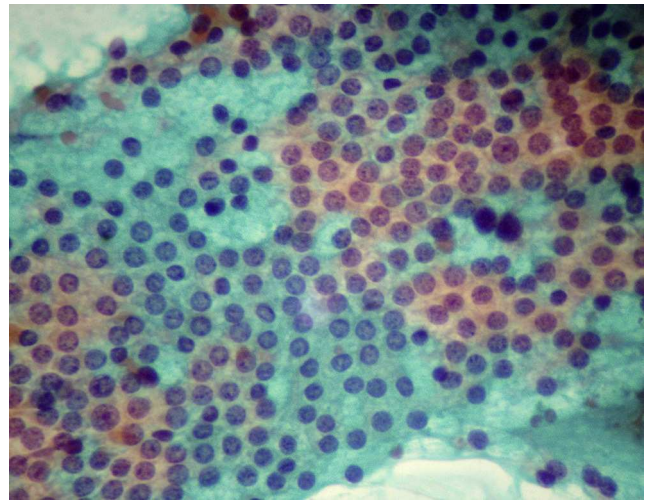
El resto de los extendidos se colorearon de acuerdo a la técnica de Papanicolaou, y fueron cortados y montados con bálsamo de Canadá sintético.

Como método diagnóstico, se adoptó el sistema Bethesda para el reporte de la citopatología tiroidea (*The Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology, 2009*)<sup>10</sup>. Este cuenta con seis categorías y criterios citopatológicos rígidos y específicos, que permiten unificar la terminología, facilitando la comunicación interdisciplinaria entre los profesionales que abordan al paciente con patología nodular tiroidea. Así, el sistema Bethesda para el reporte de la citopatología tiroidea se divide en:

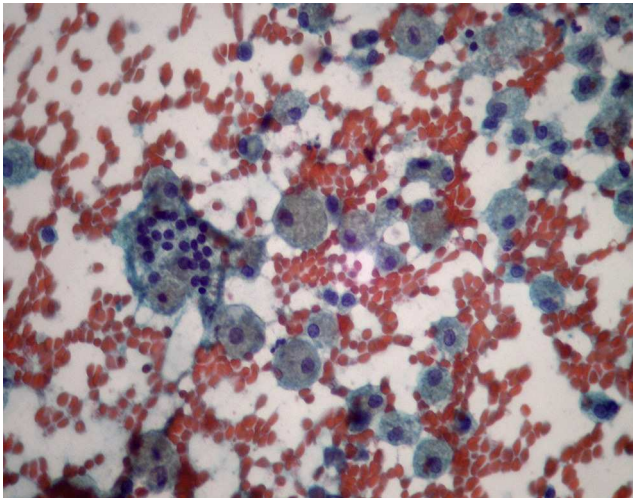
- Categoría 1: no diagnóstico o insatisfactorio (fig. 4).
- Categoría 2: resultado benigno (figs. 5-7). Comprende un nódulo folicular benigno (adenomatoide, coloideo,



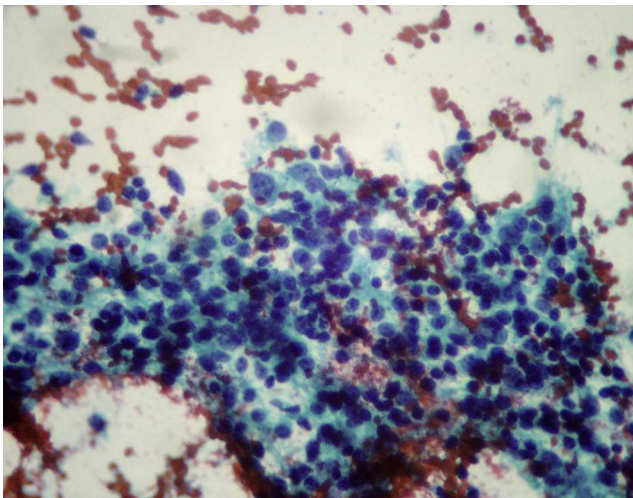
**Figura 4** Extendido hemático desprovisto de celularidad nativa epitelial. Bethesda I.



**Figura 7** Sábana epitelial con caracteres morfológicos preservados. Bethesda II.

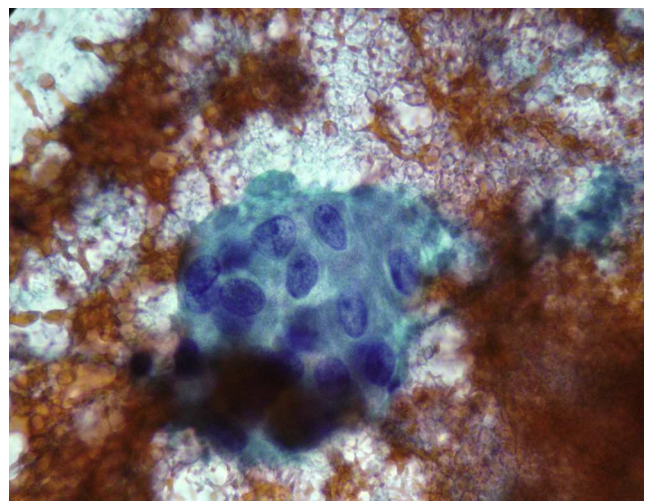


**Figura 5** Numerosos macrófagos y un colgajo central de células foliculares típicas. Nódulo coloideo - Bethesda II.

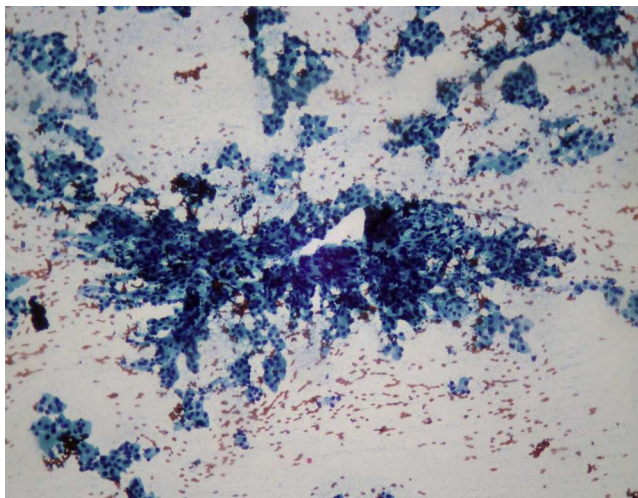


**Figura 6** Colgajo de células epiteliales oxifílicas en íntima relación con linfocitos de pequeño tamaño. Tiroiditis de Hashimoto - Bethesda II.

- etc.), tiroiditis linfocitaria (de Hashimoto) en el contexto adecuado, tiroiditis granulomatosa (subaguda) y otros diagnósticos (como tiroiditis aguda o tiroiditis de Riedel).
- Categoría 3: atipia o lesión folicular, de significado incierto (**fig. 8**). Se observa un grado mayor de atipia que en las muestras con cambios claramente benignos.
  - Categoría 4: neoplasia folicular o presunta neoplasia folicular (especificar si es de células de Hurtle) (**fig. 9**). Comprende aquellos extendidos compuestos en su mayoría por células foliculares con una disposición anómala, representada principalmente por agrupamiento, formación de microfóliculos o ambos tipos.
  - Categoría 5: diagnóstico presuntivo de cáncer papilar, folicular o medular, metástasis, linfoma y otros diagnósticos. El extendido presenta algunas características malignas que permiten presumir el diagnóstico, pero que no bastan para confirmarlo.
  - Categoría 6: resultado maligno (**fig. 10**). Se incluyen los hallazgos citomorfológicos concluyentes de malignidad: carcinoma papilar, folicular, medular o indiferenciado



**Figura 8** Estructura celular morular con rasgos oxifílicos, leve anisocariosis y hendiduras nucleares parciales. Bethesda III.



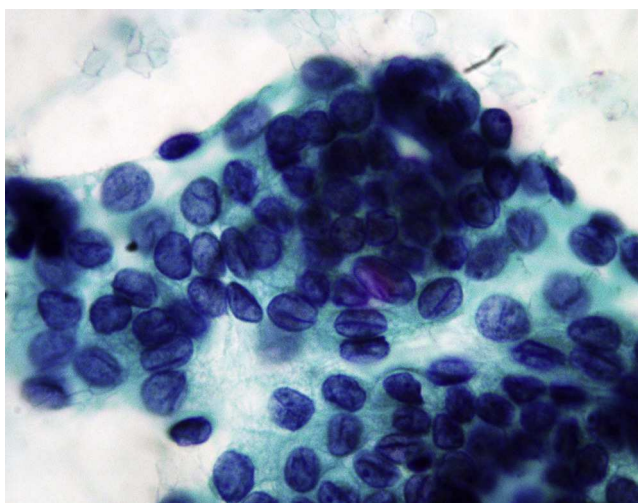
**Figura 9** Patrón monótono de células epiteliales en microfolículos. Bethesda IV.

(anaplásico), metástasis, linfoma de Hodgkin y otros diagnósticos.

### Análisis estadístico

El *software* utilizado en el análisis estadístico fue el IBM SPSS Statistics 20. Las variables continuas se expresaron como media  $\pm$  desvío estándar (DE) y las dicotómicas con proporciones. La normalidad de las variables continuas se evaluó mediante la prueba de *Kolmogorov-Smirnov*. En cuanto al análisis estadístico inferencial univariado, se utilizó el *test* de T para 2 muestras independientes (variables paramétricas) y el de proporciones (variables dicotómicas), mientras que para el multivariado el método elegido fue el de regresión logística múltiple. Se consideró significación estadística a un valor de  $p \leq 0,05$  a dos colas.

Para el análisis de la sensibilidad y especificidad se examinó el punto de corte a través de la curva ROC y luego



**Figura 10** Células neoplásicas con *grooves* (hendiduras) nucleares. Bethesda V-VI.

se confrontaron los datos en una tabla de contingencia de  $2 \times 2$ .

### Resultados

Se evaluaron finalmente 127 nódulos. Los pacientes (un 82% mujeres) presentaron una edad promedio de  $59 \pm 16$  años. De las lesiones analizadas, 120 fueron Bethesda II (94%), con bordes irregulares (15%) y Micropure positiva (13%), en tanto que las categorizadas como Bethesda V-VI tenían bordes irregulares (43%;  $p: 0,05$ ) y Micropure positiva (57%;  $p: 0,010$ ).

La media del cociente elastográfico para Bethesda I-II fue  $1,94 \pm 2,12$  vs.  $7,07 \pm 5,46$  para V-VI ( $p: 0,048$ ). El punto de corte de elastografía  $\leq 2$  (87 de 127 nódulos) presentó una sensibilidad del 85,7% y una especificidad del 81,7% para predecir Bethesda asociada a patología benigna, con un valor predictivo negativo (VPN) del 99% y un valor predictivo positivo del 15% (figs. 11-14).

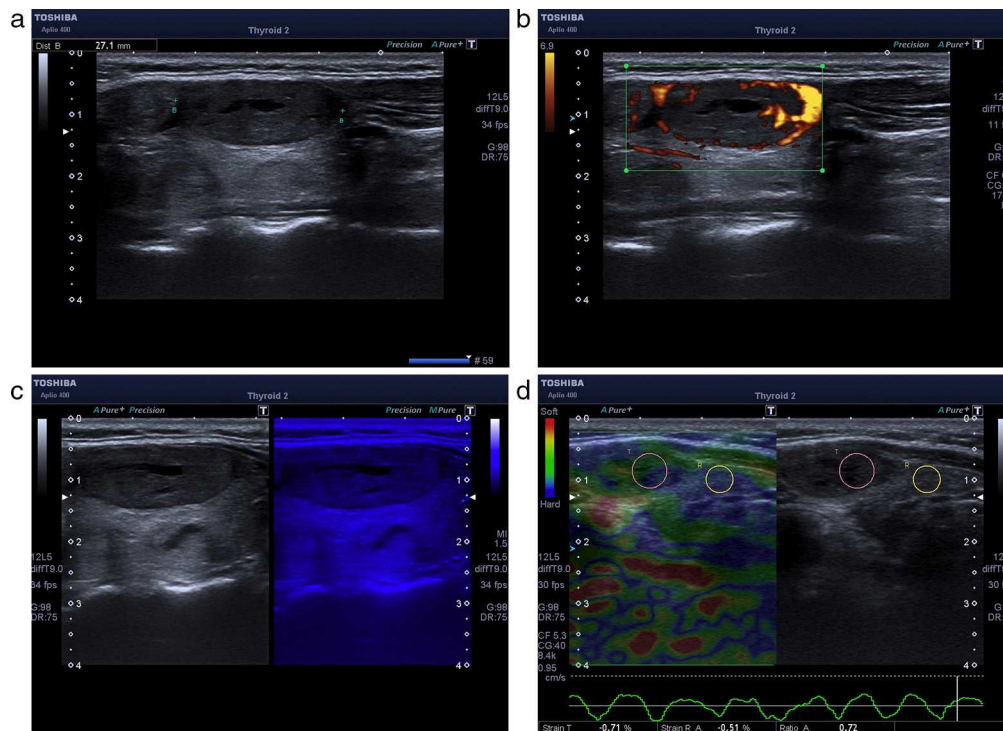
### Discusión

La elastografía asociada a la ultrasonografía convencional es una nueva modalidad de imagen que permite reflejar, en tiempo real, la organización estructural de los tejidos, comparando la dureza de las lesiones con respecto al parénquima normal circundante<sup>11</sup>. De este modo, el análisis de la elasticidad tisular aporta información que, junto con los datos de la ultrasonografía convencional y el modo Doppler, puede ayudar en el diagnóstico ecográfico de malignidad.

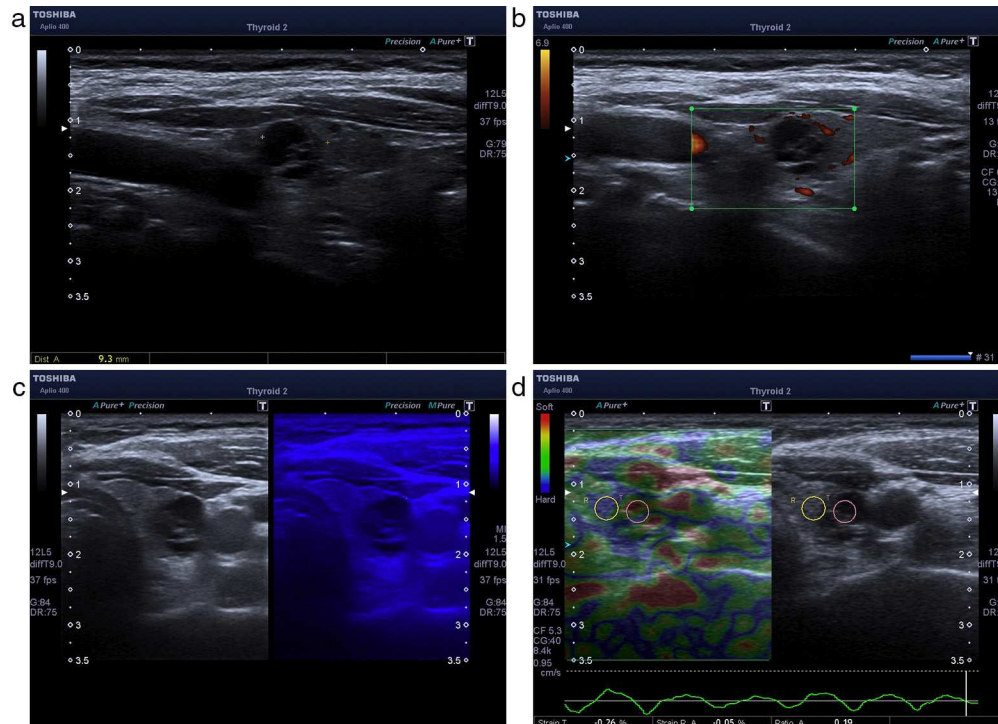
La elastografía fue inicialmente descrita por Ophir<sup>12</sup> y perfeccionada después por Pesavento<sup>13</sup>. Mediante esta técnica el tejido se comprime y la deformación tisular resultante se refleja en una imagen. Como modalidad diagnóstica, se ha utilizado en el estudio de diferentes órganos (hígado, mama, próstata, corazón, partes blandas y vasos sanguíneos), añadiendo información estructural a las propiedades morfológicas que nos muestra la ultrasonografía convencional. Cada tejido en el organismo tiene propiedades mecánicas que lo caracterizan y, en función de estas, se comporta de un modo u otro ante la compresión ejercida por el transductor, devolviendo al explorador una imagen particular.

Las técnicas elastográficas se basan en la hipótesis de que los tejidos sanos se deforman más que las lesiones, y que estas diferencias pueden ser cuantificadas y diferenciadas mediante imágenes. Los valores de elasticidad obtenidos en las diversas afecciones se encuentran en íntima relación con la matriz que conforma la enfermedad. De esta manera, podemos inferir que una lesión maligna presentará un valor de elasticidad menor que una lesión benigna o un tejido normal.

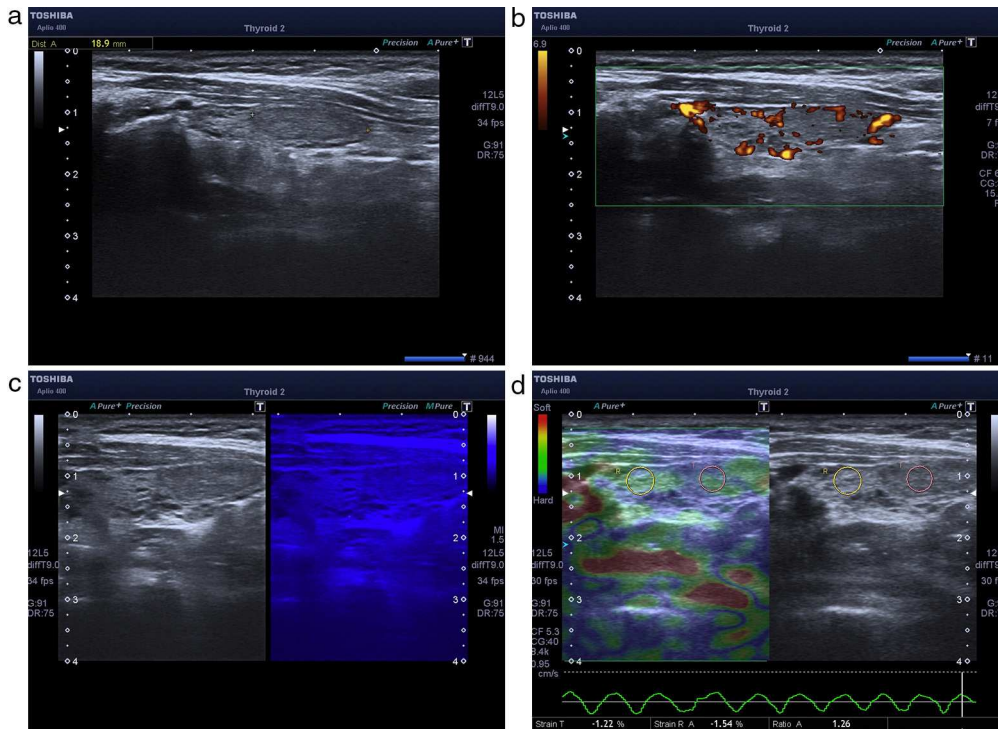
Existen dos clases de elastografía bien identificadas: la semicuantitativa (*strain elastography*) y la cuantitativa (*shearwave elastography*). La primera obtiene información sobre la elasticidad de los diferentes tejidos mediante la deformación que ocurre cuando estos son sometidos a la compresión ejercida por el transductor u otros métodos (como los movimientos respiratorios del paciente o las ondas de ultrasonido de alta intensidad). Esta información se representa en un mapa de colores y su cociente (*strain*



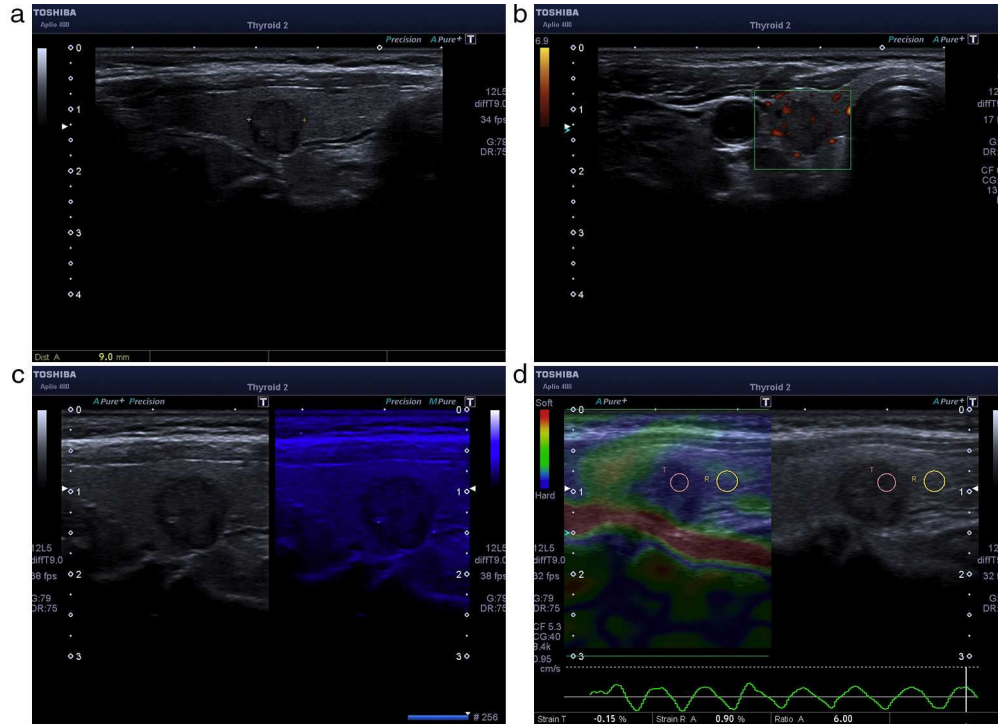
**Figura 11** (a) Imagen en escala de grises revela una lesión ocupante de espacio, sólida con centro líquido, bordes netos y un halo completo de 27,1 mm de diámetro máximo. (b) Imagen con *power* Doppler de la misma lesión evidencia vascularización predominantemente periférica. (c) Imagen con técnica de visualización de micropartículas (Micropure) muestra la lesión sin microcalcificaciones. (d) Imagen elastográfica comprueba la similitud en la escala de colores de la lesión en el parénquima circundante sano. Cociente elastográfico 0,72. Nódulo adenomatoso por citología - Bethesda II.



**Figura 12** (a) Imagen en escala de grises evidencia una lesión ocupante de espacio con contenido líquido tabicado de 9,3 mm de diámetro máximo. (b) Imagen con *power* Doppler de la misma lesión manifiesta vascularización periférica. (c) Imagen con técnica de visualización de macropartículas (Micropure) muestra la lesión sin microcalcificaciones. (d) Imagen elastográfica comprueba la similitud en la escala de colores de la lesión en el parénquima circundante sano. Cociente elastográfico 0,19. Nódulo coloideo - Bethesda II.



**Figura 13** (a) Imagen en escala de grises evidencia una lesión sólida ocupante de espacio con bordes no definidos de 18,9 mm de diámetro máximo. (b) Imagen con *power* Doppler de la misma lesión revela un alto grado de vascularización periférica y central. (c) Imagen con técnica de visualización de macropartículas (*Micropure*) muestra la lesión sin microcalcificaciones. (d) Imagen elastográfica comprueba la similitud en la escala de colores de la lesión en el parénquima circundante sano. Cociente elastográfico 1,26. Tiroiditis linfocitaria - Bethesda II.



**Figura 14** (a) Imagen en escala de grises evidencia una lesión sólida ocupante de espacio con halo completo de 9 mm de diámetro máximo. (b) Imagen con *power* Doppler de la misma lesión revela vascularización periférica y central. (c) Imagen con técnica de visualización de macropartículas (*Micropure*) muestra a la lesión sin microcalcificación central. (d) Imagen elastográfica comprueba una diferencia en la escala de colores entre la lesión (azul) y el tejido normal circundante (verde). Cociente elastográfico 6. Carcinoma papilar - Bethesda V-VI.



*ratio*) resulta de la comparación entre el porcentaje de la deformación tisular de la lesión y el del tejido normal.

En lo que respecta a la elastografía cuantitativa, esta mide la velocidad de propagación de las ondas de ultrasonido denominadas transversales o *shearwaves*, que se destacan por ser perpendiculares a las tradicionales y tener una velocidad proporcional a la elasticidad de los tejidos. Los sistemas que utilizan este método expresan los valores de elasticidad en unidades de velocidad o directamente en kilopascales (kPa). Esta segunda clase elastográfica requiere una excitación con ondas de ultrasonido de mayor energía que las habitualmente usadas en la ecografía bidimensional y Doppler. Su ventaja, en comparación con la primera modalidad, es que disminuye la variabilidad inter e intraobservador (es decir, mejora la reproducibilidad). No obstante, algunos reportes recientes indican que, mientras la cuantitativa posee mayor especificidad, su sensibilidad es menor que la de la semicuantitativa<sup>14,15</sup>.

La gran mayoría de los nódulos punzados en nuestra serie fueron benignos (94%), en coincidencia con la literatura. El agregado de esta metodología nos permite realizar una mejor selección de los nódulos a punzar. De esta manera, un nódulo de bordes regulares con Micropure negativo y *ratio* elastográfico < 2 podría ser sometido a un control evolutivo, mientras que un nódulo de bordes irregulares con Micropure positivo y *ratio* elastográfico > 2 debería ser punzado, independientemente de su tamaño, para descartar patología maligna.

Si bien no pudimos conseguir un cociente de *ratio* elastográfico por encima del cual el diagnóstico de malignidad fuese seguro (debido al escaso número de casos con patología maligna obtenidos hasta el momento), sí logramos una diferencia estadísticamente significativa entre la patología benigna y maligna. Es más, el *ratio* elastográfico < 2 presentó una aceptable sensibilidad y especificidad para predecir Bethesda asociada a patología benigna, haciendo posible establecer este punto de corte.

Para el análisis estadístico de este trabajo se descartaron los nódulos con Bethesda III y IV por la imposibilidad de realizar un estudio comparativo. Sin embargo, consideramos que justamente en estas categorías, zonas grises de la patología tiroidea, la metodología aplicada podría ser de gran utilidad en la toma de decisiones. Estos pacientes serán analizados en cuanto se cuente con un mayor número de casos.

Con respecto a las limitaciones de la elastografía, se puede mencionar en primer lugar su dependencia al operador, pero también en nuestra serie encontramos que en los nódulos sólidos-quísticos la compresión se ejerce sobre su porción sólida y esta desplaza al líquido que la rodea, expresando un valor de *ratio* mayor que el real. Además, la presencia de calcificaciones en nódulos benignos otorga al tejido un valor mayor que podría ser interpretado como un hallazgo maligno; los nódulos localizados en regiones posteriores o cercanas a la tráquea resultaron difíciles de comprimir, siendo el valor del *ratio* no reproducible en diferentes mediciones; y en las tiroiditis y en el bocio polinodular, el parénquima tiroideo presenta una dureza mayor, por lo que impide la obtención de valores elastográficos confiables. Finalmente los grandes nódulos tiroideos con poco parénquima sano circundante no resultan aptos para el estudio elastográfico debido a que su condición no permite comparar su dureza con la del tejido normal<sup>16,17</sup>.

En la actualidad se está intentando determinar el rol definitivo de la elastografía dentro del algoritmo diagnóstico del nódulo tiroideo. Por el momento, la técnica resulta útil para definir las características mecánicas de las lesiones nodulares, en tanto aporta más datos a la hora de establecer si una lesión es benigna o maligna. De esta manera, sirve también para optimizar la preselección de los pacientes a los que se les realizará la PAAF<sup>18,19</sup>.

## Conclusiones

De acuerdo con los objetivos planteados, en nuestra experiencia el cociente elastográfico permitió descartar la patología tiroidea maligna con valores  $\leq 2$  y un VPN del 99%, ayudando a mejorar la selección de los pacientes a punzar.

El incremento del cociente elastográfico se asoció a una mayor probabilidad de patología maligna, sin poder establecer un valor de corte debido al bajo número de casos con Bethesda V-VI.

No se pudo categorizar mediante el *ratio* elastográfico a las diferentes patologías incluidas en la categoría II de Bethesda.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Yassa L, Cibas ES, Benson CB, Frates MC, Doubilet PM, Gawande AA, et al. Long-term assessment of a multidisciplinary approach to thyroid nodule diagnostic evaluation. *Cancer*. 2007;101:508–16.
2. Cappelli C, Castellano M, Pirola I, Cumetti D, Agosti B, Gandossi E, et al. The predictive value of ultrasound findings in the management of thyroid nodules. *QJM*. 2007;100:29–35.
3. Moon WJ, Jung SL, Lee JH, Na DG, Baek JH, Lee YH, et al. Benign and malignant thyroid nodules: US differentiation – multicenter retrospective study. *Radiology*. 2008;247:762–70.
4. Chow LS, Gharib H, Goellner JR, van Heerden JA. Nondiagnostic thyroid fine-needle aspiration cytology: management dilemmas. *Thyroid*. 2001;11:1147–51.
5. Ophir J, Cespedes I, Garra B, Ponnekanti H, Huang Y, Maklad N. Elastography: ultrasonic imaging of tissue strain and elastic modulus in vivo. *Eur J Ultrasound*. 1996;3:49–70.
6. Lyshchik A, Higashi T, Asato R, Tanaka S, Ito J, Mai JJ, et al. Thyroid gland tumor diagnosis at US elastography. *Radiology*. 2005;237:202–11.
7. Lyshchik A, Higashi T, Asato R, Tanaka S, Ito J, Hiraoka M, et al. Elastic moduli of thyroid tissues under compression. *Ultrason Imaging*. 2005;27:101–10.
8. Garra BS. Elastography: current status, future prospects, and making it work for you. *UltrasoundQ*. 2011;27:177–86.
9. Faria SC, Ganesan K, Mwangi I, Shiehmorteza M, Viamonte B, Mazhar S, et al. MR imaging of liver fibrosis: current state of the art. *Radiographics*. 2009;29:1615–35.
10. Ali SZ, Cibas E. El Sistema Bethesda para informar la citopatología de tiroides. Buenos Aires: Journal; 2011.
11. Parker KJ, Huang SR, Musulin RA, Lerner RM. Tissue response to mechanical vibrations for "sonoelasticity imaging". *Ultrasound Med Biol*. 1990;16:2041–6.
12. Ophir J, Cespedes I, Ponnekanti H, Yazdi I, Li X. Elastography: a quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues. *Ultrason Imaging*. 1991;13:111–34.

13. Pesavento A, Perrey C, Krueger M, Ermert H. A time-efficient and accurate strain estimation concept for ultrasonic elastography using iterative phase zero estimation. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*. 1999;46:1057–67.
14. Ridley EL. New approach may elevate thyroid elastography performance. American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM) meeting. Abril 19, 2013. Actualizado: diciembre 6, 2013. Disponible en: [http://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=sup\\_n&sub=ult&pag=dis&ItemID=103121](http://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=sup_n&sub=ult&pag=dis&ItemID=103121).
15. Ridley EL. Quality measure boosts shear-wave elastography performance. American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM) meeting. Abril 9, 2013. Actualizado: septiembre 4, 2013. Disponible en: <http://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=ser&sub=def&pag=dis&ItemID=103069>.
16. Asteria C, Giovanardi A, Pizzocaro A, Cozzaglio L, Morabito A, Somalvico F, et al. US-elastography in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *Thyroid*. 2008;18:523–31.
17. Wang Y, Dan HJ, Dan HY, Li T, Hu B. Differential diagnosis of small single solid thyroid nodules using real-time ultrasound elastography. *J Int Med Res*. 2010;38:466–72.
18. Bathia KS, Rasalkar DD, Ahuja AT. Thyroid Elastography. En: Sofferman RA, Ahuja AT, editores. *Ultrasound of the Thyroid and Parathyroid glands*. Nueva York: Springer; 2012. p. 263–82.
19. Monpeyssen H, Tramalloni J, Poirée S, Hélénon O, Correas JM. Elastography of the thyroid. *Diagn Interv Imaging*. 2013;94:535–44.