



## ARTÍCULO ORIGINAL

### Artefactos en ultrasonido ocular



Mariana Mayorquín Ruiz<sup>a,\*</sup>, Cecilio Francisco Velasco Barona<sup>b</sup>  
y Eduardo Moragrega Adame<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Jefa del Servicio de Ultrasonido Ocular, Asociación para Evitar la Ceguera en México, Hospital Dr. Luis Sánchez Bulnes, México, D.F., México

<sup>b</sup> Adscrito al Servicio de Ultrasonido Ocular, Jefe del Servicio de Segmento Anterior, Asociación para Evitar la Ceguera en México, Hospital Dr. Luis Sánchez Bulnes, México, D.F., México

<sup>c</sup> Decano del Servicio de Ultrasonido Ocular, Asociación para Evitar la Ceguera en México, Hospital Dr. Luis Sánchez Bulnes, México, D.F., México

Recibido el 5 de abril de 2015; aceptado el 23 de junio de 2015

Disponible en Internet el 28 de agosto de 2015

#### PALABRAS CLAVE

Ultrasonido ocular;  
Artefactos en ultrasonido ocular;  
Interpretación ultrasonido;  
Física del ultrasonido;  
Ultrasonido ocular diagnóstico

#### KEYWORDS

Ocular ultrasound;  
Artifacts in ocular ultrasound;  
Ultrasound interpretation;  
Physics of ultrasound;  
Diagnostic ocular ultrasound

**Resumen** El ultrasonido ocular es un estudio dependiente del operador. Un buen estudio ecográfico debe tener como base el conocimiento de la anatomía y fisiología normales y de los cambios producidos en diferentes enfermedades, así como los cambios tras una cirugía ocular o trauma. El conocimiento de los fenómenos físicos producidos por el ultrasonido es la base para entender y reconocer la presencia de artefactos en el ultrasonido ocular. Esta revisión tiene como objetivo hacer un recuento de los artefactos que pueden ocasionar confusión al interpretar una imagen ecográfica, así como explicar la base física en la que se basan, reduciendo de esta manera los errores de interpretación y diagnósticos.

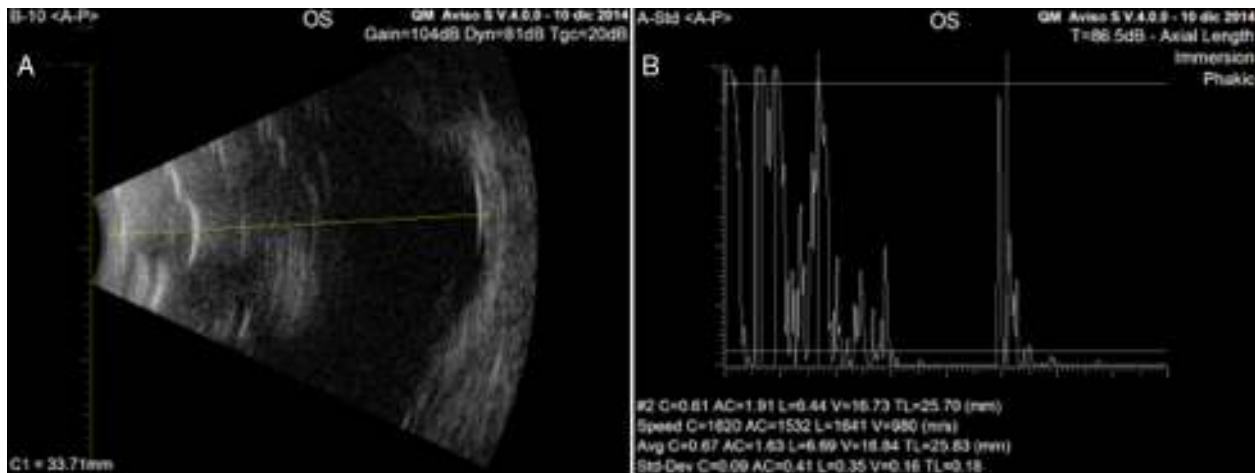
© 2016 Publicado por Masson Doyma México S.A. en nombre de Sociedad Mexicana de Oftalmología. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

#### Artefacts in ocular ultrasound

**Abstract** Ocular ultrasound is an operator-dependent study. A satisfactory ultrasonography study should be based on the knowledge of normal anatomy and physiology and the changes produced in different pathologies, as well as the changes proceeding after eye surgery or trauma. The knowledge of physical phenomena produced by ocular ultrasound is fundamental to comprehend and recognize the presence of artifacts in the ocular ultrasound. The aim of this review is to delineate the artifacts that could cause confusion when interpreting and ultrasound image, as well as to explain the physical fundamentals in which are based, thereby reducing interpretation and diagnostic errors.

© 2016 Published by Masson Doyma México S.A. on behalf of Sociedad Mexicana de Oftalmología. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autora para correspondencia. Vicente García Torres n.º 46. Col. San Lucas Coyoacán. México DF. CP 04030.  
Correo electrónico: [dra.mayorquin@hotmail.com](mailto:dra.mayorquin@hotmail.com) (M. Mayorquín Ruiz).



**Figura 1** Globo ocular fáquico con cavidad vítrea parcialmente llena de silicona. Nótese la diferencia entre la medición aproximada del eje anteroposterior, trazada con el marcador en el modo B (33.71 mm), y la medición con el modo A, corrigiendo la velocidad del US para la presencia de silicona en la cavidad vítrea (25.7 mm).

El ultrasonido (US) ocular es una técnica dependiente del operador (ecografista ocular) y del ecógrafo utilizado. Un buen estudio ecográfico debe tener como base el conocimiento de la anatomía y fisiología ocular normal, de las características del ojo enfermo en diferentes dolencias y de los cambios posteriores a manipulaciones quirúrgicas o trauma. El entendimiento de los fenómenos físicos del US (la reflexión, refracción, absorción y la difracción) constituyen los principios a través de los cuales se forman los artefactos o artificios, que se definen como: cualquier imagen creada por la presencia y/o ausencia, no real, de ecos y que no corresponde con la respuesta de ningún reflector existente<sup>1</sup> en el ojo o la órbita.

El conocimiento de los fenómenos físicos de las ondas de US que dan lugar a los artefactos permitirá una mejor interpretación de las imágenes ecográficas y la disminución de errores diagnósticos y de interpretación.

Discutimos en este trabajo los artefactos de origen acústico en el área del US ocular, separándolos de aquellos creados por ilusión óptica (error de percepción), errores de interpretación y artefactos dados por ruido electrónico en los equipos, entre otros.

### Artefactos asociados a la velocidad del ultrasonido en diferentes tejidos

La velocidad de transmisión de las ondas de US depende del tejido en el que se transmite (tabla 1).

El aceite de silicona utilizado en la cavidad vítrea de algunos ojos vitrectomizados presenta diferentes velocidades del US; de acuerdo a su viscosidad: 980 m/seg en la silicona de 1,000 centistokes (cs) y 1,030 m/seg en la de 5,000 cs<sup>2</sup>.

En ambos tipos de silicona, la velocidad del US es más lenta que en el humor vítreo, provocando, en la medición del eje anteroposterior, un ojo artificialmente más largo en la ecografía modo B (fig. 1).

Durante la exploración ecográfica, los ojos con la cavidad vítrea parcialmente llena de silicona pueden mostrar una imagen en 2 fases: una que corresponde a la zona donde

**Tabla 1** Velocidad del US en los diferentes tejidos del ojo y órbita

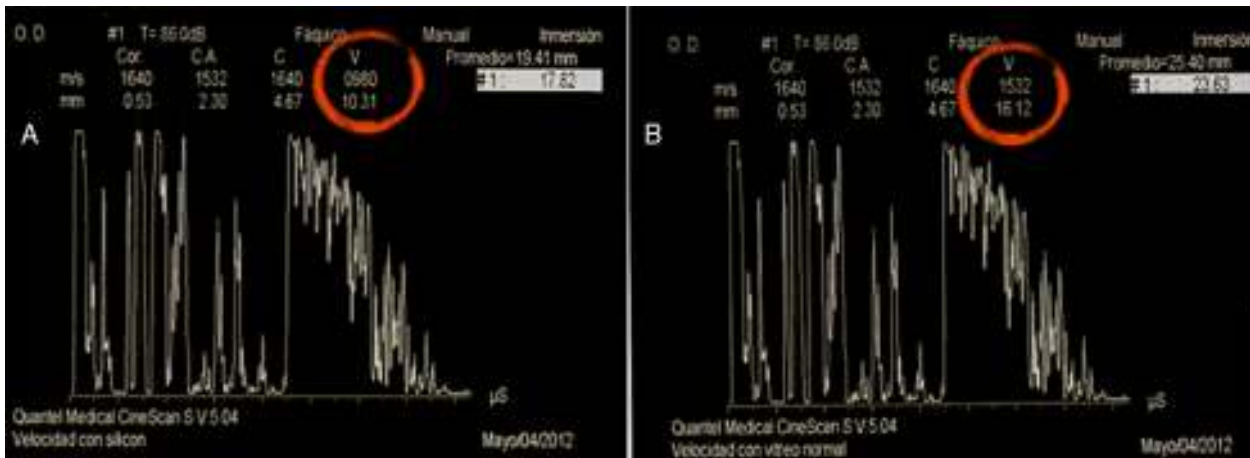
Tejido	Velocidad del ultrasonido (m/seg)
Córnea	1,640
Humor acuoso	1,532
Cristalino	1,640
Humor vítreo	1,532
Tejidos blandos orbitarios	1,550

está la silicona y la segunda a la zona libre del mismo (fig. 2). En estos pacientes es posible realizar la revisión en posición decúbite y en posición sentada, lo que produce un desplazamiento de la silicona, que facilita observar cambios en las estructuras posteriores, especialmente la retina.

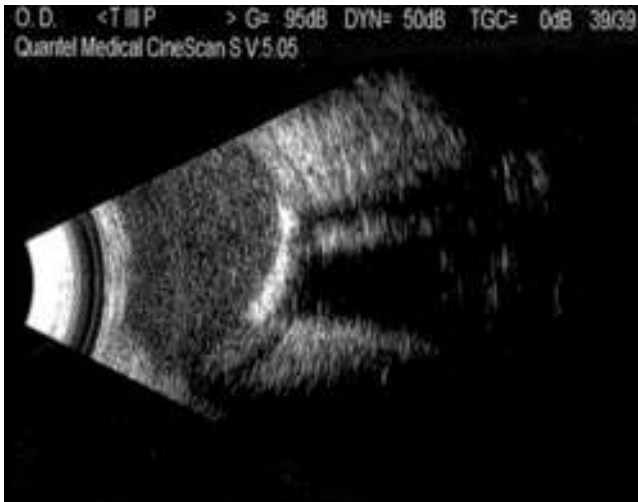
Este artefacto cobra una importancia relevante en la biometría realizada para el cálculo del poder dióptrico del lente



**Figura 2** Globo ocular con cavidad vítrea parcialmente llena de silicona. La flecha amarilla muestra el área sin silicona y la roja, el área del ojo con silicona.



**Figura 3** Biometría de un mismo ojo, en el círculo rojo se muestra la velocidad del US con la cavidad vítrea llena de silicona (A) y con humor vítreo (B). El cambio en la velocidad de los 2 elementos produce una diferencia en el eje anteroposterior de 5.81 mm.



**Figura 4** Atrofia del globo ocular, con una placa calcificada que produce sombra acústica posterior.

intraocular, llegando a ser la causa de sorpresas refractivas posquirúrgicas cuando no es tomado en consideración<sup>3</sup> (fig. 3).

Las estructuras con contenido de calcio absorben el US casi en su totalidad, e impiden su transmisión a través de esa interfase. Un ejemplo de lo anterior es la velocidad del US en el hueso, que es de 3,500 m/seg. Este artefacto produce una sombra acústica posterior a la imagen hiperecoica, correspondiente con el tejido con calcio (fig. 4).

### Artefactos asociados a superficies curvas (por ángulo crítico)

Cuando el US choca con una superficie curva es refractado. La refracción de la onda acústica produce una ausencia de ecos, regresando hacia el transductor, lo que en la imagen se observa como una falta de tejido inmediatamente posterior a la imagen curva.

Este artefacto fue descrito en 1965 por Baum, con relación al artefacto producido por la curvatura del cristalino<sup>4</sup>;



**Figura 5** Proyección anteroposterior que muestra el artefacto conocido como «joroba de Baum».

es conocido como «joroba de Baum». En una proyección anteroposterior, el US que es refractado en el ecuador del cristalino se dirige hacia las paredes laterales del ojo, en vez de hacerlo hacia la parte posterior. La diferencia del tiempo entre los ecos que pasan a través del cristalino y los que pasan por el ecuador produce en la imagen un aparente desplazamiento anterior de la retina, o una distorsión acústica en la zona de mayor curvatura, que es en este caso el ecuador cristaliniano (fig. 5).

En la práctica ecográfica este artefacto es observado también al realizar proyecciones longitudinales que incluyen al cuerpo ciliar, mostrando una aparente ausencia de tejido posterior al mismo (fig. 6).

### Artefactos asociados a múltiples ecos

El fenómeno físico asociado con este artefacto es la reverberación, en el que se presentan múltiples reflexiones de las ondas al chocar con 2 (o más) interfases altamente reflectantes. Los ecos son regresados desde el tejido hacia el transductor y nuevamente hacia el tejido; fenómeno que se repite hasta que, por la atenuación, los ecos desaparecen. La imagen de los ecos de repetición o reverberación es



**Figura 6** Proyección longitudinal con aparente ausencia de tejido posterior al cuerpo ciliar (flecha), como consecuencia de un artefacto por ángulo crítico.

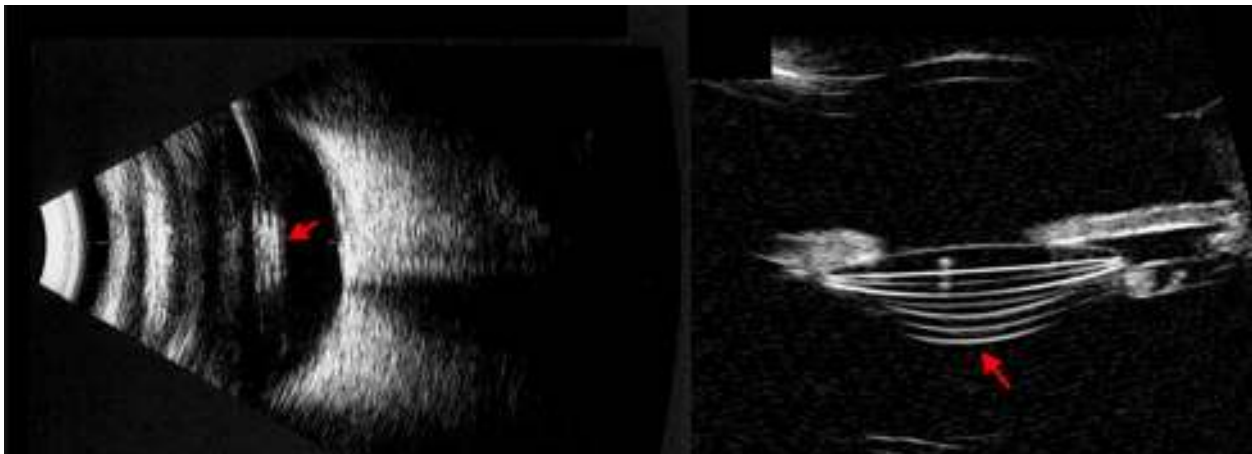
decreciente en tamaño y brillantez, dando de esta manera una forma triangular (fig. 7).

También asociados al fenómeno de reverberación están los artefactos producidos por cuerpos extraños

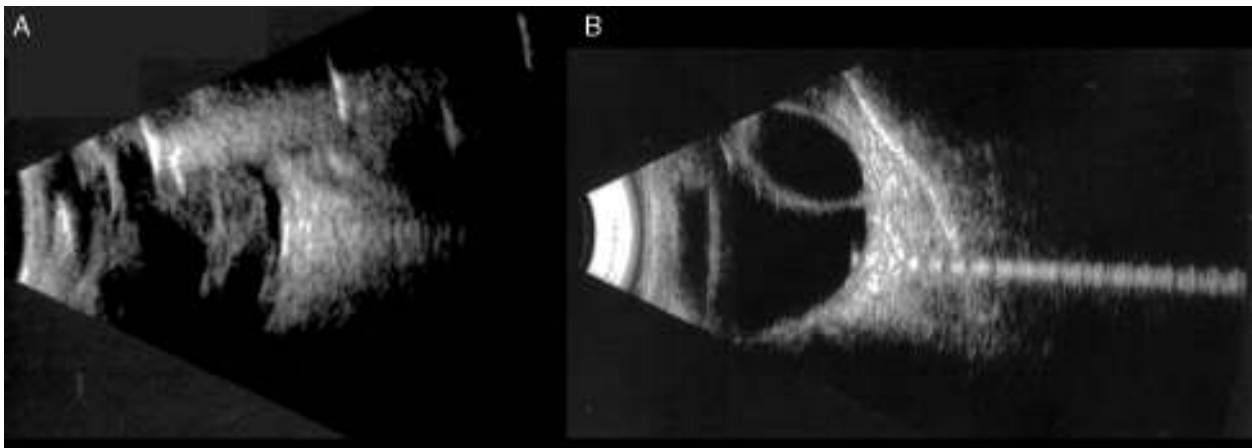
intraoculares (CEIO). Como ha sido demostrado experimentalmente<sup>5</sup>, el material del que esté compuesto el CEIO tendrá repercusión en la extensión de la reverberación, siendo mayor en los CEIO de hierro, aluminio y plomo; menor en el vidrio y cartón; y ausente en la madera. Agregado a la reverberación, el efecto de la sombra acústica es observado en todos los CEIO. La forma es también importante al hablar de los CEIO. Los esféricos y materiales como los líquidos pesados utilizados en la cirugía de retina tienen imágenes características que han sido llamadas metafóricamente como: en «cola de cometa» y la imagen de «linterna» por H. Fledelius<sup>6</sup> (fig. 8). La tabla 2 muestra las diferentes características de este tipo de artefactos.

### Artefacto en espejo

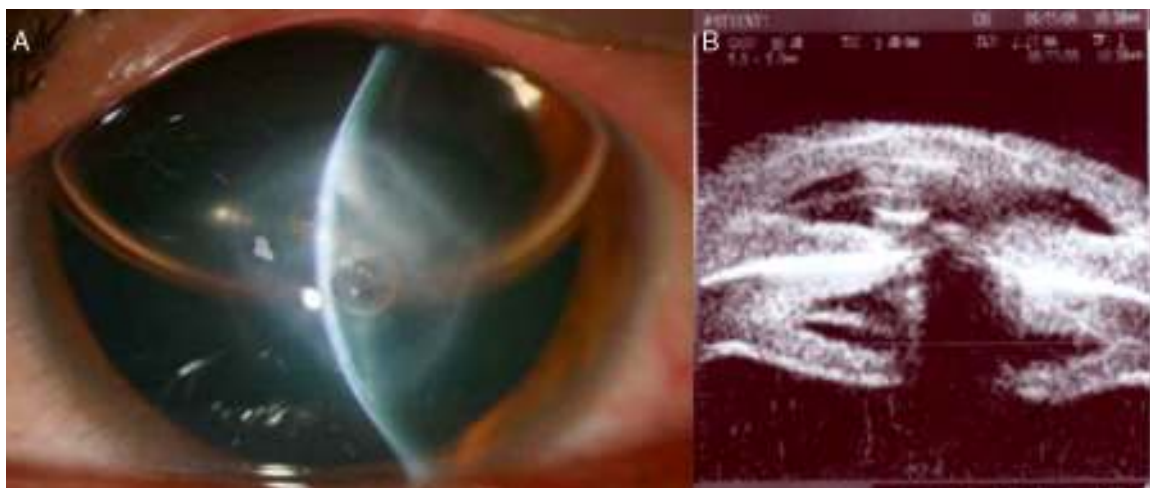
Es producido cuando una estructura se encuentra frente a una superficie altamente reflectante. Los ecos provenientes de la superficie altamente reflectante tardan más tiempo en volver al transductor, obteniendo una imagen duplicada, más profunda que la superficie altamente reflectante<sup>7</sup>. Característicamente la imagen duplicada (en



**Figura 7** La flecha roja muestra los ecos de repetición del lente intraocular. Los ecos reverberados son visibles en el modo B y en la ultrabiomicroscopía.



**Figura 8** A. Artefacto en cola de cometa producido por CEIO con forma esferoidal. B. Desprendimiento coroideo seroso y micela de líquido pesado que produce el artefacto en «linterna».



**Figura 9** La imagen clínica (A) muestra el hidrops con gas en la cámara anterior y una burbuja en el estroma corneal. La imagen duplicada o en espejo se observa en la ultrabiomicroscopia (B), posterior a la línea de alta densidad que corresponde a la interfase endotelio-gas.

**Tabla 2** Diferencias entre 2 artefactos producidos por el fenómeno de reverberación, ante la presencia de un CEIO

	Artefacto en «cola de cometa»	Artefacto en «linterna»
Forma de los ecos	Convergentes	Ligeramente divergentes
Densidad de los ecos	Decreciente	Lentamente decreciente
Sombra acústica	Presente	Ausente
Materiales relacionados al artefacto	Aluminio, vidrio, metal	Micelas de líquidos pesados perfluorocarbonados

espejo) es equidistante a su imagen real y de menor definición (figs. 9 y 10).

## Conclusión

Los artefactos en la ecografía ocular representan efectos de los fenómenos físicos del US. Entenderlos y reconocerlos permitirán una mejor apreciación de las imágenes ecográficas, así como del acercamiento diagnóstico.

## 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 en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Financiamiento

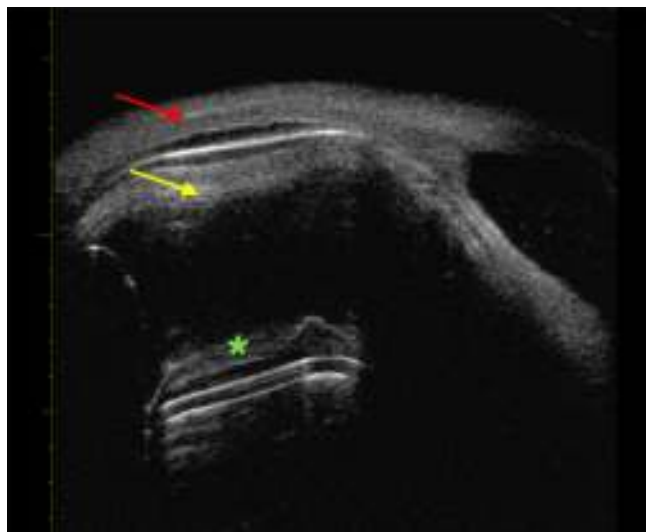
Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- García Himmelstine L, Corte Guerrero MG, Jiménez Taboada MA. El ultrasonido diagnóstico. En: Artefactos en ultrasonido, capítulo 3. México: Sonomed, Medison; 2000.



**Figura 10** Ultrabiomicroscopia de un ojo con silicona en la cavidad vítrea. La flecha roja muestra la imagen real, en amarillo la imagen en espejo debajo del menisco de silicona, altamente reflectante. Eco de repetición dado por la superficie altamente reflectante del menisco de silicona (asterisco).

2. Shugar JK, de Juan E Jr, McCuen BW, et al. Ultrasonic examination of the silicone-filled eye: Theoretical and practical considerations. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1986;224:361–7.
3. Ghoraba HH, el Dorghamy AA, Atia AF, et al. The problems of biometry in combined silicone oil removal and cataract extraction: A clinical trial. *Retina*. 2002;22:589–96.
4. Baum G. A discussion of acoustic artifacts in ophthalmic ultrasonography. *Am J Ophthalmol*. 1965;60:493–8.
5. Nogueira Costa MA, Novita García P, Fernandes Barroso L, et al. Composition of intraocular foreign bodies: Experimental study of ultrasonographic presentation. *Arq Bras Oftalmol*. 2013;76:13–7.
6. Fledelius H, Scherfig E. The acoustic lighthouse effect. *Acta Ophthalmol Scand*. 2000;78:89–92.
7. Hindi A, Peterson C, Barr RG. Artifacts in diagnostic ultrasound. *Reports in Medical Imaging*. 2013;6:29–48.