

RETINA

1. Pruebas diagnósticas. Imagen multimodal

1.6

Ecografía oftalmológica

Antonio Piñeiro Ces, Manuel Francisco Bande Rodríguez,
María Pardo Pérez, Francisco Ruiz-Oliva Ruiz,
María José Blanco Teijeiro

Unidad de Retina Quirúrgica y Tumores Intraoculares del Adulto (URQTIA). Área Sanitaria de Santiago de Compostela y Barbanza. SERGAS.

Laboratorio de Tumores Intraoculares del Adulto (IDIS). SERGAS.

Universidade de Santiago de Compostela.



RESUMEN

La ecografía es una técnica de diagnóstico de imagen que se utiliza en ciencias sanitarias, en Medicina y especialmente en la Oftalmología. Los ultrasonidos se definen como sonidos, no audibles por el oído humano: mayores a los 20.000 ciclos por segundo, y que pueden provocar ecos dependiendo de los cambios de los medios en los que se mueven. Dentro de la propia ecografía oftalmológica hay diferentes tipos de pruebas: Ecografía en modo A, modo B, ecografía estandarizada, biomicroscopía ultrasónica y biometría. Es importante saber indicar cada una de las pruebas ecográficas y, por supuesto, hacer la interpretación de los signos ecográficos que se detectan en cada imagen.

INTRODUCCIÓN

La Ecografía es una de las técnicas de diagnóstico por imagen que primero han surgido en la Oftalmología (1). Se fundamenta en el análisis de los ecos generados por las *interfaces acústicas* de las distintas estructuras del globo ocular y la órbita, al recibir una *onda ultrasónica*.

Para llevar a cabo la ecografía oftalmológica se utilizan ondas ultrasónicas. Es decir, oscilaciones de partículas en un medio, con frecuencias superiores a los 20 kHz (ultrasonidos) y por tanto son ondas no perceptibles por el oído humano. En general, la ecografía ocular convencional se usa con frecuencias entre 8 y 15 MHz, una diferencia fundamental con respecto a ecografías diseñadas para otros sistemas del cuerpo humano, donde se trabaja entre 1 y 5 MHz. Este principio se basa en la relación entre la *penetración* y la *frecuencia* en los sonidos: a mayor frecuencia se obtiene una mayor resolución de las imágenes obtenidas, pero con una menor posibilidad de penetración.

Se entiende como *interfaces acústicas*, los cambios sónicos entre dos medios con diferentes *impedancias acústicas*. Las impedancias acústicas son el resultado del producto de la *velocidad del sonido* por la *densidad del medio*. Se transmiten mucho más rápido los sonidos cuanto más denso sea el medio en el que lo hacen (tabla 1). Además de la impedancia acústica, se deben tener en cuenta otros factores como: el *ángulo de incidencia sónica*, el *tamaño*, *forma* y *suavidad* de la interface acústica y la *absorción*, *refracción* y *dispersión* (2-6).

Tabla 1. Velocidad de ultrasonidos dependiendo de los medios

MEDIO	VELOCIDAD (m/sg)
Aire	343
Acuoso/Vítreo	1532
Tejidos blandos	1550
Córnea	1639
Cristalino	1641
Catarata	1629
Hueso	3500

PARTES FUNDAMENTALES DE UN ECÓGRAFO OCULAR

En general, se pueden distinguir cuatro partes esenciales en cualquier ecógrafo ocular (2-3):

- Sonda ecográfica: que es la parte que se apoya sobre el globo ocular. Es una pieza que en general tiene la posibilidad de convertir pulsos eléctricos en pulsos ultrasónicos y al revés una vez recibido el eco. Cada sonda ecográfica lleva adaptada una línea que identifica el *vector* de la imagen obtenida. Es decir, en la imagen ecográfica recibida, la parte superior se corresponderá con la parte explorada por el vector. Esto es importante tenerlo claro, con el fin de saber identificar y registrar los hallazgos de cada corte ecográfico (estructura bidimensional procedente de una estructura tridimensional).
- Amplificador de la señal, para emitirla en la pantalla.
- Pantalla para mostrar los resultados en forma de imágenes.
- Ordenador para la gestión y almacenamiento de los datos.

Dentro de estos sistemas son muy importantes:

- *Caliper* o calibrador: que permite medir distancias dentro de las imágenes obtenidas.
- *Control de ganancia*: los ecógrafos oculares más modernos comienzan la emisión ultrasónica en 110 dB, y con esta función se puede disminuir la ganancia de las imágenes obtenidas. Esta es una posibilidad importante en la ecografía oftalmológica porque permite utilizar técnicas de diagnóstico (7).
- *Zoom*: para aumentar el tamaño de las imágenes obtenidas

MODOS DE ECOGRAFÍA OCULAR

- *Modo A*: es la forma básica y primera en todas las formas de la ecografía. Se obtienen líneas que se elevan y/o amplían dependiendo de la estructura que detectan (2). En la actualidad parece reservarse sólo para algunas formas de ecografía estandarizada y también en la biometría ecográfica.
- *Modo B*: es la forma más utilizada. Emplea cortes ecográficos obtenidos en las distintas proyecciones longitudinales, transversales y axiales (2).
- *Eco estandarizada*: una técnica para ecógrafos de muy buena resolución, en la cual mediante imágenes analógicas se pueden hacer predicciones diagnósticas de las imágenes obtenidas (suma de modo B con ecografía estandarizada en modo A) (7).
- *Eco Doppler*: técnica que puede medir y localizar movimientos dentro de las imágenes adquiridas. En la actualidad sigue siendo difícil encontrar sistemas Doppler con aplicaciones oftalmológicas, sin embargo, resultan muy útiles en el diagnóstico y seguimiento de tumores y/o vascularizaciones anómalas del globo ocular (2).

1.6. Ecografía oftalmológica

Antonio Piñeiro Ces, Manuel Francisco Bande Rodríguez, María Pardo Pérez, Francisco Ruiz-Oliva Ruiz, María José Blanco Teijeiro

- **Biomicroscopía ultrasónica (BMU):** técnica desarrollada a partir de la ecografía ocular de 10 MHz, pero con resoluciones mucho mayores, ya que su frecuencia oscila entre los 50-100 MHz. La construcción de estas imágenes partió de principios de los años 90 del siglo pasado por un grupo importante en oftalmología y física de la Universidad de Toronto. Permite una resolución *cuasi*histológica, pero que sólo es aplicable al segmento anterior del globo ocular (8). Así, en la actualidad se consiguen imágenes de alta resolución con indicación en patologías tanto para córnea y segmento anterior, glaucoma y tumores del segmento anterior. También se han publicado muchos trabajos en ciertos análisis de cirugía refractiva del globo ocular (9).
- **Biometría ecográfica:** básicas en las mediciones y biometrías del eje anteroposterior junto a la paquimetría del globo ocular. Se pueden llevar a cabo de forma:
 - Contacto: apoyando la sonda directamente sobre el globo ocular.
 - Inmersión: marcando una distancia entre la sonda y la superficie ocular mediante cilindros que suelen rellenarse de suero fisiológico y/o metilcelulosa (Hansen, Prager, Kohn).

INDICACIONES DE LA ECOGRAFÍA OFTÁLMICA

Las indicaciones de ecografía oftalmológica van a depender de distintas situaciones.

- **Medios opacos:** en los cuales no se puede explorar el globo ocular por opacidad de los tejidos transparentes: cataratas maduras, hemorragias vítreas, etc. (tabla 2). Sin embargo, con el paso del tiempo se ha progresado a utilizar cada vez más la ecografía ocular en:

Tabla 2. Indicación general de la Ecografía en Medios Opacos

MEDIOS OPACOS	
Segmento anterior	Segmento posterior
Opacidad corneal	Hemorragia vítrea
Hipema	Inflamación
Hipopion	CEIO
Miosis	
Catarata	
Membrana pupilar o retrocristaliniana	

- **Medios transparentes:** este hecho ocurre por la capacidad de los ultrasonidos de explorar tejidos oculares de forma distinta que la oftalmoscopia. Algunas situaciones pueden ser el desprendimiento de vítreo posterior, con el fin de conocer si hay una forma parcial o completa, estudios de tracciones vítreo-retinianas transparentes o estudio de tumores oculares tanto orbitarios como intraoculares (tabla 3).

1.6. Ecografía oftalmológica

Antonio Piñeiro Ces, Manuel Francisco Bande Rodríguez, María Pardo Pérez, Francisco Ruiz-Oliva Ruiz, María José Blanco Teijeiro

Tabla 3. Indicación general de la Ecografía en Medios Transparentes

MEDIOS TRANSPARENTES	
Segmento anterior	Segmento posterior
Lesiones iridianas	Desprendimiento de vítreo posterior
Lesiones en cuerpo ciliar	Tumores intraoculares
	Desprendimiento de coroides
	Desprendimiento de retina
	Alteraciones de disco óptico
	Cuerpos extraños intraoculares

TIPOS DE ECOGRAFÍA OCULAR

En general se hacen tres tipos básicos de ecografías: topográfica, cuantitativa y cinética (tabla 4) (1-2).

Tabla 4. Características según las distintas técnicas ecográficas de: desprendimiento de vítreo posterior (DVP), desprendimiento de retina (DR) y desprendimiento de coroides (DC)

Técnica	DVP	DR	DC
Topográfica	Cupuliforme o con inserciones a polo posterior	Túnel abierto o cerrado, siempre inserción en disco óptico, con quistes asociados	Cupuliforme, no inserción al disco óptico
Cuantitativa	Altura de <i>spike</i> variable, <100% en la <i>ora serra</i>	<i>Spike</i> de 100%, incluso en la <i>ora serrata</i>	Doble <i>spike</i> de 100
Cinética	Movimientos marcados a moderados	Movimientos moderados a ausentes	Movimientos mínimos o nulos

Spike: es la altura de las líneas ecográficas del Modo A.

- **Topográfica**: la cual identifica la presencia de anomalías en la ecografía. Así, determina la forma, la localización y la extensión de las mismas. Puede, en general, identificar estas estructuras como puntos, membranas y masas dentro del globo ocular o bien en la órbita. Para ella es necesario saber utilizar las sondas ecográficas:
 - *Proyecciones longitudinales o verticales*: paralelas a meridianos, antero-posteriores.
 - *Proyecciones transversas u horizontales*: perpendiculares a los meridianos.
 - *Proyecciones axiales*: en los cuales las propias sondas se apoyan sobre el ápex corneal.
- **Cuantitativa**: técnica por la cual se estudian las características de las lesiones localizadas con las proyecciones topográficas. Utiliza:
 - *Reflectividad* en modo B o picos en modo A. Define la reactividad de cada lesión a los ultrasonidos. Un ecógrafo ocular bien utilizado puede dar correctos los diagnósticos de las diferentes estructuras que localiza (tablas 4 y 5).
 - También utiliza la *Estructura interna* (regular o irregular, que ayuda en el diagnóstico de las masas ecográficas intraoculares) y la *Atenuación sónica* (otro signo propio de masas tipo cuerpos extraños metálicos y de melanomas coroides).

1.6. Ecografía oftalmológica

Antonio Piñeiro Ces, Manuel Francisco Bande Rodríguez, María Pardo Pérez, Francisco Ruiz-Oliva Ruiz, María José Blanco Teijeiro

- **Cinética:** es el método mediante la cual se determinan los movimientos de las estructuras intraoculares:
 - Vascularidad típica de ciertos tumores como el melanoma (vascularización interna).
 - Latido de la arteria central de la retina y sus valores con ciertas patologías (glaucoma de baja tensión).
 - Movimientos posteriores: diagnóstico de membranas intravítreas (desprendimiento de hialoides posterior, desprendimiento de retina, desprendimiento coroideo).

Tabla 5. Características ecográficas de las principales masas intraoculares

Lesión Masa	Estructura	Vascularidad	Localización	Forma	Reflectividad
Melanoma	Regular	+	Coroides Cuerpo ciliar	Nodular Champiñón	Media-baja
Nevus	Regular	-	Coroides Cuerpo ciliar	Nodular	Alta
DMAE	Variable	-	Polo posterior Mácula	Nodular Irregular	Alta
Hemangiomas	Regular	-	Polo posterior	Nodular	Alta
Metástasis coroideas	Irregular	-	Polo posterior	Irregular	Media-alta
Melanocitoma	Regular	-	Nervio óptico	Nodular	Media-alta

TÉCNICAS PARA REALIZAR UNA ECOGRAFÍA OCULAR

La posición del paciente debe ser en decúbito supino en todas las exploraciones, excepto en aquellos con gas intraocular, en la cámara anterior o vítrea. En estos casos se recomienda llevar a cabo la exploración con el paciente erguido.

Para el explorador es recomendable que se utilicen las dos manos para obtener las imágenes: una de ellas, la dominante (habitualmente la derecha), para dirigir la posición de la sonda sobre el globo ocular que va a ser explorado y la otra mano para gestionar la ganancia y la posición de la imagen obtenida. En muchos casos se recomienda la utilización de LEDs de muy pequeño tamaño para provocar movimientos dirigidos de los globos oculares del paciente, según la exploración que se quiera obtener. Además, el explorador suele utilizar un pie para el registro informático de cada exploración ultrasonográfica.

En general, se recomienda llevar a cabo esta prueba con los párpados abiertos, ya que va a ofrecer resultados mucho más precisos. Sólo se llevaría la exploración con los párpados cerrados tras cirugías recientes, traumatismos oculares con sospecha de perforación y en aquellos casos de portadores de lentes de contacto que no se pueden retirar temporalmente.

Para obtener buenas imágenes se instila un gel sobre la sonda en la que se va a realizar la exploración, en general metilcelulosa en concentraciones menores al 2%. También

1.6. Ecografía oftalmológica

Antonio Piñeiro Ces, Manuel Francisco Bande Rodríguez, María Pardo Pérez, Francisco Ruiz-Oliva Ruiz, María José Blanco Teijeiro

son bien tolerados los carbómeros, diseñados de entrada para el tratamiento de superficies oculares con cuadros de sequedad muy severas. No es necesario aplicar colirios de protección, tipo antibióticos, una vez realizada la ecografía. Entre paciente y paciente hay que llevar a cabo una limpieza escrupulosa de la sonda. Para ello es importante seguir las recomendaciones del fabricante. La mayoría de los fabricantes recomiendan el uso de etanol con este fin. Tras la exploración de pacientes con ciertas infecciones tales como hepatitis B y C y VIH se puede precisar una limpieza especial del ecógrafo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mundt GH Jr, Hughes WF Jr. Ultrasonics in ocular diagnosis. *Am J Ophthalmol* 1956 Mar; 41(3): 488-98.
2. Byrne SF, Green RL. *Ultrasound of the Eye and Orbit*. Mosby, 2002.
3. Charles Wilkinson, Andrew Schachat, David Hinton K, Bailey Freund, David Sarraf, Peter Wiedemann. Srinivas Sadda ed. *Ryan's Retina*. 6th Edition. Elsevier 2017.
4. Coleman DJ, Silverman RH, Lizzi FL, Rondeau MJ. *Ultrasonography of the Eye and Orbit* 2 ed. Lippincott Williams & Wilkins 2006.
5. Atta HR. *Ophthalmic Ultrasound. A Practical Guide*. Churchill Livingstone 1996.
6. Verbeek AM. *Clinical Echography of the Eye and Orbit*. Quantel Medical, 2019.
7. Ossoinig KC. Standardized echography: basic principles, clinical applications, and results. *Int Ophthalmol Clin* Winter 1979; 19(4): 127-210.
8. Pavlin CJ, Stuart Foster F. *Ultrasound Biomicroscopy of the Eye*. Springer-Verlag, 1995.
9. McWhae J, Willerscheidt A, Gimbel H, Freese M. Ultrasound biomicroscopy in refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 1994 Sep; 20(5): 493-7.
10. Shammass HJ. *Intraocular Lens Power Calculations*. Çslack 2004.

Bibliografía recomendada

- Byrne SF, Green RL. *Ultrasound of the Eye and Orbit*. Mosby, 2002.

PREGUNTA TIPO TEST

(pulse en la flecha para comprobar las respuestas)

1. En general la frecuencia utilizada por los sistemas de biomicroscopía ultrasónica puede ser:
 - a) 100 MHz.
 - b) 50 MHz.
 - c) 30 MHz.
 - d) 25 MHz.
 - e) 10 MHz.

2. Como gel de ecografía para llevar a cabo la exploración BMU se puede utilizar:
 - a) Agua destilada.
 - b) Carbómeros.
 - c) Ácido hialurónico.
 - d) Suero salino.
 - e) Metilcelulosa <2%.

3. Dentro de las siguientes patologías, señalar en cuáles de ellas no sería la BMU la primera técnica de diagnóstico por imagen indicada:
 - a) Melanoma de iris-cuerpo ciliar.
 - b) Glaucoma por iris plateau secundario.
 - c) Queratocono.
 - d) Síndrome UGH.
 - e) Glaucoma por iris plateau primario.

4. En Ecografía en modos A y B para el melanoma uveal no se caracteriza por:

- a) Ausencia de movimientos tipo doppler.
- b) Reflectividad alta.
- c) Raras las lagunas hipoecogénicas intralesionales.
- d) Presencia frecuente de excavación coroidea.
- e) Estructura interna irregular.

5. Responder en el Desprendimiento de Retina:

- a) La ecografía en modo A o B detectan soluciones de continuidad retinianas.
- b) La reflectividad del líquido subretiniano es en general alta en el desprendimiento exudativo con respecto al de los casos de DR regmatógeno.
- c) Suelen relacionarse el DR exudativo con DR por desgarros vítreo-retinianos.
- d) Se trata quirúrgicamente el DR exudativo porque no suelen ser móviles.
- e) El DR traccional se caracteriza por su relación con la hialoides posterior.

6. Características de las drusas del nervio óptico por Ecografía:

- a) Detectables ecográficamente, aún sin calcificación.
- b) Más detectables cuanto más superficiales dentro del nervio óptico hacia el disco óptico.
- c) Más frecuentes según edad del paciente.
- d) En general suelen estar asociadas a DR exudativo.
- e) Siempre detectables ecográficamente.

7. Señalar características de traumatismos perforantes con cuerpos extraños intraoculares (CEIO):

- a) La mayor frecuencia en los CEIO es de tipo metálico.
- b) No suele detectarse movilización de restos aire intraocular en traumatismos perforantes.
- c) Más fácilmente detectables en ecografía son los CEIO de carácter metálico.
- d) Los CEIO de tipo vegetal suelen aportar imágenes ecográficas de reflectividad muy alta.
- e) El aire intraocular después de un traumatismo se moviliza según posición ocular.

8. Señalar las respuestas falsas con respecto a las Biometrías:

- a) La ecografía para biometría más utilizada a nivel mundial es el modo B, axial.
- b) Es buena indicación en hipermetropía alta la Eco en modo A con inmersión.
- c) Se debe aplicar el modo B asociado en casos irregulares, posteriores.
- d) Se recomienda la ecografía en modo B en estafilomas que afectan al polo posterior.
- e) En general se recomienda en la actualidad no llevar a cabo la biometría de contacto.