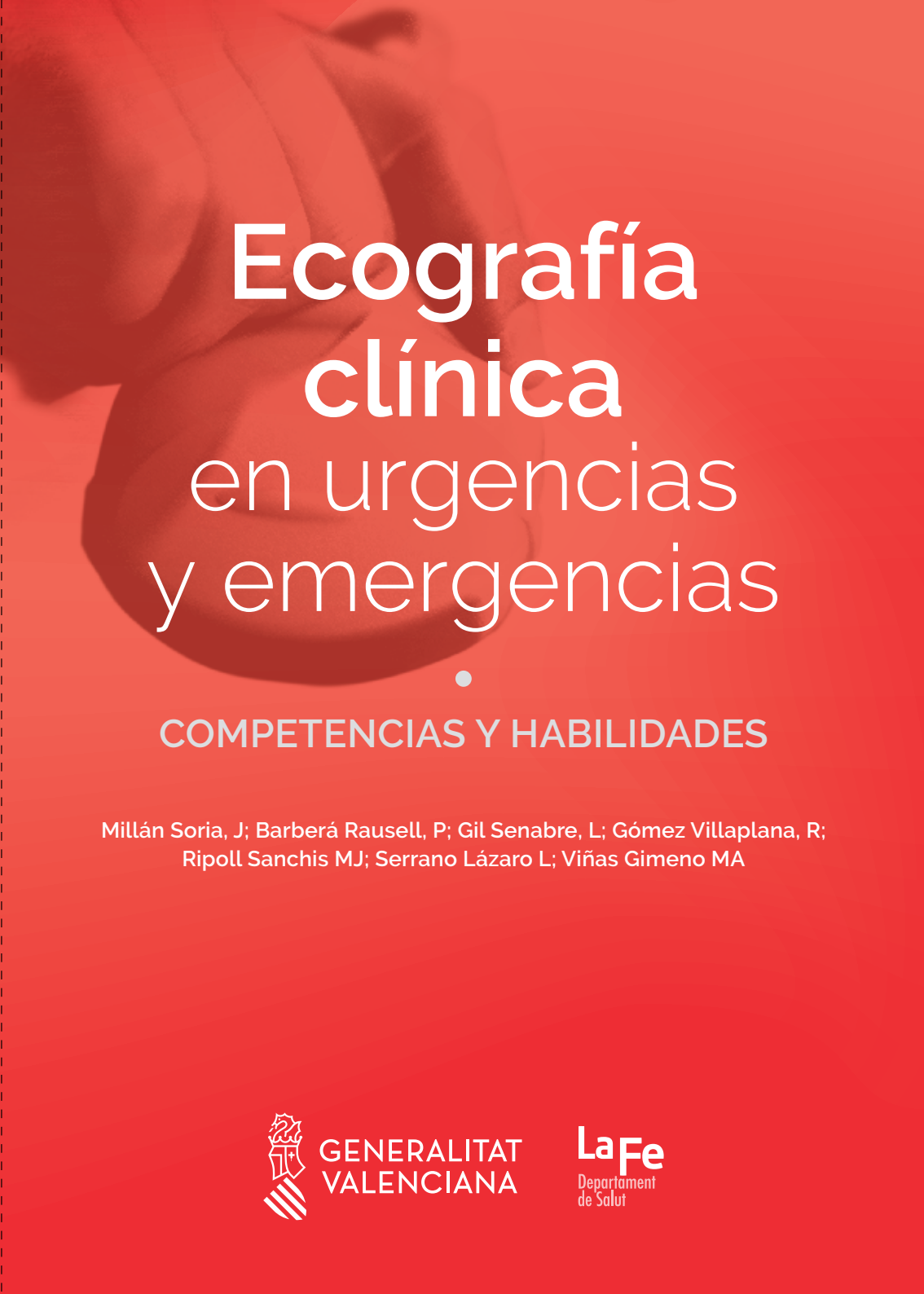


The background of the cover is a solid red color. Overlaid on this is a faint, semi-transparent image of two hands gently cupping a heart. The hands are positioned on the left and right sides of the heart, with fingers slightly curled. The heart is in the center, and the overall composition is symmetrical and centered.

Ecografía clínica en urgencias y emergencias

COMPETENCIAS Y HABILIDADES

Millán Soria, J; Barberá Rausell, P; Gil Senabre, L; Gómez Villaplana, R;
Ripoll Sanchis MJ; Serrano Lázaro L; Viñas Gimeno MA



GENERALITAT
VALENCIANA

LaFe
Departament
de Salut

Ecografía clínica en urgencias y emergencias



COMPETENCIAS Y HABILIDADES





Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La Fe

PATROCINADO POR:



AVALADO POR:



COLABORAN:



SEMES
Comunitat Valenciana



Grupo de trabajo
ecoSEMESCv

DIRECCIÓN EDITORIAL:



Avda. República Argentina, 165, pral. 1.ª
08023 Barcelona

DL.: B 12758-2025
ISBN: 978-84-18836-20-6

Comité Editorial y grupo coordinador

Servicio de Urgencias Hospital Universitari
i Politècnic La FE de Valencia

• Javier Millán Soria • Pablo Barberá Rausell • Ana Beltrán Sánchez • Rafael Carbonell Vayá • Lorena Gil Senabre • Sergio Navarro Gutiérrez	• M.^a Andreína Pérez Gómez • M.^a Jesús Ripoll Sanchis • Pilar Romero Crespo • Leticia Serrano Lázaro • M.^a Ángeles Viñas Gimeno • José Mínguez Platero

Centros participantes

• Servicio de Urgencias del Hospital Universitari i Politècnic La FE de Valencia • Servicio de Urgencias del Hospital Universitario Dr. Balmis de Alicante • Servicio de Urgencias del Hospital Clínico Universitario de Valencia • Servicio de Urgencias del Hospital Universitario del Vinalopó • Servicio de Urgencias del Hospital Universitario Infanta Leonor de Madrid • Servicio de Urgencias del Hospital Universitario Dr. Peset de Valencia • Servicio de Urgencias del Hospital Universitario San Juan de Alicante • Servicio de Urgencias del Hospital Universitario Reina Sofía de Murcia • Servicio de Urgencias del Hospital Universitario Virgen de la Luz de Cuenca	• Servicio de Urgencias del Hospital General Universitario de Elche • Servicio de Urgencias del Hospital Lluís Alcanyis de Xàtiva • Servicio de Urgencias del Hospital Francesc de Borja de Gandía • Servicio de Urgencias del Hospital Universitario Fundación de Alcorcón • Servicio de Urgencias del Hospital Álvaro Cunqueiro de Vigo • Servicio de Urgencias Hospital Universitario de La Princesa de Madrid • Servicio de Urgencias Hospital Clínico Universitario de Valladolid • Servicio de Urgencias Complejo Hospitalario Universitario de Vigo



Ilustraciones y material audiovisual

• Jorge Clar Bononad • Sergio Cubedo Capella • Alejandro Paz Anaya	• M.^a Jesús Ripoll Sanchis • Leticia Serrano Lázaro

Relación de colaboradores y supervisores

• Pere Llorens Soriano Jefe Servicio de Urgencias, UCE y UHD Hospital Universitario Dr. Balmis de Alicante • José J. Noceda Bermejo Jefe Servicio de Urgencias del Hospital Clínico Universitario de Valencia • Pascual Piñera Salmerón Jefe Servicio de Urgencias del Hospital Universitario Reina Sofía de Murcia • Francisco J. Salvador Suárez Jefe Servicio de Urgencias y UCE Hospital Francesc de Borja de Gandía • Carlos Bibiano Guillén Coordinador Servicio de Urgencias, UCE y UHAD Hospital Universitario Infanta Leonor de Madrid	• M.^a Luisa López Grima Jefa Servicio de Urgencias H. Universitario Dr. Peset de Valencia. • María Teresa Maza Vera Jefa de Unidad de Urgencias de Adultos Complejo Hospitalario Universitario de Vigo • Carles Pérez García Jefe Servicio de Urgencias y UCE del H. Lluís Alcanyis de Xàtiva • Carlos del Pozo Vegas Jefe Servicio de Urgencias H. Clínico Universitario de Valladolid • Elena Díaz Fernández Jefa Servicio de Urgencias H. Universitario San Juan de Alicante



Relación de Autores

- **Pedro José Aparicio Aragó**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Julio Armas Castro**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario del Vinalopó
- **Irene Arnanz González**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario Infanta Leonor de Madrid
- **Beatriz Arnao Recuenco**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Pablo Barberá Rausell**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Ana Beltrán Sánchez**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario Dr. Peset de Valencia
- **María Bort Gimeno**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **María Bóveda García**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario Infanta Leonor de Madrid
- **Rafael Carbonell Vayá**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Paula Carranza Pérez**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Alejandro Carratalá Ballesta**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario Dr. Balmis de Alicante
- **Jorge Clar Bononad**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Andrés Cortés Troncoso**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Joan Cremades Rodríguez**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Sergio Cubedo Capella**
Servicio de Urgencias del Hospital Lluís
Alcanyis de Xàtiva
- **M.^a Jesús De la Peña Baixauli**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Carlos del Pozo Vegas**
Servicio de Urgencias del Hospital
Clínico Universitario de Valladolid
- **Santiago Diéguez Zaragoza**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario San Juan de Alicante
- **Begoña Espinosa Fernández**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario Dr. Balmis de Alicante
- **Alberto Esteban Rojo**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Carlos Guillem Ayala**
Servicio de Urgencias del Hospital
Clínico Universitario de Valencia
- **Isabel Gil Rosa**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario Reina Sofía de Murcia
- **Lorena Gil Senabre**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Rubén Gómez Villaplana**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Carmen Addis Hernández García**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Carlos Herráiz de Castro**
Servicio de Urgencias Hospital
Virgen de la Luz de Cuenca
- **Jéssica Mansilla Collado**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Arturo Marcos Matilla**
Servicio de Urgencias del Hospital Lluís
Alcanyis de Xàtiva



- **Marta Mariño Martínez**
Servicio de Urgencias del Hospital
Álvaro Cunqueiro de Vigo
- **Rosa Martín Ivorra**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Elena Martínez Morcillo**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **David Mateu Ribes**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario Dr. Peset
- **María Teresa Maza Vera**
Servicio de Urgencias Complejo
Hospitalario Universitario de Vigo
- **Javier Millán Soria**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **José Mínguez Platero**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Sergio Navarro Gutiérrez**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Sergio Pardo Juan**
Servicio de Urgencias del Hospital
General Universitario de Elche
- **Ana Belén Payá García**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Alejandro Paz Anaya**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario Dr. Peset
- **M.ª Andreina Pérez Gómez**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Grethzel Prado Paz**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Anna Pons Frigola**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Ana Pulido Arribas**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Nieves Ramón Bou**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **M.ª Jesús Ripoll Sanchis**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Débora Rocha Campos**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Pilar Romero Crespo**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Irwin Mauricio Romero Martínez**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **José Sanantón López**
Servicio de Urgencias del Hospital
Francesc de Borja de Gandía
- **Laura Sánchez Suárez**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Leticia Serrano Lázaro**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Marta Torres Arrese**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario Fundación de Alcorcón
- **M.ª Ángeles Viñas Gimeno.**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia
- **Andrés Von Wernitz**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitario de la Princesa de Madrid
- **Gabriela Zabala Capilla**
Servicio de Urgencias del Hospital
Universitari i Politècnic La FE de Valencia



TEMARIO

Presentación	11
Prólogo	13
Los autores	15
1. Ecografía clínica. Generalidades I	
Concepto y competencias en urgencias y emergencias.	
Principios y fundamentos de los ultrasonidos	19
Rafael Carbonell Vayá, Carlos Guillém Ayala, Elena Martínez Morcillo y Sergio Cubedo Capella	
2. Ecografía clínica. Generalidades II	
El ecógrafo, modos ecográficos y artefactos.....	35
Pablo Barberá Rausell, Rafael Carbonell Vayá, María Teresa Maza Vera y José Sanantón López	
3. Ecografía clínica en el manejo de la vía aérea.....	57
Pilar Romero Crespo, Arturo Marcos Matilla, Carmen Addis Hernández García y Alejandro Paz Anaya	
4. Ecografía clínica pleural y pulmonar normal	71
M.ª Jesús Ripoll Sanchis, Nieves Ramón Bou, Begoña Espinosa Fernández y M.ª Andreina Pérez Gómez	
5. Ecografía clínica en algunas enfermedades pulmonares, diafragma y pared torácica	89
M.ª Jesús Ripoll Sanchis, M.ª Jesús de la Peña Baixauli, Isabel Gil Rosa y Jorge Clar Bononad	
6. Ecografía clínica cardiaca I	
Planos y ventanas. Evaluación del tamaño de las cavidades cardiacas	117
M.ª Jesús Ripoll Sanchis, Sergio Pardo Juan, Rubén Gómez Villaplana y Alejandro Paz Anaya	
7. Ecografía clínica cardiaca II	
Valoración de la función del ventrículo izquierdo y derecho.	
Signos ecocardiográficos de tromboembolismo pulmonar	147
Lorena Gil Senabre, Laura Sánchez Suárez, Andrés Von Wernitz y Pablo Barberá Rausell	
8. Ecografía clínica cardiaca III	
Alteraciones segmentarias de la contractilidad e identificación de valvulopatías significativas	173
M.ª Ángeles Viñas Gimeno, Lorena Gil Senabre, Leticia Serrano Lázaro y Begoña Espinosa Fernández	



9. Valoración ecográfica del derrame pericárdico y taponamiento cardíaco	191
Lorena Gil Senabre, Javier Millán Soria, Santiago Diéguez Zaragoza y Ana Belén Payá García	
10. Valoración hemodinámica del paciente crítico en urgencias	203
M.ª Ángeles Viñas Gimeno, Ana Beltrán Sánchez, Alejandro Carratalá Ballesta y Beatriz Arnao Recuenco	
11. Ecografía clínica vascular	
Trombosis venosa profunda. Aneurisma abdominal y disección	225
Pilar Romero Crespo, Javier Millán Soria, Carlos del Pozo Vegas, Grethzel O. Prado Paz, Julio Armas Castro y M.ª Ángeles Viñas Gimeno	
12. Ecografía clínica en patología hepatobiliar	
Coelitis y colecistitis aguda	243
Débora Rocha Campos, Javier Millán Soria, Rosa Martín Ivorra, Marta Mariño Martínez y Pedro Aparicio Aragón	
13. Ecografía clínica renal y vesical	
Hidronefrosis, globo vesical, solución de problemas en el portador de sonda y punción suprapúbica	257
Rubén Gómez Villaplana, Sergio Navarro Gutiérrez, Alberto Esteban Rojo, Carlos Herraiz de Castro y Anna Pons Frigola	
14. Ecografía clínica ocular	269
Pedro J. Aparicio Aragón, Jessica Mansilla Collado, Jorge Clar Bononad y José Mínguez Platero	
15. Ecografía musculoesquelética I	
Miembro inferior: anatomía y ecografía en las lesiones más frecuentes	283
Andreina Pérez Gómez, Paula Carranza Pérez, David Mateu Ribes y José Mínguez Platero	
16. Ecografía musculoesquelética II	
Miembro superior: anatomía y ecografía en las lesiones más frecuentes	303
Leticia Serrano Lázaro, Ana Pulido Arribas, Irene Arnanz González, María Bort Gimeno y Andreina Pérez Gómez	
17. Ecografía en infecciones de partes blandas	
Celulitis, flemones y abscesos, miositis, fascitis	321
Sergio Navarro Gutiérrez, Mauricio Romero Martínez, Alejandro Paz Anaya y Pilar Romero Crespo	



18. Ecografía clínica testicular

Epididimitis, torsión, varicocele, hidrocele, trauma escrotal 335

Sergio Navarro Gutiérrez, Joan Cremades Rodríguez, Sergio Cubedo Capella
y Jorge Clar Bononad

19. Ecografía clínica aplicada en situaciones concretas

Disnea, hipotensión/shock, parada cardiorrespiratoria 349

Pablo Barberá Rausell, Marta Torres Arrese, Leticia Serrano Lázaro,
Ana Beltrán Sánchez y Beatriz Arnao Recuenco

20. Ecografía en la valoración del paciente politraumatizado

Protocolo EFAST 365

Rafael Carbonell Vayá, Andrés Cortés Troncoso, María Bóveda García,
Gabriela Zabala Capilla y Javier Millán Soria



Presentación

La ecografía se ha consolidado como una herramienta fundamental en la práctica médica actual gracias a una combinación única de atributos que mejoran significativamente la capacidad diagnóstica del profesional, garantizando así una atención más eficaz, precisa y segura para el paciente.

Como modalidad diagnóstica, la ecografía destaca por su seguridad intrínseca, pues al no tener un carácter invasivo y no emplear radiaciones ionizantes, permite minimizar los riesgos asociados a otras técnicas de diagnóstico por la imagen como la resonancia magnética o la tomografía computarizada.

Además, la combinación de un bajo coste, de una relación costo-beneficio razonable y de una elevada portabilidad convierte a la ecografía en una técnica accesible y ampliamente distribuida, lo que genera un impacto positivo en términos de equidad sanitaria.

Por otra parte, su versatilidad le permite evaluar múltiples sistemas orgánicos; mientras que su elevada portabilidad facilita su uso en situaciones de emergencia y en entornos con recursos limitados.

La combinación de todos estos factores, unida a su papel en el diagnóstico precoz de las enfermedades y su capacidad de monitorización terapéutica en tiempo real, convierte a la ecografía en una de las herramientas más efectivas a la hora del diagnóstico y el manejo clínico.

La guía que tiene en sus manos repasa, de manera práctica, todas las técnicas ecográficas que se emplean a diario en los servicios de urgencias y emergencias de nuestra sanidad pública. En su elaboración han intervenido especialistas de todo el Sistema Nacional de Salud, lo que supone un indudable aval científico para la obra.

La coordinación del Dr. Javier Millán Soria, director del Área Clínica de Urgencias del Hospital Universitario y Politécnico La Fe de Valencia, principal impulsor del manual, junto a su comité editorial, ha sido fundamental para la realización de este proyecto pionero en España.

Esperamos que, con la divulgación de esta monografía, los profesionales que trabajan en este ámbito asistencial encuentren respuestas a sus dudas y una orientación clara y eficaz que les permita mejorar sustancialmente su nivel de capacitación.

Estoy convencido del impacto positivo que tendrá este manual, así como de los beneficios que se derivarán de la aplicación de sus múltiples recomendaciones.

Marciano Gómez Gómez
Conseller de Sanitat



Prólogo

La ecografía clínica ha recorrido un largo camino desde su introducción como técnica diagnóstica en la década de los 90. En la actualidad, su uso en el ámbito de las urgencias y emergencias se ha consolidado como una práctica esencial, transformando la manera en que los profesionales de la salud abordan el diagnóstico y tratamiento de los pacientes en situaciones críticas. La capacidad de la ecografía para proporcionar información diagnóstica rápida y precisa ha sido fundamental en la reducción de la incertidumbre que tradicionalmente ha caracterizado la atención médica en situaciones de emergencia. Gracias a la universalización de los equipos ecográficos y la disponibilidad de dispositivos portátiles de alta calidad, los médicos pueden integrar esta herramienta en su práctica diaria, mejorando así la atención al paciente desde el primer momento.

Este manual, que abarca 20 capítulos y está acompañado de ilustraciones de alta calidad, es el resultado del esfuerzo colaborativo de 55 autores provenientes de 17 servicios de urgencias, y se presenta como una guía integral para la práctica de la ecografía en urgencias y emergencias. Y no solo se enfoca en la técnica en sí, sino que también enfatiza la importancia de seguir protocolos bien establecidos y de realizar una evaluación clínica exhaustiva.

Aseguro que será parte de este cambio de mentalidad, crucial, para que la ecografía clínica sea vista como una parte integral de la atención médica urgente, y no como una prueba diagnóstica externa.

Y no me puedo olvidar de rendir un homenaje especial a mi “amigo y compañero”, el Dr. Javier Millán, líder del proyecto y figura clave en la creación de este manual. Su dedicación y visión han sido fundamentales para reunir a un equipo diverso de expertos urgenciólogos en ecografía que han aportado su conocimiento y experiencia en cada capítulo. El Dr. Millán ha sabido canalizar la sabiduría colectiva de todos los colaboradores, asegurando que este manual no solo sea informativo, sino también práctico y accesible para todos los profesionales que trabajan en el campo de las urgencias y emergencias.

En resumen, este manual, gestado en el Servicio de Urgencias del Hospital La Fe, se convertirá en un recurso indispensable para todos los médicos que se dedican a la atención de urgencias y emergencias. Sin duda, será un compañero valioso en nuestra biblioteca de consulta.

Pere Llorens Soriano
Presidente de SEMES-CV



Los autores

Con este trabajo hemos pretendido compartir esos “apuntes” sobre ecografía clínica que hemos ido recogiendo y preparando a lo largo de estos últimos 4-5 años en el Servicio de Urgencias del Hospital Universitari i Politècnic La Fe de Valencia, basados en nuestra propia experiencia y necesidades, para los residentes que realizan estancias formativas o para las explicaciones de las diferentes actividades como cursos y talleres, que hemos ido organizando.

Surge desde la ilusión y el trabajo de un gran número de urgenciólogos y urgenciólogas, todos ellos apasionados por el mundo de la ecografía clínica, con el ánimo de sumar, colaborar y enriquecernos con las personas que han querido implicarse desde otros hospitales y siempre con humildad y con espíritu de mejorar día a día. Hemos intentado tratar de seguir un mismo guion en todos los temas, con abundantes tablas, imágenes, esquemas, dibujos y vídeos, gracias a personas, que además de grandes profesionales son excelentes artistas.

En ningún caso, pretende ser un tratado ni un manual de referencia sobre ecografía clínica, por ello os pedimos por adelantado disculpas por aquellos errores que hayáis podido detectar o cuestiones que consideréis importantes y que no aparezcan recogidas a lo largo de los temas.

Es evidente que la ecografía clínica ha sido uno de los grandes hitos en la medicina de urgencias y emergencias. Ha cambiado nuestra forma de trabajar y mejorado significativamente la seguridad en la atención a nuestros pacientes. Y por ello, queremos expresar nuestro más sincero reconocimiento y agradecimiento al Dr. Ramón Nogué y al Dr. Tomás Villén, coordinadores nacionales del grupo ecoSEMES, responsables, sin duda, de la difusión e implantación de la ecografía en la inmensa mayoría de los servicios de urgencias y emergencias de nuestro país, y que han formado a miles de urgenciólogos y urgenciólogas a lo largo de estas décadas y siguen haciéndolo con gran pasión. Y desde luego, a la mayor parte de todos los que hemos trabajado en este proyecto.

Esperemos que os guste el resultado y que consideréis, simplemente esa parte bonita y apasionante de la ecografía que os hemos querido transmitir, imprescindible en nuestra práctica clínica diaria, tan específica y con competencias propias de nuestra especialidad.

Javier Millán Soria



En memoria de Amadeo Almela Quilis, compañero, maestro y amigo, trabajador y luchador incansable por el desarrollo de unos servicios de urgencias modernos. Siempre innovando. Pionero en su uso y apasionado por la ecografía clínica, la monitorización hemodinámica y la ventilación mecánica no invasiva. Haciendo crecer, siempre, la especialidad de Urgencias y Emergencias.



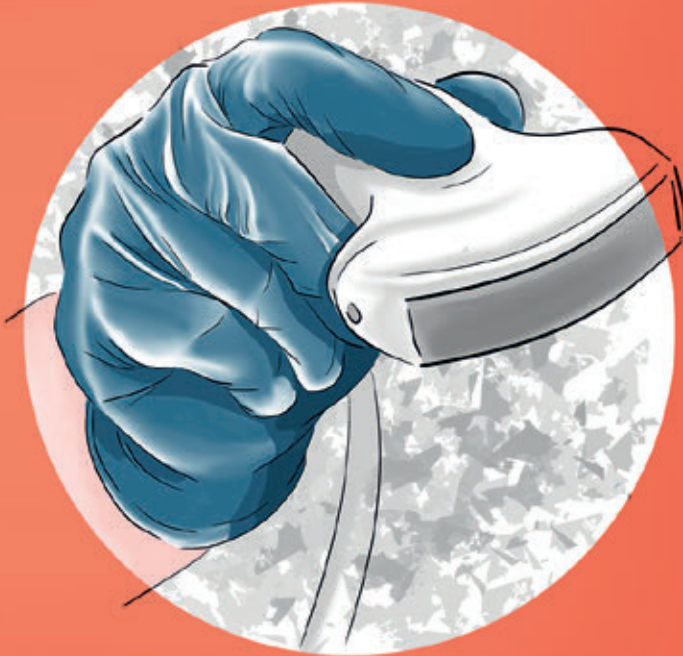


1

Ecografía clínica. Generalidades I

Concepto y competencias en urgencias y emergencias. Principios y fundamentos de los ultrasonidos

Rafael Carbonell Vayá, Carlos Guillém Ayala,
Elena Martínez Morcillo y Sergio Cubedo Capella



Introducción. La ecografía clínica en los servicios de urgencias

La ecografía se utilizó por primera vez, en el ámbito de la medicina de urgencias, en la década de los años 80. Sin embargo, fue en los años 90 cuando empezó a extenderse y a ser utilizada de forma sistemática para la valoración del paciente politraumatizado tras la publicación del protocolo FAST (*Focused Assesment with Sonography for Trauma*), integrándola así en la toma rápida de decisiones.

Desde entonces, ha sido descrita en algunas publicaciones como una de las “herramientas más valiosas de los cuidados de la década”, o como “la técnica de imagen más segura y eficiente que jamás ha sido utilizada por los clínicos” (*N Engl J Med.* 2011; 364: 749-57).

Gracias al desarrollo de equipos portátiles, cada vez más compactos y con batería, la ecografía se ha podido trasladar a la cabecera del paciente en múltiples ámbitos de actuación y se ha convertido, para numerosas especialidades incluida la Medicina de Urgencias y Emergencias, en una prueba esencial como una extensión más de la exploración física convencional. La aparición de ecógrafos de bolsillo, resistentes y con posibilidad de incluir estudios protocolizados, también ha sido clave para su implantación en el ámbito de las emergencias extrahospitalarias.

En junio de 2001, el *American College of Emergency Physicians* (ACEP) publicó las primeras guías para el uso de la ecografía en medicina de urgencias, liderando su integración en la práctica clínica con todo un programa de competencias y formación. Hoy en día también está incluida en el currículum europeo de la Especialidad de Medicina de Urgencias y Emergencias (*European Training Requeriments for the Speciality of Emergency Medicine*).

Su uso se ha extendido y su difusión se ha generalizado, constituyendo uno de los cambios más importantes y radicales en el manejo de los pacientes en los Servicios de Urgencias y Emergencias. Su marco competencial se ha ido ampliando y revisando, y ha evolucionado con la cada vez mayor evidencia científica disponible, con el acuerdo y el trabajo de numerosas sociedades científicas.

El Grupo de Trabajo de Ecografía (ecoSEMES) de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias (SEMES) ha sido pionero en su divulgación, fundamental en la formación de los profesionales y en su expansión progresiva en España, definiendo y publicando las competencias básicas y recomendaciones de la ecografía clínica en urgencias, siempre enmarcadas dentro de la realidad concreta de nuestro país y del complejo entramado organizativo y asistencial de los Servicios de Urgencias y Emergencias, entendida, como una competencia transversal común propia de la especialidad.





Objetivos del tema

- Definir el concepto y características de la ecografía clínica.
- Establecer las diferencias entre ecografía clínica y diagnóstica o convencional reglada.
- Enumerar las competencias básicas, las principales indicaciones y sus aplicaciones en el ámbito de las urgencias y emergencias.
- Explicar los principios y fundamentos físicos que determinan la formación de la imagen ecográfica.
- Recordar el funcionamiento de un ecógrafo y las características de las diferentes sondas.
- Describir los principales ajustes para mejorar la calidad de la imagen, los diferentes modos ecográficos y su utilidad.
- Ayudar a interpretar correctamente la imagen ecográfica presentada y reconocer los artefactos más comunes.

Definición de ecografía clínica

El término más utilizado para describir la ecografía realizada por el médico responsable del paciente es *Point-of-care ultrasound* (POCUS). También han sido utilizados otros términos para referirse a la ecografía en el ámbito de la Medicina de Urgencias, como *Bedside Ultrasound* o *Emergency Ultrasound*. En nuestro entorno, la expresión más empleada y con mayor consenso es la de “ecografía clínica” (Emergencias. 2022; 34: 377-87) y, por tanto, es al que nos vamos a referir en los diferentes temas.

Su objetivo es utilizar la imagen ecográfica como una herramienta más para el clínico, de manera que complete la valoración del paciente urgente con una pauta de actuación estandarizada que garantice una atención de calidad a los pacientes atendidos en urgencias, como una extensión de la evaluación inicial y la exploración física integrando los resultados de otras exploraciones complementarias, como guía y monitorización de la respuesta a determinados fármacos o tratamientos, en el control evolutivo del paciente y como apoyo para la realización de técnicas y procedimientos urgentes.



Diferencias entre la ecografía clínica y la ecografía convencional diagnóstica

TABLA 1-1.	
ECOGRAFÍA CLÍNICA	ECOGRAFÍA DIAGNÓSTICA
Se realiza con ecógrafos ligeros y fácilmente transportables.	Suelen ser ecógrafos grandes , más pesados y de difícil transporte.
Se realiza en el punto de atención al paciente , “a pie de cama”. El médico que realiza la exploración se desplaza a donde está el paciente.	Se realiza en los gabinetes de radiología o de la especialidad correspondiente . Es el paciente el que se desplaza a la consulta de exploración.
Su uso y aplicación es en tiempo real y de forma dinámica , adaptándose a la situación clínica del paciente, pudiéndose realizar en situaciones de inestabilidad hemodinámica .	Es un procedimiento “estático”, puntual , no dinámico, y su utilidad no se modifica con los cambios clínicos del paciente, no realizándose en situaciones de inestabilidad hemodinámica.
Aporta seguridad clínica para el paciente, al poder realizar procedimientos guiados y facilitados invasivos (paracentesis, toracocentesis...) en el punto de atención urgente .	También va a aportar seguridad en algunos casos en los que se realicen técnicas invasivas (PAAF...) en la atención no urgente o programada.
Mejora la relación médico-paciente (+++) .	Mejora la relación médico-paciente (+).
El tiempo invertido en la realización es mínimo (pocos minutos).	La exploración requiere mayor tiempo de realización.
La curva de aprendizaje es rápida .	Curva de aprendizaje más lenta .
Puede ser realizada por cualquier profesional con preparación adecuada y conocimientos clínicos.	La realiza cada especialista en función de la técnica solicitada.
La precisión diagnóstica cuando la realiza personal entrenado es similar a la de la ecografía diagnóstica estándar.	La precisión diagnóstica es similar a la de la ecografía clínica cuando ésta la realiza personal adecuadamente entrenado.
Principalmente busca respuestas dicotómicas : sí/no, tiene/no tiene, se ve/no se ve...	Busca respuestas a preguntas abiertas : ¿qué se ve en el abdomen?, ¿qué patología renal tiene?
Se puede utilizar para monitorizar la evolución clínica y optimizar la respuesta al tratamiento .	Tiene una finalidad eminentemente diagnóstica .
Estratifica el pronóstico y forma parte de la exploración física, o al menos es complementaria a ella.	Ayuda a estratificar el pronóstico.
Puede utilizar protocolos multiventana , explorando varias regiones o áreas anatómicas.	Habitualmente solo se explora una región o área anatómica en cada procedimiento..
El profesional puede escalar la complejidad de la exploración realizada, si lo cree conveniente. Se pueden realizar ecografías más avanzadas antes de solicitar otras exploraciones.	La exploración suele ser la misma y sigue un protocolo estándar . Si se quiere escalar la complejidad de la exploración se recurre a otras pruebas complementarias (TAC...).

Diferencias entre la ecografía clínica y la ecografía convencional diagnóstica.





Competencias básicas

La ecografía clínica, como cualquier técnica o procedimiento, requiere unas competencias definidas, actualizadas y enmarcadas dentro del ámbito y contexto en el que se realiza, con suficiente respaldo bibliográfico y con precisión diagnóstica acreditada cuando se realiza por profesionales en urgencias y emergencias, a la vez que avaladas por las sociedades científicas.

FUNCIONAMIENTO DEL ECÓGRAFO

- Botonología y ajustes de la imagen: encendido/apagado, identificación del paciente, profundidad, foco, ganancia segmentaria y global, selección del modo ecográfico, ajuste del espectro de color del *Doppler*, frecuencia de la sonda, posición de la marca, selección de *presets*.
- Conocer, seleccionar y utilizar la sonda más idónea para cada exploración. Movimientos de la sonda y obtención de planos básicos.
- Manejo de archivos: congelar y guardar imagen, grabar vídeo, seleccionar, exportar y almacenar archivos.
- Limpieza del equipo y seguridad durante la exploración.

ECOGRAFÍA PULMONAR

- Identificar movimiento-deslizamiento pleural, punto pulmón, pulso pulmón.
- Exploración completa y sistemática de los campos pulmonares. Valoración de campos anteriores, laterales, PLAPS y posteriores.
- Reconocer la presencia o ausencia de neumotórax y derrame pleural. Cuantificación del derrame y extensión del neumotórax.
- Distinguir artefactos bajo la pleura. Líneas A, B, consolidación pulmonar (patrones A, B, C).
- Incorporación sistemática de la ecografía a la exploración clínica en función de la sospecha clínica.
- Apoyo para la realización de procedimientos y valoración de posibles complicaciones (toracocentesis).

23

ECOGRAFÍA CLÍNICA CARDÍACA Y HEMODINÁMICA

- Identificación y aprendizaje de las ventanas cardíacas. Paraesternal de eje largo y eje corto, apical 4 y 5 cámaras, subxifoideo o subcostal.
- Valoración del tamaño y relación de cavidades, presencia de derrame pericárdico e identificación de signos de taponamiento.
- Valoración visual de la contractilidad cardíaca y de la función del ventrículo izquierdo. Reconocer signos de sobrecarga del ventrículo derecho.
- Reconocer la existencia de valvulopatías significativas con *Doppler* color.



ECOGRAFÍA VASCULAR

- Identificar o descartar un posible aneurisma de aorta y de arterias ilíacas. Cálculo del tamaño de la aorta mayor de 3 cm o de a ilíaca mayor de 1,5 cm. Reconocer la dilatación de la raíz aórtica en el plano paraesternal eje largo.
- Valoración de una posible trombosis venosa profunda en el territorio proximal, mediante la ecografía por compresión extendida 3 puntos o la ecografía por compresión simplificada. Se realizará la valoración de al menos dos áreas: tres cortes en la vena femoral (vena femoral común-vena safena mayor, vena femoral profunda y vena femoral superficial) y 1 en la vena poplítea.

ECOGRAFÍA ABDOMINAL

- Identificar coledocitis y los signos de colecistitis (engrosamiento de la pared, presencia de líquido perivesicular, identificar el signo de Murphy ecográfico positivo).
- Reconocimiento de la vía biliar intrahepática dilatada.
- Valorar la presencia de líquido libre intraperitoneal.
- Identificar masas en la pared abdominal, hernias y signos de probable obstrucción intestinal.
- Reconocer la existencia de un embarazo intrauterino.

24

ECOGRAFÍA RENAL Y VESICAL

- Reconocer la presencia de un globo vesical y estimación del volumen.
- Valorar la presencia de hidronefrosis leve, moderada o grave.

ECOGRAFÍA PIEL/PARTES BLANDAS

- Identificar signos de celulitis y la presencia de abscesos.
- Valorar la existencia de aire y signos de fascitis necrotizante.
- Reconocer cuerpos extraños.

ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA

- Reconocer la presencia de líquido articular. Uso sistemático en procedimientos como artrocentesis o infiltraciones articulares.
- Valoración de fracturas, luxaciones y lesiones tendinosas.

ECOGRAFÍA EN EL MANEJO DE LA VÍA AÉREA

- Comprobar la correcta posición del tubo, visualizando el artefacto generado por el mismo, tras la intubación.
- Identificar las estructuras anatómicas de cara a un probable abordaje quirúrgico de la vía aérea.





ECOGRAFÍA OCULAR

- Valoración de patología ocular aguda, como desprendimiento de retina, hemorragia vítrea, cuerpos extraños o luxación del cristalino.
- Explorar los movimientos oculares y el reflejo pupilar.
- Identificar signos de hipertensión endocraneal.
- Reconocer signos de rotura del globo ocular (interrumpir exploración).

UTILIZACIÓN DE LA ECOGRÁFICA EN DETERMINADAS TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

- Conocer la diferencia de los conceptos ecofacilitado y ecoguiado, dentro y fuera de plano.
- Utilizar la ecografía para identificar el acceso venoso periférico a puncionar y, de forma sistemática, al canalizar un acceso venoso central.
- Integrar la ecografía como herramienta de apoyo durante la realización de toda punción lumbar, toracocentesis, paracentesis y pericardiocentesis de urgencia, ya que mejora las tasas de éxito y reduce el número de complicaciones.

ECOGRAFÍA CLÍNICA EN LA PARADA CARDIORRESPIRATORIA Y PROTOCOLOS MULTIVENTANA

En la medicina de urgencias y emergencias es fundamental incorporar el uso sistemático de la ecografía en el abordaje integral del paciente crítico, mediante protocolos que incluyan la valoración de diferentes órganos o ventanas que nos van a permitir mejorar la capacidad diagnóstica en la toma de decisiones rápidas y evaluar la respuesta al tratamiento, como:

- Detección de causas reversibles de parada cardiorrespiratoria en pacientes con actividad eléctrica sin pulso (AESP).
- Shock.
- Disnea.
- Valoración del paciente politraumatizado (protocolo EFAST).

Niveles de formación

En el ámbito de las urgencias y de las emergencias, tanto las diferentes sociedades **internacionales**, como la *European Society for Emergency Medicine* (EuSEM) y la *European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology* (EFSUMB), respaldadas por la *Internacional Federation for Emergency Medicine* (IFEM) y la *World Federation of Ultrasound in Medicine and Biology* (WFUMB), así como la propia **Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias**, destacan la necesidad de la gestión responsable de la



ecografía y resaltan la importancia de la creación de programas de formación que se adapten a diferentes estilos de aprendizaje y que incorporen oportunidades longitudinales para la práctica y consolidación de habilidades. Es fundamental que los profesionales se capaciten para incorporar la ecografía clínica en su práctica habitual y mejorar la calidad y eficiencia de la atención.

El grupo ecoSEMES, desde el inicio, ha desarrollado un **Plan Nacional de Formación** que incluye tres niveles (básico, intermedio y específico o avanzado) en el ámbito de las urgencias y emergencias. En general, la mayoría de las sociedades científicas, como el *American College of Emergency Physicians* (ACEP), la *International Federation for Emergency Medicine* (IFEM) o la *World Interactive Network Focused On Critical UltraSound* (WINFOCUS), presente en más de 56 países, recomiendan tres niveles o fases en la formación para la adquisición de las diferentes competencias, mediante cursos y talleres debidamente acreditados, rotaciones, registro de exploraciones normales y patológicas realizadas bajo la supervisión de un experto, y un sistema estructurado de evaluación de adquisición de competencias (teórico, casos, videos), en el que la simulación cada vez cobra mayor protagonismo como parte fundamental de todo este proceso.

Generalidades y principios físicos de la ecografía

SONIDOS Y ULTRASONIDOS. CONCEPTO

El sonido es un movimiento periódico de vaivén (vibración), originado en las partículas de una estructura compresible (cuerda de un instrumento, diapasón o las cuerdas vocales), que se propaga de forma longitudinal por un medio elástico hasta que entra finalmente en contacto con un objeto al que hace vibrar (ej. el tímpano del oído en las personas).

Por tanto, se propaga en forma de ondas que se transmiten con una frecuencia determinada, cuya unidad de medida es el hercio (*Hertz*; Hz), que representa el número de ciclos/segundo).

Podemos clasificarlo en:

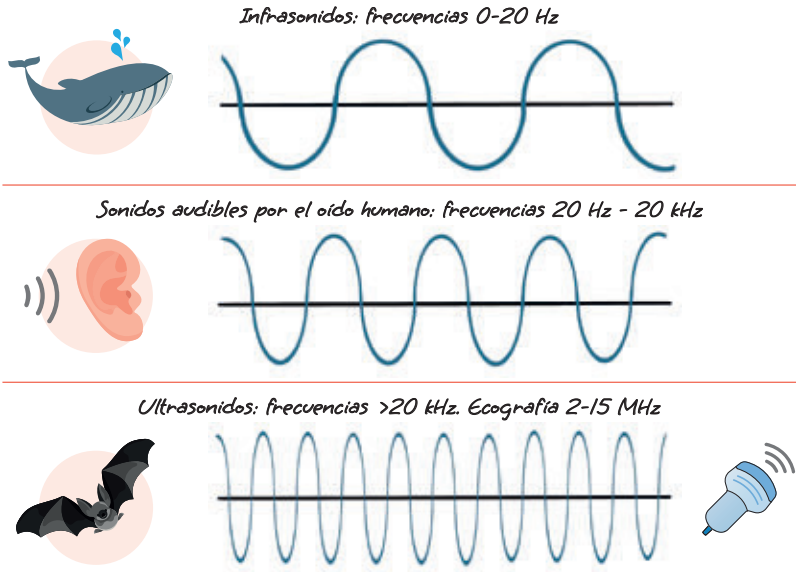
- **Infrasonidos:** niveles de sonidos con frecuencias por debajo del oído humano (0-20 Hz).
- **Sonidos audibles** para el oído humano (frecuencias entre 20 Hz y 20.000 Hz).
- **Ultrasonidos:** cuando utilizamos sonidos con una frecuencia superior a la que el ser humano es capaz de oír, es decir, con frecuencias por encima de los 20.000 Hz.

En la ecografía utilizaremos ultrasonidos que tengan frecuencias de entre 2 MHz y 15 MHz (**FIGURA 1-1**).





FIGURA 1-1.



Rango de sonidos.

27

PRINCIPIOS FÍSICOS

Para poder entender de manera sencilla cómo se forma la imagen ecográfica es importante saber que:

- **Las ondas de ultrasonidos se generan** gracias a las propiedades físicas que tienen determinados materiales o cristales, que consiste en generar una vibración cuando se les aplica una corriente eléctrica (**efecto piezoeléctrico**). Estos cristales están incluidos en el transductor o sonda ecográfica, que emite esta vibración y se transmite al tejido u órgano con el que entra en contacto, generando una sucesión de áreas de compresión y descompresión que, cuando se propagan, adquieren forma de ondas. La cantidad de energía mecánica que la fuente piezoeléctrica genera en una unidad de tiempo se denomina **potencia acústica** y se expresa en vatios (W). Tras el primer contacto con el medio, esta energía mecánica transmitida va a ir modificándose y disminuyendo. A la energía transferida restante se le denomina **intensidad acústica**.
- **Las ondas de ultrasonidos** requieren la presencia de un medio físico para que **se propaguen** (en medicina, este medio físico son los distintos tejidos que forman el cuerpo humano y que pueden tener una composición sólida, líquida o gaseosa). Las ondas se transmiten a una velocidad que depende de las características físicas del tejido que atraviesan, especialmente de su compresibilidad y de su impedancia acústica.



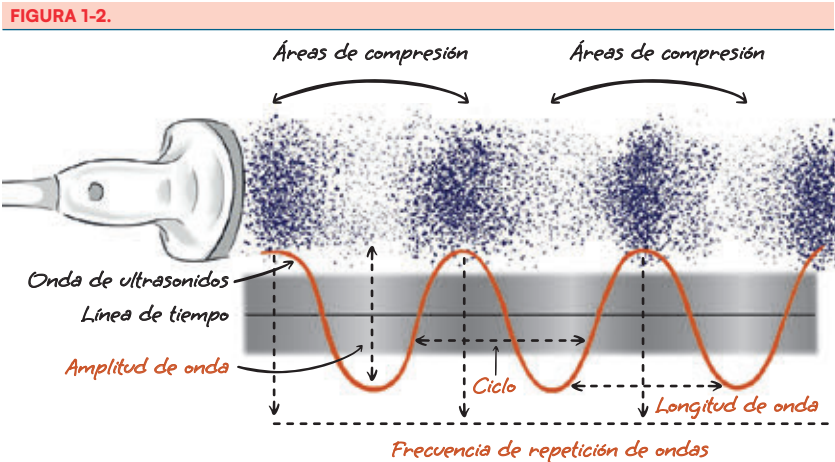
- Cuando **las ondas de ultrasonidos** atraviesan los tejidos, una parte de ellas seguirá transmitiéndose, pero de forma más atenuada (debido a la absorción o transformación de la energía), y otra parte de ellas **será reflejada** y volverá a la sonda donde el cristal piezoeléctrico, que actúa como receptor, producirá una vibración que genera a su vez una señal eléctrica, que será procesada por el ecógrafo, generando una imagen.

ELEMENTOS EN LA TRANSMISIÓN DE LOS SONIDOS

TABLA 1-4.	
Amplitud	O tamaño de la onda. Es la distancia entre el valor de mayor presión durante la fase de compresión y el valor de menor presión durante la fase de descompresión. Está relacionado con la intensidad de la onda de ultrasonidos. Se correlaciona de forma directa con el brillo del eco generado en la pantalla del ecógrafo.
Longitud de onda	Es el periodo de tiempo o la distancia en que la onda describe un ciclo completo. Para una misma velocidad de propagación del ultrasonido, la longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia, de tal manera que cuanto mayor sea la frecuencia del ultrasonido, menor será la longitud de onda.
Ciclo	Es el segmento de la onda comprendido entre dos puntos situados al mismo nivel del recorrido de la onda.
Frecuencia	Es el número de ciclos que realiza la onda en la unidad de tiempo. La unidad de tiempo es el segundo, y la unidad de frecuencia de los ultrasonidos es el hercio (Hz), por tanto $1 \text{ Hz} = 1 \text{ ciclo por segundo}$.

Elementos en la transmisión de las ondas de ultrasonidos.

Hz: hercio; MHz: megahercio.



Elementos en la transmisión de los sonidos.





INTERACCIÓN DE LOS ULTRASONIDOS CON LOS TEJIDOS

Cuando el haz de ultrasonidos atraviesa los diferentes tejidos y elementos que forman los órganos (piel, grasa, agua, aire, hueso, musculo...), se genera entre ellos una línea virtual (interfase acústica, que equivale a la superficie de separación entre dos medios o tejidos).

Esta interfase se produce como consecuencia de las diferentes propiedades físicas de los tejidos, que condicionan una mayor o menor velocidad de propagación de los ultrasonidos.

La velocidad de propagación de los ultrasonidos dependerá, por tanto, de (TABLAS 1-5 y 1-6):

- La compresibilidad de los tejidos.
- La impedancia acústica.

TABLA 1-5.	
Compresibilidad	Es una propiedad de la materia por la que todos los cuerpos disminuyen de volumen al someterlos a una presión determinada, manteniendo constantes otros parámetros. La materia sólida será muy difícil de comprimir, ya que sus moléculas están muy juntas y existe poco espacio entre ellas para aproximarlas. Los gases, seguidos por los líquidos, tienen las moléculas más separadas, lo que los hace más compresibles. Cuanto mayor sea la compresibilidad de un medio (aire > líquidos > sólidos), menor será la velocidad con la que se propaguen los ultrasonidos (aire < líquidos < sólidos).
Impedancia acústica	Es la inversa de la compresibilidad de un medio y describe su rigidez o resistencia intrínseca a ser comprimido (aire < líquidos < sólidos). Cuanto mayor sea la impedancia acústica, mayor será la velocidad de propagación de los ultrasonidos.

Propiedades de los tejidos.

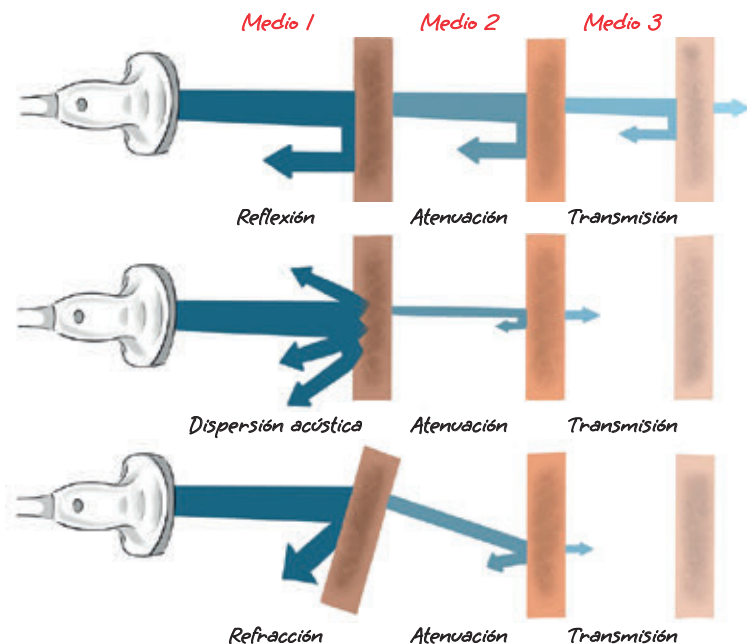
TABLA 1-6.		
TEJIDO	VELOCIDAD (m/s)	IMPEDANCIA ACÚSTICA
Aire	340	0,0004
Grasa	1.450	1,38
Sangre	1.575	1,66
Hígado	1.590	1,69
Hueso	5.090	7,75

Valores promedios de la velocidad e impedancia acústica de los distintos tejidos.



Los tejidos humanos son heterogéneos y los ultrasonidos van a tener que atravesar medios con diferentes impedancias acústicas. Cada vez que la onda de ultrasonidos pase por una interfase, se producirá una modificación en las características de la onda (**FIGURA 1-3**).

FIGURA 1-3.



Interacción de los ultrasonidos con los tejidos.

Atenuación

El haz de ultrasonidos, a medida que se propaga por los distintos tejidos, va perdiendo energía mecánica (intensidad acústica) en forma de otras energías (por ejemplo, energía térmica), pero mantiene la misma frecuencia y longitud de onda que el haz original. La atenuación dependerá de las propiedades físicas de los distintos medios.

El aire y el hueso atenúan mucho el sonido; en cambio, otros, como los líquidos, apenas lo atenúan.

Reflexión

Efecto por el cual el haz de ultrasonido que no puede atravesar la interfase vuelve al receptor después de incidir en ésta. Las ondas reflejadas se denominan





“ecos” y también mantienen la misma frecuencia y longitud de onda que el haz original, pero habrán atenuado su intensidad.

- **Reflexión especular.** Si la onda de ultrasonidos incide de forma completamente perpendicular sobre la interfase de dos medios con distinta impedancia acústica, la reflexión que se produce en sentido contrario se denomina especular.
- **Persistencia acústica.** Cuando las ondas de ultrasonidos producen reflexión especular en interfases distintas pero su retorno al receptor se produce de forma casi simultánea (<70 ms), pueden producir una compresión mecánica común y ser interpretadas como un solo eco.
- **Reverberación.** Cuando el retorno de las ondas reflejadas se produce a una velocidad >70 ms y las distintas interfases donde se reflejan están situadas en la misma dirección, muy próximas entre sí y en diferente profundidad.
- **Reflexión difusa.** Cuando un haz incide sobre una interfase muy irregular o pequeña, las ondas reflejadas pueden sufrir una gran atenuación en la intensidad acústica de los ecos. Si el grosor del medio que va a atravesar el haz de ultrasonido es menor que su longitud de onda, se producirán numerosos ecos que se reflejan en diversas direcciones, disipándose también su intensidad acústica. Este fenómeno se denomina **dispersión acústica**.

Refracción

Efecto por el cual el haz de ultrasonidos, al incidir sobre una interfase que no es completamente perpendicular, se transmite al otro medio, pero cambiando el ángulo de la dirección con respecto al original. En ocasiones puede provocar errores de registro de la imagen.

Anisotropía. Efecto producido por un cambio en el ángulo de incidencia del haz de ultrasonidos cuando exploramos ciertas estructuras, como los tendones o el tejido muscular, y debido al ángulo de reflexión más pronunciado, no todos los ecos de retorno llegan al transductor. Genera una distorsión de la imagen o una pérdida de resolución.

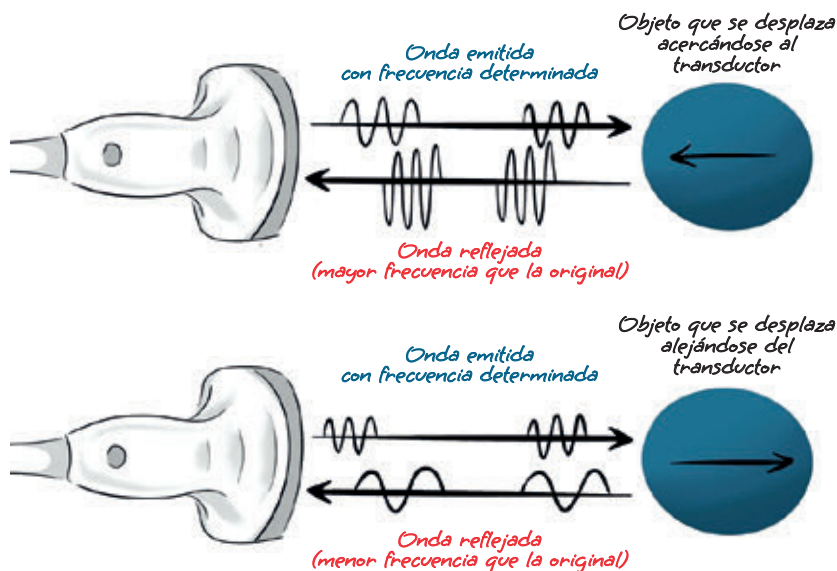
Efecto Doppler

El **efecto Doppler** es el desplazamiento que se produce en la frecuencia de las ondas de ultrasonidos debido al movimiento relativo entre su fuente y su receptor. Cuando una onda de ultrasonidos, con una intensidad y frecuencia determinadas, choca con partículas en movimiento (por ejemplo, el flujo sanguíneo), se producirá un fenómeno de reflexión que modificará la intensidad, pero sobre todo la frecuencia, de la onda reflejada.

Si la sonda emite un haz de ultrasonidos que incide sobre un objeto que se acerca a la sonda, la onda reflejada tendrá una frecuencia mayor que la original, y si el objeto se aleja, tendrá una frecuencia menor (**FIGURA 1-4**).



FIGURA 1-4.



Efecto Doppler.

Midiendo la frecuencia emitida y recibida podemos calcular la diferencia de frecuencia (desplazamiento o distorsión *Doppler*), y a partir de ahí podemos determinar la velocidad del objeto.

Las variables que determinan la intensidad del desplazamiento o distorsión *Doppler* son:

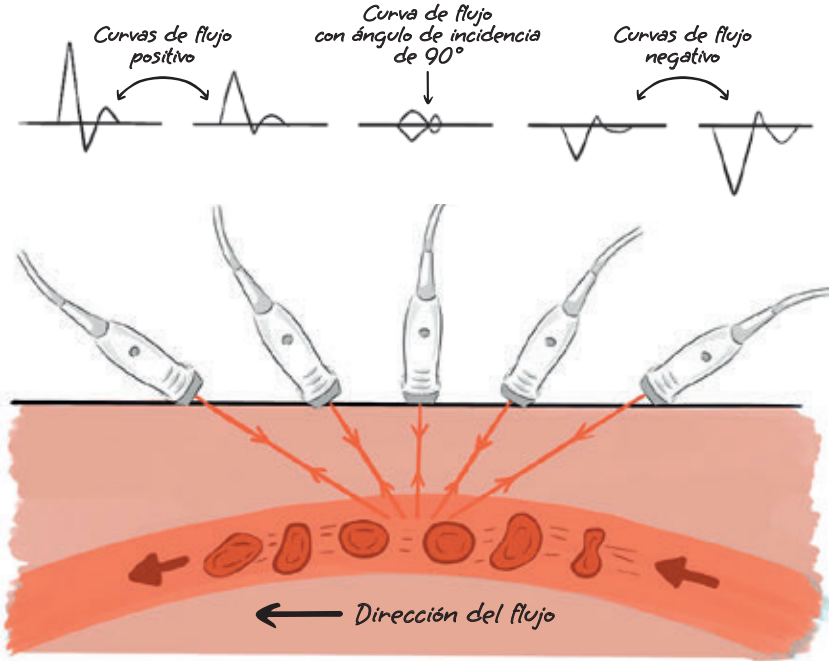
- Frecuencia del haz de ultrasonidos.
- Velocidad a la que se mueve el objeto.
- Ángulo de incidencia.

El ángulo de incidencia del haz de ultrasonidos es crítico en la ecuación *Doppler*. Si la dirección del haz de ultrasonidos es perpendicular a la dirección del eje del movimiento (ángulo de 90 grados), no se puede ver el efecto *Doppler* y, por tanto, no veremos cambio en la frecuencia ni longitud de onda del haz. Para que se pueda visualizar el efecto *Doppler*, el ángulo del haz de ultrasonidos debe ser lo más paralelo posible a la dirección del movimiento del objeto (ángulo de 0-60 grados). Si el ángulo de incidencia del haz de ultrasonidos se acerca a la dirección del flujo de sangre, se producirá un desplazamiento *Doppler* positivo. Si el ángulo de incidencia del haz se aleja a la dirección del flujo, se producirá un desplazamiento *Doppler* negativo (**FIGURA 1-5**).





FIGURA 1-5.



Ángulo de incidencia en el efecto Doppler.



Bibliografía

- American College of emergency Physicians, ACEP. Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. *Ann Emerg Med.* 2023; 69: 27-54.
- Atkinson P, Bowra J, Lambert M, Lamprecht H, Noble V, Jarman B. International Federation for Emergency Medicine Point of Care Ultrasound Curriculum. *Can J Emerg Med.* 2015; 17(2): 161-70.
- Catalina P, Martin P. Ultrasound principles and instrumentation. *Surg Open Sci.* 2024; 18: 123-8.
- European Union of Medical Specialist (UEMS) 2024. European training requirements for the specialty of emergency medicine. Disponible en: <https://eusem.org/education/curriculum/european-curriculum-of-emergency-medicine>
- Lewis D, Rang L, et al. Recommendations for the use of point-of-care ultrasound (POCUS) by emergency physicians in Canada. *Can J Emerg Med.* 2019; 21 (6): 721-6.
- Nilam JS, Arntfield R, Kory P, eds. Ecografía a Pie de Cama: Fundamentos de la Ecografía Clínica. 2ª ed. Madrid: Elsevier, 2020.
- Osterwalder J, Tabakovic S, Jenssen C. Emergency Point-of-Care Ultrasound Stewardship — A Joint Position Paper by EuSEM and EFSUMB and Endorsed by IFEM and WFUMB. *Ultraschall Med.* 2023; 44(4): 379-88.
- Tung-Chen Y, García de Casasola Sánchez G, García Rubio S, et al. Executive summary of the consensus document for the training and development of clinical ultrasound in Internal Medicine: Recommendations from the Clinical Ultrasound Working Group of the Spanish Society of Internal Medicine (GTECO-SEMI) *Rev Clin Esp.* 2024; 224(1): 57-63.
- Villén T, Campo R, Alonso JR, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias.* 2022; 34: 377-87.
- Vives M, Hernández A, González AD, Torres J, Cuesta P, Villén T, Carmona P, et al. Documento de consenso de la Sociedad Española de Anestesiología y Reanimación (SEDAR), Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI) y Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias (SEMES) para la definición de competencias mínimas de ecografía en Cuidados Intensivos y Urgencias. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2021; 68 (3): 143-8.





2

Ecografía clínica. Generalidades II

El ecógrafo, sondas, modos ecográficos y artefactos

Pablo Barberá Rausell, Rafael Carbonell Vayá,
María Teresa Maza Vera y José Sanantón López



El ecógrafo

CONCEPTO

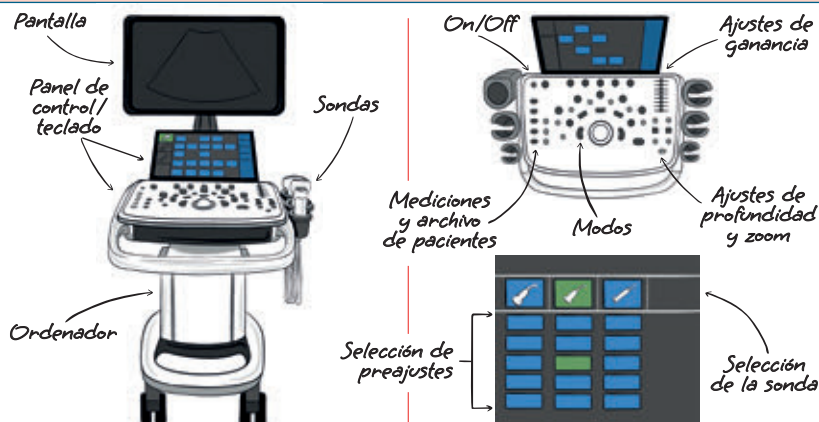
El ecógrafo es un equipo de electromedicina que utiliza ondas de ultrasonidos para generar imágenes con fines diagnósticos y terapéuticos.

CLASIFICACIÓN

- **Ecógrafos de consola.** Ordenadores tipo torre, con altas prestaciones informáticas y puertos para conexión de distintos tipos de accesorios. Suelen ser de gran tamaño y con menor portabilidad.
- **Ecógrafos portátiles.** Equipos de menor tamaño y peso, que les confieren mayor portabilidad.
- **Ecógrafos de bolsillo.** Máxima portabilidad, pero menos prestaciones.
- **Ecógrafos especializados.** Equipos que solo utilizan un tipo de modo ecográfico, con funciones específicas (por ejemplo, *Doppler* espectral para ecografía vascular).

COMPONENTES

FIGURA 2-1.



Componentes del ecógrafo.

A pesar de la gran variedad de ecógrafos disponibles, todos cuentan con una serie de componentes y elementos comunes (**FIGURA 2-1**):

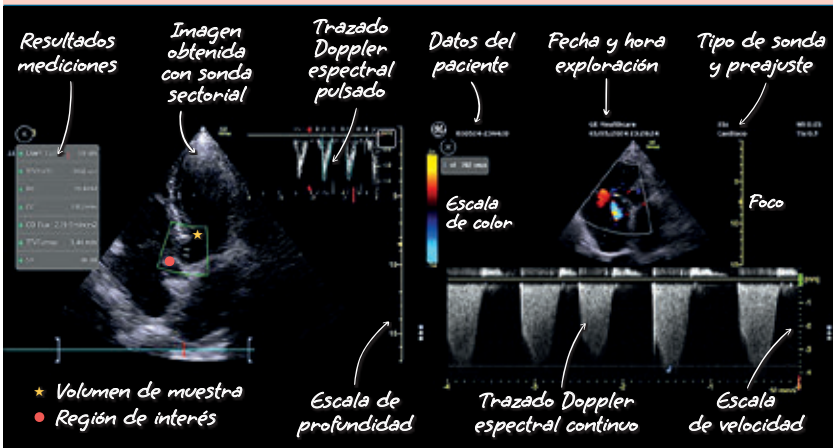
- **Ordenador:** máquina electrónica que recibe y procesa los datos.
- **Fuente de alimentación:** conexión a la red eléctrica y baterías.
- **Pantalla:** interfaz que muestra la imagen y la información adicional al usuario (**FIGURA 2-2 y 2-3**).





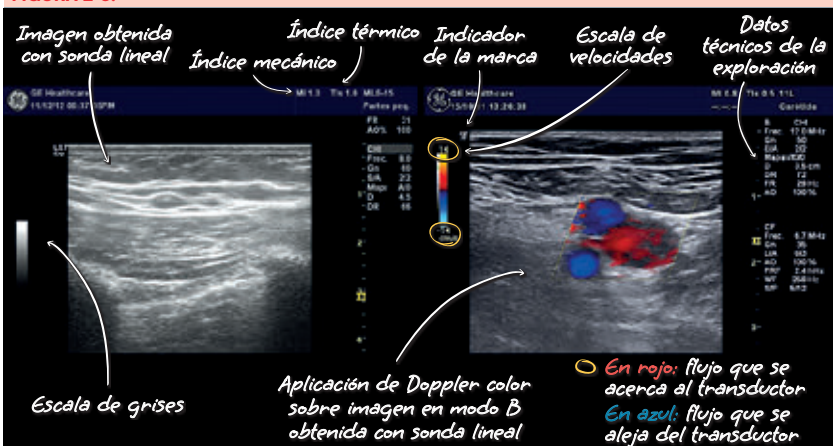
- **Panel de control:** conjunto de mandos, botones o teclas con las que el usuario controla o ajusta las funciones del ecógrafo. Puede ser táctil y situarse dentro de la propia pantalla.
- **Sondas:** contienen los transductores encargados de emitir los ultrasonidos y recibir los ecos.
- **Accesorios:** permiten transformar los datos en soportes físicos (impresoras, puertos de comunicación, teclados, etc.) o aportar complementos.

FIGURA 2-2.



Información de la pantalla (I).

FIGURA 2-3.



Información de la pantalla (II).



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y MANTENIMIENTO DE UN ECÓGRAFO EN URGENCIAS

La ecografía clínica tiene una serie de requerimientos técnicos que facilitan su uso y permiten obtener el máximo rendimiento para cumplir sus objetivos (TABLA 2-1).

TABLA 2-1.	
Hardware	Portabilidad.
	Resistencia y durabilidad.
	Autonomía sin conexión a la red.
	Panel de control intuitivo, sencillo y completo.
	Sondas: lineal, cónvex y sectorial.
Software	Rápido arranque.
	Imagen de calidad.
	Modos ecográficos: B, M y, al menos, <i>Doppler</i> color.
	Idealmente debe contar con un paquete de preajustes que faciliten la exploración multiórgano: cardíaco, pulmonar, abdominal, musculoesquelético, vascular, etc.
	Paquetes de cálculo suficientes para facilitar el cumplimiento de los objetivos de la ecografía clínica.
Fungible	Posibilidad de archivo de imágenes y vídeos, así como de transferencia de éstas a la historia clínica electrónica del paciente.
	Gel recomendado por el fabricante.
	Cubresondas y gel estéril para procedimientos que requieran esterilidad.
	Protectores de pantalla desechables.
Cuidados	Limpieza del equipo con productos recomendados por el fabricante.
	No se deben utilizar soluciones alcohólicas para su mantenimiento.

Características y mantenimiento de un ecógrafo en Urgencias.

FUNCIONAMIENTO DEL ECÓGRAFO

El **panel de control** consta de múltiples botones, teclas o ruedas que permiten el acceso a diferentes funciones. El soporte de dicho panel puede estar incorporado a la pantalla, accediéndose a ellos de forma táctil, o bien presentarse con su propio soporte físico. En cualquier caso, las funciones son comunes. Las de uso más frecuente se describen a continuación:

- **Encendido/apagado.** Mando o botón que pone en marcha o apaga el ordenador y los procesos de ejecución. Suele completarse con una opción de pausa o un modo limpieza. Tras finalizar una exploración, el ecógrafo debe quedar en modo “pausa” o apagado, para prolongar la vida útil del material piezoeléctrico de las sondas.





- **Selección de la sonda y del preajuste.** Según la exploración ecográfica que se vaya a realizar, se selecciona la sonda idónea y el preajuste deseado. Los **preajustes** o *presets* están formados por una combinación de parámetros (profundidad, ganancia, foco, potencia, etc.) determinada por el fabricante, con la finalidad de optimizar cada tipo de estudio en concreto (abdomen, pulmón, carótida, etc.). Sobre estos parámetros, el explorador puede realizar las modificaciones que desee.
- **Modos ecográficos.** Por defecto, los ecógrafos se inician en modo B (también llamado 2D o bidimensional). Para seleccionar los diferentes modos existen varios botones o teclas que responden a las siglas o abreviaturas que se resumen en la **TABLA 2-2**.
- **Ajuste de profundidad (*depth*) y zoom.** En determinadas exploraciones es necesario ajustar la profundidad de penetración de las ondas de ultrasonidos, para poder abarcar todas las estructuras que se desea estudiar. La profundidad alcanzada (en centímetros) es visible en una escala situada en la parte derecha de la pantalla. Se puede aplicar *zoom* para ampliar una zona de la imagen (**VIDEO 2-1**).
- **Ajuste de ganancia (*gain*).** El siguiente paso, tras ajustar la profundidad, es modificar, en los casos necesarios, el brillo/oscuridad de la imagen. La ganancia se puede ajustar de forma total (*overall gain*) con el botón o rueda general de ganancia, o de forma parcial, seleccionando a qué nivel de profundidad se desea dicho ajuste, es decir, si se aplica a campos cercanos o lejanos. Este ajuste parcial se denomina compensación temporal de la ganancia (*time gain compensation*, TGC), y permite potenciar los ecos más débiles de los campos más profundos, compensando la atenuación por la distancia. Se recomienda utilizar la menor ganancia posible que proporcione una adecuada visualización.
- **Ajuste del foco.** Selección de la profundidad en la que se desea obtener la máxima resolución. Viene indicado mediante un símbolo (flecha o reloj de arena) superpuesto en la escala de profundidad.
- **División de pantalla (DUAL).** La pantalla puede dividirse en dos (derecha e izquierda) para hacer comparaciones y secuencias con distintos ajustes.
- **Congelar, guardar, grabar secuencia de vídeo.** Activando cada uno de estos comandos se procede a detener la imagen, guardarla y grabar una secuencia de vídeo, respectivamente, con el fin de estudiarlos detenidamente, realizar mediciones o archivarlos con fines clínicos o docentes. Algunos ecógrafos permiten visualizar el *loop* de vídeo a velocidades menores para apreciar mejor la imagen, así como avanzar, retroceder y detenerlo en un fotograma concreto.
- **Mediciones.** Activando al comando *caliper* se accede a medir distancias entre dos puntos concretos de la imagen. La mayor parte de ecógrafos incorporan



en su *software* paquetes de cálculo predeterminados para facilitar mediciones más complejas.

- **Archivo de imágenes.** Es recomendable archivar imágenes estáticas y vídeos de cada exploración.

TABLA 2-2.		
MODO	SIGLA	DEL INGLÉS
Modo B (bidimensional)	B o 2D	Brightness
Modo M (movimiento)	MM	Motion Mode
Modo M anatómico	AMM	Anatomical Motion Mode
Doppler color	CF o color	Color Flow
Doppler continuo	CW	Continuous Wave
Doppler pulsado	PW	Pulsed Wave
Doppler tisular	TDI	Tissue Doppler Image
Angio Doppler	PDI	Power Doppler Image

Siglas y abreviaturas de los modos ecográficos más comunes.



VÍDEO 2-1
Ajustes de la imagen.



Escanee el código QR para visualizar el video

Sondas

TIPOS Y CARACTERÍSTICAS

En ecografía clínica se utilizan tres tipos de sondas: lineal, cónvex y sectorial. Cada una (**TABLA 2-3** y **FIGURA 2-4**) emite ultrasonidos con un rango de frecuencias diferente. A mayor frecuencia de emisión, mayor resolución de imagen, pero menor penetración en los tejidos. De tal forma que, si se



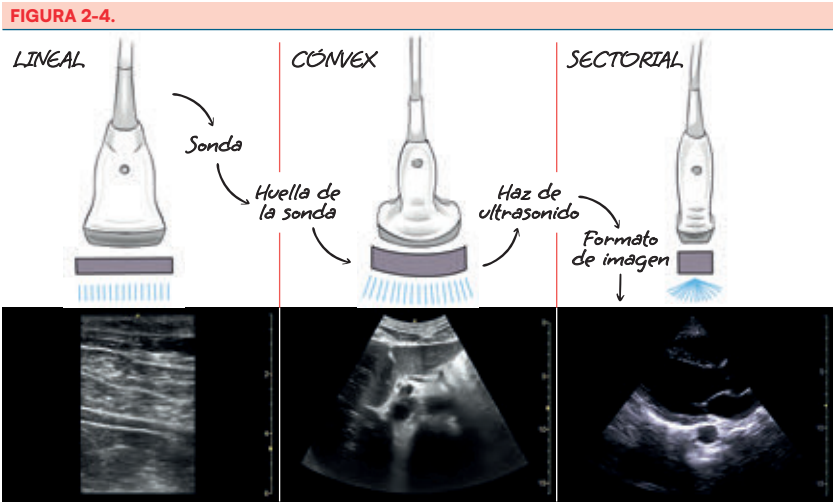


va a estudiar una estructura superficial, como por ejemplo el globo ocular, se seleccionará una sonda **lineal**, ya que su alta frecuencia de emisión determinará una elevada resolución con baja penetración. Si, por el contrario, se va a estudiar una estructura situada a más profundidad, como por ejemplo la aorta, la sonda idónea será la **cónvex**, ya que su baja frecuencia de emisión determinará mayor capacidad de penetración en los tejidos, aunque con menor resolución. Para el estudio cardíaco, que requiere elevada profundidad, la sonda idónea es la **sectorial**, pues su frecuencia de emisión es baja (alta penetración) y además la superficie de contacto con la piel (huella de la sonda) es pequeña, lo que permite un mejor acceso entre espacios intercostales.

TABLA 2-3.			
	LINEAL	CÓNVEX	SECTORIAL
Huella	Plana y mediana	Convexa y grande	Plana y pequeña
Haz de ultrasonidos	Lineales y paralelos	Amplio y trapezoidal	Divergente, forma de sector
Formato de imagen en la pantalla	Rectangular	Abanico de base ancha	Abanico de base estrecha
Frecuencia	Alta: 5-15 MHz	Baja: 2-5 MHz	Baja: 1-5 MHz
Penetración	Baja: máximo 6-9 cm	Alta: hasta 20-25 cm	Muy alta: hasta 30 cm
Resolución	Muy alta	Media	Baja
Utilidades	Valoración de estructuras superficiales: pleura, sistema vascular, accesos venosos, ocular, musculoesquelético, vía aérea.	Valoración de estructuras profundas: órganos abdominales, aorta, pulmones, grandes articulaciones.	Valoración de estructuras en movimiento. Insonación de ventanas acústicas pequeñas (espacios intercostales, cráneo). Corazón. Vena cava inferior. Pulmones. Cerebro.
Limitaciones	Pérdida de resolución en estructuras profundas.	Por su baja resolución en campos cercanos no son óptimas para visualización de estructuras superficiales.	

Tipos de sondas.





Tipos de sondas.

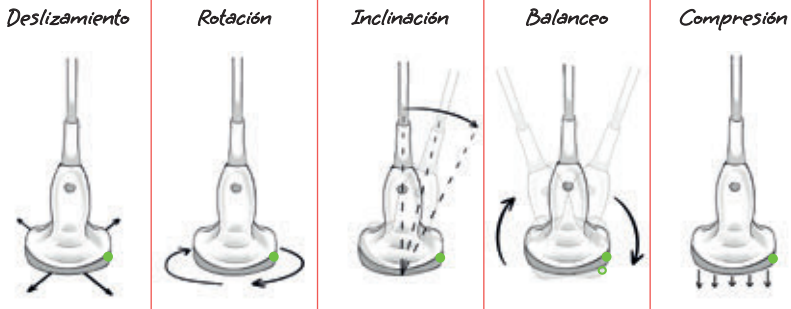
MOVIMIENTOS DE LA SONDA

La sonda se debe coger con suavidad, con los dedos índice y pulgar, como si fuese un lápiz o un pincel. Los dedos restantes se apoyan sobre el cuerpo del paciente para dar firmeza y estabilidad a los movimientos. Únicamente se levanta la sonda del campo de exploración cuando se cambia de ventana anatómica. Se describen cinco movimientos principales de la sonda, que se muestran en la **TABLA 2-4** y la **FIGURA 2-5**.

TABLA 2-4.	
Deslizamiento	Reubicación de la sonda en la superficie de la piel siguiendo las líneas imaginarias trazadas por los planos espaciales corporales. Esta maniobra ayuda a identificar la ubicación óptima para obtener las vistas deseadas.
Rotación	Movimiento en sentido horario o antihorario sobre su eje central, como un sacacorchos. Se usa para alinear el haz de ultrasonidos con el eje largo o corto del órgano en estudio.
Inclinación	Movimiento que, sin perder el contacto de la sonda con la piel, cambia el ángulo en el eje corto de la sonda (de lado a lado). Este movimiento permite visualizar múltiples secciones del órgano insonado.
Balanceo	Movimiento sobre el eje largo de la sonda en el que la marca se acerca o se aleja de la superficie corporal (similar al de una mecedora). Se utiliza para centrar en la pantalla la zona de interés.
Compresión	Consiste en ejercer presión con la sonda hacia el cuerpo del paciente. Su uso más habitual en ecografía clínica es la compresión venosa en el estudio de la trombosis venosa profunda.

Movimientos de la sonda.



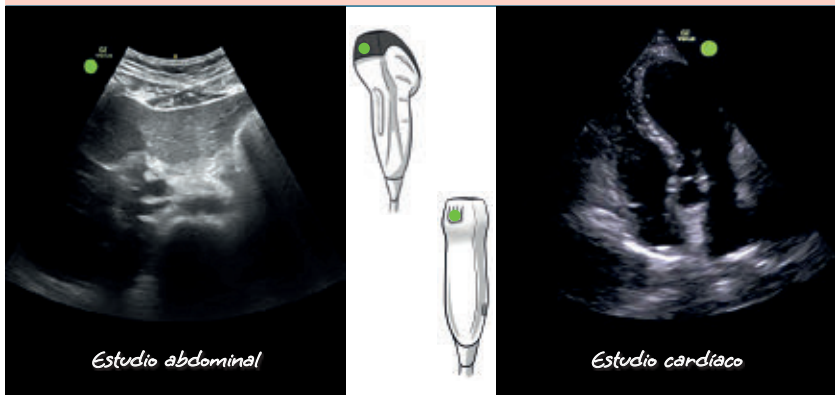
**FIGURA 2-5.****Movimientos de la sonda.**

MARCA DE LA SONDA Y SITUACIÓN EN LA PANTALLA

Poder entender la orientación de las estructuras tridimensionales que forman parte del cuerpo humano y que se muestran en dos dimensiones en la pantalla del ecógrafo es muy importante para una adecuada interpretación de la imagen ecográfica.

Todas las sondas tienen una **marca de orientación** (**FIGURA 2-6**) en uno de los extremos de su eje largo. Esta marca puede ser una muesca, un relieve, una marca de color e incluso un indicador luminoso.

43

FIGURA 2-6.**Marcas de orientación de la sonda y su ubicación en la pantalla.**

Esa marca de orientación de la sonda se traslada a la **pantalla**, donde puede mostrarse como el logotipo del fabricante o, generalmente, como un círculo verde.



Ambas marcas (la de la sonda y la de la pantalla) son las que permiten orientarse al realizar el estudio.

Por consenso, la marca de la sonda se sitúa en posición **cefálica** cuando se coloca en los planos sagital y coronal del paciente, y hacia la **derecha** cuando de explora en un plano transversal.

En la pantalla, el indicador aparece situado en la **esquina superior izquierda**; así, cuando la marca apunta hacia la cabeza del paciente (en los planos sagital y coronal), el lado izquierdo de la pantalla muestra las estructuras más craneales y el lado derecho las más caudales. Y cuando la marca apunta hacia derecha del paciente (en el plano transversal), en el lado izquierdo de la pantalla se muestran las estructuras situadas más a la derecha del paciente.

Si el explorador está situado en la cabeza del paciente (por ejemplo, para canalizar una vía central yugular), la marca de la sonda se debe orientar hacia la **izquierda** del paciente.

En el estudio cardíaco, sin embargo, la marca en la pantalla se sitúa, por consenso, en la **esquina superior derecha**. En este caso, la orientación de la marca de la sonda para la obtención de la mayor parte de planos cardíacos se sitúa a la izquierda del paciente.

Planos ecográficos

PLANOS DE ORIENTACIÓN CORPORAL

Ecográficamente, el cuerpo se divide en tres planos básicos (**TABLA 2-5** y **FIGURA 2-7**): sagital, coronal y transversal. Cualquier combinación de estos planos se considerará un plano oblicuo.

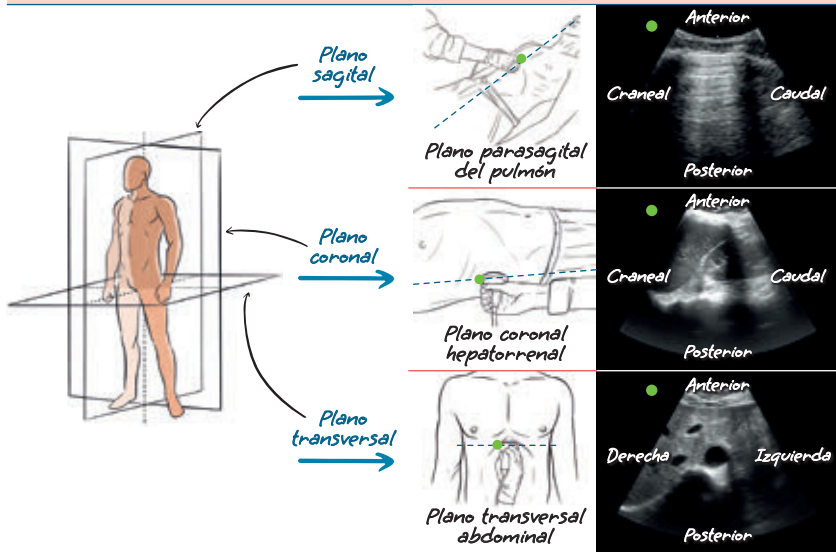
TABLA 2-5.	
Plano sagital	Plano vertical que divide el cuerpo en dos mitades: derecha e izquierda. Por convenio, la marca de la sonda se dirige a la cabeza del paciente, de manera que las estructuras superiores se ven en el lado izquierdo de la pantalla.
Plano coronal	Plano vertical que divide el cuerpo en dos mitades: ventral o anterior y dorsal o posterior. La marca de la sonda y la orientación de las estructuras son iguales que en el plano sagital.
Plano transversal	Plano horizontal que divide el cuerpo dos mitades: superior o craneal e inferior o caudal. Por convenio, la marca de la sonda se dirige a la izquierda del profesional (derecha del paciente), de manera que las estructuras del lado derecho del paciente aparecerán a la izquierda de la pantalla.

Planos ecográficos.





FIGURA 2-7.



Planos de orientación corporal.

PLANOS DE ORIENTACIÓN DE LOS ÓRGANOS

Cuando se habla de los órganos o estructuras que están siendo estudiados se emplean los siguientes términos:

- Eje largo: para referirse al plano orientado en la máxima longitud del órgano.
- Eje corto: para referirse a un plano perpendicular al anterior.

Modos ecográficos

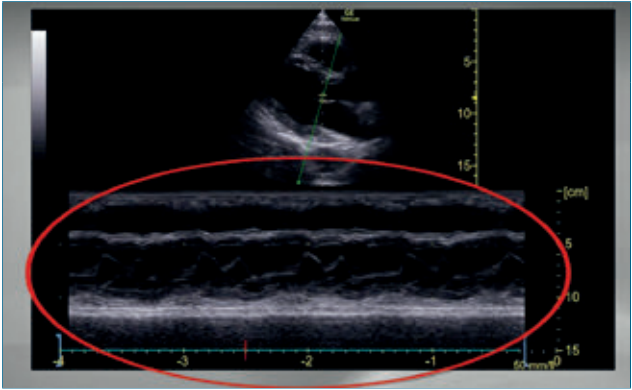
MODOS ANATÓMICOS (VÍDEO 2-2)

Modo B

También llamado 2D, bidimensional o modo de brillo.

La emisión y recepción de **múltiples haces** de ultrasonidos genera una imagen en la pantalla en **dos dimensiones** dentro de una **escala de grises** que se corresponde muy bien con la **morfología del órgano** que se insona (**FIGURA 2-8**). La ecogenicidad de cada tejido se asocia a una **intensidad de brillo**. De este modo, los líquidos (que permiten el paso de los US y no reflejan ningún eco al transductor) se asocian al color negro, mientras que las estructuras cálcicas (que provocan que la mayor parte de ecos vuelvan al transductor) o las interfases con impedancias muy distintas (piel-aire, pleura-aire) aparecen en color blanco. Ecogenicidades intermedias se verán representadas en distintas tonalidades de gris.



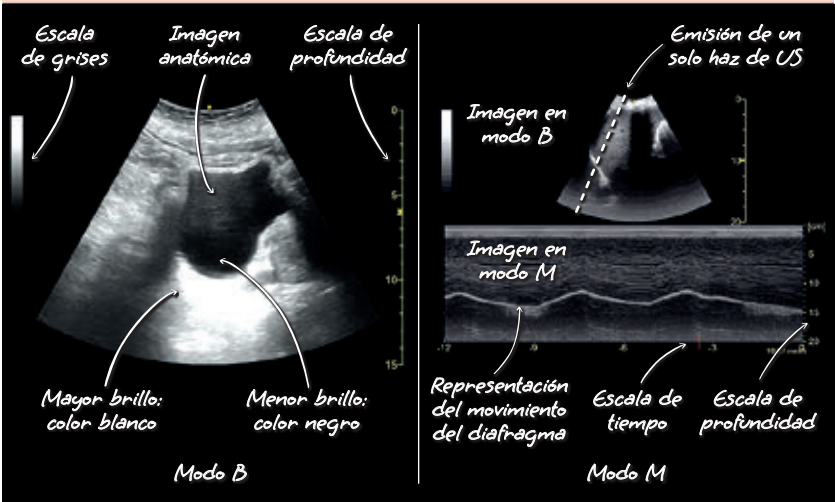


VÍDEO 2-2
Modos
ecográficos B y M.



Escanee el código QR
para visualizar el video

FIGURA 2-8.



Modo B y modo M.

Además, como la velocidad de transmisión de los ultrasonidos en los tejidos es más o menos constante, se mide el tiempo entre la emisión del haz y el eco reflejado y se calcula la **distancia**. Así, los ecos que proceden de estructuras cercanas a la sonda (tardan poco tiempo en volver) se representan en la parte superior de la pantalla (superficiales), y los ecos que tardan más tiempo en volver (están más lejos) se representan en la parte inferior de la pantalla (profundos). Es el modo ecográfico más utilizado. Permite reconocer estructuras normales e identificar patologías cuando el brillo/oscuridad de una estructura no corresponde con la ecogenicidad que cabría esperar.





Modo M

También llamado modo de movimiento.

Consiste en la emisión de **un único haz** de ultrasonidos que atraviesa las estructuras en movimiento que encuentra a su paso. Éstas generan ecos reflejados que permiten obtener un **registro del movimiento a lo largo del tiempo** (**FIGURA 2-8**).

Este registro se representa en una gráfica de coordenadas, donde el eje “x” corresponde al tiempo y el eje “y” al movimiento de las estructuras.

Tiene utilidad en la valoración del movimiento de las paredes y válvulas cardíacas, la variación de diámetro de la vena cava o la movilidad del diafragma, entre otras.

Modos Doppler

Los modos *Doppler* están basados en el **efecto Doppler**, que permite conocer la **velocidad y el sentido del movimiento** de las estructuras, tanto del flujo sanguíneo, como de los músculos y tejidos, basándose en los cambios de frecuencia de las ondas emitidas y recibidas. Así, cuando una estructura se acerca al transductor, la onda del eco reflejado tiene mayor frecuencia que la emitida, y por el contrario, cuando un objeto de aleja, la onda reflejada tiene menor frecuencia que la original. Si el objeto está inmóvil, la frecuencia emitida y la reflejada son iguales.

$$\text{Fórmula Doppler: } F_r - F_t = (2 \times V \times F_t \times \cos \theta) / c$$

Donde:

- **$F_r - F_t$: frecuencia Doppler o desplazamiento Doppler** = frecuencia recibida - frecuencia emitida por el transductor.
- **V : velocidad del tejido en movimiento (dato que se desea obtener)**: sangre, miocardio, etc.
- **$\cos \theta$: coseno del ángulo de insonación.**
- **c : velocidad media de propagación del US en tejidos humanos (1.540 m/s)**

Cuanto más paralelo sea el haz de US a la dirección del flujo o del movimiento del tejido y, por tanto, más se aproxime a 0° el ángulo de insonación, más cercano a 1 será el coseno de dicho ángulo, obteniéndose así datos de velocidad más precisos. Ángulos superiores a 30° infraestiman la velocidad calculada.

Un ángulo de 90° (haz de US perpendicular el flujo) da como resultado un coseno de 0, que hace imposible el cálculo de la velocidad.

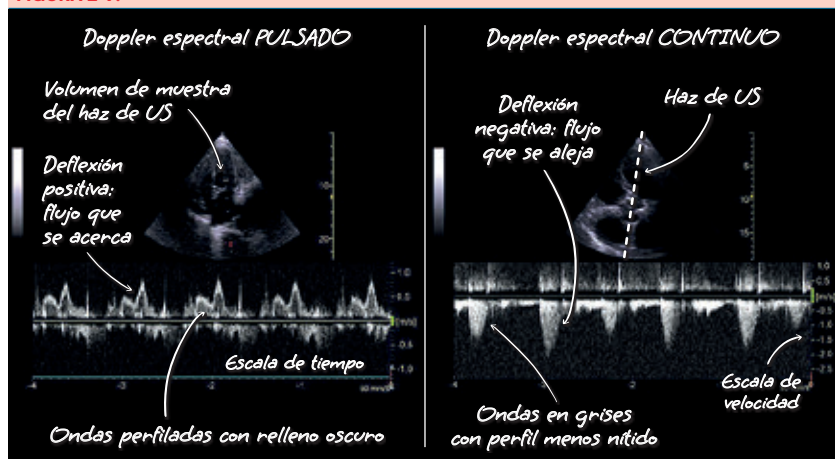
Los ángulos de insonación que ofrecen **resultados más certeros son los más próximos a 0°** . Es **muy importante** tener en cuenta este factor a la hora de realizar valoraciones.



Doppler espectral

El efecto *Doppler* puede representarse en la pantalla como una gráfica de coordenadas en la que en el eje “x” se representa el tiempo y en el eje “y” la velocidad del flujo sanguíneo o de los tejidos. Sobre una línea de base situada a la altura del 0 en el eje “y”, las velocidades de los flujos o movimientos que se acercan al transductor se situarán por encima de dicha línea, y los que se alejan se situarán por debajo de ella (**FIGURA 2-9**).

FIGURA 2-9.



Doppler pulsado y Doppler continuo.

Existen dos tipos de *Doppler* espectral: pulsado y continuo.

Doppler pulsado. El transductor emite **ondas pulsadas** en un único haz de ultrasonidos, en una dirección y en un punto concreto de esa recta (volumen de muestra) seleccionados por el explorador sobre una imagen en modo B, con el fin de medir la velocidad en ese punto concreto del haz. Antes de emitirse el siguiente pulso, el transductor debe esperar el regreso de la onda reflejada, lo que limita la frecuencia de emisión de ondas o **frecuencia de repetición de pulsos (FRP)**. Este tiempo de espera (que será mayor cuanto mayor sea la profundidad en la que se sitúa el volumen de muestra) condiciona una frecuencia máxima de emisión de pulsos, que se denomina **límite de Nyquist** y que equivale a la $FRP/2$. Por todo ello, si la velocidad del flujo en dicho punto es demasiado elevada (como ocurre en una estenosis valvular severa, donde el flujo se acelera y, por tanto, se supera el límite), no podrá ser medida adecuadamente. Este fenómeno se conoce como **aliasing** o solapamiento, y es la **principal limitación** del *Doppler* pulsado.





Dicho *aliasing* puede reducirse de varias formas:

- Disminuyendo la profundidad de la imagen para que los ecos tarden menos en regresar.
- Aumentando la FRP al máximo, para aumentar el límite de Nyquist.
- Utilizando las frecuencias menores de la sonda.
- Empleando *Doppler* continuo en lugar de pulsado para medir las velocidades elevadas del flujo sanguíneo.

El *Doppler* pulsado se utiliza para medir **velocidades no elevadas en puntos concretos**, como la velocidad de llenado transmitral o la integral velocidad-tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo.

Las ondas representadas en la **gráfica de coordenadas** tendrán un perfil más claro y nítido (pues solo se miden velocidades en un punto concreto del haz) y un relleno más oscuro.

Doppler continuo. El transductor emite ondas de forma **continua** sobre un único haz de ultrasonidos, en la dirección seleccionada por el explorador sobre una imagen en modo B. Se miden las velocidades en **todos los puntos** de dicho haz, sin que se pueda seleccionar un punto concreto de dicho recorrido. Al no ser necesaria la espera del eco reflejado, no existe limitación para medir correctamente las velocidades más altas (**no existe aliasing**). Por tanto, se emplea cuando se desean medir **velocidades de flujo elevadas**, como las que se dan en estenosis o insuficiencias valvulares.

Por el contrario, no permite conocer la velocidad del flujo en un punto concreto, pero se asume que la velocidad más elevada tendrá lugar en la zona más estrecha del recorrido del haz de ultrasonido.

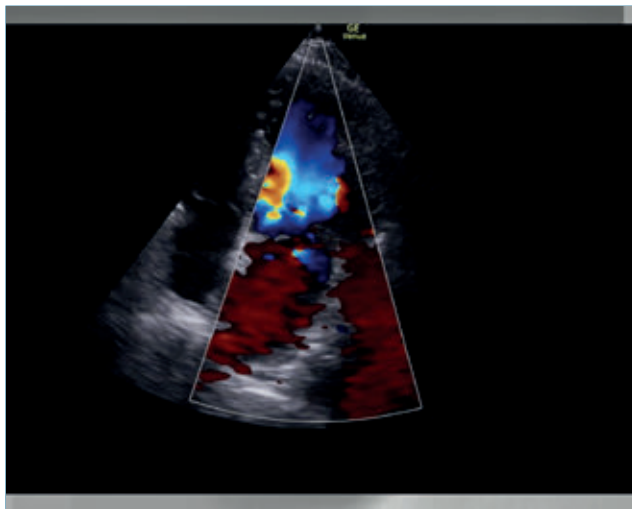
Las ondas representadas en la **gráfica de coordenadas** son grisáceas y no presentan un perfil nítido, pues se miden velocidades en todo el haz y no en un punto concreto.

Doppler color

El transductor emite **ondas pulsadas** en **múltiples haces** de ultrasonidos y determina las velocidades del flujo sanguíneo en **múltiples puntos** de estos haces (existen muchos volúmenes de muestra), sobre una imagen en modo B. Esto genera en la pantalla un **mapa de colores** que informa de la **velocidad y del sentido del flujo**. El explorador puede seleccionar una zona concreta de la imagen donde se realizarán las mediciones. Esta zona se denomina **área de interés o caja de color**, y deberá ser lo más pequeña posible para obtener mediciones más precisas. Por consenso, el **color rojo** se asigna a los flujos o estructuras que se acercan al transductor, y el **color azul** a los que se alejan. Las velocidades más elevadas se muestran en los tonos **más brillantes** (más claros) de la gama de rojos o azules, y las más lentas en



los tonos **más oscuros**. Al ser una variedad de *Doppler* pulsado, puede existir **aliasing** cuando las velocidades son excesivamente altas, apareciendo en pantalla, en estos casos, un **mosaico de colores**, con tonos incluso verdes o amarillos.



VÍDEO 2-3

Modo *Doppler* color y fenómeno de *aliasing*.



Escanee el código QR para visualizar el video

Angio-Doppler

También llamado *Doppler* de potencia.

Está basado en el análisis de la **amplitud de los ecos** reflejados y no de la frecuencia, a diferencia del resto de modos *Doppler*, de manera que no ofrece información sobre el sentido del flujo, solo sobre su **magnitud**. Se representa en **tonos naranja** (no en rojos y azules), confiriendo mayor brillo a magnitudes de flujo más altas.

Como **ventajas** respecto al *Doppler* color destaca su menor dependencia del ángulo de insonación y la ausencia de *aliasing*. Su principal utilidad en la práctica es la **detección de flujos de muy baja velocidad**, como áreas de inflamación de tejidos blandos o detección de flujo testicular o renal.

Doppler tisular

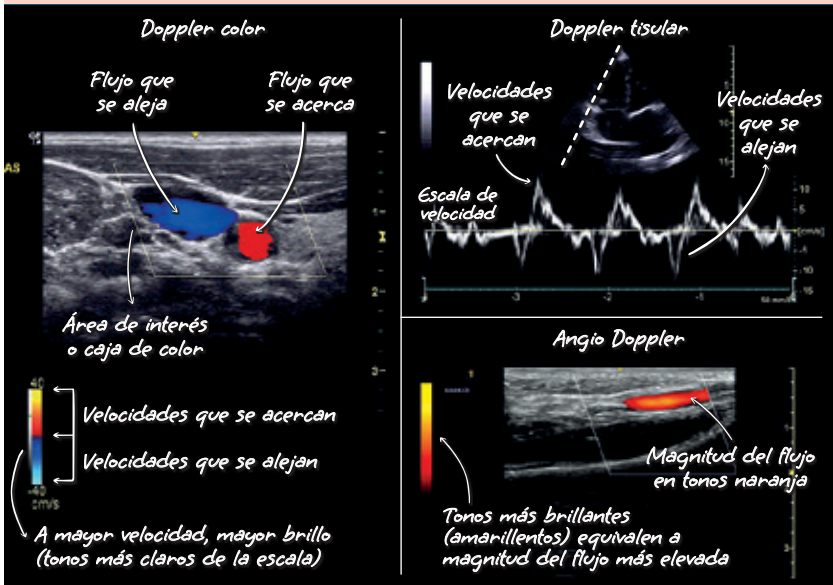
Es una variante de *Doppler* pulsado que permite medir la **velocidad** del movimiento de tejidos y músculos, en concreto del **miocardio**, cuya velocidad es menor que la del flujo sanguíneo. Se emplea para evaluar las **funciones sistólica y diastólica ventricular**, colocando el volumen de muestra del *Doppler* pulsado sobre la zona del miocardio que se quiere estudiar, generalmente en los anillos mitral y tricuspídeo y activando el modo TDI





(Tissue Doppler Image). Se obtiene así una gráfica de coordenadas velocidad/tiempo, con una línea de base sobre la cual se observan deflexiones positivas, que corresponden a las velocidades que se acercan al transductor, y deflexiones negativas, correspondientes a las velocidades que se alejan (FIGURA 2-10).

FIGURA 2-10.



Doppler color, angio-Doppler y Doppler tisular.

Formación de la imagen ecográfica. Ecogenicidad

Los **ecos recibidos** por el transductor provocan **cambios mecánicos** en el material piezoeléctrico. Dichos cambios generan **impulsos eléctricos** de mayor o menor intensidad en función de las características de las ondas que reciben, de tal manera que ecos de muy alta amplitud generan impulsos eléctricos de mayor intensidad, que se representan en la pantalla como **puntos blancos** brillantes, y los de baja intensidad, como **negros**. Los valores intermedios, según la intensidad, se representan en una **escala de grises**. La ecogenicidad hace referencia a cómo de brillante aparece un tejido en comparación con otro. Las diferentes estructuras se clasifican en función de su ecogenicidad (TABLA 2-6 y 2-7).



TEJIDO	ECOGENICIDAD	
Aire		
Grasa		-
Agua/orina/bilis		
Sangre		
Riñón		
Hígado/bazo		
Músculo		+
Hueso		

Ecogenicidad de los órganos y tejidos.

Anecoicos	Estructuras que transmiten todas las ondas de ultrasonidos sin reflejarse o sin producir ecos. Generan una imagen negra típica de los líquidos como agua, sangre, orina, bilis, vesícula biliar, derrames, ascitis, etc.
Hipoecoicos	Estructuras que transmiten la mayoría de las ondas de ultrasonidos y solo una pequeña parte de ellas se reflejan. Producen ecos de baja intensidad que se visualizan con tonos grises oscuros.
Isoecoicos	Estructuras que tienen una ecogenicidad similar a la de los tejidos que la rodean. La viscera por definición con la que se comparan las demás es el hígado.
Hiperecoicos	Estructuras que no permiten el paso de los ultrasonidos y generan una gran cantidad de ecos reflejados respecto a las estructuras circundantes, presentando una imagen muy reflectante de color blanco intenso. Característico de calcificaciones, hueso, pericardio, pleura o diafragma.

Clasificación de los tejidos en función de su ecogenicidad.

Durante la exploración ecográfica, la emisión y recepción secuencial de ecos generará una **imagen en movimiento**.





Artefactos en la exploración

Los artefactos son falsas imágenes que se producen por mecanismos diferentes a la reflexión especular de la onda de ultrasonido. Se visualizan como imágenes que no corresponden a estructuras anatómicas verdaderas. Su reconocimiento evita errores en la interpretación de la imagen y, en muchas ocasiones, ayudan al diagnóstico (**TABLA 2-8** y **FIGURA 2-11**).

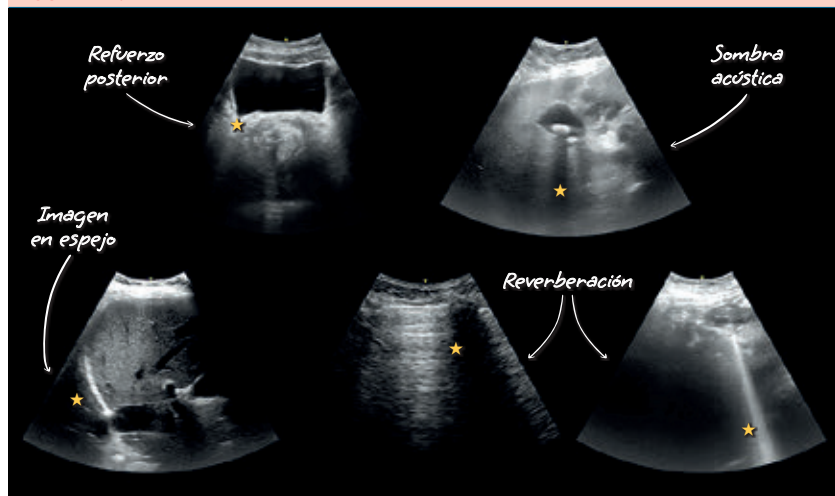
TABLA 2-8.		
ARTEFACTO	MECANISMO	EJEMPLO
Refuerzo posterior	Los US pasan a través de una estructura con baja o muy baja atenuación (que deja pasar prácticamente todas las ondas).	• Vasos sanguíneos. • Humor acuoso ocular. • Quistes. • Vejiga y vesícula biliar.
Sombra acústica	Los US contactan con una estructura con elevada atenuación (que absorbe, sin transmitir, la mayor parte de la energía).	• Costilla: sombra costal. • Litiasis biliar: sombra posterior.
Imagen en espejo	Interfase muy reflectante en contacto con el aire: aparece una imagen duplicada de dicha estructura en dirección opuesta.	Pleura-diafragma en contacto con el pulmón: falsa imagen de que el hígado o el bazo aparecen reflejados al otro lado del diafragma.
Reverberación	Los US contactan con una superficie altamente reflectante y los ecos van y vuelven a la sonda de forma repetida, generándose una falsa imagen de repetición de dicha superficie hacia campos más profundos.	Líneas A como representación de ecos repetidos de la pleura.
Cola de cometa	Artefacto de reverberación, que se produce cuando los US se reflejan de forman ininterrumpida entre dos superficies reflectantes muy cercanas entre sí, generándose una zona posterior muy brillante con forma triangular.	Líneas B.
Artefacto del borde	Los US contactan con una superficie de paredes lisas y curvas que provocan la refracción (cambio de dirección) de las ondas de US, provocando una sombra acústica en el borde de dicha estructura.	• Vasos sanguíneos en su eje transversal. • Quistes. • Testículos. • Vesícula biliar en su eje transversal.

Artefactos más frecuentes y su mecanismo de producción.

US: ultrasonidos.



FIGURA 2-11.



Artefactos en la exploración. Mecanismos de producción.

Seguridad en ecografía

La interacción de los ultrasonidos con los tejidos puede generar, al menos teóricamente, efectos biológicos no deseables, mediante dos mecanismos:

- **Calefacción:** una parte de la energía de los ultrasonidos es adsorbida por los tejidos, generando cierto grado de calentamiento. El grado de calentamiento está relacionado con la intensidad del haz de ultrasonidos, la duración de la exploración y la concentración del haz de ultrasonidos. El **índice térmico (IT)** se muestra en la pantalla del ecógrafo. Se consideran razonablemente seguros durante la exploración valores **por debajo de 1 (0,7 en ecografía obstétrica)**.
- **Cavitación acústica:** producida por la interacción de los ultrasonidos en el interior de un fluido, al generar burbujas que tienen alta energía y puede dañar los tejidos circundantes. El **índice mecánico (IM)** se muestra también en la pantalla. Su valor debe ser **inferior a 1,9**.

Por todo ello, se recomienda que al realizar una exploración ecográfica se siga el **principio ALARA**: “as low as reasonably achievable” (tan bajo como sea razonablemente posible), haciendo referencia al uso de las energías y los tiempos de insonación más bajos posibles para lograr el objetivo de la exploración.





Bibliografía

- American College of emergency Physicians, ACEP. Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. *Ann Emerg Med.* 2023; 69: 27-54.
- Beaulieu Y. Specific skill set and goals of focused echocardiography for critical care clinicians. *Crit Care Med.* 2007; 35: S144-S149.
- Mayo PH. Training in critical care echocardiography. *Ann Intensive Care.* 2011; 1: 36.
- Micheller D, Peterson WJ, Cover M, Smith G, Chapman M, Theyyunni N, et al. Defining a Theory-Driven Ultrasound Curriculum for Prehospital Providers. *Air Med J.* 2019; 38: 285-8.
- Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med.* 2011; 364: 749-57.
- Neskovic AN, Skinner H, Price S, Via G, De Hert S, Stankovic I, et al. Focus cardiac ultrasound core curriculum and core syllabus of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2018; 19: 475-81.
- Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW, Levine D, eds. *Diagnostic Ultrasound*, 4ª ed. Philadelphia (PA, USA): Mosby/Elsevier, 2011.
- Vignon P, Dugard A, Abraham J, et al. Focused training for goal-oriented hand-held echocardiography performed by noncardiologist residents in the intensive care unit. *Intensive Care Med.* 2007; 33: 1795-9.
- Villén T, Campo R, Alonso JR, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias.* 2022; 34: 377-87.
- Vives M, Hernández A, González AD, Torres J, Cuesta P, Villén T, et al; en representación del Grupo de trabajo de Ecografía Clínica en Cuidados Intensivos de la SEDAR; grupo de trabajo de Ecografía Clínica de la SEMI y grupo de trabajo de Ecografía de la SEMES. Diploma on Ultrasound training and competency for Intensive Care and Emergency Medicine: Consensus document of the Spanish Society of Anesthesia (SEDAR), Spanish Society of Internal Medicine (SEMI) and Spanish Society of Emergency Medicine (SEMES). *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2021; 68: 143-8.





3

Ecografía clínica en el manejo de la vía aérea

Pilar Romero Crespo, Arturo Marcos Matilla,
Carmen Addis Hernández García y Alejandro Paz Anaya



Introducción

La ecografía permite la valoración en tiempo real de las estructuras anatómicas cervicales más relevantes para el manejo de la vía aérea, cuyo valor es fundamental en procedimientos invasivos como la cricotiroidotomía. Constituye, además, un apoyo visual directo durante la intubación orotraqueal y permite confirmar la correcta colocación del tubo endotraqueal. En este último escenario puede incluso superar a la capnografía cuando ésta se ve limitada, convirtiéndose en un elemento más para el manejo seguro y efectivo de la vía aérea.

Objetivos del tema

- Conocer las referencias anatómicas ecográficas de la vía aérea superior.
- Definir la sistemática de exploración de la vía aérea, preparación del paciente, tipos de sondas, modos ecográficos y preajustes.
- Establecer las ventajas de la ecografía como ayuda para la intubación orotraqueal, como método de comprobación de la correcta posición del tubo endotraqueal y como ayuda para el abordaje quirúrgico de la vía aérea.
- Saber las limitaciones de la técnica, los errores más comunes y los consejos para evitarlos.

58

Competencias básicas

TABLA 3-1
COMPETENCIAS BÁSICAS
Identificación de la intubación correcta mediante visualización del artefacto generado por el tubo endotraqueal al pasar entre las cuerdas vocales o al entrar en la tráquea, realizando un corte transversal.
Reconocer la intubación esofágica mediante la visualización del artefacto generado por el tubo endotraqueal al entrar en el esófago, realizando un corte transversal.
Distinguir las estructuras anatómicas de cara a una posible instrumentalización de la vía aérea (p. ej.: cricotiroidotomía).

Competencias básicas en ecografía clínica de la vía aérea.

Modificada de: Emergencias. 2022; 34: 377-87.



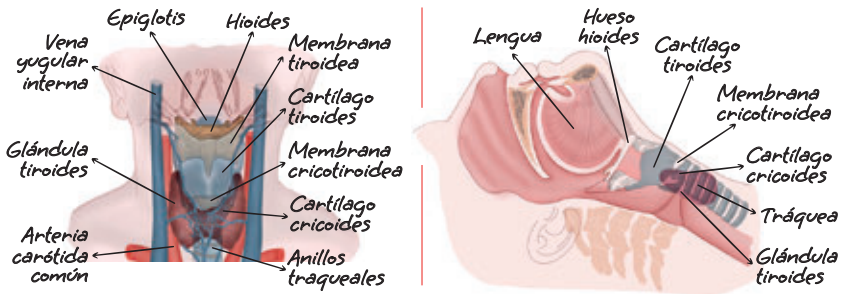


Técnica y sistemática de exploración

RECUERDO ANATÓMICO DE LA VÍA AÉREA Y SU RELACIÓN CON OTRAS ESTRUCTURAS CERVICALES

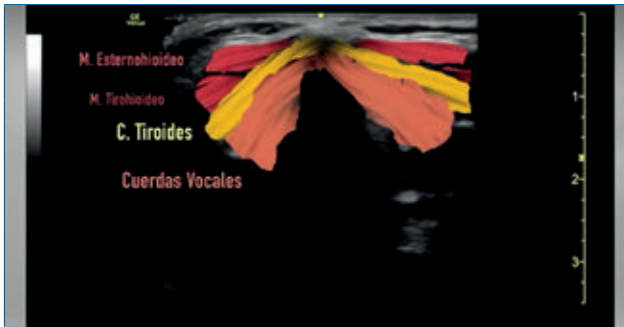
Es imprescindible conocer la anatomía de la vía aérea (**FIGURA 3-1**) para poder identificar ecográficamente sus partes y la relación espacial entre éstas y las estructuras cervicales vecinas (**VÍDEO 3-1**). La identificación de los vasos sanguíneos del cuello es esencial cuando se va a realizar un procedimiento invasivo.

FIGURA 3-1.



Vista anterior y lateral de la región cervical.

59



VÍDEO 3-1.

Sonoanatomía de la vía aérea.



Escanee el código QR para visualizar el video

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Se debe colocar en decúbito supino, en posición de olfateo para explorar las estructuras suprahioides, y con el cuello en extensión para la exploración de estructuras caudales al hueso hioides.

SELECCIÓN DE SONDAS, MODOS Y PREAJUSTES

En el estudio de la lengua y de las estructuras de la vía aérea por encima del nivel del hueso hioides se recomienda la utilización de una **sonda cónvex**, y



para estudiar las estructuras situadas por debajo es recomendable el empleo de una **sonda lineal**.

Cuando se coloque la sonda en el plano transversal, la **marca** quedará a la derecha del paciente, mientras que en el plano longitudinal se colocará en sentido cefálico.

El **modo B** se utiliza para el estudio de la anatomía cervical y de la vía aérea, para localizar la punta del tubo endotraqueal, bien a su paso entre las cuerdas vocales o la tráquea o bien a su entrada en el esófago, así como para valorar la presencia de deslizamiento pleural bilateral como método de comprobación de la correcta posición del tubo endotraqueal. El **modo M** se utiliza para la valoración de la excursión diafragmática como otro método de comprobación.

El **doppler color** es útil para la identificación de las estructuras vasculares del cuello.

Se recomienda seleccionar el **preajuste** que se adapte a la exploración tiroidea o de partes pequeñas, si está disponible. Se coloca el **foco** a una profundidad de 0,5 cm aproximadamente, para el plano longitudinal, y de 1 cm en el plano transversal.

Campos cervicales y obtención de planos

La exploración se inicia en la posición más cefálica del triángulo cervical anterior, desde donde se va desplazando la sonda en sentido caudal, obteniendo sucesivos planos que permitan visualizar las diferentes estructuras de la vía aérea de forma ordenada.

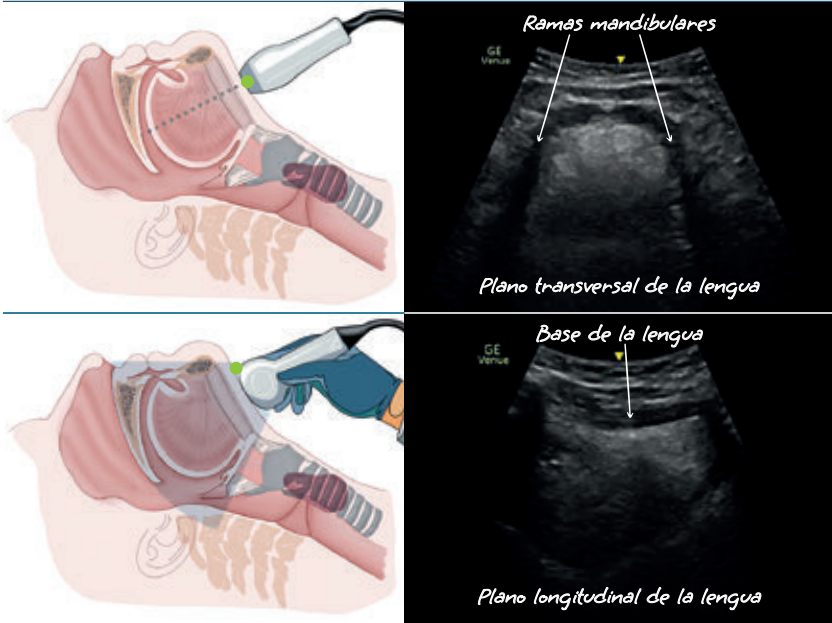
NIVEL DE LA LENGUA

La lengua (**FIGURA 3-2**) se visualiza, en el plano transversal, como una estructura con patrón fibrilar hipo-isoecoico delimitada lateralmente por dos estructuras menos ecogénicas, que corresponden al reborde óseo de las ramas mandibulares. En el plano longitudinal, se identifica en el extremo craneal el mentón, y en el extremo caudal, el hueso hioides. Esta proyección servirá para valorar y predecir la existencia de una posible vía aérea difícil (VAD).

NIVEL DEL HUESO HIOIDES

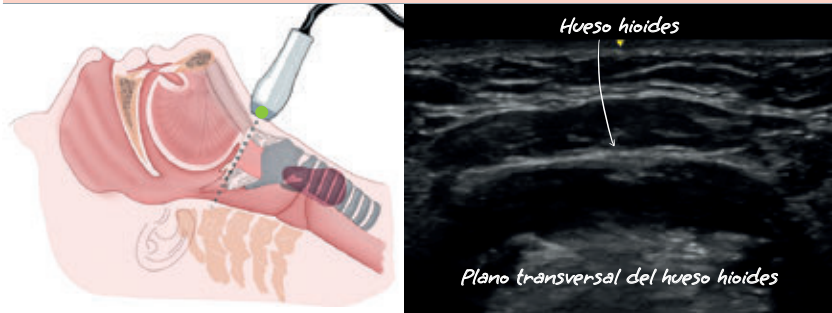
El hueso hioides se visualiza en el plano longitudinal, caudalmente a la mandíbula, como una fina estructura hiperecogénica con sombra posterior, mientras que en el plano transversal se ve como una estructura hiperecogénica en forma de U con sombra posterior (**FIGURA 3-3**). En este último plano se podrá medir la distancia piel-hioides, que es un factor predictor de VAD.



**FIGURA 3-2.**

Planos transversal y longitudinal a nivel de la lengua.

61

FIGURA 3-3.

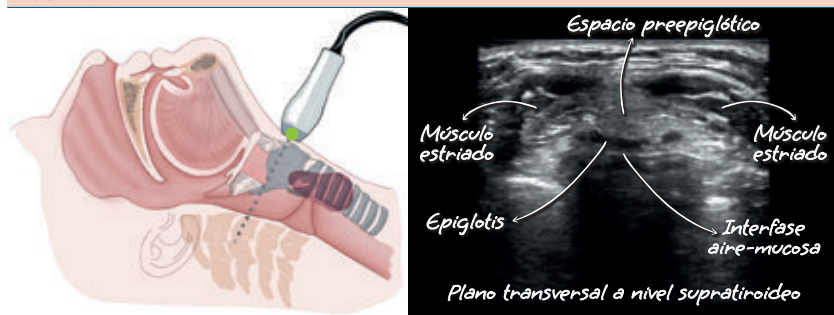
Plano transversal a nivel del hueso hioides.

NIVEL SUPRATIROIIDEO (TIROHIOIDEO)

La epiglotis se identifica a este nivel, en un plano transversal, como una estructura hipoecoica en forma de U, limitada por delante por el espacio preepiglótico (zona hiperecoica) y, por detrás, por la interfase aire-mucosa, también hiperecoica (**FIGURA 3-4**).



FIGURA 3-4.



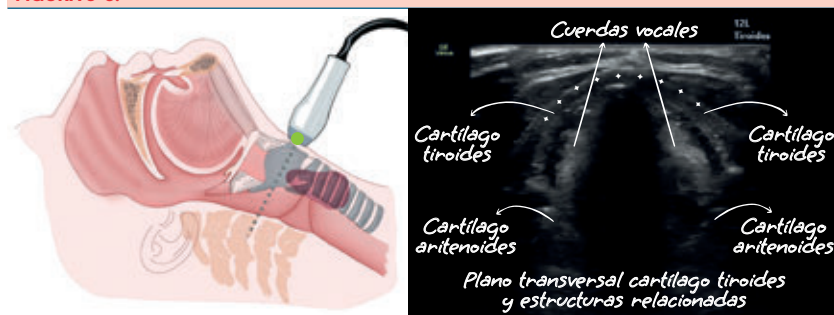
Plano transversal a nivel supratiroideo.

NIVEL DEL CARTÍLAGO TIROIDES

El cartílago tiroides presenta una forma triangular o de V invertida hipoeocóica (**FIGURA 3-5**). Las cuerdas vocales verdaderas, falsas y los cartílagos aritenoides aparecen con una misma morfología de V invertida tras el cartílago tiroides. Se deberá angular la sonda unos 45-60° en sentido cefálico para optimizar la visualización. Sobre este cartílago, se encontrará la glándula tiroides, y lateralmente a los lóbulos tiroideos se ubicarán los grandes vasos del cuello (arteria carótida y vena yugular interna).

Con la edad, los cartílagos pueden ir adquiriendo un aspecto más hiperecogénico debido a su calcificación.

FIGURA 3-5.

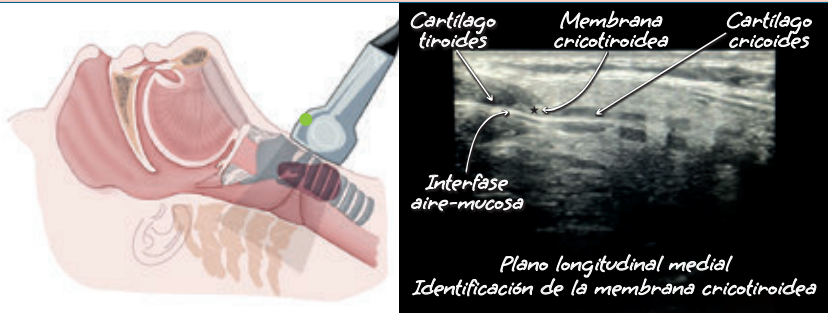


Plano transversal a nivel del cartílago tiroides.

NIVEL DE LA MEMBRANA CRICOTIROIDEA

La identificación de la membrana cricotiroides es esencial en el estudio de la vía aérea. En el plano longitudinal (**FIGURA 3-6**), se observará como una fina línea hiperecogénica comprendida entre los cartílagos tiroides y cricoides (ambos



**FIGURA 3-6.**

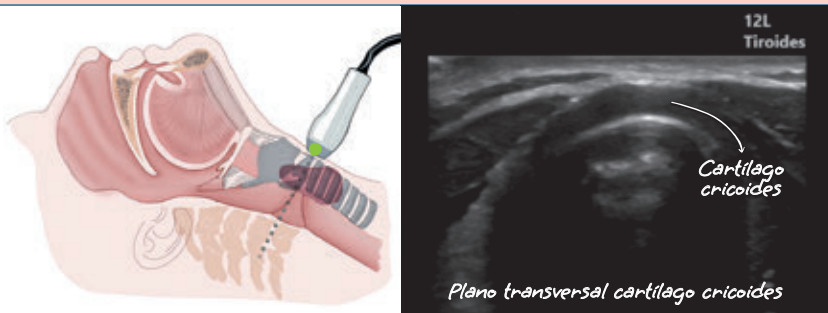
Plano longitudinal a nivel de la membrana cricotiroides.

más hipoeogénicos). Es importante diferenciarla de otra banda hiperecogénica situada a más profundidad, que es la interfase aire-mucosa o aire-tejido, que es más extensa.

NIVEL DEL CARTÍLAGO CRICOIDES

El cartilago cricoides (**FIGURA 3-7**) aparece como un arco hipoeoico ovalado en el plano transversal, mientras que en el plano longitudinal se ve con forma de joroba. A este nivel, a mayor profundidad se sigue visualizando la interfase aire-mucosa como una lámina hiperecogénica.

63

FIGURA 3-7.

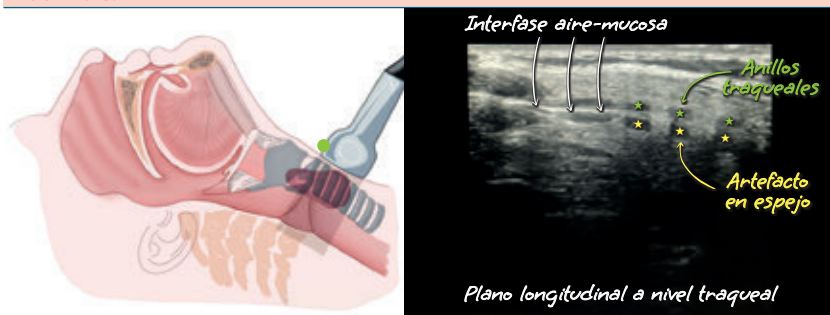
Plano transversal a nivel del cartilago cricoides.

NIVEL DE LA TRÁQUEA. RELACIÓN TRÁQUEA-ESÓFAGO

La tráquea está compuesta por 6 anillos traqueales. En un plano transversal, se observan como estructuras hipoeoicas con forma de U invertida, con una zona oscura posterior debido al contenido aéreo, mientras que en un plano longitudinal (**FIGURA 3-8**) aparecen hipoeoicos, similares a un collar de cuentas, y en ocasiones se puede encontrar un artefacto en espejo.



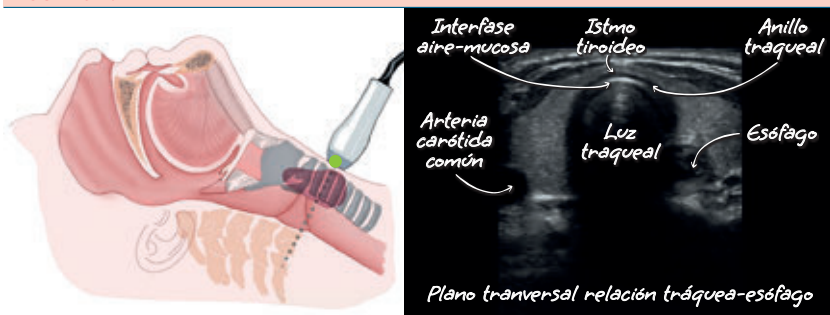
FIGURA 3-8.



Plano longitudinal a nivel traqueal.

El esófago es una estructura que puede resultar difícil de visualizar, ya que suele encontrarse colapsado. Realizando un corte transversal a nivel de la tráquea, se encuentra, en la gran mayoría de pacientes, en una posición más profunda y lateralizado a la izquierda de la tráquea (**FIGURA 3-9**).

FIGURA 3-9.



Plano transversal a nivel traqueal. Relación tráquea-esófago.

Siempre que el nivel de conciencia lo permita, se observará el peristaltismo pidiendo al paciente que degluta, facilitando su localización. Algunos autores lo describen con morfología de “ojo de toro” o imagen de “halo”, debido a la disposición concéntrica de sus capas.

Utilidad de la ecografía en la intubación orotraqueal (IOT)

La ecografía clínica tiene dos posibles aplicaciones en el procedimiento de intubación orotraqueal, que se detallan a continuación.



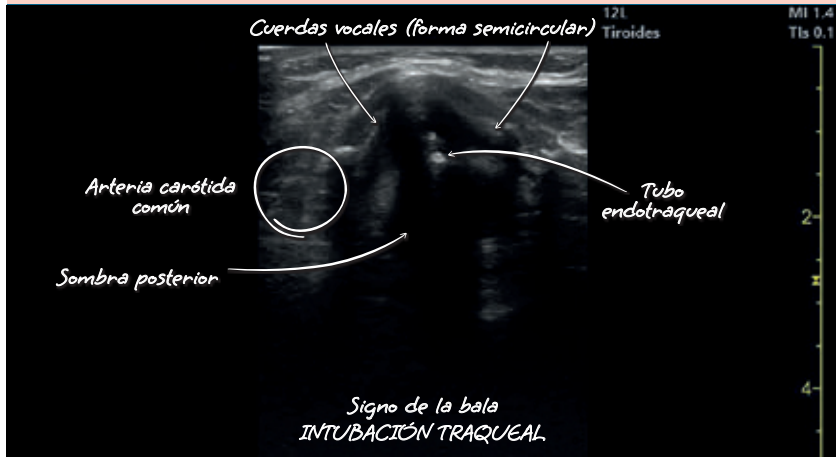


VISUALIZACIÓN DIRECTA DEL AVANCE DE TUBO ENDOTRAQUEAL A TRAVÉS DE LAS CUERDAS VOCALES (O DEL ESÓFAGO EN CASO DE INTUBACIÓN ESOFÁGICA) MIENTRAS SE REALIZA LA TÉCNICA

En primer lugar, a nivel de la glotis, en la línea media, se visualiza el avance del tubo a través de las cuerdas vocales, separándose las mismas y modificando su disposición, de triangular a circular, dando lugar al denominado signo de la bala (**FIGURA 3-10**).

En segundo lugar, a nivel traqueal en un plano paramedial, generalmente izquierdo, se observará el deslizamiento del tubo por la tráquea, generando una distorsión en los ecos de su interior que se conoce como *flutter* breve o tormenta de nieve. Cuando el paso es por el esófago, se ve una dilatación de dicha estructura (que en reposo está colapsada), conocida como “signo del ganso”.

FIGURA 3-10.



Intubación traqueal. Signo de la bala.

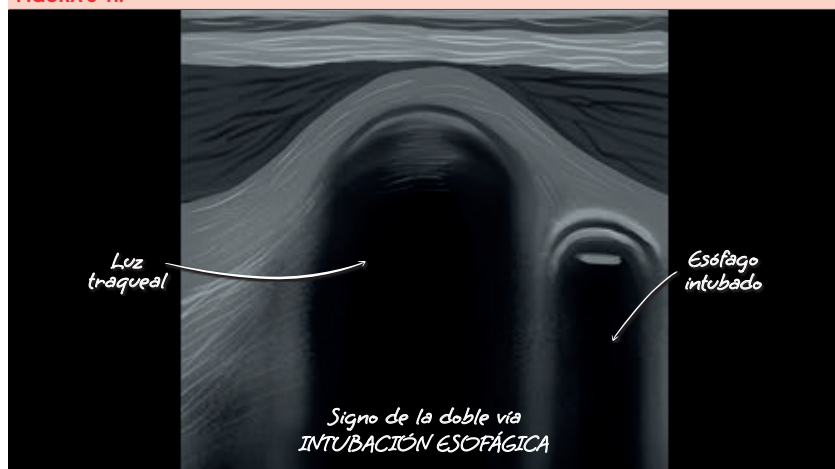
COMPROBACIÓN DE LA CORRECTA INTUBACIÓN OROTRAQUEAL UNA VEZ FINALIZADO EL PROCEDIMIENTO

Junto a la capnografía, la ecografía es útil para valorar la correcta colocación del tubo endotraqueal.

- **Método directo: localización del extremo distal del tubo. Protocolo *Tracheal Rapid Ultrasound Exam (TRUE)*:** una vez realizada la intubación, se debe localizar la punta del tubo mediante un barrido transversal desde la laringe hasta el *yugulum* esternal. Cabeceando el transductor, aparecerá una imagen más ecogénica, con sombra acústica, que corresponde al tubo



FIGURA 3-11.



Intubación esofágica. Signo de la doble vía.

endotraqueal. Inflando el manguito del tubo con solución salina, se facilita la capacidad para identificar y confirmar la ubicación del tubo. En caso de objetivar la presencia de dos columnas de gas, signo de la doble vía, indica intubación esofágica (**FIGURA 3-11**).

• Métodos indirectos:

- **Valoración del deslizamiento pleural** (**VÍDEO 3-2**): estará presente de forma bilateral si ambos pulmones están siendo ventilados (IOT correcta), unilateral en caso de intubación selectiva de un bronquio principal, o ausente en ambos pulmones si la intubación ha sido esofágica
- **Valoración de la excursión diafragmática**: la excursión simétrica de ambos hemidiafragmas indica de forma indirecta que la técnica ha logrado

VÍDEO 3-2.

Deslizamiento pleural en la intubación.



Escanee el código QR para visualizar el video





el objetivo de ventilar ambos pulmones. Al igual que en la valoración del *sliding* pleural, el movimiento de un solo hemidiafragma es sugestivo de IOT selectiva y la ausencia de movimiento en ambos lados sugiere intubación del esófago.

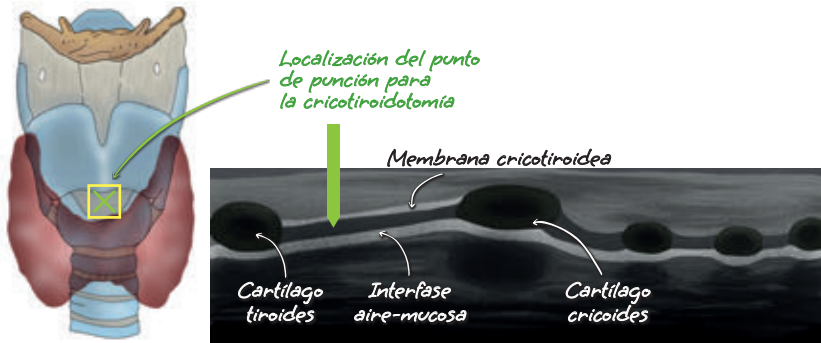
Utilidad de la ecografía en la cricotiroidotomía

La ecografía tiene dos posibles aplicaciones en este ámbito: la identificación de la membrana cricotiroides y la realización del procedimiento ecoguiado.

Para identificar la membrana cricotiroides se pueden utilizar dos técnicas, ambas con el paciente en decúbito supino y el cuello extendido:

- **Técnica longitudinal o collar de perlas (FIGURA 3-12)**: se coloca la sonda en dirección longitudinal, identificando las sucesivas estructuras de craneal a caudal: cartílago tiroides, membrana cricotiroides, cartílago cricoides y anillos traqueales. Se coloca la aguja impregnada en tinta a nivel del polo inferior del cartílago tiroides y el polo superior del cartílago cricoides para marcar la referencia. Una vez realizada la técnica, se visualizará en la parte superior de la pantalla la imagen correspondiente a la aguja (imagen hiperecogénica con sombra posterior).
- **Técnica transversal o TACA (Thyroid-Airline-Cricoid-Airline)**: una vez identificado el cartílago tiroides y desplazando la sonda en sentido caudal, aparece una línea aérea (membrana cricotiroides) y el cartílago cricoides; posteriormente, se asciende para identificar en la zona central de la membrana cricotiroides y se marca como punto de referencia. Esta técnica es de elección en caso de pacientes con cuello corto o con deformidad donde no quepa la sonda en dirección longitudinal.

FIGURA 3-12.



Localización del punto de punción para la cricotiroidotomía.



Elaboración de un informe clínico

Al finalizar la exploración a pie de cama, se debe realizar un informe clínico que deberá constar en la historia clínica del paciente (**TABLA 3-2**).

TABLA 3-2	
Nombre del explorador	
Fecha y hora de la exploración	
Técnica de exploración	Descripción breve de cuál ha sido la técnica de exploración utilizada, incluida la posición del paciente, el tipo de sonda ecográfica utilizada y los ajustes del equipo.
Hallazgos ecográficos e Interpretación	Descripción concisa y clara sobre la integridad de la vía aérea, cualquier anomalía identificada y su relevancia para la condición del paciente.
Imágenes	Es recomendable almacenar las imágenes que respalden los hallazgos descritos.

68

Informe clínico de una ecografía en el manejo de la vía aérea.

Limitaciones

TABLA 3-3
En caso de pacientes obesos, cuellos gruesos o cortos, derrame pulmonar o abscesos cervicales, puede estar dificultada la visualización de estructuras profundas, dando lugar a imágenes con mala resolución y, por tanto, difíciles de interpretar.
También interfieren en la obtención de una imagen de calidad la sombra acústica de estructuras óseas, como el hueso hioides y la mandíbula, o artefactos por la presencia de aire en los tejidos, como en el tracto gastrointestinal, o enfisema subcutáneo.

Se necesita una curva de aprendizaje para estar familiarizados con la anatomía de la vía aérea, así como con las técnicas de adquisición e interpretación de imágenes ecográficas.

Limitaciones de la técnica.





Errores comunes y consejos

TABLA 3-4

ERRORES COMUNES	CONSEJOS
Mal posicionamiento del paciente	Colocar al paciente con almohadas para conseguir una adecuada alineación cervical y así poder visualizar bien las estructuras de la vía aérea.
Selección inadecuada de la sonda	Elegir una sonda, preferiblemente lineal, adecuada a la profundidad de la zona y al tipo de exploración a realizar.
Ajustes del ecógrafo	Realizar un ajuste cuidadoso de la configuración del equipo, teniendo en cuenta la ganancia y la profundidad, para conseguir una visualización óptima de las estructuras a estudiar.
Desconocimiento de la anatomía de la zona	Familiarizarse con la anatomía de la vía aérea y las características de estructuras normales y patológicas ayuda a identificar e interpretar correctamente las imágenes.
Capacitación y experiencia insuficientes	Práctica regular para mejorar las habilidades técnicas y la capacidad de interpretación de las imágenes.

Errores comunes y consejos.

Conclusiones. Puntos clave

- El uso de la ecografía en el manejo de la vía aérea en pacientes críticos es útil, no invasiva y sin emisión de radiación ionizante.
- Es una herramienta segura para identificar la correcta colocación del tubo endotraqueal, y descartar una intubación selectiva y/o esofágica con una alta sensibilidad y especificidad.
- Mejora la seguridad del procedimiento en situaciones de urgencia vital.
- Es importante diferenciar la membrana cricotiroides de la interfase aire-mucosa.
- La identificación de la membrana cricotiroides mediante ecografía tiene una mayor precisión y rapidez, mayor tasa de éxito y menor tasa de complicaciones si se compara con la palpación digital.
- Se deben adquirir las competencias necesarias para mejorar el abordaje de una vía aérea difícil, así como para su manejo quirúrgico.
- Los vasos sanguíneos pre y paratraqueales son de escaso calibre y una presión excesiva puede ocluirlos, lo que impedirá su identificación, detalle que hay que tener en cuenta en el caso de realizar una cricotiroidotomía urgente.



Bibliografía

- Brown CA, Bair AE, Pallin DJ, et al. Techniques, success, and adverse events of emergency department adult intubations. *Ann Emerg Med.* 2015; 65: 363-70.
 - Chou HC, Tseng WP, Wang CH, et al. Tracheal rapid ultrasound exam (T.R.U.E.) for confirming endotracheal tube placement during emergency intubation. *Resuscitation.* 2011; 82: 1279-84.
 - Corradi F, Via G, Forfori F. Lungultrasound and B lines quantification in accuracy: B sure to have the right solution. *Intensive Care Med.* 2020; 46: 1081-3.
 - Chenkin J, McCartney CJ, Jelic T, et al. Defining the learning curve of point-of-care ultrasound for confirming endotracheal tube placement by emergency physicians. *Crit Ultrasound J.* 2015; 7: 14.
 - Dugg K, Kathuria S, Gupta S, Gautam PL, Singh T, Bansal H. Comparison of landmark guided and ultrasound guided percutaneous dilatational tracheostomy: Efficiency, efficacy and accuracy in critically ill patients. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2022; 38(2): 281-7.
 - Gallardo A, Dévoli AP, Saavedra S, Sepúlveda Barisich P, Gómez-González A, Jones Baro R, et al. Ultrasonografía en cuidados críticos. *Rev Chil Anest [Internet].* 2023; 52(1): 95-105.
 - Jain K, Yadav M, Gupta N, Thulkar S, Bhatnagar S. Ultrasonographic assessment of airway. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2020; 36(1): 5-12.
 - Kolli S, Singh M. POCUS spotlight: Airway ultrasound. *ASRA News [Internet].* 2021; 46(3). Disponible en: https://www.asra.com/docs/default-source/asra-news/pocus-spotlight-spanish/asra_pocus-airway_spanish.pdf?sfvrsn=7cb8cb_1
 - Lahham S, Baydoun J, Bailey J, et al. A prospective evaluation of transverse tracheal sonography during emergent intubation by emergency medicine resident physicians. *J Ultrasound Med.* 2017; 36: 2079-85.
 - Milling TJ, Jones M, Khan T, et al. Transtracheal 2-d ultrasound for identification of esophageal intubation. *J Emerg Med.* 2007; 32: 409-41.
 - Villén Villegas T, Campo Linares R, Alonso Viladot JR, Martínez Mas R, Luque Hernández MJ, Ruiz Durán M, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias.* 2022; 34: 377-87.
 - Xue FS, Li HX, Liu YY. Ultrasonographic evaluation of the airway in anaesthesia and intensive care medicine. *Br J Anaesth [Internet].* 2020; 124(1): e7-12.
-

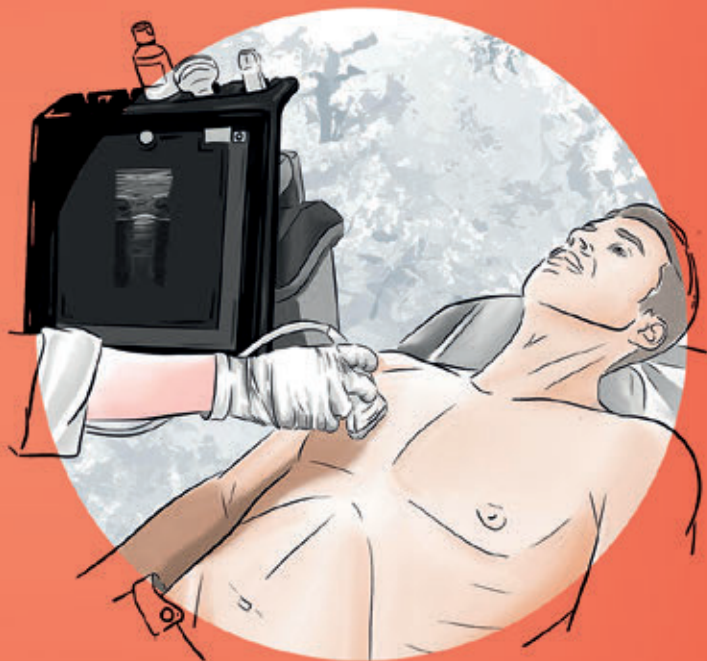




— 4 —

Ecografía clínica pleural y pulmonar normal

M.^a Jesús Ripoll Sanchis, Nieves Ramón Bou,
Begoña Espinosa Fernández y M.^a Andreina Pérez Gómez



Introducción

La ecografía clínica pleural y pulmonar, a diferencia de la ecografía aplicada en la valoración de otros órganos, presenta la peculiaridad de que el pulmón está compuesto fundamentalmente por aire, medio en el que los ultrasonidos se atenúan, y, por tanto, la imagen obtenida no es completamente anatómica, sino que se basa en la interpretación de diferentes artefactos que se producen al contactar los ultrasonidos en este tipo de interfases.

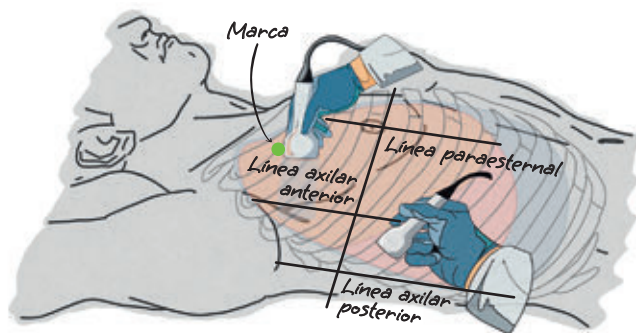
Además, la interposición de los huesos costales y la sombra acústica que generan, constituyen obstáculos a vencer.

Estas peculiaridades hacen que sea imprescindible una anamnesis y exploración física completas que guíen la interpretación de la imagen obtenida. Sin embargo, su curva de aprendizaje es rápida y sencilla.

Objetivos del tema

- Describir la sistemática de exploración de la pleura y el pulmón.
- Identificar la sonda más adecuada para la valoración de cada estructura.
- Obtener una imagen de la calidad de cada campo pulmonar.
- Explicar los diferentes artefactos generados bajo la línea pleural y su interpretación fisiopatológica.
- Reconocer las estructuras y patrones de normalidad.
- Establecer las limitaciones de la técnica, los errores más frecuentes y sus posibles soluciones.

FIGURA 4-1.



Exploración pulmonar. Subdivisión del tórax.





Competencias básicas

TABLA 4-1

Ecografía pleural y pulmonar	Identificar deslizamiento pleural o su ausencia y establecer su correlación clínica. Identificación del punto pulmón y del pulso pulmón.
	Reconocer los diferentes artefactos bajo la pleura y su interpretación fisiopatológica. Patrones A, B y patrón de consolidación.
	Identificar derrame pleural.
	Incorporación a la práctica habitual de una sistemática de exploración adaptada a la sospecha clínica. Monitorización evolutiva de la enfermedad pleural y pulmonar y de la respuesta a determinados tratamientos (p. ej., tratamiento deplectivo).
Ecografía en procedimientos torácicos	Guía ecográfica en toda toracocentesis (procedimiento ecoguiado y ecofacilitado).
	Ecografía tras toda toracocentesis para descartar neumotórax yatrógeno.
Ecografía clínica multiventana	Utilización del protocolo EFAST en todo paciente politraumatizado.
	Uso de la ecografía clínica en toda situación donde el neumotórax forme parte del diagnóstico diferencial.
	Valoración cardíaca, pulmonar y vascular en todo paciente con disnea sin causa aparente.
	Ecografía multiórgano en todo paciente con inestabilidad hemodinámica. Valoración multiórgano para la elección de pacientes que pueden beneficiarse de fluidoterapia intravenosa

Competencias básicas en ecografía clínica pleural y pulmonar.

Modificado de: Emergencias 2022;34:379.

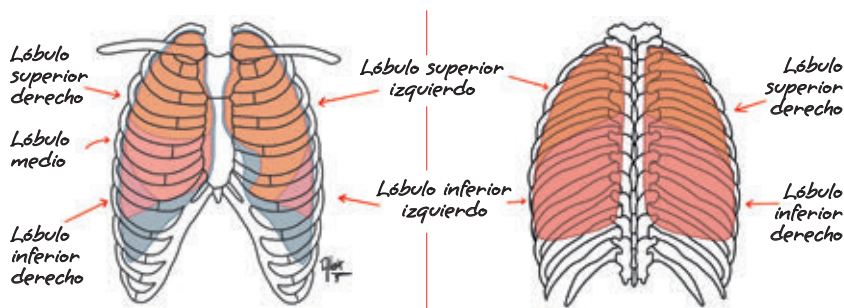
Técnica de exploración

Dentro de la sistemática de exploración ecográfica del pulmón y la pleura es imprescindible conocer la anatomía normal de distribución de los lóbulos pulmonares, adquirir las habilidades necesarias para la correcta selección de la sonda, para el manejo y ajustes del ecógrafo, y establecer qué campos pulmonares debemos explorar para obtener el mayor rendimiento de la técnica a pie de cama.



RECUERDO ANATÓMICO

FIGURA 4-2.



Localización anatómica de los lóbulos pulmonares y las cisuras interlobares.
Vista anterior y posterior del tórax.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

La ecografía clínica pulmonar puede realizarse en cualquier posición del paciente. Dicha posición variará en función de su estado basal y de cada situación clínica concreta. En el estudio de pacientes politraumatizados, la movilización en bloque y la inmovilización cervical son prioritarias.

Con el paciente en decúbito supino, se exploran los campos anteriores (donde, por un hecho meramente gravitacional, se localizará un eventual neumotórax) y los campos laterales, y si la situación lo permite, se le solicitará que eleve el brazo ipsilateral por encima de su cabeza, que lo coloque encima de su abdomen o que lo separe del tórax para poder tener acceso a los campos posterolaterales, que son los que mayor rendimiento ofrecen para el estudio del derrame pleural y las consolidaciones, dado que se presentan en dicha localización en un elevado porcentaje de casos. Estos últimos campos se denominan PLAPS, acrónimo en inglés de síndrome pleural alveolar posterolateral.

Con el paciente en sedestación se exploran los campos anteriores, laterales y posteriores de forma completa.

SONDAS, MODOS ECOGRÁFICOS Y PREAJUSTES

Selección de la sonda

Para el estudio de la pleura y de las estructuras de la pared torácica (piel, tejido celular subcutáneo, músculo y hueso costal) se recomienda el uso de la sonda lineal por su mayor resolución en tejidos superficiales, si bien su alcance se limita a unos 6-8 cm, por lo que su rendimiento disminuye en campos más profundos.

Por este motivo, para el estudio del pulmón y del diafragma se recomienda el uso de la sonda cóncava (o sectorial en su defecto), con menor resolución superficial, pero con mayor capacidad de penetración en tejidos profundos.





Selección del modo ecográfico

- El modo B (2D) es el idóneo para la valoración de la pleura y los pulmones.
- El modo M queda prácticamente limitado al estudio de la función diafragmática.
- El modo *doppler* color puede utilizarse para el estudio de la vascularización en determinadas patologías, para valorar el movimiento del fluido que conforma un derrame pleural y para la valoración del deslizamiento pleural.

Selección de preajustes

Los ecógrafos incorporan diversas configuraciones o preajustes (*presets*) que facilitan la obtención y el tratamiento de las imágenes para un mayor rendimiento de los estudios. Para la exploración de campos anteriores, laterales y posteriores se recomienda el uso del preajuste pulmonar, mientras que en la valoración de los campos posterolaterales (puntos PLAPS) se recomienda el preajuste abdominal, pues en este caso se representa mejor la anatomía de los órganos a identificar: diafragma, hígado y bazo.

CAMPOS PULMONARES Y OBTENCIÓN DE PLANOS

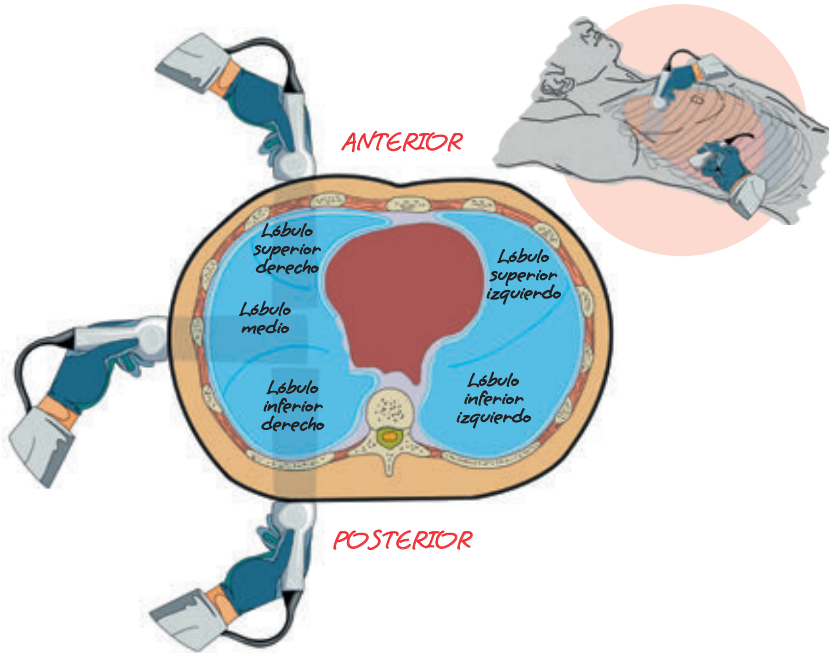
La subdivisión virtual del tórax facilita la exploración sistemática de todos los campos pulmonares, así como la redacción e interpretación en un informe clínico de los resultados obtenidos tras la exploración.

Lo más sencillo es hablar de campos anteriores, laterales o posteriores y en cada uno de ellos especificar superior/inferior y derecho/izquierdo (**FIGURA 4-3**).

- Los campos anteriores se sitúan entre la línea paraesternal y la línea axilar anterior. La sonda se colocará sobre la línea medioclavicular, perpendicular a la piel, en dirección longitudinal y con la marca en posición cefálica. Se irán explorando todos los espacios intercostales ordenadamente, en sentido craneocaudal.
- Los campos laterales están comprendidos entre la línea axilar anterior y la posterior, de modo que la sonda se colocará sobre la línea axilar media, también perpendicular a la piel y con la misma orientación y posición de la marca.
- Para explorar los campos posterolaterales, con el paciente en decúbito supino colocaremos la sonda por detrás de la línea axilar posterior, apoyando el explorador su mano en la cama y orientando la sonda hacia arriba, para poder colocarla perpendicular a la piel (**FIGURA 4-4**). Para ello puede ser necesaria la colaboración de un ayudante que eleve parcialmente ese hemitórax del paciente.
- Para explorar los campos posteriores el paciente deberá estar sentado y el explorador se situará a su espalda. La sonda se colocará en las mismas condiciones de orientación y perpendicularidad a la piel y se realizará un barrido de todos los espacios intercostales.

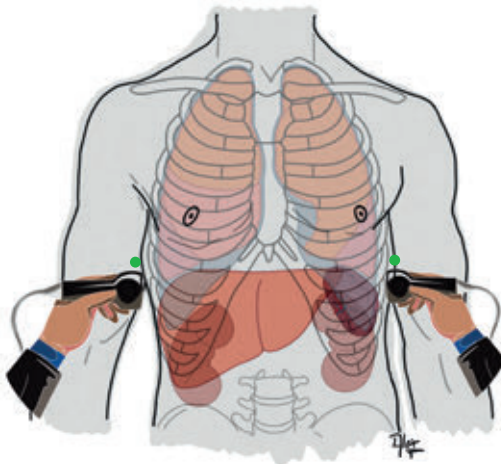


FIGURA 4-3.



Subdivisión virtual del tórax. Campos pulmonares.

FIGURA 4-4.



Exploración de los campos posterolaterales.

(●): Indica la marca de la sonda.





- La línea transversal que subdivide cada campo en superior e inferior pasará por las mamilas en la cara anterior del tórax y por el borde inferior de las escápu-las en la parte posterior.

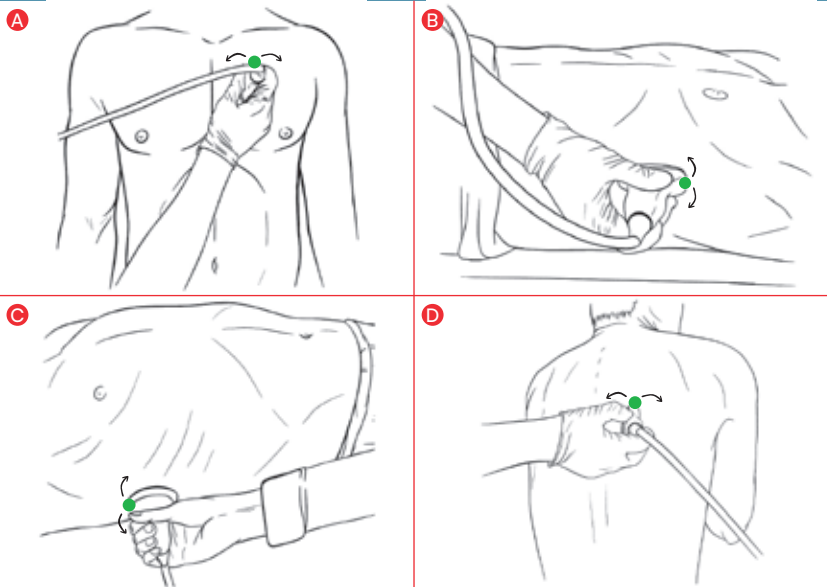
SISTEMÁTICA DE EXPLORACIÓN

Deben explorarse todos los campos pulmonares posibles. Es recomendable rea-lizar un barrido sistemático de todos ellos, comparando al mismo tiempo las imá-genes obtenidas en campos derechos e izquierdos y correlacionando los hallaz-gos con la clínica y la exploración física del paciente. El explorador debe detenerse y analizar en detalle aquellos campos donde detecte una imagen patológica.

En cada campo explorado hay que valorar las características de la pleura, la existencia o no de deslizamiento pleural y los artefactos bajo la línea pleural.

Al colocar la sonda para la exploración de cualquier campo es importante rea-lizar movimientos de inclinación y balanceo con el objetivo de que el haz de ultrasonidos sea perpendicular a la pleura, de otro modo no se logrará obte-ner una imagen óptima de los artefactos bajo la línea pleural (**FIGURA 4-5**).

FIGURA 4-5.



Colocación de la sonda

A) Sonda en campos anteriores sobre la línea medioclavicular. **B)** Sonda en campos laterales sobre la línea axilar media. **C)** Sonda en campos posterolaterales, tras la línea axilar posterior. **D)** Sonda en campos posteriores, entre el raquis y la escápula.

(●): Indica la marca de la sonda. Las flechas indican movimientos de balanceo e inclinación de la sonda.



IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS ECOGRÁFICAS

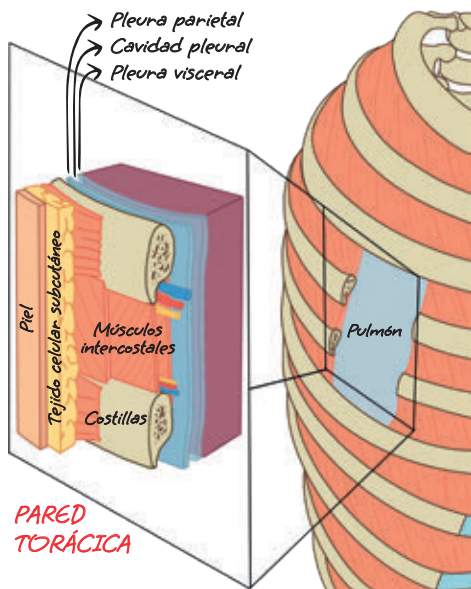
Al colocar la sonda en campos anteriores, laterales y posteriores, en ausencia de patología, obtendremos una imagen en la que se observan las estructuras que se detallan en las

FIGURAS 4-6 y 4-7.

La línea pleural normal, formada por la pleura parietal y visceral, se caracteriza ecográficamente por el hallazgo de un signo dinámico denominado **deslizamiento pleural (sliding)**. Este signo consiste en el desplazamiento de las superficies pleurales parietal y visceral entre ellas con los movimientos respiratorios (**VÍDEOS 4-1 y 4-2**). Es recomendable explorar este signo con una sonda lineal.

La pleura sana se ve como una línea hiperecogénica, lisa y continua. No deben verse disrupciones, irregularidades o engrosamientos.

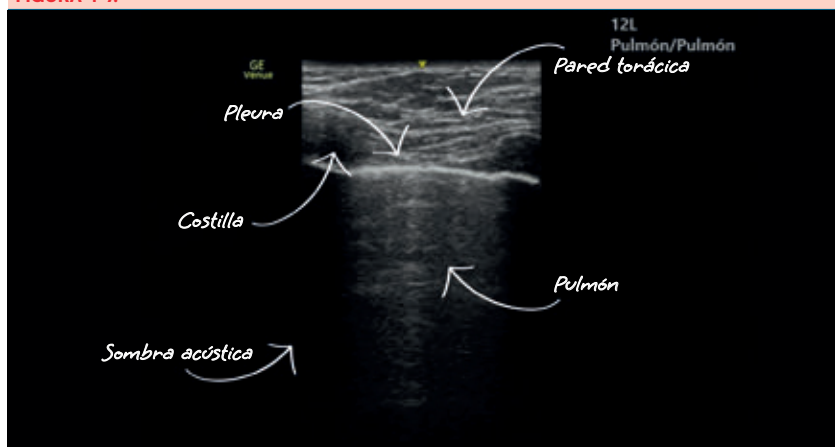
FIGURA 4-6.



PARED TORÁCICA

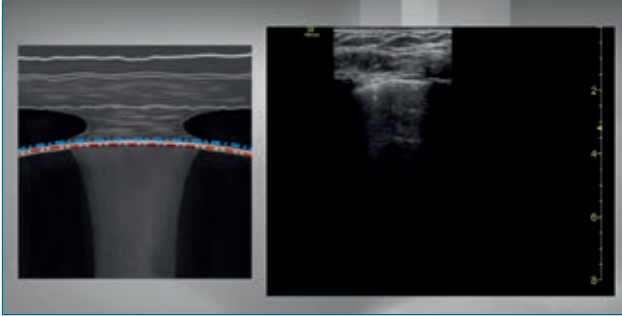
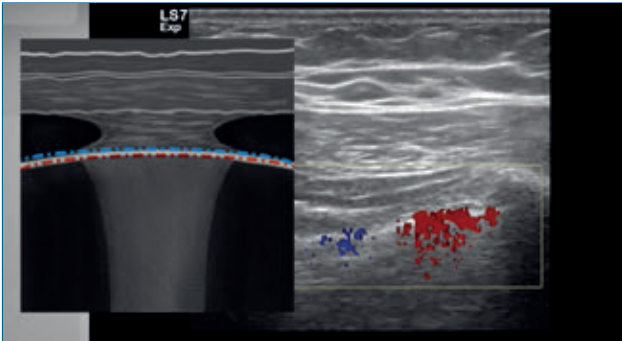
Estructuras de la pared torácica.

FIGURA 4-7.



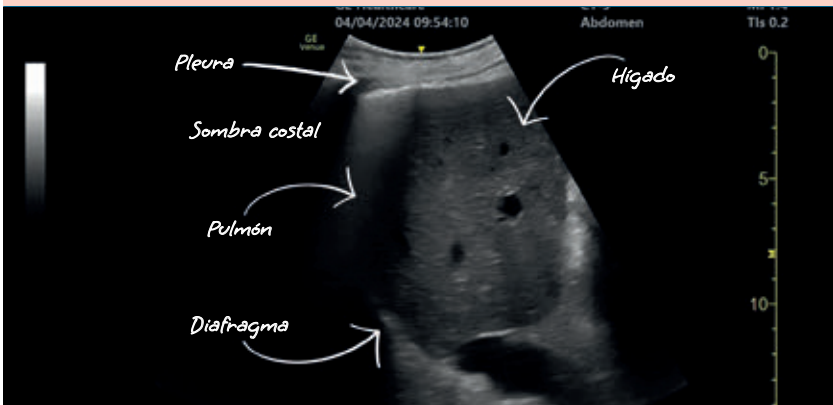
Estructuras ecográficas normales en campos anteriores, laterales y posteriores.



**VÍDEO 4-1.**Deslizamiento
pleural.Escanee el código QR
para visualizar el video**VÍDEO 4-2.**Deslizamiento
pleural y doppler
color.Escanee el código QR
para visualizar el video

79

Al colocar la sonda en campos posterolaterales (PLAPS) es recomendable seleccionar el preajuste abdominal. En condiciones normales se observarán las estructuras que se muestran en la **FIGURA 4-8**.

FIGURA 4-8.

Identificación de estructuras ecográficas normales en el campo posterolateral derecho.



Cuando se explora el campo posterolateral derecho se debe localizar en primer lugar el hígado y sobre él (a la izquierda de la pantalla), el hemidiafragma derecho, visible como una línea curva hiperecogénica. Su localización resulta esencial, puesto que nos ayuda a distinguir si las estructuras que se visualizan están ubicadas en el tórax o en el abdomen. A la izquierda del diafragma observaremos la línea pleural y su deslizamiento o *sliding*.

En la exploración del campo posterolateral izquierdo localizaremos en primer lugar el bazo, y a partir de él seguiremos la misma sistemática que en el lado derecho.

En los puntos PLAPS derecho e izquierdo, en condiciones normales, debe observarse el **signo de la cortina**, (signo dinámico) consistente en que la base del pulmón sano (bien aireado) aparece como una cortina que oculta el diafragma y el hígado o el bazo durante la inspiración y que se retira durante la espiración, dejando de nuevo ver dichas estructuras (**VÍDEO 4-3**). La importancia de este signo radica en que nos aseguramos de estar explorando la base del pulmón y, por tanto, que no hemos pasado por alto la valoración de las porciones más declives del tórax y hemos descartado la existencia de derrame pleural a ese nivel.

En ocasiones, al explorar estos campos puede observarse la denominada **imagen en espejo** (**VÍDEO 4-4**), que consiste en una falsa imagen del hígado o del bazo reflejados detrás del diafragma, al ser éste una estructura muy reflectante. Está presente en condiciones normales.

VÍDEO 4-3.

Signo de la cortina.



Escanee el código QR
para visualizar el video

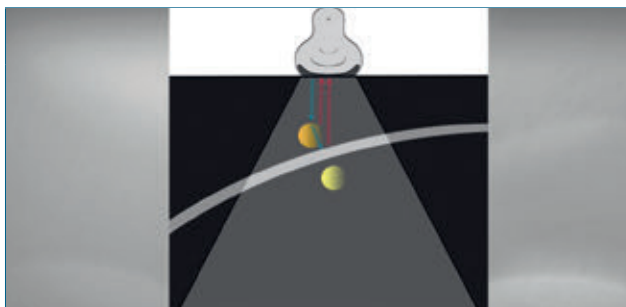


VÍDEO 4-4.

Imagen en espejo.



Escanee el código QR
para visualizar el video





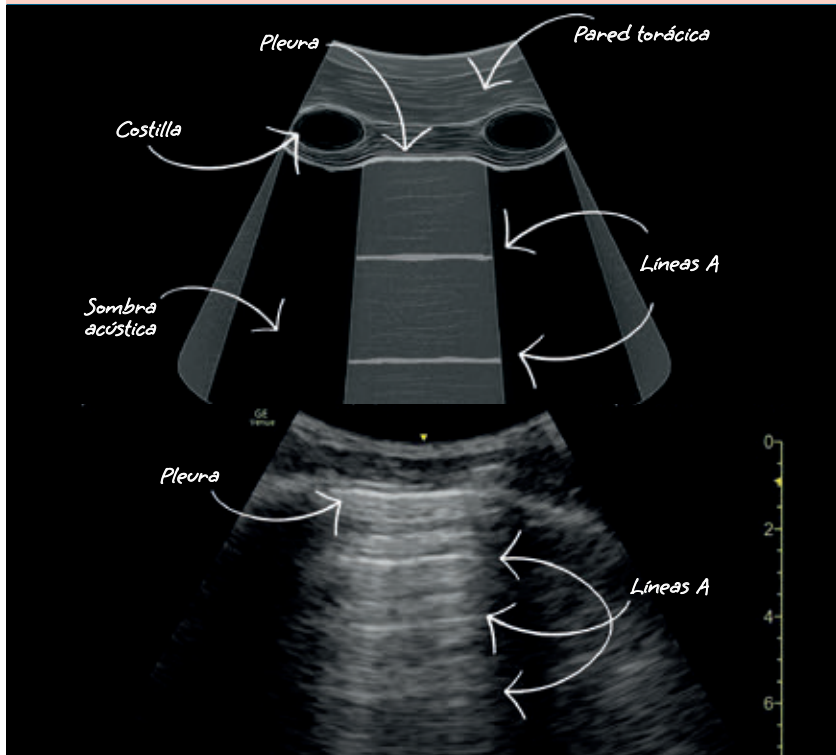
Valoración de artefactos bajo la línea pleural

El paso de los ultrasonidos por las estructuras torácicas da lugar a una serie de artefactos que es imprescindible conocer y saber interpretar, para obtener un buen rendimiento de la exploración.

LÍNEAS A

Corresponden a reverberaciones que generan los ultrasonidos al atravesar dos interfases en contacto, en este caso la pleura y el aire, que presentan una gran diferencia de impedancia acústica entre ambas, lo que provoca que gran parte de los ultrasonidos vayan y vuelvan repetidamente desde la pleura al transductor (**FIGURA 4-9** y **VIDEO 4-5**). Por tanto, la presencia de líneas A es indicativa de contacto entre pleura y aire, de modo que son visibles al explorar un campo pulmonar normal, pero también están presentes en caso de neumotórax, ya que en esta situación también existe contacto entre pleura y aire, aunque sea extrapleuronar.

FIGURA 4-9.



Patrón de líneas A.

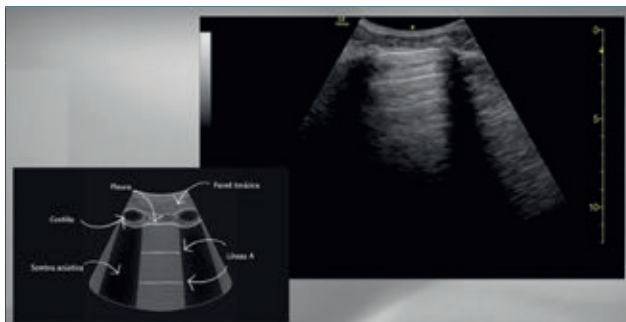


VÍDEO 4-5.

Patrón de líneas A.



Escanee el código QR
para visualizar el video



VÍDEO 4-6.

Patrón de líneas B.



Escanee el código QR
para visualizar el video



LÍNEAS B

El intersticio pulmonar, situado inmediatamente por debajo de la pleura visceral, está formado por los septos interlobulillares, que dan soporte a los vasos sanguíneos y a los alveolos. No es visible en condiciones normales, pues su grosor está por debajo de la resolución ecográfica, pero puede encontrarse engrosado en determinadas patologías o bien puede estar ocupado por líquido.

En ambas situaciones, el contacto de estas superficies (con alta impedancia acústica) con alveolos aireados (baja impedancia) produce un efecto de reverberación que genera las líneas B (**FIGURA 4-10**, **VÍDEO 4-6**). Su traducción fisiopatológica es la presencia de septos interlobulillares engrosados (fibrosis pulmonar, enfermedades intersticiales crónicas, etc.) u ocupados por fluidos (agua, pus, moco, etc.).

El hallazgo de líneas B no implica patología en todos los casos:

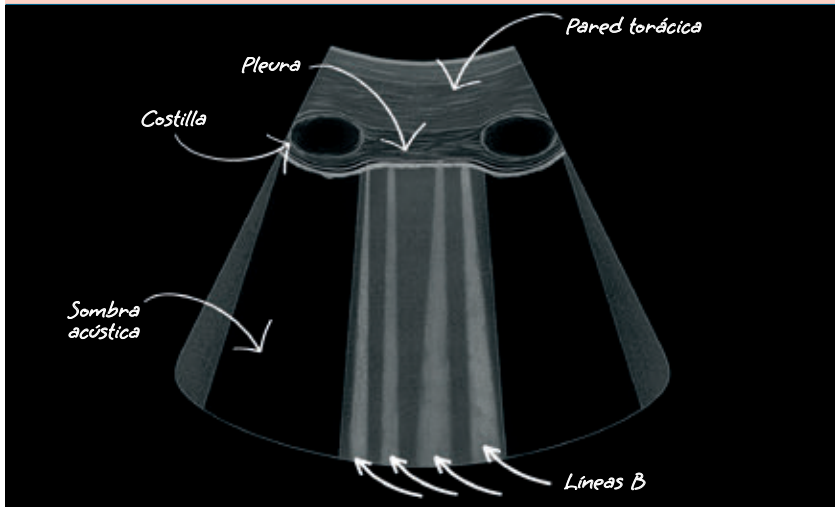
- Puede verse líneas B aisladas (menos de 3 por campo) de forma fisiológica, sobre todo en las bases pulmonares y en pacientes ancianos.
- En ocasiones pueden corresponder a las propias cisuras pulmonares.

En la **TABLA 4-2** se resumen las características principales de las líneas A y B.





FIGURA 4-10.



Patrón de líneas B.

TABLA 4-2.

LÍNEAS A

• Hiperecogénicas. • Horizontales. • Paralelas entre sí. • La distancia entre ellas es la misma que la que existe entre la línea pleural y el transductor.	• Se van atenuando a medida que se alcanzan planos más profundos. • Indican contacto entre pleura y aire.

LÍNEAS B

• Hiperecogénicas. • Verticales. • Parten de la línea pleural. • Alcanzan el final de la pantalla. • Se desplazan con los movimientos respiratorios. • Indican la existencia de septos interlobulillares engrosados y/o alveolos ocupados por líquido en diversas patologías.	• El hallazgo de líneas B aisladas (menos de 3 por campo) puede ser fisiológico, sobre todo en las bases pulmonares y en pacientes ancianos. • Normalmente borran las líneas A, aunque pueden coexistir ambos patrones (en este caso hay que ver qué patrón es el predominante).

Características de las líneas A y B.



LÍNEAS C

Hiperecogénicas y horizontales, pero situadas a una distancia de la pleura que no es múltiplo de la que existe entre la pleura y la sonda.

LÍNEAS E

Hiperecogénicas y verticales, pero que nacen de la pared torácica. Visibles en caso de enfisema subcutáneo.

LÍNEAS Z

Hiperecogénicas, verticales, que nacen de la línea pleural pero no alcanzan el final de la pantalla. No borran las líneas A. Sin significado patológico.

Patrones ecográficos normales. Exploración ecográfica pleuropulmonar normal

El patrón pleuropulmonar indicativo de normalidad es el siguiente:

- Presencia de deslizamiento pleural.
- Patrón de líneas A bajo la línea pleural.
- Presencia del signo de la cortina en los campos posterolaterales (puntos PLAPS).

En la **TABLA 4-3** se resumen los requisitos necesarios para concluir que la exploración ecográfica pulmonar es normal.

TABLA 4-3.	
Campos pulmonares	Realizar un barrido completo y explorar todos los campos pulmonares, comparando los hallazgos en ambos hemitórax.
	Si esto no es posible por la situación clínica del paciente, debe explorarse al menos un campo anterior, uno lateral y el campo posterolateral de cada lado.
Valoración pleural	Presencia de deslizamiento pleural.
	Ausencia de irregularidades o disrupciones pleurales.
Valoración pulmonar (artefactos y hallazgos anatómicos)	Presencia de líneas A.
	Presencia del signo de la cortina o signo del espejo en PLAPS (representa ausencia de derrame pleural).
	Ausencia de patrón B (más de 3 líneas B por campo) y ausencia de patrón de consolidación.

Requisitos necesarios para concluir que la exploración ecográfica pulmonar es normal.





Elaboración de un informe clínico

Una vez concluida la exploración a pie de cama, debe redactarse un informe clínico (**TABLA 4-4**), que formará parte de la exploración física del paciente.

TABLA 4-4.

Nombre del explorador	
Fecha y hora de la exploración	
Momento evolutivo en el que se realiza la exploración	Describir de forma clara y breve si se realiza durante la valoración inicial, antes o después de determinados tratamientos (p. ej., diuréticos), o en el momento del ingreso/alta del paciente.
Descripción de resultados	Se exploran los campos anteriores, laterales y posteriores derechos e izquierdos, observando deslizamiento pleural y patrón de líneas A. Se exploran ambos PLAPS, observando signo de la cortina /signo del espejo/ausencia de derrame pleural/ausencia de patrón de consolidación.

Informe clínico de una ecografía pulmonar normal.

Limitaciones

85

La obesidad y el enfisema subcutáneo dan lugar a imágenes con mala resolución, y por tanto, más difíciles de interpretar.

Las grandes heridas en el tórax, las lesiones cutáneas extensas o la propia situación del paciente (politraumatizado, encamado, etc.) pueden impedir la valoración de todos los campos pulmonares.

Las afecciones parenquimatosas pulmonares que no contacten con la pleura o que no se encuentren dentro de un derrame no serán visibles por ecografía, porque el aire interpuesto atenuará los ecos emitidos. Sin embargo, aproximadamente el 90% de ellas contactan con la pleura.

Errores comunes y consejos

- Si la sonda no está perpendicular a la superficie del pulmón pueden no detectarse las líneas A, por ello se recomienda realizar movimientos de balanceo e inclinación de la sonda cuando esté colocada en el punto de exploración.
- El deslizamiento pleural es menor fisiológicamente en el ápex que en las bases pulmonares, por lo que puede resultar más complejo identificarlo. Para solucionar este problema podemos aplicar **zoom** sobre la imagen obtenida con la sonda cóvex, utilizar la sonda lineal o aplicar el modo *doppler* color sobre la imagen en modo B.



- Es un error común asociar la presencia de líneas A a la existencia de parénquima pulmonar sano bajo la pleura. No hay que olvidar que éstas sólo son artefactos de repetición del eco de la pleura en el aire y que, por tanto, también pueden aparecer en caso de neumotórax.
- No confundir el signo del espejo en PLAPS (que es un artefacto y representa una situación no patológica) con un patrón de consolidación pulmonar.

Conclusiones. Puntos clave

- El parénquima pulmonar no es visible con ecografía, excepto cuando es patológico.
 - La línea pleural debe explorarse con la sonda lineal.
 - Los artefactos bajo la línea pleural deben explorarse con la sonda cóvex (o sectorial en su defecto).
 - Es recomendable explorar todos los campos pulmonares realizando un barrido completo y ordenado de todos ellos.
 - En el estudio de los campos posterolaterales (puntos PLAPS) es imprescindible localizar el diafragma para ubicar los hallazgos observados a nivel del tórax o del abdomen.
 - Hay que establecer siempre una correlación con la clínica y la exploración física del paciente.
 - Se puede utilizar para la valoración de patología pleural y pulmonar en gestantes.
-





Bibliografía

- Colmenero M, García-Delgado M, Navarrete I y López-Medina G. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. *Med Intensiva*. 2010; 34(9): 620-28.
- Corradi F, Via G, Forfori F, et al. Lung ultrasound and B-lines quantification inaccuracy: B sure to have the right solution. *Intensive Care Med*. 2020; 46: 1081-3.
- Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill. *Ann Intensive Care*. 2014; 4 (1).
- Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ. Comparative diagnostic performances of auscultation , chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory syndrome. *Anesthesiology*. 2014; 100: 9-15.
- Martindale JL, Wakai A, Collins SP, Levy PD, Diercks D, Hiestand BC, et al. Diagnosing Acute Heart Failure in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Emerg Med*. 2016; 23: 223-42.
- Nogué Bou R. La ecografía en medicina de urgencias: una herramienta al alcance de los urgenciólogos. *Emergencias*. 2008; 20: 75-7.
- Soni NJ, Arnfield R, Kory P. Ecografía a pie de cama. Fundamentos de la ecografía clínica. Segunda edición. Barcelona (España): Elsevier; 2020.
- Villén Villegas T, Campo Linares R, Alonso Viladot JR, Martínez Mas R, Luque Hernández MJ, Ruiz Durán M, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias*. 2022; 34: 377-87.
- Volpicelli G. Sonographic diagnosis of pneumothorax. *Intensive Care Med*. 2011; 37: 224-32.
- Volpicelli G, Elbarbary M, Blavias M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al; International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012; 38: 577-91.





5

Ecografía clínica en algunas enfermedades pulmonares, diafragma y pared torácica

M.^a Jesús Ripoll Sanchis, M.^a Jesús de la Peña Baixauli,
Isabel Gil Rosa y Jorge Clar Bononad



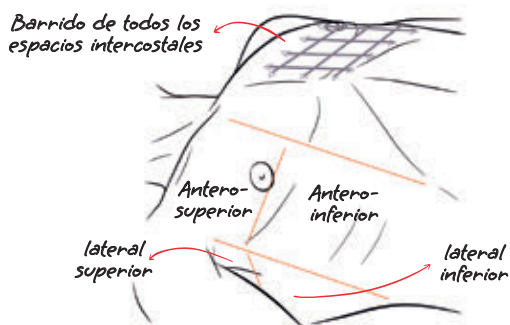
Introducción

La ecografía torácica ha demostrado ser superior a la radiografía simple en muchos casos, tanto para detectar como para descartar enfermedades muy frecuentes (neumotórax, derrame pleural, edema agudo de pulmón y la mayor parte de las consolidaciones), así como para diagnosticar fracturas costales no desplazadas que pueden pasar inadvertidas mediante técnicas convencionales.

Su uso en la práctica clínica debe formar parte de la exploración física rutinaria del paciente, desde el momento de la primera atención hasta el alta o ingreso, incluida la repetición seriada de la ecografía para monitorizar su evolución durante la estancia en urgencias.

Los hallazgos ecográficos deben ser encuadrados dentro de un contexto clínico y una exploración física minuciosa.

FIGURA 5-1.





Objetivos del tema

OBJETIVOS GENERALES

- Comprender que la alteración de la relación normal entre aire y líquido dentro del parénquima pulmonar como consecuencia de determinadas enfermedades da lugar a distintos patrones ecográficos que debemos saber interpretar.
- Conocer los patrones ecográficos patológicos más frecuentes y su correlación con determinadas enfermedades.
- Saber qué tipo de sonda nos proporcionará una imagen óptima según las estructuras a valorar.
- Conocer la distribución gravitacional de las patologías más frecuentes: el aire se acumula en las zonas más elevadas (neumotórax) y el líquido y las consolidaciones, en las zonas más declives (derrame pleural, neumonías).

OBJETIVOS SEGÚN LA PATOLOGÍA U ÓRGANO A EVALUAR

- Conocer los patrones ecográficos que confirman y descartan un neumotórax.
- Aprender a visualizar un derrame pleural, estimar su cuantía, clasificarlo ecográficamente y aproximarnos a la etiología más probable (trasudado/exudado).
- Conocer el patrón ecográfico del síndrome intersticial y qué patologías lo presentan. Conocer los signos ecográficos que nos ayudarán en el diagnóstico diferencial entre ellas.
- Conocer el patrón ecográfico de consolidación pulmonar, su significado, y sus diferentes estadios evolutivos. Conocer los signos que nos ayudarán en el diagnóstico diferencial entre neumonía y atelectasia.
- Conocer la imagen ecográfica de un infarto pulmonar.
- Valoración de la función diafragmática y su utilidad en urgencias.
- Conocer los signos ecográficos que presentan las fracturas costales y del esternón.



Neumotórax

La ecografía es muy sensible para la detección de neumotórax y para la valoración de su extensión. Constituye una herramienta fundamental en muchas situaciones en las que hay que diagnosticar o excluir su presencia, como en el caso de:

- Traumatismo torácico.
- Tras la realización de procedimientos invasivos en el tórax como la inserción de una vía central.
- Dolor torácico de carácter pleurítico.
- Evaluación de cualquier paciente con disnea o inestabilidad hemodinámica.
- Comprobar la resolución de un neumotórax tras el procedimiento de drenaje.

TÉCNICA DE EXAMEN

La sonda óptima para su estudio es la lineal. En su defecto, se puede utilizar una sonda de cualquier otro tipo. Ante la sospecha de neumotórax se debe “buscar” en primer lugar en las zonas más elevadas el tórax. Con el paciente en decúbito supino, se exploran los campos anteriores y se va desplazando la sonda lateralmente, analizando los signos que apoyen o descarten la enfermedad en cada campo pulmonar.

92

IMAGEN ECOGRÁFICA

Ausencia de deslizamiento pleural

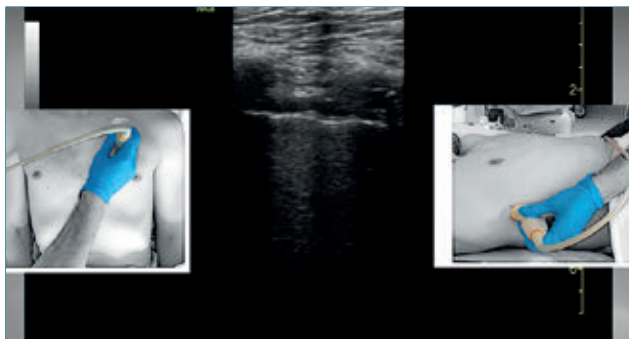
Al no existir contacto entre ambas hojas pleurales, el **deslizamiento pleural** está **ausente** (**VÍDEO 5-1**). La presencia de deslizamiento pleural excluye el diagnóstico de neumotórax en el campo explorado, con un valor predictivo negativo del 100%. Sin embargo, su ausencia no es concluyente por sí sola para el diagnóstico, pues puede estar abolido en otras situaciones como adherencias pleurales y pleurodesis, derrame pleural, intubación selectiva de un

VÍDEO 5-1.

Ausencia de
deslizamiento
pleural.



Escanee el código QR
para visualizar el video





bronquio, procesos inflamatorios de la pleura secundarios a neumonías, contusiones pulmonares, fibrosis pulmonar, EPOC, etc.

Patrones A y B

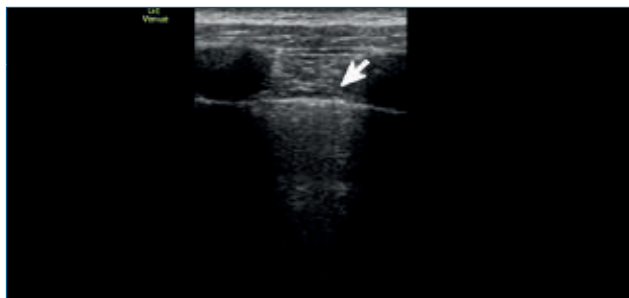
El patrón de **líneas A** está **presente**, pues tras la línea pleural existe aire. Sin embargo, **la presencia de líneas B excluye el diagnóstico**, pues para que éstas estén presentes debe haber contacto entre la pleura parietal, por un lado, y la pleura visceral y el parénquima pulmonar, por otro.

Punto pulmón

Tiene una especificidad del 100% para el diagnóstico de neumotórax. El **punto pulmón** (**VÍDEO 5-2**), es la transición entre la zona donde existe deslizamiento pleural y la zona donde éste está abolido (donde comienza el neumotórax). Además de confirmarlo, nos permite valorar su magnitud. Cuanto más lateral se localiza el punto pulmón, más extenso es el neumotórax. Cuando el neumotórax es completo no existe el punto pulmón, pues no hay zona de contacto entre ambas hojas pleurales.

Pulso pulmón

Es un signo más difícil de encontrar. Consiste en la transmisión del latido cardíaco a la pleura cuando ambas hojas están en contacto. Se observará como una pulsación de la línea pleural (**VÍDEO 5-3**). Su hallazgo **excluye el diagnóstico de neumotórax**.



VÍDEO 5-2.

Punto pulmón.



Escanee el código QR para visualizar el video



VÍDEO 5-3.

Pulso pulmón.



Escanee el código QR para visualizar el video



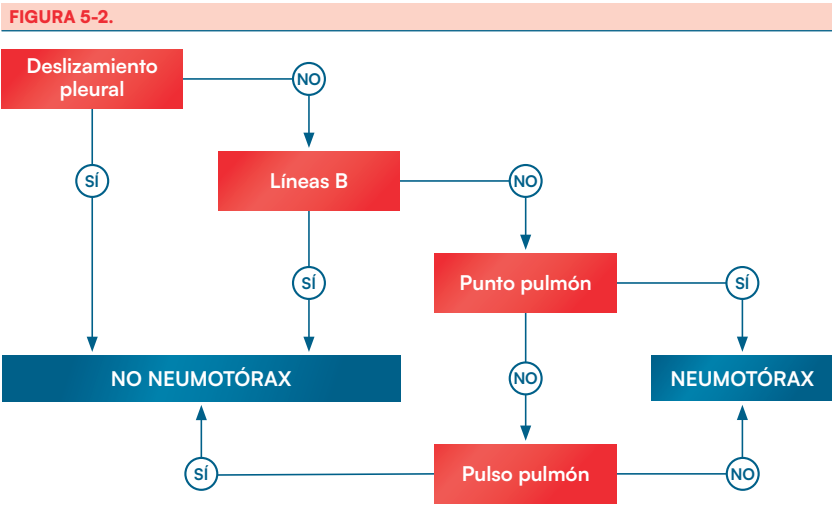
HALLAZGOS ECOGRÁFICOS QUE APOYAN Y EXCLUYEN NEUMOTÓRAX EN EL CAMPO EXPLORADO

TABLA 5-1.

HALLAZGOS QUE APOYAN EL DIAGNÓSTICO DE NEUMOTÓRAX EN EL CAMPO EXPLORADO	HALLAZGOS QUE EXCLUYEN EL DIAGNÓSTICO DE NEUMOTÓRAX EN EL CAMPO EXPLORADO
Ausencia de deslizamiento pleural.	Presencia de deslizamiento pleural.
Presencia de líneas A.	Presencia de líneas B.
Hallazgo del punto pulmón.	Hallazgo del signo del pulso pulmón.
	Presencia de patrón de consolidación.

Hallazgos ecográficos que apoyan y excluyen el diagnóstico de neumotórax en el campo explorado.

ALGORITMO DIAGNÓSTICO DE NEUMOTÓRAX



Algoritmo diagnóstico de neumotórax.

Fuente: Volpicelli G, et al. Intensive Care Med. 2012;38:577-91.

Derrame pleural

Es la acumulación de líquido entre pleura parietal y visceral en cantidad superior a la normal. Fisiológicamente hay unos 5 ml de líquido entre ambas, que hace posible el deslizamiento pleural durante la respiración.

La ecografía tiene una serie de ventajas frente a la radiografía simple (sobre todo cuando ésta se realiza en decúbito supino):





- Mayor sensibilidad en la detección del derrame: mediante ultrasonidos se pueden detectar cantidades desde 20 ml y derrames de 100 ml son visibles hasta en el 100% de los casos.
- Se puede utilizar el modo *doppler* color para detectar el flujo del líquido con los movimientos respiratorios, y así ayudar a diagnosticar los derrames más pequeños.
- Visualizar consolidaciones (neumonías, atelectasias, neoplasias, etc.) dentro del propio derrame que no serían visibles mediante radiografía simple.
- Cuantificar la cantidad de líquido de forma relativamente sencilla.

TÉCNICA DE EXAMEN

Es recomendable utilizar una sonda cónvex.

El derrame se localiza generalmente en zonas declives (excepto cuando está loculado); por tanto, en pacientes en decúbito supino se “busca” en los puntos PLAPS de ambos hemitórax, donde se coloca la sonda en sentido longitudinal a nivel de la línea axilar posterior, inclinándola hacia la parte delantera del tórax y con la marca en posición cefálica.

Se localiza el hígado o el bazo y el diafragma de cada hemitórax y se va ascendiendo hacia campos superiores.

95

IMAGEN ECOGRÁFICA

El derrame pleural se visualiza como un acúmulo de líquido hipoeoico localizado por encima del diafragma. El pulmón adyacente a la pleural visceral se desplaza dentro del derrame con los movimientos respiratorios (**VÍDEO 5-4**).

En la **TABLA 5-2** se resumen los signos ecográficos asociados a derrame pleural.



VÍDEO 5-4.
Derrame pleural.



Escanee el código QR
para visualizar el video



TABLA 5-2.

El pulmón adyacente a la pleural visceral se desplaza con los movimientos respiratorios. Este desplazamiento puede observarse en modo B o puede aplicarse el modo M, donde observaremos un trazado sinusoidal correspondiente al movimiento de la pleura visceral (**signo del senoide**) (**VIDEO 5-5**).

En situaciones normales, en los campos posterolaterales (PLAPS) el raquis no es visible por encima del diafragma, pues el aire del pulmón se interpone entre ellos. Si hay derrame pleural, los ultrasonidos se transmiten bien en el líquido y el **raquis** se hace **visible**.

Atelectasia pulmonar (generalmente de los lóbulos inferiores) **flotando** en un derrame pleural importante. Visible en PLAPS.

El derrame, de aspecto anecoico o hipoecoico, aparece delimitado por cuatro líneas que forman un **cuadrilátero**: dos verticales, correspondientes a las sombras costales que delimitan el campo valorado, una horizontal, correspondiente a la pleura parietal, y la última, paralela a la anterior, que se corresponde con la pleura visceral y al pulmón adyacente a ella.

Presencia de imágenes puntiformes, laminares o formando capas, **móviles** e **hiperecogénicas** dentro del derrame. Indicativas de origen exudativo.

Septos o tabiques pleurales: imágenes lineales hiperecogénicas unidas a la pleura, correspondientes a depósitos de fibrina. Pueden ser finos y móviles o gruesos y prácticamente inmóviles. Indicativos de origen exudativo.

Desplazamiento de los ecos internos de un derrame **con el latido cardiaco**. Generalmente indicativo de exudado.

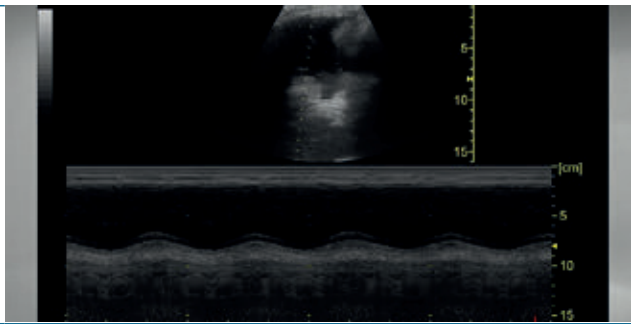
Signos ecográficos asociados a derrame pleural.

VÍDEO 5-5.

Signo del senoide.



Escanee el código QR para visualizar el video



CLASIFICACIÓN ECOGRÁFICA Y APROXIMACIÓN ETIOLÓGICA. TRASUDADO Y EXUDADO

El diagnóstico etiológico del derrame pleural es analítico. No obstante, su apariencia ecográfica resulta muy útil para diferenciar entre un exudado y un trasudado (**TABLAS 5-3 y 5-4** y **FIGURA 5-3**).

Los **hemotórax** inicialmente son anecoicos, pero a medida que la sangre se coagula comienzan a visualizarse ecos en su interior que pueden corresponder a trombos (o a septos en fases más avanzadas).





TABLA 5-3.

SIMPLES	
Características	Son anecoicos . Fluyen libremente con los movimientos respiratorios (el modo <i>doppler</i> color facilita la visualización de dicho movimiento). No se acompañan de engrosamientos pleurales ni de consolidaciones .
Aproximación etiológica	Los derrames simples son, por lo general, trasudados , aunque no en el 100% de los casos. Los trasudados crónicos pueden no ser completamente anecoicos. Hay derrames pleurales simples que son de origen exudativo .
COMPLEJOS	
Características	Contienen ecos en su interior: puntiformes, filamentosos o en forma de tabiques. Suelen asociar irregularidades pleurales . Pueden asociar consolidaciones .
Subclasificación	▪ No tabicados: sin septos. ▪ Tabicados: contienen septos. ▪ Ecogenicidad difusa: que puede ser homogénea o heterogénea.
Aproximación etiológica	Son casi siempre exudados . El 100% de los tabicados son exudados . Los derrames con ecogenicidad difusa suelen ser hemotórax o empiemas .

Clasificación de los derrames pleurales según sus características ecográficas.

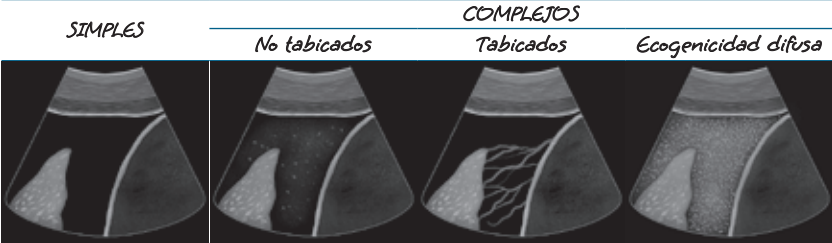
TABLA 5-4.

TRASUDADO	EXUDADO
Signos ecográficos	
Signos ecográficos que apoyan el diagnóstico de TRASUDADO	Signos ecográficos que apoyan el diagnóstico de EXUDADO
Derrames anecoicos.	Derrames complejos.
No asocian consolidaciones.	Pueden asociar consolidaciones.
Pleura regular.	Irregularidades y engrosamientos pleurales.
Mecanismo de producción	
Aumento de la presión hidrostática o disminución de la presión oncótica.	Aumento de la permeabilidad capilar.
Causas más frecuentes	
▪ Insuficiencia cardíaca ▪ Cirrosis hepática ▪ Síndrome nefrótico	▪ Infecciones ▪ Traumatismos: hemotórax ▪ Procesos neoplásicos

Trasudado y exudado: signos ecográficos diferenciales, mecanismo de producción y causas más frecuentes.



FIGURA 5-3.



Clasificación ecográfica del derrame pleural.

Ecográficamente, los **empiemas** y los **derrames paraneumónicos** suelen presentar ecos uniformes en su interior. Posteriormente pueden localarse, y cuando están más evolucionados se observa adherencia entre ambas pleuras (ausencia de *sliding*), además de asociar consolidaciones en su proximidad. Los derrames localados pueden estar presentes en zonas no declives, por lo que ante una clínica sugestiva debemos estudiar todos los campos pulmonares para detectarlos.

ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN

Existen múltiples técnicas y fórmulas para estimar el volumen de un derrame pleural. La más sencilla es la fórmula de Balik (**FIGURA 5-4**):

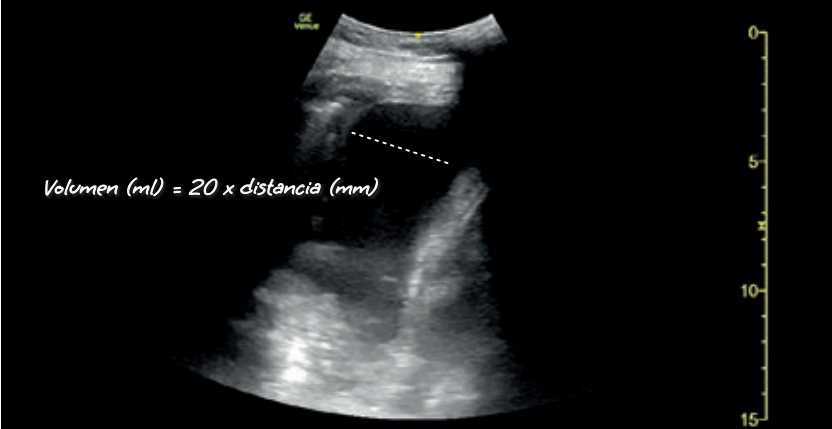
Volumen del
derrame (ml)

=

20 x separación máxima
entre ambas hojas pleurales*

*En milímetros. Medirla entre el diafragma y la base del pulmón visualizado, en la porción basal de la línea axilar posterior, con la sonda en sentido longitudinal y el paciente en decúbito supino.

FIGURA 5-4.



Técnica y fórmula de Balik para estimar el volumen de un derrame pleural.





Síndrome intersticial

En términos ecográficos, el síndrome intersticial es un conjunto de signos que vienen determinados por el engrosamiento de los septos interlobulillares y/o la ocupación de los alveolos por líquido.

En ambos casos, se generan unos artefactos, las **líneas B**, que están presentes en múltiples procesos patológicos muy frecuentes en los servicios de urgencias.

La ecografía pulmonar es más sensible y específica que la radiografía simple de tórax, porque:

- Detecta más precozmente las afecciones intersticiales o intersticio-alveolares de cualquier origen.
- La ausencia de patrón B descarta la existencia de síndrome intersticial en pacientes con disnea.
- Facilita el diagnóstico diferencial entre causa cardiogénica o pulmonar de la disnea.

La ecografía, aunque no es capaz de establecer la causa concreta ni la naturaleza del líquido que se acumula, puede servir de ayuda en la aproximación diagnóstica dentro de un contexto clínico y una exploración física completa.

99

TÉCNICA DE EXAMEN

Es recomendable la utilización de la sonda cónvex. Para el estudio de eventuales alteraciones pleurales asociadas es preferible el uso de la sonda lineal.

Se requiere la valoración de todos los campos pulmonares posibles para establecer un mapa de distribución de las líneas B (bilateralidad, simetría entre ambos hemitórax, distribución parcheada u homogénea, asociación con otros signos ecográficos, etc.) que nos ayudará en el diagnóstico diferencial de las diversas entidades que cursan con “patrón B”.

IMAGEN ECOGRÁFICA

En condiciones normales podemos encontrar líneas B sin significado patológico.

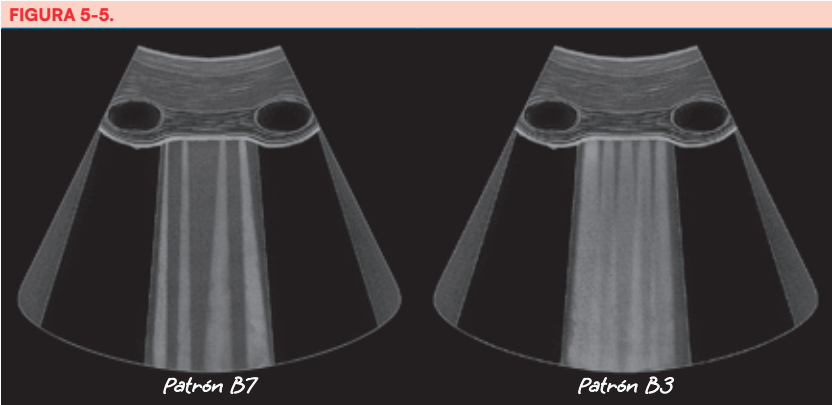
En este sentido, para que un campo pulmonar se considere positivo debe haber **3 o más líneas B**, y para definir un síndrome intersticial debe haber **2 o más campos pulmonares afectos**.

Según el número de líneas B presentes en un campo pulmonar podemos distinguir dos patrones fundamentales: B3 y B7 (**TABLA 5-5** y **FIGURA 5-5**).



TABLA 5-5.		
PATRÓN	DISTANCIA ENTRE LÍNEAS B A NIVEL DE LA PLEURA	SUGIERE ACUMULACIÓN DE LÍQUIDO A NIVEL
B7	Mayor o igual a 7 mm	Septal
B3	Igual o menor de 3 mm	Alveolar

Cuantificación de líneas B. Patrones B7 y B3.



Patrones B7 y B3.

PATOLOGÍAS QUE CURSAN CON SÍNDROME INTERSTICIAL. APROXIMACIÓN AL DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL MEDIANTE ECOGRAFÍA

Los procesos pulmonares más frecuentes que cursan con “patrón B” son:

Con distribución unilateral

- Neumonías.
- Atelectasias.
- Contusiones pulmonares.
- Infartos pulmonares.
- Neoplasias.

Con distribución bilateral

- Edema agudo de pulmón (EAP): ocupación de septos y alveolos por líquido, secundario a un aumento de presión hidrostática en el contexto de una insuficiencia cardíaca
- Síndrome de distrés respiratorio del adulto (SDRA): ocupación de septos y alveolos por líquido, secundario a un aumento de la permeabilidad capilar. Su causa más frecuente es la sepsis. Otras causas: inhalación de tóxicos, pancreatitis graves, neumonías severas, etc.





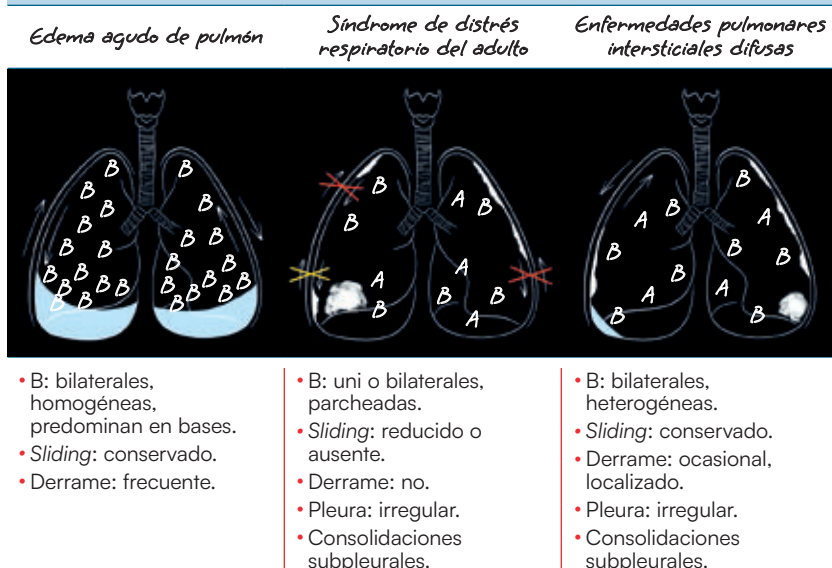
- Enfermedades pulmonares intersticiales difusas (EPID): neumonías intersticiales, fibrosis pulmonar, colagenopatías, sarcoidosis, etc.

Existen una serie de hallazgos ecográficos muy útiles en el diagnóstico diferencial de estas entidades (**FIGURA 5-6**):

Edema agudo de pulmón cardiogénico (EAP)

- Patrón B de distribución **bilateral y simétrica**.
- **El número de líneas B está relacionado con la severidad de la congestión**, pudiendo llegar a ser confluyentes.
- La ecografía es más precoz que la radiografía en la detección de signos de congestión. Es capaz de detectar la ocupación de los septos por líquido antes de que éste alcance los alveolos y, por tanto, antes de que se vea afectado el intercambio gaseoso.
- También permite **monitorizar la respuesta** al tratamiento instaurado, detectando con mayor antelación que la radiografía simple la mejoría de la congestión. El número de líneas B va disminuyendo si la respuesta al tratamiento es óptima.
- Con frecuencia asocia **derrame pleural** unilateral o bilateral, de aspecto anecoico.
- La pleura no está afectada; por tanto, el **deslizamiento pleural** está **presente**.

FIGURA 5-6.



Diagnóstico diferencial entre enfermedades que cursan con patrón intersticial bilateral.



Síndrome de distrés respiratorio del adulto (SDRA)

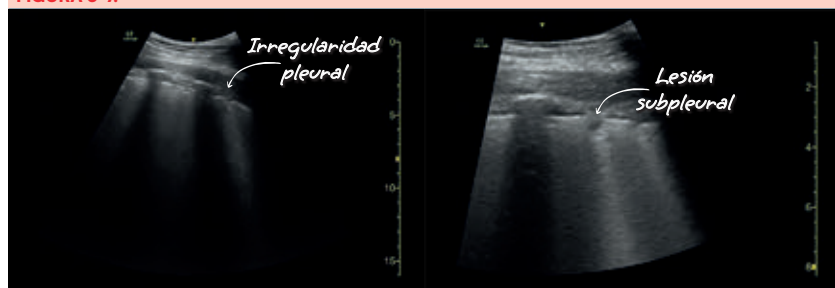
- Patrón B con **distribución unilateral o bilateral y heterogénea (parcheada)**, que se intercala con áreas donde predomina el patrón de líneas A.
- Suele asociar inflamación pleural, por lo que es frecuente encontrar **irregularidades pleurales**: disruptions, engrosamientos, etc. y **disminución** e incluso ausencia de **deslizamiento pleural**.
- Con frecuencia se observan **lesiones subpleurales**: hipoecoicas, de base pleural, con límites imprecisos (**FIGURA 5-7**).

Enfermedades pulmonares intersticiales difusas (EPID)

- Distribución de **líneas B bilateral, difusa y heterogénea** (dicha distribución tiene muy buena correspondencia con las áreas afectadas en el TAC).
- La pleura suele estar afectada, con frecuencia se encuentran **disrupciones o engrosamientos pleurales**.
- Pueden observarse **lesiones subpleurales**.
- Al tratarse de enfermedades crónicas, los hallazgos ecográficos no serán de nueva instauración, lo que también contribuye a diferenciarlas del resto de patologías

102

FIGURA 5-7.



Irregularidad pleural. Lesión subpleural.

Consolidación

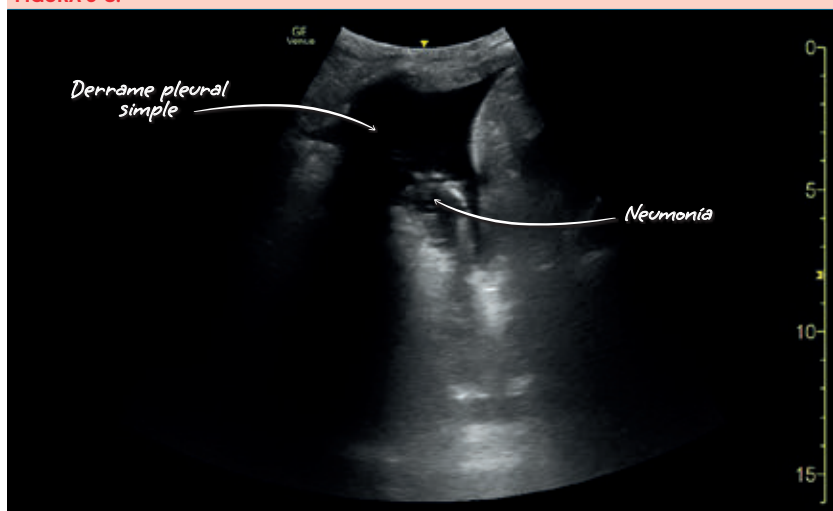
El concepto ecográfico de consolidación pulmonar hace referencia a un patrón ecográfico típico, que puede ser secundario a múltiples causas: neumonías, atelectasias (obstructivas o no obstructivas), tumores, infartos pulmonares, contusiones, etc.

La ecografía clínica pulmonar es una herramienta muy útil para el diagnóstico, siendo capaz de detectar consolidaciones que no son visibles mediante radiografía simple, como en los casos en los que éstas se asocian a derrame pleural (**FIGURA 5-8**). Sin embargo, para ser visibles ecográficamente, han de





FIGURA 5-8.



Neumonía con derrame pleural simple asociado.

contactar con la pleura, ya que, de otro modo, el aire interpuesto entre la sonda y la consolidación impediría su visualización. No obstante, la mayor parte de las consolidaciones son subpleurales. Además, es fundamental que cuando se observe dicho patrón en campos inferiores se identifique el diafragma, para poder localizar como intratorácica la lesión.

TÉCNICA DE EXAMEN

Para su estudio es recomendable la utilización de la sonda cónvex. Para el estudio de eventuales alteraciones pleurales asociadas es recomendable el uso de la sonda lineal.

Deben explorarse todos los campos pulmonares posibles para detectar patrón de consolidación en pacientes con clínica sugestiva. Debemos ser exhaustivos en la exploración de las zonas donde el paciente refiere dolor de carácter pleurítico.

IMAGEN ECOGRÁFICA

A medida que el aire va desapareciendo del parénquima, por cualquiera de las causas anteriormente citadas (acúmulo de moco, pus, sangre, material inflamatorio, progresión neoplásica, etc.), el área afectada del pulmón se va transformando en una zona densa y se va haciendo visible ecográficamente. Durante todo este proceso, pueden detectarse diversos signos ecográficos que muestran la evolución de la proporción entre aire y líquido presentes



en el pulmón (**FIGURA 5-9**). A medida que el líquido se va acumulando en septos y alveolos, o bien éstos se colapsan, el aire va desapareciendo progresivamente y el número de líneas B va aumentando (patrón intersticial, inicialmente B7), éstas comienzan a confluir (patrón B3) y finalmente, cuando el aire prácticamente ha desaparecido, el pulmón afecto toma un aspecto ecográfico similar al del parénquima hepático, imagen conocida como “hepatización del pulmón” o “patrón tisular” (patrón de consolidación) (**TABLA 5-6**).

TABLA 5-6.

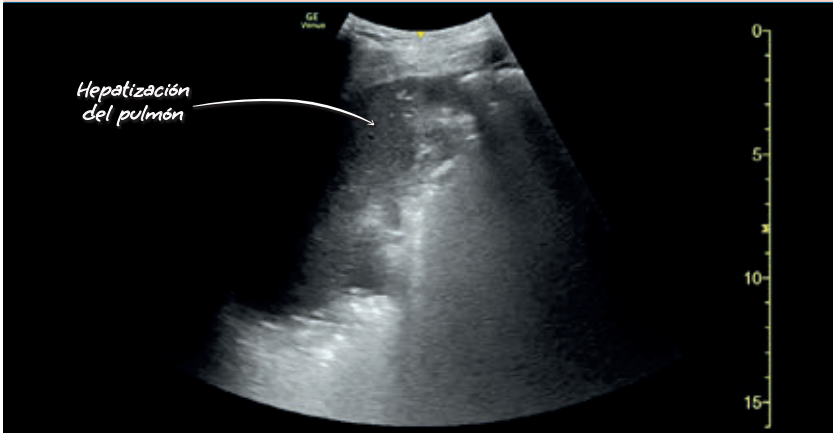
Patrón tisular o de “hepatización del pulmón”	Consolidación densa, similar a la apariencia ecográfica del hígado, que refleja la práctica ausencia de aire en el parénquima pulmonar
Lesiones subpleurales	Hipoecoicas, irregulares. Asociadas a irregularidad pleural.
Límite profundo irregular	El límite profundo de la zona consolidada suele ser irregular.
Desaparición del patrón de líneas A	
Líneas B marginales	Es frecuente la presencia de líneas B en los márgenes de la zona consolidada.
Broncograma aéreo	Presencia de patrón moteado con zonas hiperecogénicas dentro de la consolidación, correspondientes al aire residual que ha quedado atrapado. Dicho broncograma puede ser de dos tipos: • Dinámico: las imágenes hiperecogénicas se desplazan dentro de la consolidación con los movimientos respiratorios. Representa la movilización de las secreciones bronquiales con la respiración: muy sugestivo de neumonía. • Estático: dichas imágenes hiperecogénicas no se mueven con la respiración. Representa las burbujas de aire retenido detrás de una obstrucción, como ocurre en las atelectasias.
Broncograma líquido	Apariencia de tubos ramificados anecoicos correspondientes a las secreciones que rellenan los bronquios. Característico de los procesos neumónicos.

Signos ecográficos de consolidación pulmonar (**FIGURAS 5-9 y 5-10**).



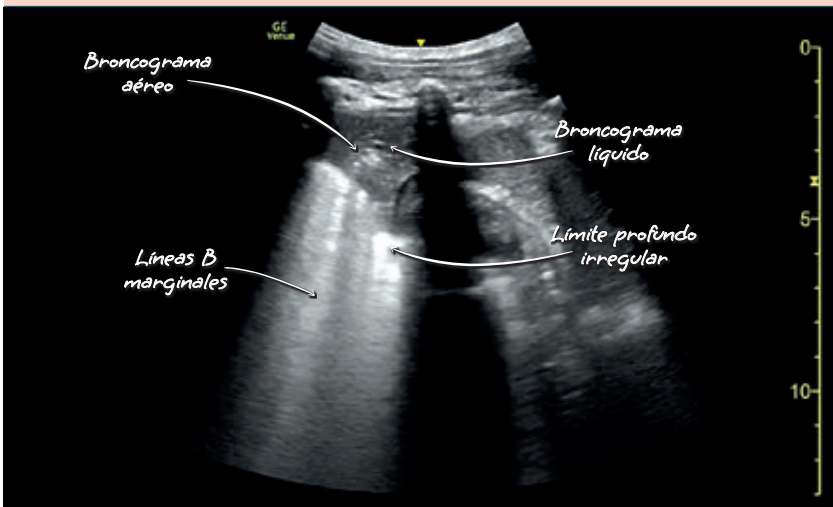


FIGURA 5-9.



“Hepaticación” del pulmón.

FIGURA 5-10.



Signos ecográficos de consolidación pulmonar

PATOLOGÍAS QUE CURSAN CON PATRÓN DE CONSOLIDACIÓN. APROXIMACIÓN AL DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL MEDIANTE ECOGRAFÍA

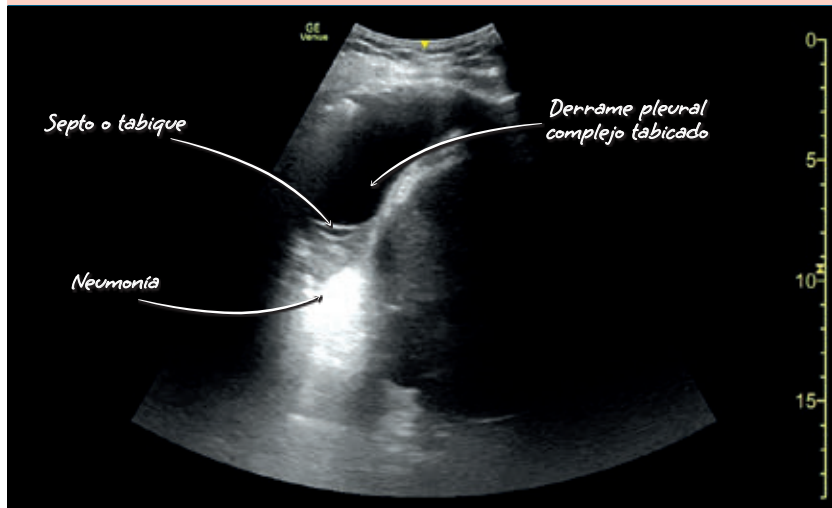
Son múltiples las entidades que pueden cursar con patrón de consolidación: neumonías, atelectasia, infartos pulmonares, contusiones, tumores, etc. La ecografía a pie de cama es de utilidad en Urgencias para una correcta aproximación diagnóstica, siempre apoyada en los síntomas y signos que presenta el paciente.



Patrón ecográfico de neumonía

- Patrón tisular o de “hepatización”.
- Limite profundo irregular.
- Broncograma aéreo dinámico.
- Broncograma líquido.
- Las neumonías intersticiales cursan con patrón de líneas B.
- Pleura adyacente afecta: disrupciones, engrosamientos, disminución o ausencia del deslizamiento pleural, etc.
- Posible asociación con derrame pleural, que puede ser de aspecto simple o complicado (**FIGURA 5-11**).
- Hipervascularización en su interior, valorable con *doppler color*.

FIGURA 5-11.



Neumonía asociada a derrame pleural complejo tabicado.

Patrón ecográfico de atelectasia

Hay dos tipos según su mecanismo de producción (**FIGURA 5-12** y **TABLA 5-7**):

- Atelectasias compresivas: secundarias a compresión extrínseca.
- Atelectasias obstructivas: por obstrucción intrínseca de la vía aérea.

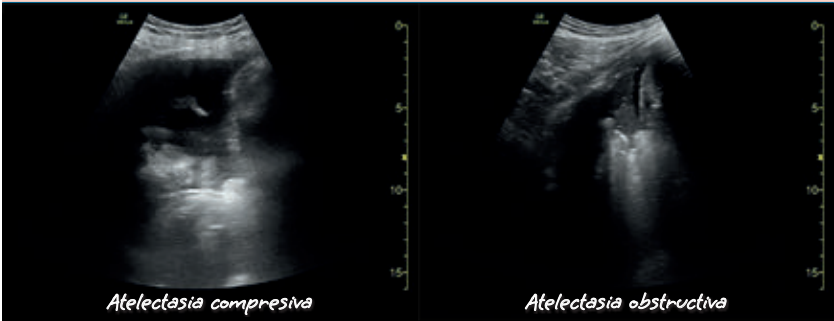
Patrón ecográfico de infarto pulmonar

- Lo más frecuente es encontrar un patrón pulmonar normal: deslizamiento pleural presente + patrón A.





FIGURA 5-12.



Atelectasia compresiva y atelectasia obstructiva.

TABLA 5-7.	
ATELECTASIA COMPRESIVA	ATELECTASIA OBSTRUCTIVA
Derrame pleural importante (causante de la atelectasia).	Si hay derrame, la cuantía de éste no justifica la atelectasia.
Ausencia de broncograma líquido.	Broncograma líquido (ocasionado por las secreciones retenidas).
Reventilación parcial durante la inspiración.	Ausencia de reventilación durante la inspiración, pues el aire no entra en la vía aérea distal.
	Puede estar presente el signo del pulso pulmón.

Patrón ecográfico característico y diagnóstico diferencial entre atelectasia compresiva y obstructiva.

- En caso de ser visibles ecográficamente, los infartos pulmonares tienen las siguientes características (**FIGURA 5-13**):
 - Se suelen encontrar en campos posteroinferiores.
 - Una o varias lesiones hipoeoicas pequeñas, triangulares, de base pleural, bien delimitadas, sin vascularización en su interior (sin señal *doppler* color).
 - Puede haber líneas B en sus bordes.

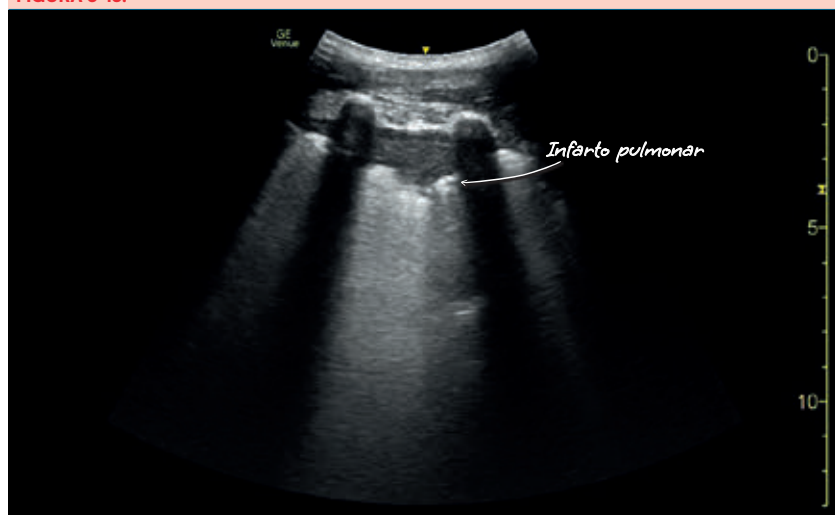
Ecografía clínica pulmonar en el paciente asmático y con EPOC

En pacientes con asma y EPOC, la obstrucción al flujo aéreo ocasiona hiperinflación pulmonar, que, en caso de ser severa, da lugar a reducción del deslizamiento pleural. El patrón ecográfico característico es:

- Deslizamiento pleural presente o reducido.
- Patrón de líneas A.



FIGURA 5-13.



Infarto pulmonar.

Función diafragmática

El diafragma es el músculo principal de la respiración y responsable de la movilización del 75% del volumen de aire pulmonar. Tiene forma de cúpula y separa la cavidad torácica de la abdominal. Desde su parte media tendinosa parten fibras musculares radiadas que lo unen al esternón, a las costillas y a las vértebras lumbares. Los arcos costales anteriores son más altos que los posteriores, por lo que la inserción del diafragma es más alta en la parte anterior. Se denomina **zona de aposición** a la zona inferolateral costal donde el diafragma se inserta en la caja torácica.

TÉCNICA DE EXAMEN

Para valorar la función del diafragma se estudian dos variables (**FIGURA 5-14**):

- La excursión diafragmática
- El engrosamiento diafragmático

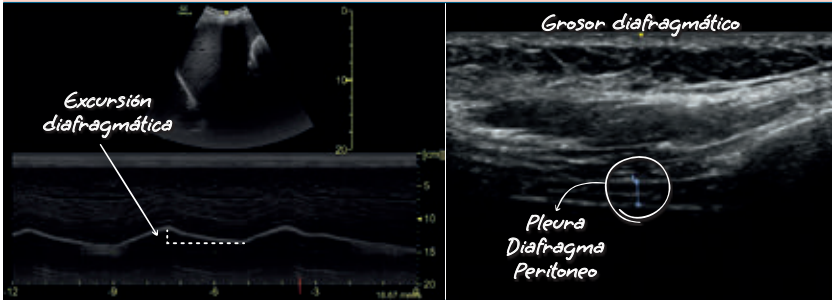
Valoración de la excursión diafragmática

Paciente en decúbito supino. Se utiliza una sonda sectorial o cóncava que se coloca entre las líneas medioclavicular y axilar anterior, debajo del margen costal derecho o izquierdo, en dirección longitudinal y con la marca en posición cefálica. En modo B se observa el diafragma como una línea curva hiperecogénica sobre el hígado o el bazo. En el lado derecho, el hígado suele





FIGURA 5-14.



Valoración de la función diafragmática: excursión y grosor diafragmáticos.

ofrecer una buena ventana acústica para la visualización del diafragma. Sin embargo, en el lado izquierdo el aire gástrico dificulta su visualización. Una vez localizado el hemidiafragma, se debe orientar la sonda perpendicularmente al tercio medio o al posterior de dicho hemidiafragma. Con el modo M sobre ese punto, se obtendrá un trazado sinusoidal que representa los movimientos del diafragma durante la inspiración y espiración. En condiciones normales, durante la inspiración la cúpula del diafragma desciende, acercándose a la sonda y generando una onda positiva o ascendente, y durante la espiración el desplazamiento craneal del diafragma lo aleja de la sonda y se genera una onda negativa o descendente. Se medirá la excursión diafragmática o desplazamiento máximo del diafragma durante la inspiración (centímetros), la velocidad de contracción diafragmática (pendiente, centímetros/segundo), el tiempo inspiratorio o tiempo necesario para contraerse (segundos) y la duración del ciclo (segundos) (**TABLA 5-8**).

109

Valoración del grosor o espesor del diafragma (Delta de engrosamiento diafragmático o porcentaje de engrosamiento del diafragma)

Con una sonda lineal entre las líneas axilar anterior y media, a nivel del 8.º al 10.º espacio intercostal, se busca la zona de aposición del diafragma.

Con el modo B, por debajo de los músculos intercostales y tejido celular subcutáneo, a una profundidad de 1,5-3,5 centímetros, identificaremos tres capas,

TABLA 5-8.

	VARONES	MUJERES
Excursión diafragmática	1,8 +/- 0,3 cm	1,6 +/- 0,3 cm
Velocidad de contracción	1,3 +/- 0,4 cm/s	

Valores normales de excursión diafragmática durante una respiración tranquila.



siendo las dos capas hiperecogénicas la pleura y el peritoneo, y en medio de ambas, el músculo diafragmático, que se observa como una estructura menos ecogénica.

Se mide la distancia entre la pleura y el peritoneo durante la inspiración profunda, observándose un incremento en el grosor diafragmático y una disminución del grosor al final de la espiración, al alcanzar el volumen residual, utilizando tanto modo B como M.

El índice de engrosamiento o fracción de engrosamiento diafragmático (FED) se calcula usando el modo M:

$$\text{FED (\%)} = \frac{\text{Espesor al final de la inspiración} - \text{Espesor al final de la espiración}}{\text{Espesor al final de la espiración}} \times 100$$

En la **TABLA 5-9** se muestran los valores normales del grosor diafragmático.

TABLA 5-9.		
Grosor diafragmático	Capacidad residual funcional	1,8 +/- 3 mm
	Al final de una espiración normal	2,2 - 2,8 mm
	Tras inspiración máxima	Mayor o igual a 4 mm (menor de 2 mm indica atrofia diafragmática)
Fracción de engrosamiento	Mayor o igual al 20%	

Valores normales de grosor diafragmático.

UTILIDAD EN URGENCIAS

Comprobación de la correcta intubación orotraqueal

Ambos hemidiafragmas tienen una correcta excursión diafragmática. En caso de intubación selectiva del bronquio principal derecho, no habrá excursión del diafragma izquierdo, a no ser que existiera una parálisis diafragmática previa, donde se vería que, a pesar de retirar el tubo hasta su posición correcta, persiste una inmovilidad del hemidiafragma izquierdo.

Disfunción, debilidad o atrofia diafragmática

En pacientes con lesión del nervio frénico, en enfermedades neuromusculares, después de cirugía abdominal o cardíaca y en pacientes críticos con ventilación mecánica. Puede afectar a uno o ambos hemidiafragmas. Para evaluar cualquier debilidad o atrofia del diafragma se puede medir el grosor del diafragma. Una FED inferior al 20% sugiere debilidad o parálisis diafragmática. El espesor del diafragma puede representar atrofia, mientras que la fracción de engrosamiento representa la actividad inspiratoria del diafragma y será el indicador del esfuerzo





respiratorio y el más útil en pacientes ventilados. La excursión diafragmática no se debe usar para valorar cuantitativamente la actividad contráctil del diafragma. Una disfunción diafragmática puede provocar fallo respiratorio asociado a hipercapnia y, en casos más graves, ocasionar hipoxemia.

Parálisis diafragmática

En la parálisis unilateral o bilateral, la presión negativa generada por los otros músculos respiratorios en la inspiración hace que el diafragma se mueva pasivamente en sentido craneal en lugar de caudalmente. El trazo en modo M del lado paralizado muestra la ausencia de movimiento activo o paradójico (es decir, en dirección cefálica o alejándose de la sonda).

Fracturas costales y esternales

La ecografía es una herramienta útil en la detección de fracturas costo-contrales y esternales, sobre todo en las no desplazadas. Tiene mayor sensibilidad que la radiología simple.

Permite, además, diagnosticar complicaciones asociadas, ya sean leves, como los hematomas periósticos y los desplazamientos de fragmentos, o complejas, como neumotórax y hemotórax.

111

TÉCNICA DE EXAMEN

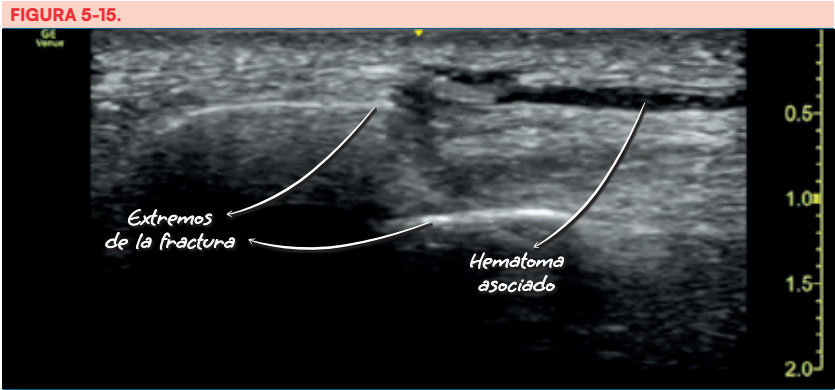
Se comienza palpando el tórax del paciente, para localizar la zona de mayor sensibilidad al dolor. Se recomienda utilizar una sonda lineal y comenzar la exploración unos centímetros antes de dicha zona y terminarla unos centímetros después. En primer lugar, colocamos la sonda en dirección longitudinal, con la marca en sentido cefálico.

Una vez localizada la costilla, se gira la sonda 90° para poder realizar un recorrido en su eje largo. Es importante explorar las costillas adyacentes para descartar lesiones en las mismas. En la exploración del esternón se sigue la misma sistemática.

HALLAZGOS ECOGRÁFICOS EN LAS FRACTURAS COSTALES Y ESTERNALES AGUDAS

- **Discontinuidad de la alineación cortical** con mayor o menor grado de desplazamiento, con sombra acústica posterior lineal en los extremos de la fractura (**FIGURA 5-15**).
- Cuando no hay desplazamiento de los bordes de la fractura, ésta se puede detectar mediante signos indirectos que consisten en pequeños artefactos de reverberación, posteriores al punto de fractura, apilados, conocidos como “**fenómeno de la chimenea o del faro**”.





Fractura costal desplazada y hematoma asociado.

Limitaciones

TABLA 5-10.	
Neumotórax	• En los neumotórax completos no existe el punto pulmón. • En los casos en los que se asocia enfisema subcutáneo, sobre todo cuando éste es importante, será más difícil la valoración de signos.
Derrame pleural	• Los derrames loculados pueden estar localizados en zonas no declives del tórax. No limitar su estudio sólo a los puntos PLAPS. • El diagnóstico etiológico del derrame pleural es analítico, el aspecto ecográfico es únicamente orientativo.
Síndrome intersticial	• La ecografía no es capaz de discernir la causa concreta ni la naturaleza del fluido que se acumula.
Consolidaciones	• Sólo son visibles por ecografía las consolidaciones que contactan con la pleura. • Se requiere un buen entrenamiento para realizar una aproximación etiológica. • Utilidad muy limitada en el estudio del tromboembolismo pulmonar. Si se sospecha esta entidad debe realizarse estudio con TAC con contraste.
Función diafragmática	• Dificultad para obtener una buena ventana acústica, sobre todo en el lado izquierdo por interposición de aire gástrico. • Limitación debida a la capacidad de resolución del ecógrafo y la dificultad técnica.
Fracturas costales y esternales	• En fracturas esternales cuyo desplazamiento excede el grosor del esternón es difícil valorar la gravedad de dicho desplazamiento y se recomienda la realización en un TAC torácico. • Aunque el dolor durante el examen puede ser útil para detectar la patología focal, también puede limitar el examen.

Limitaciones.





Errores comunes y consejos

TABLA 5-11.	
ERRORES COMUNES	CONSEJOS
Asumir que la ausencia de deslizamiento pleural es, de por sí, diagnóstica de neumotórax.	Ante este hallazgo, plantear que puede haber otras causas.
Asumir que el patrón B es sinónimo de “pulmón húmedo”.	El patrón B es consecuencia tanto de ocupación alveolar por líquido como de engrosamiento de los septos. Múltiples patologías pulmonares pueden dar lugar a un patrón B sin que exista edema.
No valorar debidamente las características de la pleura.	Su estudio y sus alteraciones ayudan en gran medida al diagnóstico diferencial entre diversas patologías.
Asociar el hallazgo ecográfico de una consolidación pulmonar con el diagnóstico de neumonía.	El patrón ecográfico de consolidación se puede encontrar en múltiples enfermedades pulmonares.
Descartar el diagnóstico de neumonía cuando no observamos patrón de hepatización pulmonar.	Las neumonías en sus fases iniciales y las neumonías intersticiales pueden cursar con patrón B y ausencia de hepatización.
Imagen de pseudoconsolidación (FIGURA 5-16).	Hallazgo frecuente en obesos al explorar los campos entre la escápula y la axila, donde se acumula grasa subcutánea que puede simular una consolidación. Observar cómo este acúmulo se produce entre la pleura y la superficie cutánea.
Asumir que un patrón pleuropulmonar normal descarta el origen respiratorio en un paciente con disnea.	Observar cómo pacientes con asma, EPOC o embolia pulmonar con frecuencia cursan con patrón normal.
Las interrupciones corticales en la zona de la sincondrosis entre el cuerpo y el manubrio esternal, y las fusiones incompletas de los espolones óseos del esternón, pueden simular una fractura.	Conociendo la sonoanatomía del esternón se puede evitar este error.

Errores comunes y consejos.



FIGURA 5-16.

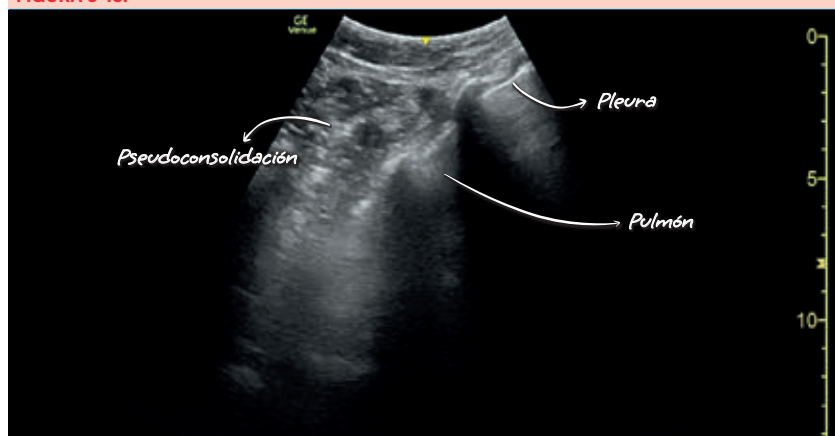


Imagen de pseudoconsolidación.

Conclusiones. Puntos clave

- La ecografía clínica pulmonar es una herramienta de uso recomendado en la valoración de todo paciente inestable, con disnea o con dolor torácico, y ha de estar integrada en nuestra práctica clínica diaria como una prolongación de la exploración física.
- Es fundamental para la toma de decisiones.
- En pacientes con edema agudo de pulmón:
 - Es más precoz en la detección que la radiografía de tórax.
 - El número de líneas B se relaciona con la severidad de la congestión.
 - La disminución del número de líneas B se correlaciona con una buena respuesta al tratamiento deplectivo.
- Las consolidaciones que se encuentran dentro de un derrame pleural son más fácilmente visibles mediante ecografía que mediante radiografía simple de tórax.
- Se debe integrar la valoración ecográfica del diafragma, de la vía aérea y del pulmón para la comprobación de la correcta intubación orotraqueal.
- Algunas fracturas costales y esternales no desplazadas pueden pasar inadvertidas mediante técnicas radiológicas convencionales, pero serán visibles mediante ultrasonidos.
- Siempre se debe explorar con detenimiento la zona del tórax donde el paciente refiera dolor pleurítico.





Bibliografía

- Colmenero M, García-Delgado M, Navarrete I, López-Medina G. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. *Med Intensiva*. 2010; 34(9): 620-28.
- Corradi F, Via G, Forfori F, et al. Lung ultrasound and B-lines quantification inaccuracy: B sure to have the right solution. *Intensive Care Med*. 2020; 46: 1081-3.
- Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012; 38(4): 577-91.
- Goligher EC, Fan E, Herridge MS, et al. Evolution of diaphragm thickness during mechanical ventilation. Impact of inspiratory effort. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015; 192(9): 1080-8.
- Lalonde É, Guimont C, Émond M, et al. Feasibility of emergency department point-of-care ultrasound for rib fracture diagnosis in minor thoracic injury *CJEM*. 2017; 19(3): 213-9.
- Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill. *Ann Intensive Care*. 2014; Jan 4 (1):1.10.1186/2100-5820-4-1.
- Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. *Intensive Care Med*. 2013; 39(5): 801-10.
- Martindale JL, Wakai A, Collins SP, Levy PD, Diercks D, Hiestand BC, et al. Diagnosing Acute Heart Failure in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Emerg Med*. 2016; 23: 223-42.
- Volpicelli G, Elbarbary M, Blavias M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al; International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012; 38: 577-91.
- Volpicelli G. Sonographic diagnosis of pneumothorax. *Intensive Care Med*. 2011; 37: 224-32.





6

Ecografía clínica cardíaca I

Planos y ventanas. Evaluación del tamaño de las cavidades cardíacas

M.^a Jesús Ripoll Sanchis, Sergio Pardo Juan,
Rubén Gómez Villaplana y Alejandro Paz Anaya



Introducción

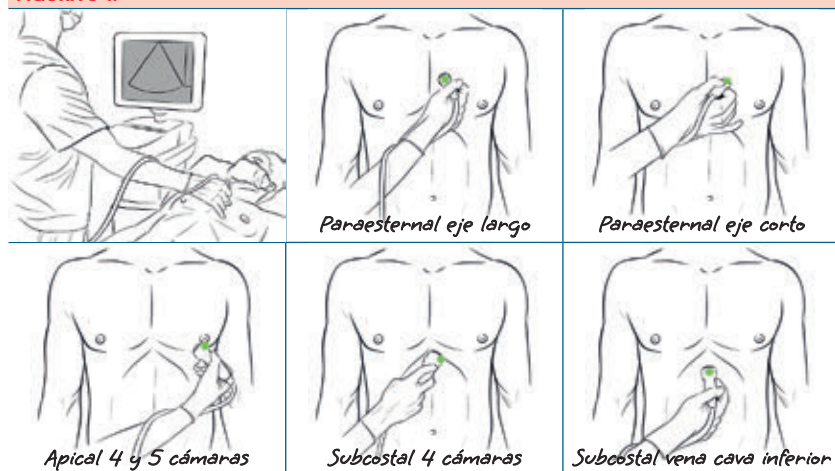
La ecografía clínica cardíaca realizada por médicos de urgencias y emergencias tiene unas **características** concretas y diferenciales, así como unas **indicaciones** claras. Debe incluir la valoración cualitativa o semicuantitativa de una serie de **parámetros** que faciliten al clínico una **orientación fisiopatológica** certera, que, sin necesidad de realizar mediciones específicas, guíe su **toma de decisiones**, en un **escenario clínico concreto** y generalmente tiempo-dependiente. Debe ser una exploración breve y dirigida a contestar unas preguntas concretas, principalmente con respuestas dicotómicas: sí/no.

Tras la realización de la ecografía debe redactarse un informe de los hallazgos y es recomendable almacenar las imágenes obtenidas.

Objetivos del tema

- Definir las **características** propias de la ecografía clínica cardíaca y sus diferencias con la ecografía reglada.
- Establecer sus **indicaciones** y sus **limitaciones**.
- Describir cómo se obtienen los **planos básicos** y más rentables para una exploración dirigida y orientada por síntomas
- Valorar del **tamaño del corazón** y de sus cavidades de forma visual y sencilla.
- Elaborar un **informe clínico** tras la exploración.

FIGURA 6-1.



Obtención de planos ecocardiográficos básicos.





Características, indicaciones y parámetros-objetivo de la exploración

CARACTERÍSTICAS DE LA ECOGRAFÍA CLÍNICA CARDÍACA

TABLA 6-1.

Dirigida por objetivos	Centrada en la búsqueda de respuestas a preguntas clínicamente relevantes.
Orientada al problema	Orientada por los síntomas del paciente (<i>shock</i> , inestabilidad hemodinámica, PCR, disnea, dolor torácico, politraumatismo, pericardiocentesis).
Simplificada, no exhaustiva	Centrada en proporcionar una explicación fisiopatológica a la situación cardiovascular y/o respiratoria del paciente grave.
Limitada en el tiempo	Breve, pero suficiente para ayudar en la toma de decisiones.
Cualitativa o semicuantitativa	• Respuestas dicotómicas: sí / no. • Respuestas en forma de variables discretas: normal/leve/moderado/severo. No requiere realizar mediciones específicas.
Realizada por el propio médico responsable del paciente	
Realizada a pie de cama	
Repetible	
Limitada en su espectro de valoración	No confundirla con su homóloga reglada.

Características de la ecografía clínica cardíaca.

Fuente: International Evidence-Based Recommendations for Focused Cardiac Ultrasound. J Am Soc Echocardiogr. 2014; 27: 683.e1-e33.



PRINCIPALES INDICACIONES DE LA ECOGRAFÍA CLÍNICA CARDÍACA

TABLA 6-2.

Parada cardiorrespiratoria

Durante las pausas de comprobación de pulso, en el mínimo tiempo posible, precedidas y seguidas de compresiones torácicas de alta calidad.

Utilizar preferentemente la **ventana subcostal**.

AESP: identificar pacientes con **actividad mecánica miocárdica**, dado que éstos tienen mayor probabilidad de supervivencia.

Identificar **etiología** de la PCR (derrame pericárdico, embolismo pulmonar masivo, neumotórax) para iniciar tratamiento inmediato.

La ecografía es más exacta que el ECG y la exploración física para determinar la función mecánica cardíaca.

Shock

Evaluación de la **etiología** del **shock** de origen indeterminado, donde la ecografía cardíaca debe complementarse con la valoración de otros órganos (pulmón, venas, aorta, EFAST, etc.).

Evaluación de la **función sistólica del VI** en pacientes en shock. En pacientes en shock el hallazgo de un VI hiperdinámico es altamente sugestivo de sepsis.

Obtener información sobre el **estado de volemia** del paciente para diferenciar entre aquellos que se pueden beneficiar de una sobrecarga de fluidos y los que no e identificar a aquellos que precisan de fármacos vasopresores.

Evaluar la **respuesta al tratamiento**.

Traumatismo cardíaco penetrante.

Insuficiencia cardíaca aguda y descompensación de IC.

Descartar **derrame pericárdico** en pacientes politraumatizados (como parte del protocolo EFAST).

Dolor torácico, palpitaciones, disnea, síncope, ruidos cardíacos de nueva aparición: soplos, roces, tercer ruido.

Principales indicaciones de la ecocardiografía clínica.

AESP: actividad eléctrica sin pulso; **PCR:** parada cardiorrespiratoria. **ECG:** electrocardiograma, **EFAST:** *Extended Focused Assessment with Sonography in Trauma*, **VI:** ventrículo izquierdo, **IC:** insuficiencia cardíaca.

Fuente: Via et al. International Evidence-Based Recommendations for Focused Cardiac Ultrasound. J Am Soc Echocardiogr. 2014; 27: 683.e1-e33.

PARÁMETROS-OBJETIVO

Hay una serie de “**parámetros-objetivo**” que se deben valorar siempre:

- Tamaño y función sistólica del ventrículo izquierdo.
- Tamaño y función sistólica del ventrículo derecho. Signos de sobrecarga derecha significativa.
- Estimación de la volemia.





- Detección de derrame pericárdico.
- Valoración de signos ecográficos de taponamiento cardíaco: signos de colapso de cavidades derechas.
- Reconocimiento de signos evidentes de insuficiencia cardíaca crónica: dilatación o hipertrofia de cavidades cardíacas.
- Detección de valvulopatías significativas: detección de alteraciones en las valvas (roturas, engrosamientos, etc.) y defectos de coaptación entre ellas.
- Detección de masas intracardiacas: vegetaciones grandes y trombos intracardiacos o en la vena cava inferior.

Competencias básicas

TABLA 6-3.	
Adquisición de planos y reconocimiento de estructuras	• Paraesternal eje largo. • Paraesternal eje corto. • Apical 4 cámaras. • Subcostal 4 cámaras. • VCI longitudinal y transversal.
Reconocimiento visual	Función sistólica del VI: hiperdinámica/preservada/reducida/severamente reducida. Aumento de tamaño del VD. Derrame pericárdico. Patrones correspondientes a los diferentes tipos de shock.
Ecografía cardíaca en protocolos multiventana	Dentro del protocolo EFAST en todo paciente politraumatizado. En situaciones de PCR con AESP, en la pausa de comprobación de pulso, tras formación adecuada para no prolongar dicha pausa. En todo paciente con disnea sin causa aparente (junto a ecografía pulmonar y vascular). Dentro de toda valoración multiórgano en situaciones de inestabilidad hemodinámica. Adquirir información para la selección del paciente que podría beneficiarse de fluidoterapia intravenosa. Implicación hemodinámica de la VCI (diámetros e índice de colapsabilidad) y sus limitaciones.
Procedimientos	Se recomienda apoyo ecográfico en toda pericardiocentesis .

Competencias básicas en ecografía clínica cardíaca.

VI: ventrículo izquierdo; **VD:** ventrículo derecho; **EFAST:** *Extended Focused Assessment with Sonography in Trauma*; **PCR:** parada cardiorrespiratoria; **AESP:** actividad eléctrica sin pulso; **VCI:** vena cava inferior.

Modificado de: Emergencias. 2022; 34: 379.



Forma y función del corazón. La ecocardiografía y el ciclo cardíaco

MORFOLOGÍA CARDÍACA EN CONDICIONES DE NORMALIDAD

El corazón tiene forma de pirámide cuadrangular, cuya base queda orientada hacia la parte posterior derecha del tórax y su vértice hacia la parte anterior izquierda. El ventrículo derecho está situado más ventral y algo más anterior que el ventrículo izquierdo.

• Ventrículo izquierdo:

- Forma de bala de punta redondeada.
- El miocardio del ventrículo izquierdo es mucho más grueso que el del ventrículo derecho.
- El tabique interventricular depende del ventrículo izquierdo a efectos funcionales.

• Ventrículo derecho:

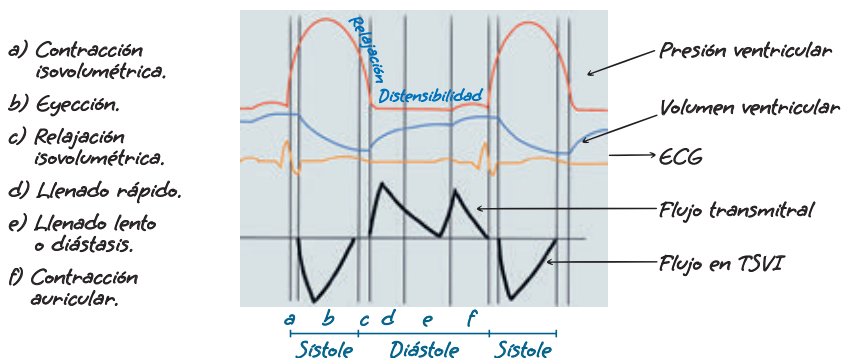
- Forma de semiluna, más irregular y con trabeculaciones.
- Paredes más finas.

FISIOLOGÍA DEL CICLO CARDÍACO. VALORACIÓN VISUAL DE LA FUNCIÓN CARDÍACA

La ecocardiografía bidimensional ofrece imágenes anatómicas reales en movimiento que permiten obtener información sobre las fases del ciclo cardíaco (**FIGURA 6-2**) a través de:

- La valoración de la apertura y el cierre de las válvulas cardíacas
- Comportamiento del miocardio durante la sístole y la diástole.

FIGURA 6-2.



Fases del ciclo cardíaco.





La comprensión de estos conceptos es fundamental para el estudio del corazón y la valoración visual de su función.

Sístole

En **sístole**, ambos ventrículos acortan su eje longitudinal y su diámetro transversal, pero existen diferencias entre ambas contracciones (**VÍDEO 6-1**):

- En el ventrículo izquierdo predomina el acortamiento de su diámetro transversal, que se consigue aumentando el grosor parietal simétricamente y desplazando el borde endocárdico hacia el centro de la cámara.
- En el ventrículo derecho predomina el desplazamiento de su pared libre, acortando su eje longitudinal y con menor engrosamiento miocárdico.



VÍDEO 6-1.

La sístole ventricular.



Escanee el código QR para visualizar el video

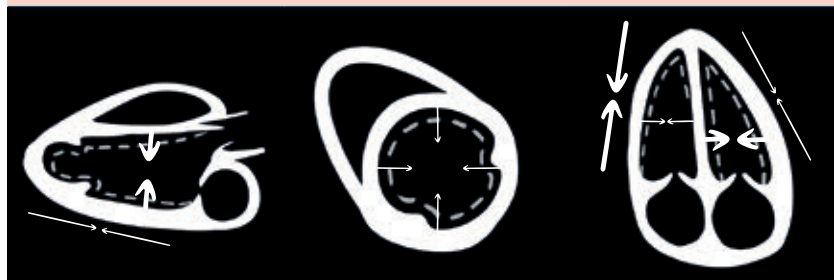
123

Para la **valoración visual de la función sistólica ventricular** (**FIGURA 6-3**) hay que observar lo siguiente:

- **Ventrículo izquierdo:**
 - En cada sístole el miocardio se engrosa.
 - Se acorta su dimensión longitudinal: la inserción de los velos mitrales se aproxima al ápex.
 - Se acorta su diámetro transversal: el diámetro sistólico del ventrículo izquierdo se reduce un 25-45% respecto al diámetro diastólico.
 - Todas las secciones del miocardio se movilizan por igual.
- **Ventrículo derecho:**
 - En cada sístole se acorta su dimensión longitudinal, de manera que la inserción de la válvula tricúspide en la pared libre del ventrículo derecho se aproxima al ápex.
 - Se reduce su diámetro transversal.



FIGURA 6-3.



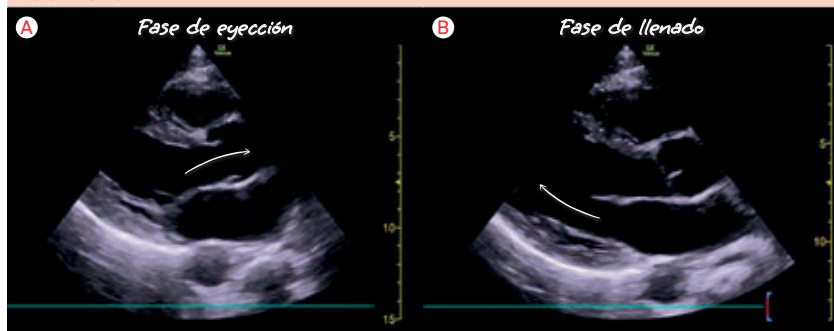
Función sistólica ventricular

Valoración visual de la función sistólica de ambos ventrículos.

La sístole tiene dos fases:

- **Contracción isovolumétrica:** con las válvulas aórtica y mitral cerradas se produce un aumento de la presión intraventricular sin que disminuya el volumen de sangre dentro de la cavidad.
- **Eyección:** el aumento de presión logra abrir la válvula aórtica y se produce la eyección de sangre (volumen sistólico) hacia la aorta, con el consiguiente descenso de presión intraventricular. La proporción de sangre eyectada respecto al volumen sanguíneo telediastólico constituye la fracción de eyección (**FIGURA 6-4**).

FIGURA 6-4.



El corazón durante el ciclo cardíaco.

A) Fase de eyección durante la sístole: válvula aórtica abierta y válvula mitral cerrada. B) Llenado ventricular durante la diástole: válvula aórtica cerrada y válvula mitral abierta.

Diástole

La caída de presión dentro del ventrículo izquierdo conduce al cierre de la válvula aórtica y comienza la **diástole** (**FIGURA 6-4**), que se sucede en 4 fases:





- **Relajación isovolumétrica:** las válvulas aórtica y mitral están cerradas.
- **Llenado rápido:** se abre la válvula mitral. Si la capacidad de relajación ventricular está conservada y, por tanto, ésta se produce de forma rápida y abrupta, la presión del ventrículo izquierdo cae, y por efecto de succión se produce un llenado rápido pasivo inicial.
- **Diástasis o llenado lento:** el llenado ventricular continúa, de forma más lenta, gracias a la propiedad de distensibilidad (*compliance*) del miocardio, que hace que el ascenso de presión en el ventrículo izquierdo sea lento y suave. Cuando el llenado pasivo de las dos fases anteriores ha terminado, la válvula mitral se cierra.
- **Contracción auricular:** la sístole auricular provoca que la válvula mitral se abra de nuevo y la sangre pasa de la aurícula al ventrículo, completándose el llenado.

Las alteraciones de las propiedades de relajación y distensibilidad miocárdicas provocarán disfunción diastólica.

Las fases de llenado pasivo y de contracción auricular son la base de las ondas A y E que servirán para el estudio de la función y de la hemodinámica ventricular.

Técnica de exploración

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

El paciente debe estar en decúbito supino. Desde esta posición son accesibles las 3 ventanas básicas. En algunos pacientes, cuyo corazón está situado en su mayor parte detrás del esternón, es posible mejorar la ventana colocándolos en decúbito lateral izquierdo. Asimismo, cuando se explora el plano subcostal es recomendable que las rodillas estén flexionadas, con el fin de relajar la musculatura abdominal y facilitar la exploración. Debe preservarse la intimidad del paciente.

SONDAS Y MODOS ECOGRÁFICOS

La sonda óptima para realizar una ecocardiografía es la sectorial, cuya frecuencia de emisión está entre 2 y 5 MHz. Su huella es pequeña, lo que permite un buen acceso acústico a través de los espacios intercostales. Es recomendable seleccionar el preajuste cardíaco en el ecógrafo, si éste está disponible. El indicador de la marca se sitúa, por consenso, en el lado derecho de la pantalla.

En ecocardiografía se emplean diversos modos ecográficos con distintos objetivos (**TABLA 6-4**).



TABLA 6-4.	
MODO ECOGRÁFICO	UTILIDAD
Modo B (2D)	Valoración de la anatomía cardíaca.
	Valoración del movimiento durante el ciclo cardíaco.
	Realizar mediciones.
Modo M y modo M anatómico	Medir dimensiones lineales.
	Medir desplazamientos de estructuras durante el ciclo cardíaco (valvas, paredes cardíacas).
	Medir diámetro VCI en inspiración y espiración.
Modo <i>Doppler</i> color (sobre modo B)	Estudio de dirección y sentido de los flujos sanguíneos.
Modo <i>Doppler</i> pulsado (sobre modo B)	Estudio de velocidades de flujo sanguíneo no elevadas en puntos concretos. P.ej.: llenado transmitral.
Modo <i>Doppler</i> continuo (sobre modo B)	Estudio de velocidades de flujo sanguíneo elevadas a lo largo de un haz de ultrasonidos, asumiendo que la velocidad más alta corresponderá a la del sitio más estrecho por donde pasa el flujo. P.ej.: estenosis o regurgitaciones valvulares.
<i>Doppler</i> tisular (sobre modo B)	Estudio de la velocidad de los tejidos, no de la sangre. P.ej.: velocidad del anillo mitral.
<i>Doppler</i> espectral	Representación del espectro de velocidades en una gráfica a lo largo del tiempo.

Modos ecográficos en ecocardiografía clínica.

VCI: vena cava inferior.

VENTANAS ECOGRÁFICAS

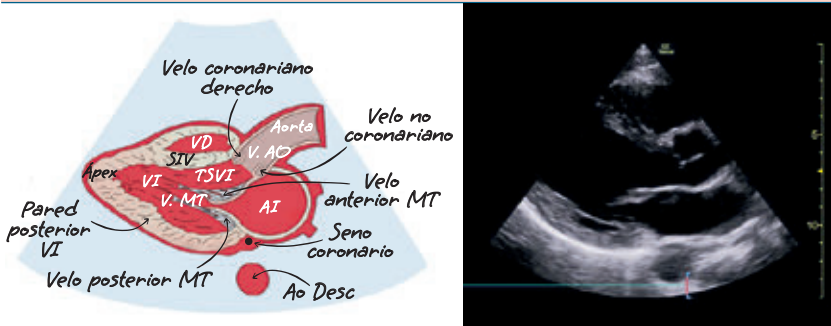
En la ecocardiografía clínica transtorácica se dispone de tres ventanas básicas: paraesternal, apical y subcostal. A través de ellas, se dirige el haz de ultrasonidos para obtener los distintos planos estándar del corazón que permiten su estudio. Existen muchos planos anatómicos útiles en la valoración del corazón, pero el estudio a pie de cama se vale principalmente de un número limitado de ellos, sencillos de obtener y rentables para lograr los objetivos.

Planos básicos e identificación de estructuras anatómicas normales

PLANO PARAESTERNAL EJE LARGO

Para obtener una imagen adecuada del corazón en su eje largo (**FIGURA 6-5**), se coloca la sonda en la línea paraesternal izquierda, en el 3.^{er} o 4.^o espacio intercostal, perpendicular a la caja torácica y con la marca orientada hacia el



**FIGURA 6-5.****Plano paraesternal eje largo. Identificación de estructuras.**

hombro derecho del paciente. Es posible tener que deslizar la sonda un espacio intercostal arriba o abajo a fin de obtener una mejor visualización de las estructuras. Este plano debe incluir la aorta descendente.

Utilidad del plano parasternal eje largo

TABLA 6-5.

Tamaño y función sistólica del VI. Contracilidad global y segmentaria.

Válvulas aórtica y mitral: morfología, movilidad y función.

Tamaño de la AI.

Diámetro del TSVI y valoración de la obstrucción dinámica del mismo.

Detectar la presencia de derrame pericárdico.

Detectar trombos y/o masas intracavitarias.

Valorar el tamaño de la raíz aórtica y de la aorta descendente.

Utilidad del plano paraesternal eje largo.

VI: ventrículo izquierdo; **AI:** aurícula izquierda; **TSVI:** tracto de salida del ventrículo izquierdo.

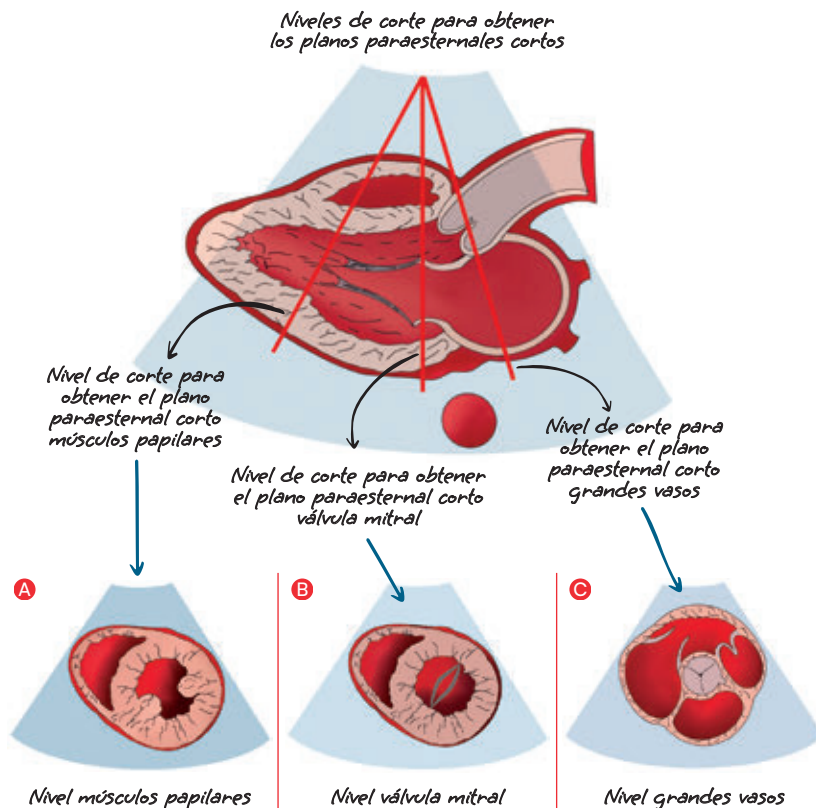
PLANO PARAESTERNAL EJE CORTO

Partiendo de la posición de la sonda para el plano paraesternal eje largo, se realiza un giro de 90° en sentido horario, apuntando la marca al hombro izquierdo del paciente. Para evitar movimientos indeseados durante este giro, es aconsejable usar las dos manos, utilizando una mano para girar la sonda y la otra para fijarla al tórax.

Aunque se debe realizar un barrido desde la base hasta el ápex del corazón para una valoración completa del mismo, se deben obtener tres subplanos o niveles básicos (**FIGURA 6-6**):



FIGURA 6-6.



Plano paraesternal eje corto. Obtención del plano y de sus 3 cortes básicos.

A) Plano paraesternal eje corto de los músculos papilares. B) Plano paraesternal eje corto de la válvula mitral. C) Plano paraesternal eje corto de los grandes vasos.

- **Plano a nivel de los grandes vasos:** generalmente, este es el primer plano que se obtiene tras realizar el giro horario de la sonda.
- **Plano a nivel de la válvula mitral:** desde el punto anterior se realiza un movimiento de inclinación, de manera que el haz de ultrasonidos se oriente en sentido caudal, obteniéndose la vista deseada.
- **Plano a nivel de los músculos papilares:** si se continúa inclinando la sonda en el mismo sentido se visualizan los músculos papilares.

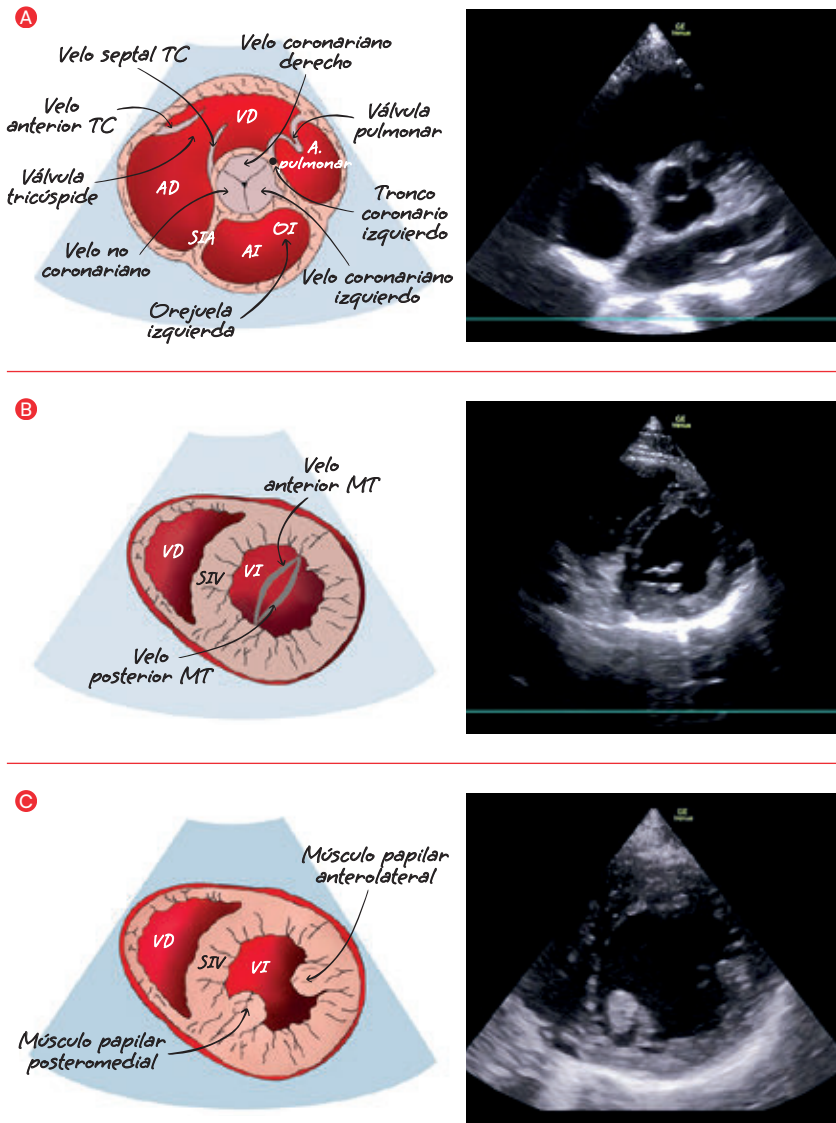
En estos tres planos se identifican las estructuras que se detallan en la

FIGURA 6-7 .





FIGURA 6-7.



Plano paraesternal eje corto. Identificación de estructuras normales.

A) Plano paraesternal eje corto de los grandes vasos. **B)** Plano paraesternal eje corto de la válvula mitral. **C)** Plano paraesternal eje corto de los músculos papilares.

OI: Orejuela izquierda.



Utilidad de los planos paraesternales eje corto

TABLA 6-6.		
PLANO GRANDES VASOS	PLANO VÁLVULA MITRAL	PLANO MÚSCULOS PAPILARES
Evaluar el área y la morfología de la válvula aórtica.	Evaluar la anatomía de la válvula mitral.	Valorar la función sistólica global del ventrículo izquierdo.
Sospecha de comunicación interauricular.	Valorar la relación de tamaño del VD/VI.	Valorar los movimientos segmentarios.
Detectar trombos y/o masas intracavitarias.	Valorar la sobrecarga del septo interventricular.	Evaluar la forma y función del tabique interventricular, especialmente con dilatación y/o disfunción del ventrículo derecho.
Calcular el diámetro de la arteria pulmonar y el gasto cardíaco derecho.	Valorar la movilidad segmentaria.	Valorar la presencia de derrame pericárdico.
Evaluar la válvula tricúspide, una posible IT y calcular la presión pulmonar sistólica.	Valorar de forma visual la función sistólica del VI.	Detectar trombos y/o masas intracavitarias.
Valorar la presencia de derrame pericárdico.	Valorar la presencia de derrame pericárdico.	
	Detectar trombos y/o masas intracavitarias.	

Utilidad de los planos paraesternales del eje corto.

VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo; IT: insuficiencia tricuspídea.

PLANO APICAL 4 CÁMARAS Y 5 CÁMARAS

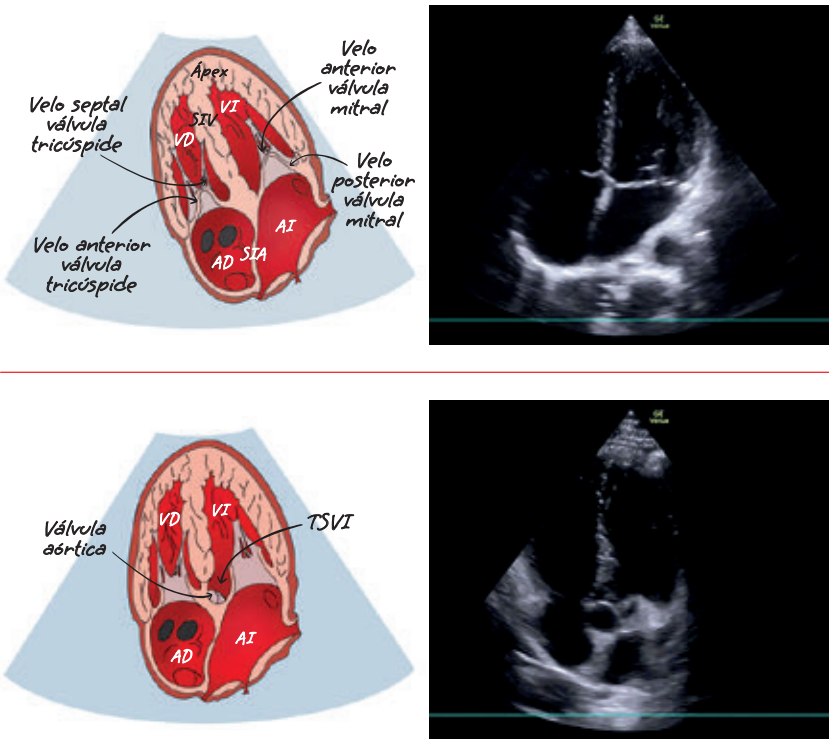
La obtención de un plano apical de calidad suele ser más difícil que la de los demás. Puede servir de ayuda colocar al paciente en decúbito lateral izquierdo o intentar un decúbito supino con cierta rotación a la izquierda.

Partiendo de la ventana paraesternal se desliza la sonda, sin levantarla, por el tórax hasta la ventana apical, localizada entre la línea medioclavicular y la línea axilar media, a nivel del 5.º-6.º espacio intercostal, con la marca orientada a la izquierda del paciente (FIGURA 6-8). A efectos prácticos, la referencia es la zona inferolateral al pezón izquierdo en varones, y debajo del cuadrante inferoexterno de la mama izquierda en mujeres.





FIGURA 6-8.



Plano apical 4 cámaras y 5 cámaras. Identificación de estructuras normales.

Una vez visualizado el ápex cardíaco, se dirige el haz de ultrasonidos hacia el hombro derecho del paciente, inclinando o balanceando la sonda hasta alinear el tabique interventricular en el centro de la pantalla. Será necesario realizar movimientos sutiles para evitar el acortamiento del ventrículo izquierdo, de forma que se visualice alargado y ovalado, en lugar de corto y redondo, evitando dar lugar a valoraciones erróneas.

El **plano apical 4 cámaras** óptimo es aquel en el que se visualizan claramente las cuatro cavidades cardíacas y las válvulas mitral y tricúspide.

Para obtener el **plano apical 5 cámaras**, a partir del plano apical 4 cámaras, la sonda se inclina unos 20-30° en sentido anterior, para que la huella de la sonda se oriente hacia la pared torácica, añadiendo el tracto de salida del ventrículo izquierdo y la válvula aórtica a las estructuras visualizadas en el plano previo.



Utilidad del plano apical 4 y 5 cámaras

TABLA 6-7.	
PLANO APICAL 4 CÁMARAS	PLANO APICAL 5 CÁMARAS
Evaluar la función sistólica del VD y su tamaño respecto al VI.	Calcular el volumen sistólico y el gasto cardíaco mediante <i>doppler</i> pulsado.
Evaluar la estructura y función de las válvulas mitral y tricúspide.	Valorar la información estructural del tracto de salida del ventrículo izquierdo y de la válvula aórtica.
Valorar la presencia de derrame pericárdico.	Valorar la función de la válvula aórtica.
Detectar trombos y/o masas intracavitarias.	Valorar la presencia de derrame pericárdico.
Valorar la función sistólica global y segmentaria del VI.	Detectar trombos y/o masas intracavitarias.
Evaluar el tamaño de las paredes y cavidades cardíacas.	
Valorar la función diastólica y estimar las presiones de llenado del VI mediante el uso del <i>doppler</i> pulsado.	

Utilidad de los planos apicales 4 y 5 cámaras.

VD: ventrículo derecho; **VI:** ventrículo izquierdo.

PLANO SUBCOSTAL 4 Y 5 CÁMARAS Y VENA CAVA INFERIOR

El plano subcostal (o subxifoideo) proporciona gran cantidad de información en pacientes críticos, dado que se adquiere en decúbito supino y su obtención no interfiere con los elementos de monitorización ni con los parches para desfibrilación en situaciones de parada cardiorrespiratoria, por lo que, en ocasiones, es el único plano valorable.

Para obtener el **plano subcostal 4 o 5 cámaras** se coloca la sonda justo debajo de la apófisis xifoides, en la línea media del tórax, con la marca de la sonda orientada hacia la izquierda del paciente y prácticamente a 0° de inclinación respecto a la superficie de la piel.

El haz de ultrasonidos se orienta hacia el corazón y el hombro izquierdo del paciente. Si no existe buena visión de las estructuras, puede desplazarse la sonda hacia la unión del reborde costal derecho y el xifoides, utilizando el parénquima hepático como ventana acústica. En este plano se identifican las estructuras que se muestran en la **FIGURA 6-9**.

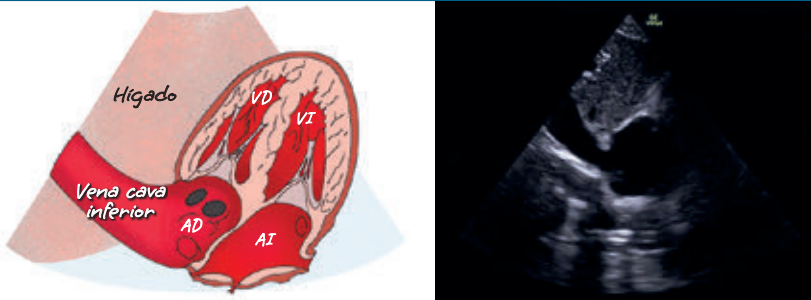
Desde el plano subcostal 4 cámaras, se gira la sonda 90° en sentido antihorario, colocando la marca en dirección cefálica. De esta forma se obtiene una vista longitudinal de la **vena cava inferior** entrando en la aurícula derecha (**FIGURA 6-10**).

Se considera un plano idóneo cuando se observa una o más venas suprahepáticas desembocando en la vena cava inferior, y ésta entrando en la aurícula derecha.



**FIGURA 6-9.**

Plano subcostal 4 y 5 cámaras. Identificación de estructuras normales.

FIGURA 6-10.

Plano subcostal vena cava inferior. Identificación de estructuras normales.

Utilidad de los planos subcostal 4 y 5 cámaras y subcostal vena cava inferior

TABLA 6-8.

UTILIDAD DEL PLANO SUBCOSTAL 4 CÁMARAS

Evaluar la función sistólica del VD, cálculo del TAPSE y la onda S tisular tricuspeida.

Visualizar la pared libre del VD (limitada en otros planos).

Valorar relación de tamaño entre VD y VI.

Detectar la presencia de derrame pericárdico y el colapso diastólico del ventrículo derecho en un taponamiento cardíaco.

Evaluar la función sistólica de forma global del VI.

Guía en el manejo de situaciones de emergencia.

UTILIDAD DEL PLANO SUBCOSTAL VENA CAVA INFERIOR

Valoración de los diámetros máximo y mínimo de la VCI durante el ciclo respiratorio para estudiar su índice de colapsabilidad.

Utilidad de los planos subcostal 4 cámaras y subcostal vena cava inferior.

VD: ventrículo derecho; **TAPSE:** excursión sistólica del anillo tricuspídeo; **VI:** ventrículo izquierdo; **VCI:** vena cava inferior.



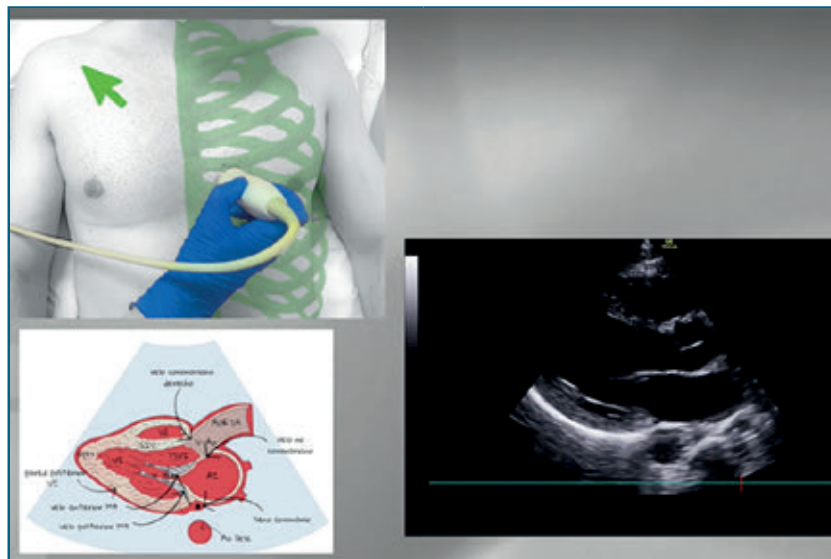
SISTEMÁTICA DE EXPLORACIÓN



VÍDEO 6-2.

Sistemática de exploración

Escanee el código QR
para visualizar el video



Evaluación del tamaño de las cavidades cardíacas

La valoración visual del tamaño de las cavidades cardíacas es la primera acción que se realiza tras la obtención de las imágenes. Además de estimar el tamaño interno, debemos observar el grosor de las paredes y la forma de la cavidad, pues existe una clara relación entre forma, tamaño y función.

Cualitativamente, debe cumplirse que:

- Aurícula derecha $\leq$ Aurícula izquierda.
- VD < VI: relación normal <0,6:
 - Si VD = VI $\rightarrow$ VD dilatado.
 - Si VD > VI $\rightarrow$ VD muy dilatado.
- VI: forma de bala, grosor parietal mayor que VD.
- VD: forma de semiluna, paredes más finas que VI.
- SIV: dependencia funcional del VI, cóncavo hacia el VI.





VALORACIÓN DEL TAMAÑO DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO (TABLA 6-9 y

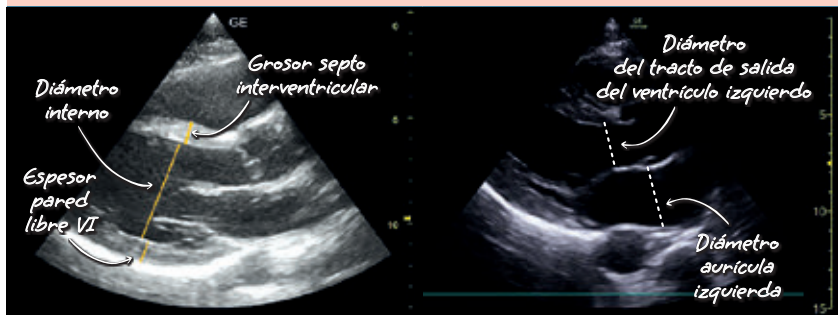
FIGURA 6-11)

TABLA 6-9.			
PAREDES Y SEPTO INTERVENTRICULAR			
Valoración visual	En condiciones normales las paredes aumentan su grosor de forma homogénea durante la sístole y el septo es cóncavo hacia el VI. Observarlo en todos los planos.		
	Valorar si existen engrosamientos anómalos o segmentos con diferente movilización: • Hipocinesias. • Discinesias. • Acinesias. • Dilataciones aneurismáticas.		
	Si el SIV se aplatina o se desplaza hacia el ventrículo izquierdo visualizado en el plano apical 4 cámaras y en el paraesternal eje corto, traduce un aumento de las presiones en el ventrículo derecho.		
Mediciones	En el plano paraesternal eje largo durante la diástole. Preferentemente en modo B.		
	Valores normales (mm)	Mujeres	Varones
	SIV	6-9	6-10
	Pared posterior VI	6-9	6-10
CAVIDAD VENTRICULAR			
Valoración visual	Se debe realizar en todos los planos posibles.		
Mediciones	En el plano paraesternal eje largo en sístole y en diástole.		
	Trazando una línea perpendicular al eje largo del ventrículo justo al finalizar la porción distal de los velos de la válvula mitral, preferiblemente en modo B para evitar cortes oblicuos.		
	Valores normales (mm)	Mujeres	Varones
	Diámetro diastólico	38-52	42-58
	Diámetro sistólico	22-35	25-40

Valoración del tamaño del ventrículo izquierdo.

VI: ventrículo izquierdo; SIV: septo interventricular; VD: ventrículo derecho.

FIGURA 6-11.



Medidas del ventrículo izquierdo, del tracto de salida del ventrículo izquierdo y de la aurícula izquierda.



Las principales alteraciones del tamaño del VI (**TABLA 6-9**) son:

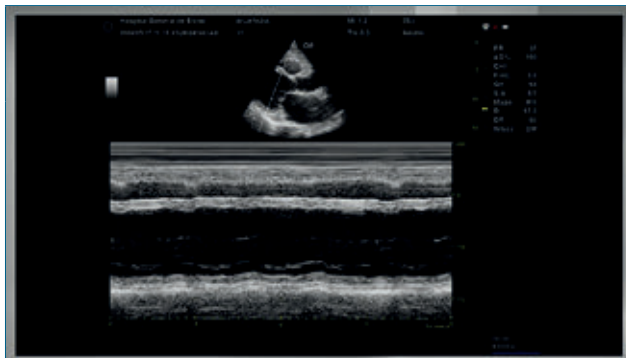
- **Miocardiopatía dilatada (**VÍDEO 6-3**):**
 - Cavidad del VI aumentada de tamaño.
 - Asociada o no a depresión de su función sistólica.
 - Espesor parietal conservado o disminuido.

VÍDEO 6-3.

Miocardiopatía dilatada.



Escanee el código QR para visualizar el video



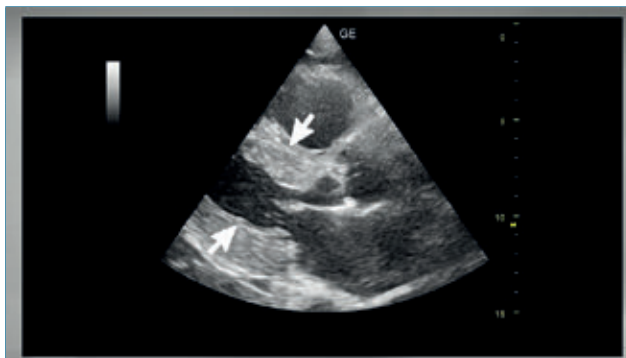
- **Miocardiopatía hipertrófica (**VÍDEO 6-4**):**
 - Aumento del grosor de sus paredes: la distribución de la hipertrofia puede ser homogénea o estar localizada en el septo, en el septo y la pared lateral o, menos frecuentemente, tener una localización apical.
 - Cavidad ventricular normal o disminuida.
 - Contratilidad normal o aumentada.
 - Alteración del llenado ventricular.
 - Puede asociar una **obstrucción dinámica en el tracto de salida del ventrículo izquierdo**, al contactar la válvula mitral con el septo interventricular durante la sístole (movimiento sistólico anterior o SAM).

VÍDEO 6-4.

Miocardiopatía hipertrófica.



Escanee el código QR para visualizar el video





VALORACIÓN DEL TAMAÑO DEL TRACTO DE SALIDA DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO (TABLA 6-10 y FIGURA 6-11)

TABLA 6-10.

Valoración	En el plano paraesternal eje largo.
Medición	Es una medida antropométrica, que se mantiene estable a lo largo de la vida. Plano paraesternal eje largo, en mesosístole. Modo B. Medir el diámetro del TSVI a una distancia no superior a 1 cm del anillo valvular. Se requiere especial exactitud en la medición, pues para obtener el valor del área de TSVI, su valor se elevará al cuadrado y su error se magnificará.
Utilidad	Para el cálculo del GC. • $GC = VS \times FC$ • $VS = VTI$ (integral velocidad-tiempo) del TSVI $\times$ área del TSVI • Área del TSVI = πr^2

Valoración del tamaño del tracto de salida del ventrículo izquierdo

TSVI: tracto de salida del ventrículo izquierdo; **GC:** gasto cardíaco; **VS:** volumen sistólico; **FC:** frecuencia cardíaca; **VTI:** integral velocidad-tiempo.

137

VALORACIÓN DEL TAMAÑO DE LA AURÍCULA IZQUIERDA

(TABLA 6-11 y FIGURA 6-11)

TABLA 6-11.

Plano	Paraesternal eje largo, preferiblemente en modo B.		
Momento	Final de la sístole del VI. Primer cierre de la válvula mitral y la apertura de la válvula aórtica.		
Medición	Desde: punto medio del seno de Valsalva. Hasta: pared posterior de la AI. Perpendicular al eje mayor de la AI.		
Valores de referencia	mm	Mujeres	Varones
	Diámetro AP	27-38	30-40
	Dilatación severa	Mayor de 47	Mayor de 52
Gold standard	Medición de área y volumen		

Valoración del tamaño de la aurícula izquierda.

VI: ventrículo izquierdo; **AI:** aurícula izquierda; **AP:** anteroposterior.



VALORACIÓN DEL TAMAÑO DE LA RAÍZ AÓRTICA (TABLA 6-12 ,

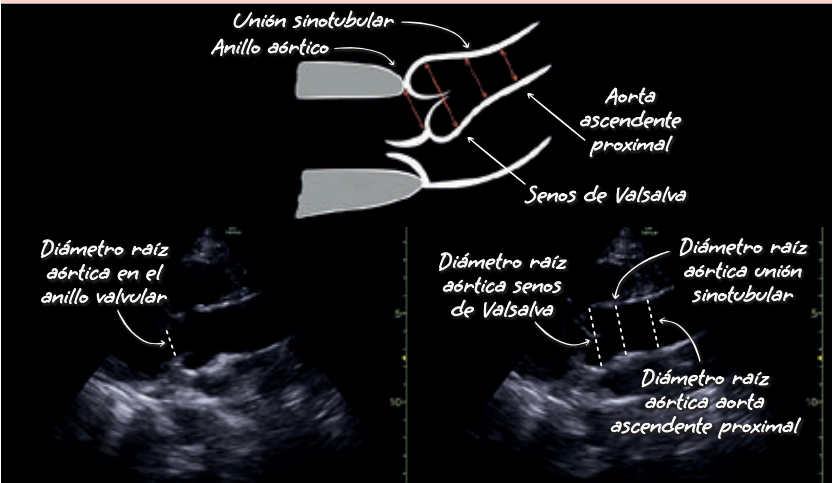
FIGURA 6-12 y VÍDEO 6-5)

TABLA 6-12.

Importancia	Gran relevancia en pacientes en los que el contexto clínico puede apuntar a un síndrome aórtico.		
Medición	Plano paraesternal eje largo.		
	Es fundamental que el diámetro a medir sea perpendicular al eje largo de la aorta; para ello se debe visualizar la línea de cierre de las valvas en el centro de la luz del vaso.		
	Se deben medir 4 diámetros a estos 4 niveles:		
	• Anillo valvular aórtico (en mesosístole): la parte más estrecha de la raíz, en el nadir de las valvas. • Senos de Valsalva (en telediástole): diámetro máximo en la parte media de la raíz. • Unión sinotubular (en telediástole). • Aorta ascendente proximal (en telediástole): especificando a qué distancia de la unión sinotubular se ha hecho la medición.		
	Valores normales (cm)	Mujeres	Varones
	Anillo aórtico	2,3 +/- 0,2	2,6 +/- 0,3
Senos de Valsalva	3,0 +/- 0,3	3,4 +/- 0,3	
Unión sinotubular	2,6 +/- 0,3	2,9 +/- 0,3	
Aorta ascendente proximal	2,7 +/- 0,4	3,0 +/- 0,4	
Reconocimiento de aneurisma de aorta ascendente proximal	Un aumento de calibre de la aorta ascendente proximal indica dilatación aneurismática, y en el contexto clínico adecuado debe descartarse como causa de los síntomas del paciente.		

Valoración del tamaño de la raíz aórtica.

FIGURA 6-12.



Medidas de la raíz aórtica.





VÍDEO 6-5.
Aneurisma de
aorta ascendente
proximal.



Escanee el código QR
para visualizar el video

VALORACIÓN DEL TAMAÑO DEL VENTRÍCULO DERECHO (TABLA 6-13 y FIGURA 6-13)

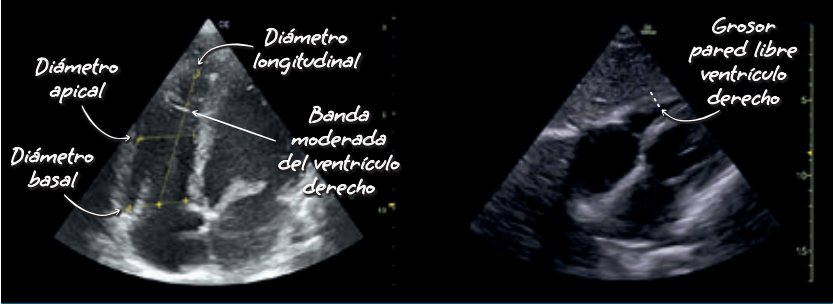
TABLA 6-13.	
PAREDES VENTRICULARES	
Valoración visual	Observar el grosor de sus paredes: • Un VD dilatado con paredes de espesor normal traduce sobrecarga derecha aguda. • Un VD dilatado con paredes hipertróficas es sugestivo de elevación crónica de la presión pulmonar.
Medición	La pared libre del VD se mide en plano subcostal al final de la diástole, a nivel del velo anterior de la tricúspide en su máxima apertura. Valor normal: 1-5 mm.
CAVIDAD VENTRICULAR	
Valoración visual	Observarlo en todos los planos posibles, principalmente en el plano apical 4 cámaras.
Medición	Plano apical 4 cámaras, en diástole. Preferentemente en modo B. Medir 3 diámetros: • Basal: a la altura del anillo tricuspídeo. • Apical: en el tercio medio del VD, a la altura de los músculos papilares, entre el diámetro basal y el ápex. • Longitudinal: desde el plano de la válvula tricúspide hasta el ápex.
Valores normales (mm)	
Diámetro basal	25-41
Diámetro apical	19-35
Diámetro longitudinal	59-83
Variante anatómica	En plano apical 4 cámaras puede observarse, próxima a la zona apical, la denominada banda moderadora del VD.

Valoración del tamaño del ventrículo derecho.

VD: ventrículo derecho.



FIGURA 6-13.



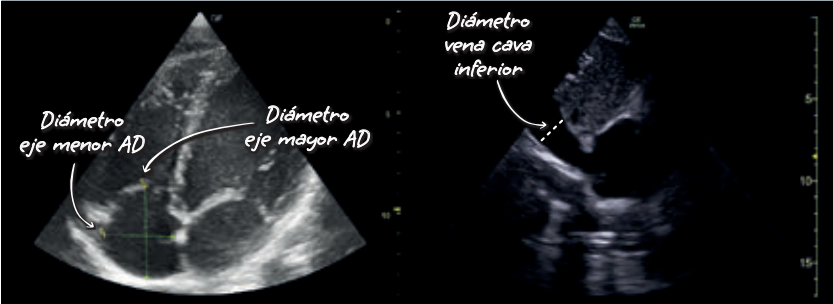
Medidas del ventrículo derecho.

VALORACIÓN DEL TAMAÑO DE LA AURÍCULA DERECHA (TABLA 6-14 y FIGURA 6-14)

TABLA 6-14.			
Plano	Apical 4 cámaras.		
Momento	Al final de la sístole ventricular.		
Medición	Eje mayor		
	Desde	Anillo tricuspídeo cerrado.	
	Hasta	Pared auricular opuesta.	
	Eje menor		
	Perpendicular al eje mayor a nivel medioauricular, entre la pared lateral de la aurícula y el septo interauricular.		
Valores de referencia	mm	Mujeres	Hombres
	Diámetro mayor	37-46	41-49
	Diámetro menor	31-38	35-42

Valoración del tamaño de la aurícula derecha

FIGURA 6-14.



Medidas de la aurícula derecha y de la vena cava inferior.





VALORACIÓN DEL TAMAÑO DE LA VENA CAVA INFERIOR (TABLA 6-15) y

FIGURA 6-14)

TABLA 6-15.

Valoración	Plano subcostal. Dirigiendo la marca de la sonda hacia posición cefálica, localizar la VCI desembocando en la aurícula.		
Medición	A 2 cm de la desembocadura en la AD.		
	El calibre de la VCI disminuye fisiológicamente durante la inspiración. Debe medirse el diámetro en espiración e inspiración para determinar el índice de colapsabilidad.		
	Valores normales (mm)		
	Diámetro máximo	21	
	Índice de colapsabilidad	Mayor del 50%	
Utilidad	Su diámetro máximo y su índice de colapsabilidad, cuando dan valores extremos, tanto máximos como mínimos, ayudan en la valoración del estado de volemia del paciente, pero siempre asociándolos a otras valoraciones.		
	Su valor se relaciona con las presiones en la AD.		
	Diámetro máximo	Índice de colapsabilidad	Presión en AD
	Menor de 21 mm	Mayor del 50%	0-5 mmHg
	Menor de 21 mm	Menor del 50%	10-15 mmHg
Mayor de 21 mm	Menor del 50 %	15-20 mmHg	

Valoración del tamaño de la vena cava inferior.

VCI: vena cava inferior; AD: aurícula derecha.

Elaboración de un informe y archivo de imágenes

Tras la exploración ecocardiográfica a pie de cama debe redactarse un informe breve, concreto, estandarizado, ordenado y preferentemente con escaso texto libre (TABLA 6-16).

Asimismo, es recomendable almacenar digitalmente las imágenes obtenidas que hayan resultado relevantes, por dos motivos:

- Poder realizar comparaciones en diversos momentos de la evolución del paciente.
- Que puedan ser valoradas por otros clínicos que lo atenderán durante su evolución.

Idealmente se conservarán imágenes de cada plano valorado y se guardarán cine-loops cuando los hallazgos dinámicos así lo requieran.



TABLA 6-16.

Encabezado	Datos de filiación del paciente	
	NHC / SIP	
	Lugar de realización	Servicio de Urgencias Emergencias/Unidad móvil de emergencias
	Fecha y hora	
Indicación del estudio	Dolor torácico, disnea, <i>shock</i> de origen indeterminado, PCR, valoración de la respuesta a fluidoterapia, etc.	
Situación clínica del paciente	Descripción del momento evolutivo del paciente	p.ej.: valoración inicial, tras sobrecarga de fluidos, previo o tras tratamiento deplectivo, etc.
	Constantes vitales	
	Ritmo cardíaco	Ritmo sinusal, fibrilación auricular, AESP, etc.
Hallazgos	Ventana y planos	• Describir la calidad del acceso acústico (bueno / regular /malo). • Describir los planos explorados y nombrar los que no se han podido explorar.
	Descripción	• Cualitativa o semicuantitativa. • Concisa y breve. • Ordenada.
	Orden	• Tamaño de las cavidades. • Función sistólica de VI y VD. • Función diastólica. • Valvulopatías significativas. • Derrame pericárdico. • Variables hemodinámicas en VI y VD.
Estudios asociados	Describir la valoración multiórgano asociada en caso de que se haya realizado.	
Conclusiones	Dar respuesta a las preguntas que indicaron la realización del estudio • Dicotómica (si/no). • Utilizando variables discretas (normal/leve/moderado/severo). p.ej.: • ¿La causa del <i>shock</i> es una disfunción sistólica severa del VI? (si/no). • ¿Puede el paciente beneficiarse de tratamiento con fluidos? (si/no). • ¿El paciente tiene signos de sobrecarga de cavidades derechas? (si/no).	

Firma de clínico que realiza la exploración

Estructura de un informe de ecocardiografía clínica

NHC: número de historia clínica; **SIP:** sistema de información poblacional; **PCR:** parada cardiorrespiratoria; **AESP:** actividad eléctrica sin pulso; **VI:** ventrículo izquierdo; **VD:** ventrículo derecho.





Limitaciones

TABLA 6-17.

Mal acceso acústico.

La adquisición de planos de baja calidad puede conducir a errores en la evaluación de la forma, el tamaño y la función cardíacas.

En el paciente portador de parches para desfibrilación, el plano subcostal puede ser el único disponible.

Los hallazgos patológicos deben confirmarse idealmente en al menos 2 ventanas ecográficas.

Precisa entrenamiento para la obtención correcta de los diferentes planos de estudio.

Precisa experiencia para la correcta interpretación de las imágenes obtenidas y aprender a integrarlas clínicamente.

Las mediciones lineales de las cavidades cardíacas no constituyen el *gold standard* de la valoración de sus tamaños, pues asumen que toda la cavidad es morfológicamente regular.

Se requieren planos de alta calidad para realizar mediciones representativas.

Limitaciones.

Errores frecuentes y consejos

TABLA 6-18

ERRORES COMUNES	CONSEJOS
Plano paraesternal eje largo: es frecuente acortar el ventrículo izquierdo, lo que conduce a sobreestimar su función sistólica y a subestimar su dimensión.	Realizar una ligera rotación e inclinación de la sonda hasta obtener una imagen del ventrículo izquierdo en su totalidad. Colocar al paciente en decúbito lateral izquierdo.
Plano paraesternal eje corto nivel mitral o papilares: un ventrículo izquierdo con forma ovalada indica que se está fuera del eje correcto, dando lugar a interpretaciones erróneas de su función sistólica.	Se debe rotar la sonda lo suficiente para obtener una imagen redondeada del ventrículo.
Plano apical: el corazón puede mostrarse acortado y redondo en lugar de largo y ovalado cuando la sonda no está correctamente sobre el ápex.	Realizar ajustes sutiles con la sonda hasta obtener el plano deseado.
Plano subcostal: confundir la vena cava inferior con la aorta.	Visualizar la vena cava inferior desembocando en la AD evita este error.
Confundir con vegetaciones variantes de la normalidad, como la red de Chiari en la AI o la banda moderadora del ventrículo derecho.	
Sobreestimar o subestimar el tamaño de las cavidades.	Obtener un plano óptimo para que las mediciones sean correctas.

Errores comunes y consejos

AD: aurícula derecha; **AI:** aurícula izquierda.



Conclusiones. Puntos clave

- La ecografía clínica cardíaca marca la diferencia entre ver y no ver, entre comprender y no comprender el mecanismo fisiopatológico responsable de la clínica del paciente. En situaciones de inestabilidad hemodinámica es una guía insustituible en la toma de decisiones inmediatas, que en muchos casos ayudarán al clínico a establecer tratamientos concretos que modificarán el resultado.
 - Asimismo, la posibilidad de ser repetida a lo largo de la evolución del paciente ayuda a tomar la decisión de continuar o modificar el tratamiento.
 - Permite resolver cuestiones tan relevantes como:
 - ¿La causa de la PCR es un taponamiento cardíaco?
 - ¿La etiología del *shock* es una disfunción sistólica por isquemia miocárdica?
 - ¿Responderá el paciente en *shock* a una sobrecarga de fluidos o habrá que iniciar tratamiento con fármacos vasoactivos?
 - ¿La causa de la disnea del paciente puede ser un tromboembolismo pulmonar?
 - A estas y a otras preguntas es posible dar una respuesta rápida a pie de cama con el entrenamiento adecuado.
-





Bibliografía

- Blavias M, Fox JC. Outcome in cardiac arrest patients found to have cardiac standstill on the bedside emergency department echocardiogram. *Acad Emerg Med*. 2001; 8: 616-21.
- Díaz-Gómez JL, Mayo PH, Koenig SJ. Point-of-Care Ultrasonography. *N Engl J Med*. 2021; 385(17): 1593-602.
- Evangelista A, Flachskampf F, Lancellotti P, Badano L, Aguilar R, Monaghan M, Zamorano J, Nihoyannopoulos P; European Association of Echocardiography. European Association of Echocardiography recommendations for standardization of performance, digital storage and reporting of echocardiographic studies. *Eur J Echocardiogr*. 2008; 9: 438-48.
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* [Internet]. 2015; 28(1): 1-39.e14.
- Moore CL, Rose GA, Tayal VS, Sullivan DM, Arrowood JA, Kline JA. Determination of left ventricular function by emergency physician echocardiography of hypotensive patients. *Acad Emerg Med*. 2002; 9: 186-93.
- Price S, Via G, Sloth E, Guarracino F, Breitzkreutz R, Catena E, et al. Echocardiography practice, training and accreditation in the intensive care: document for the World Interactive Network Focused in Critical Ultrasound (WINFOCUS). *Cardiovasc Ultrasound*. 2008; 6: 49.
- Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* [Internet]. 2010; 23(7): 685-713; quiz 786-8.
- Via G, et al. International Evidence-Based Recommendations for Focused Cardiac Ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014; 27: 683.e1-e33.
- Villén Villegas T, Campo Linares R, Alonso Viladot JR, Martínez Mas R, Luque Hernández MJ, Ruiz Durán M, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias*. 2022; 34: 377-87.
- Zamorano JL, Bax JJ, Rademakers FE. The ESC Textbook of Cardiovascular Imaging. Springer Verlag. (2010) ISBN: 1848824203.





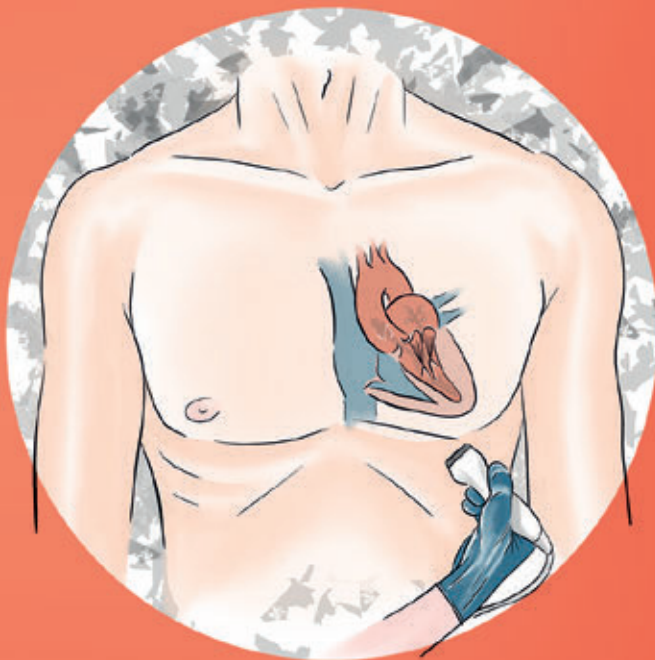
7

Ecografía clínica cardíaca II

Valoración de la función del ventrículo izquierdo y derecho.

Signos ecocardiográficos de tromboembolismo pulmonar

Lorena Gil Senabre, Laura Sánchez Suárez,
Andrés Von Wernitz y Pablo Barberá Rausell



Introducción

Estudiar la función cardíaca permite realizar una aproximación fisiopatológica al proceso que afecta al paciente agudo, ayuda a comprender cuál es el mecanismo responsable de su deterioro y aporta las herramientas necesarias para orientar la etiología desencadenante, decidir el tratamiento y valorar la respuesta al mismo.

Objetivos del tema

- Describir los diferentes métodos para estimar la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI).
- Calcular el gasto cardíaco del ventrículo izquierdo (VI), para su posterior integración en el estudio hemodinámico del paciente en shock.
- Estudiar la función diastólica del ventrículo izquierdo y su implicación clínica.
- Explicar los métodos que evalúan la función ventricular derecha para comprender las diferencias entre una sobrecarga aguda o crónica y aplicarlos en el contexto clínico del paciente.
- Identificar los signos ecocardiográficos sugestivos de tromboembolismo pulmonar (TEP).

Valoración de la función sistólica del ventrículo izquierdo

Los principales **parámetros** que estudian la **función sistólica** del VI son:

- La fracción de eyección del VI (FEVI).
- El gasto cardíaco (GC).

FRACCIÓN DE EYECCIÓN DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO

Es la fracción porcentual de volumen sanguíneo que el corazón expulsa en cada latido:

$$FE = \frac{VTD - VTS}{VTD} \times 100$$

Los **rangos de referencia** se muestran en la (**TABLA 7-1**).

Existen diversos **métodos para estimar la FEVI** mediante ecocardiografía, que se detallan a continuación.





TABLA 7-1.

Preservada	Mayor o igual al 50%
Ligeramente reducida	41-49%
Reducida	Menor o igual al 40%

Fracción de eyección del VI (FEVI): Valores de referencia.

VI: ventrículo izquierdo.

Fuente: 2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. European Society of Cardiology.

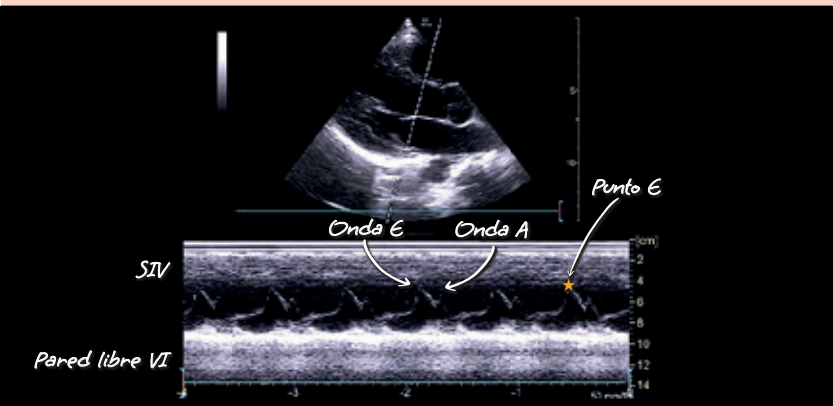
Separación septal del punto E

TABLA 7-2.

Concepto	Distancia entre el SIV y el extremo distal del velo anterior de la válvula mitral cuando éste ha alcanzado la excursión máxima durante la diástole.
Técnica	Plano paraesternal eje largo. Modo M sobre imagen en modo B. Se traza el modo M perpendicular al eje largo del VI, pasando por los extremos de los velos mitrales. Se obtiene un trazado a lo largo del ciclo cardíaco y se mide la distancia.
Ventajas y limitaciones	Medición sencilla. Su principal limitación es la patología de la válvula mitral. En presencia de insuficiencia aórtica, miocardiopatía hipertrófica y dilatada su valoración es más difícil de interpretar.
Valores de referencia	Una separación <8 mm se relaciona con una FEVI preservada. Cuanto menor es la distancia, mejor es la FEVI.

SIV: septo interventricular.

FIGURA 7-1.



Separación septal del punto E.

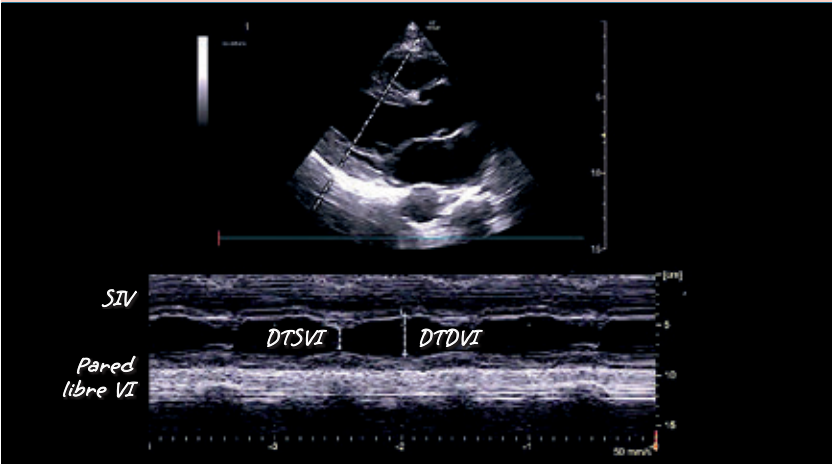


Fracción de acortamiento y estimación de la FE por método Teichholz

TABLA 7-3.	
Concepto	Es la fracción porcentual del diámetro máximo del ventrículo izquierdo en diástole y el diámetro mínimo del ventrículo izquierdo en sístole: $FA\ (\%) = \frac{DTDVI - DTSVI}{DTDVI} \times 100$
Técnica de medición	Plano paraesternal eje largo.
	Trazando el modo M sobre la imagen en modo B.
	Haz de US perpendicular al eje largo del VI, sin pasar por válvula mitral ni aórtica.
	Medir el DTDVI: coincidente con pico de la onda R del ECG. Medir el DTSVI: lugar de máxima aproximación de la pared libre y el septo. El software del ecógrafo realiza el cálculo de la FA. A partir de dichos diámetros, y aplicando la fórmula de Teichholz, se estiman los volúmenes y el software calcula la FEVI. $\text{Volumen diastólico} = \left[\frac{7}{(2,4 + DTDVI)} \right] \times DTDVI^3$ $\text{Volumen sistólico} = \left[\frac{7}{(2,4 + DTSVI)} \right] \times DTSVI^3$
Ventajas y limitaciones	Fácil de obtener.
	Requiere de la obtención de un plano no tangencial del VI. No es válido en alteraciones segmentarias de la contractilidad.
Valores	Fracción de acortamiento normal >25%.

US: ultrasonido, FA: fracción de acortamiento, DTDVI: diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo, DTSVI: diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo, FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

FIGURA 7-2.



Fracción de acortamiento y estimación de la FE por método Teichholz.



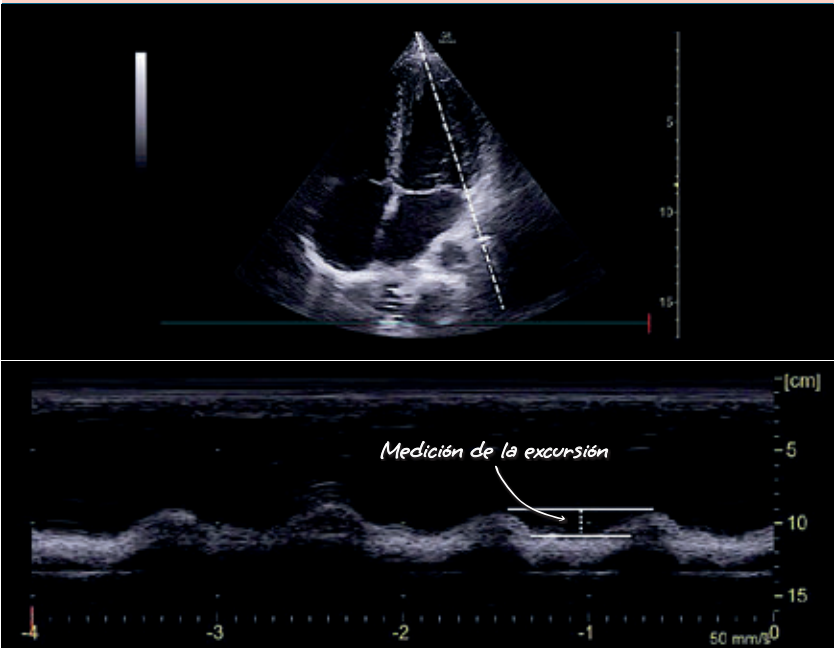


MAPSE (excursión sistólica del plano del anillo mitral)

TABLA 7-4.	
Concepto	Estudio del desplazamiento del anillo mitral septal o lateral durante la sístole, que refleja la contracción de dichos segmentos.
Técnica	Plano apical 4 cámaras.
	Modo M sobre la imagen en modo B. Se traza el modo M desde el ápex del VI hasta el anillo septal o lateral de la válvula mitral. Se obtiene una curva, sobre la que se toma la medida del desplazamiento.
Ventajas y limitaciones	Sencilla de obtener. Se relaciona bien con la FEVI siempre que la contractilidad sea homogénea en todo el VI.
Valores de referencia	MAPSE en anillo septal >10 mm. MAPSE en anillo lateral >13 mm. Valores normales se correlacionan con FEVI preservada. Valores menores de 8 mm se relacionan con FEVI <50%.

FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; VI: ventrículo izquierdo.

FIGURA 7-3.



MAPSE.

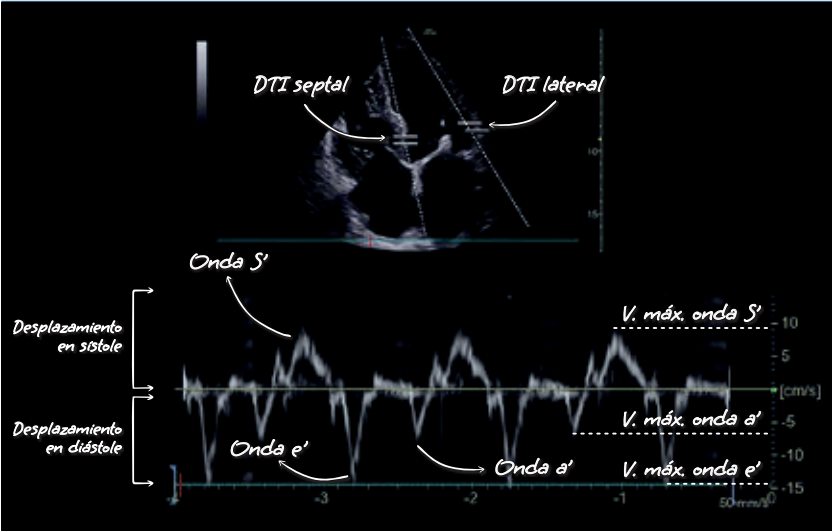


Medición de la onda S' mitral por Doppler tisular

TABLA 7-5.	
Concepto	Es la velocidad del desplazamiento del tejido miocárdico del ventrículo izquierdo a nivel del anillo mitral durante la sístole.
Técnica	Plano apical 4 cámaras.
	Doppler tisular (DTI) sobre la imagen en modo B.
	Se coloca el volumen de muestra del Doppler pulsado en el anillo mitral lateral o septal. Se obtiene una curva con una deflexión positiva (onda S'), que representa la velocidad del desplazamiento del anillo hacia el ápex durante la sístole, seguida de dos deflexiones negativas (ondas E'y A'). correspondientes a la fase de relajación.
Ventajas y limitaciones	Sencilla de obtener. No es útil en alteraciones segmentarias de la contractilidad. Onda A ausente en pacientes con fibrilación auricular.
Valores de referencia	Onda S'm en el anillo septal mayor o igual a 7 cm/s. Onda S'm en el anillo lateral mayor o igual a 10 cm/s. Valores normales indican función sistólica normal.

152

FIGURA 7-4.



Medición de la onda S' mitral por Doppler tisular.





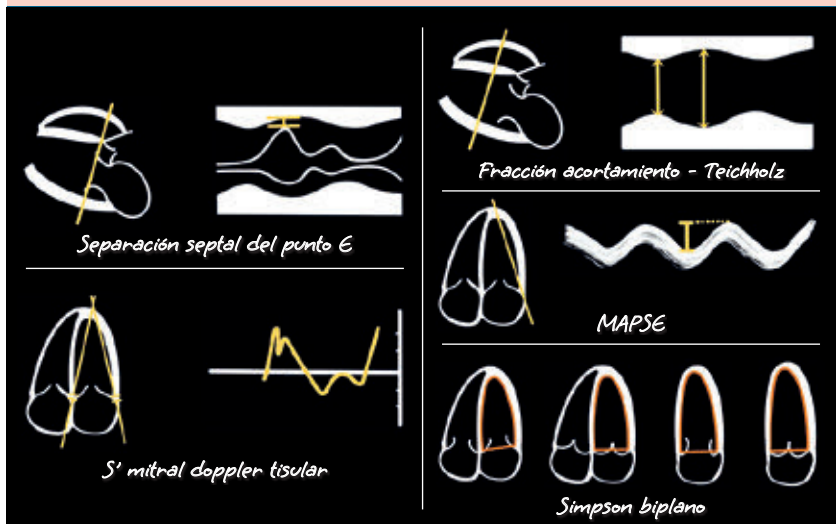
Método Simpson biplano

TABLA 7-6.

Concepto	Cálculo de los volúmenes telediastólico y telesistólico del VI a partir de la medición de las áreas del VI de diástole y sístole. Constituye el <i>gold standard</i> para determinar la FEVI.
Técnica	Planos apical 2 y 4 cámaras. Modo B. Medir el área del VI en telediástole y en telesístole en los dos planos (A4C y A2C), trazando una línea que pase por la interfaz sangre/tejido, acabando el trazado con una línea recta a nivel de la válvula mitral. El <i>software</i> del ecógrafo calcula los volúmenes telediastólico y telesistólico a partir de los datos obtenidos, y posteriormente calcula la FEVI. $FEVI = (VTDVI - VTSVI) / VTDVI$
Ventajas y limitaciones	Es el método de elección. Su principal limitación es su complejidad y curva de aprendizaje, si bien los ecógrafos más modernos permiten el cálculo automático.
Valores de referencia	Su valor equivale a la FEVI.

FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; VTDVI: volumen telediastólico del ventrículo izquierdo; VTSVI: volumen telesistólico del ventrículo izquierdo; A4C: apical 4 cámaras; A2C: apical 2 cámaras.

FIGURA 7-5.



Estimación de la FEVI.



GASTO CARDÍACO

Es el volumen de sangre que eyecta el ventrículo izquierdo durante 1 minuto. Es decir, el volumen sistólico (VS) emitido a través de la válvula aórtica en cada latido, multiplicado por la frecuencia cardíaca (FC):

$$GC \text{ (l/min)} = VS \times FC$$

Es recomendable que los valores de gasto cardíaco y de volumen sistólico estén indexados por superficie corporal. Para ello:

$$IGC = GC / \text{superficie corporal (m}^2\text{)}$$

$$IVS = VS / \text{superficie corporal (m}^2\text{)}$$

Para calcular la superficie corporal existen múltiples fórmulas basadas en el peso y la altura.

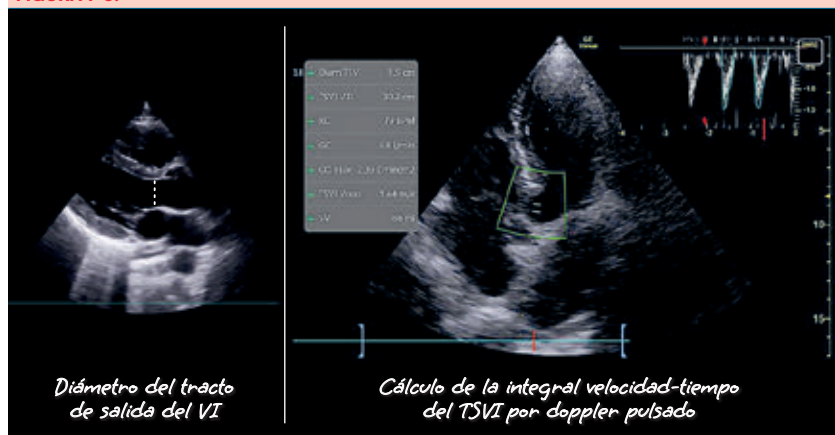
El **volumen sistólico** que atraviesa la válvula aórtica se calcula mediante ecocardiografía multiplicando el área de la sección por la que pasa dicho volumen (área del TSVI) por la distancia a la que la sangre es impulsada hacia la aorta desde el TSVI en cada latido (integral velocidad tiempo del TSVI – VTI del TSVI) (**FIGURA 7-6**).

$$VS \text{ (cm}^3\text{)} = \text{Área del TSVI (cm}^2\text{)} \times \text{VTI del TSVI (cm)}$$

El **área del TSVI** se calcula a partir de la medición del diámetro del TSVI, y es una medida antropométrica:

$$\text{Área del TSVI: } A = \pi r^2$$

FIGURA 7-6.



Cálculo del gasto cardíaco.

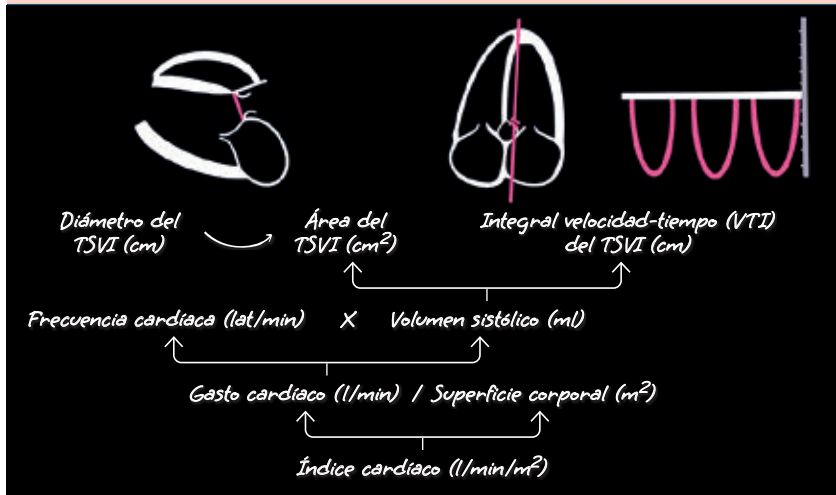




La VTI del TSVI se calcula en un plano apical 5 cámaras, colocando el volumen de muestra del Doppler pulsado en el TSVI, medio centímetro por encima del plano valvular aórtico. Se obtiene una deflexión negativa que indica la velocidad del flujo. Trazando el contorno de dicha curva se obtiene la distancia en cm correspondiente a la VTI. Los valores de referencia se encuentran entre 18 y 22 cm.

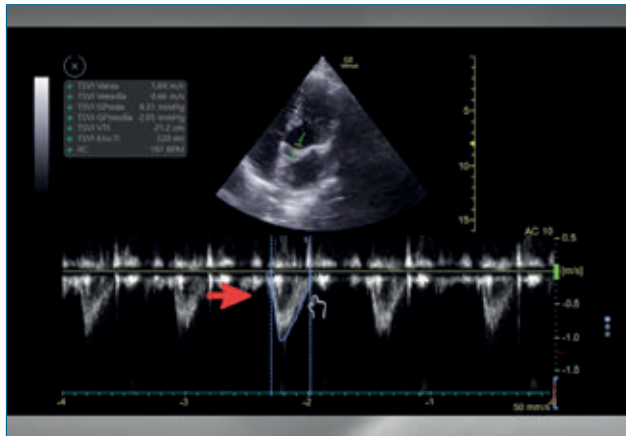
En la infografía de la **FIGURA 7-7** y el **VIDEO 7-1** se resume la información de este apartado.

FIGURA 7-7.



155

Cálculo del gasto cardíaco.



VÍDEO 7-1.
Cálculo del gasto cardíaco.



Escanee el código QR para visualizar el video



Valoración de la función diastólica del ventrículo izquierdo

El llenado del ventrículo izquierdo durante la diástole depende de que estén conservadas las propiedades de relajación y distensibilidad del miocardio.

Si el miocardio se **relaja** correctamente al inicio de la diástole y cae rápidamente su presión, la entrada de sangre procedente de la AI será rápida por el efecto de succión generado. El miocardio sano que conserva su **distensibilidad** permite que conforme aumente el volumen de sangre en el VI durante la fase de llenado lento, la presión vaya aumentando de forma suave y paulatina.

La pérdida de estas propiedades, producida por diferentes patologías, cursa con disfunción diastólica.

PARÁMETROS UTILIZADOS

La evaluación de la función diastólica requiere un grado de aprendizaje y un nivel de competencias más avanzado y, aunque proporciona información relevante, no forma parte esencial de la valoración inicial y básica del paciente en Urgencias.

La función diastólica se evalúa calculando:

- Velocidad máxima de las ondas A y E de llenado mitral mediante *Doppler* pulsado.
- Relación E/A.
- Velocidad máxima de la onda e' del anillo mitral mediante *Doppler* tisular.
- Cociente E/e' .
- Velocidad máxima sistólica de la insuficiencia tricuspídea mediante *Doppler* continuo.

Una vez obtenidos estos datos se valora la existencia o no de disfunción y su severidad siguiendo dos estrategias diferentes en función de si el paciente tiene la FEVI preservada o reducida.

Velocidad máxima de las ondas E y A de llenado mitral mediante *Doppler* pulsado y relación E/A

TABLA 7-7.	
Concepto	Velocidad de la sangre al pasar de la AI al VI a través de la válvula mitral.
Técnica	Plano apical 4 cámaras.
	<i>Doppler</i> pulsado sobre modo B.
	Volumen de muestra entre los bordes libres de las valvas mitrales en su cara ventricular.

Continúa ►





► Continuación

Técnica

Si hay contracción auricular se obtiene un registro con dos ondas positivas:

- **Onda E:** llenado temprano del VI, producido inicialmente gracias a la **succión** de la sangre por parte del VI y posteriormente por el aumento de presión en la AI que **empuja** la sangre hacia el VI.
- **Onda A:** llenado telediastólico secundario a la **contracción auricular**.

Valores de referencia

$E > A$.

Relación: $E/A > 0,8$.

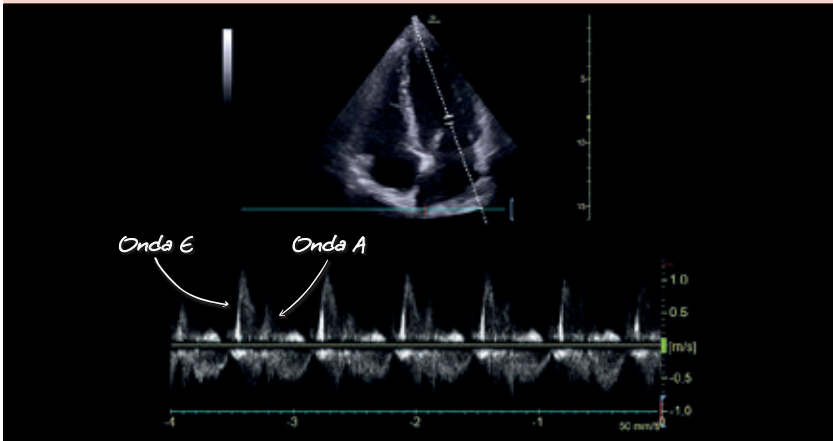
Valor normal de onda E 0,7-1,2 m/s.

Pacientes en fibrilación auricular: calcular la media de 5 ondas E para obtener el valor.

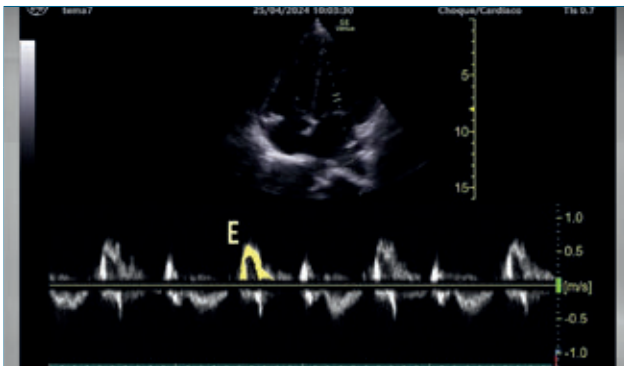
Flujo de llenado transmitral mediante Doppler pulsado.

AI: aurícula izquierda, VI: ventrículo izquierdo.

FIGURA 7-8.



Flujo de llenado transmitral mediante Doppler pulsado.



VÍDEO 7-2.

Flujo de llenado transmitral.



Escanee el código QR para visualizar el video



Velocidad máxima de la onda e' del anillo mitral mediante Doppler tisular

TABLA 7-8.	
Concepto	Velocidad del movimiento del tejido miocárdico a nivel del anillo mitral.
Técnica	Plano apical 4 cámaras.
	Doppler tisular sobre modo B.
	Volumen de muestra en la porción septal o lateral del anillo mitral.
Se obtiene un registro de 3 ondas:	
• Onda S': deflexión positiva que corresponde a la velocidad de desplazamiento del tejido miocárdico del ventrículo durante la sístole .	
• Onda e': deflexión negativa que corresponde a la velocidad del desplazamiento miocárdico durante el llenado temprano diastólico .	
• Onda a': deflexión negativa que representa la velocidad del desplazamiento del miocardio durante la contracción auricular .	
Valores de referencia	• Onda e' septal >7 cm/s normal. • Onda e' lateral >10 cm/s normal.

Doppler tisular en el anillo mitral.

Cociente E/e'

Calculado con los datos obtenidos de las mediciones anteriores. Para el cálculo de la velocidad de la onda e' se toma el promedio entre la velocidad medida a nivel septal y la obtenida a nivel lateral del anillo mitral (**TABLA 7-9**).

TABLA 7-9.	
Concepto	Es el cociente entre la velocidad pico de la onda "E" de llenado mitral y la velocidad pico de la onda e' obtenida por Doppler tisular mitral. Este cociente muestra una gran correlación con la presión capilar pulmonar (PCP).
Medidas	• Cociente E/e' menor o igual a 8 se asocia a valores normales de PCP. • Cociente E/e' = 8-15: para valores intermedios tiene escaso valor. • Cociente E/e' mayor que 15 se asocia a PCP elevada >15 mmHg.

PCP: presión capilar pulmonar.

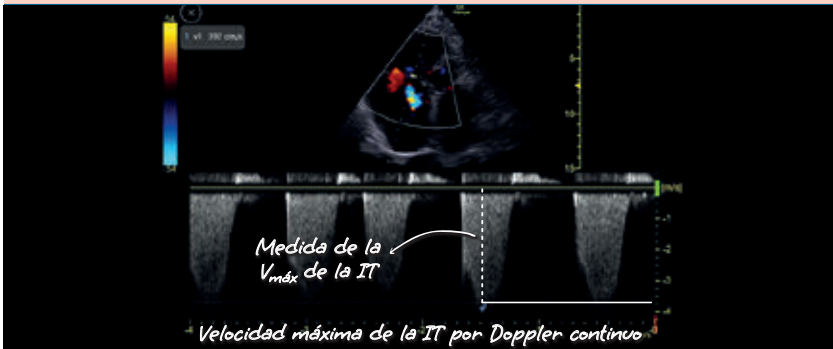
Velocidad máxima sistólica de la insuficiencia tricuspídea mediante Doppler continuo

Se calcula en un plano apical 4 cámaras, colocando el volumen de muestra del doppler continuo en la AD, alineado con el flujo regurgitante. Se obtiene una deflexión negativa sobre la que se mide la velocidad máxima alcanzada (**FIGURA 7-9**). En pacientes en fibrilación auricular, el valor de la V. máx es la media de las mediciones en 5 ondas.





FIGURA 7-9.



Medición de la velocidad máxima de la insuficiencia tricuspídea mediante Doppler continuo.

En la siguiente infografía se resumen los parámetros de evaluación de la función diastólica del VI:

FIGURA 7-10.



Parámetros de evaluación de la función diastólica del VI.

FUNCIÓN DIASTÓLICA NORMAL Y GRADOS DE DISFUNCIÓN

Función diastólica normal

Cuando la **función diastólica** es **normal (grado 0)** los valores obtenidos son los siguientes:

- **E>A: $E/A \geq 0,8$.** La mayor parte de la sangre entra al VI durante la fase de llenado temprano. El resto de sangre entra procedente de la AI durante la contracción de ésta.
- **E' septal >7 cm/s, e' lateral >10 cm/s.** La velocidad del desplazamiento miocárdico es normal.
- **$E/e' <10$.**
- **V. máx IT $<2,8$ m/s.**



Disfunción diastólica grado I (leve): alteración de la relajación.

- **E < A: E/A $\leq 0,8$.** Fallo de la relajación en la fase temprana del llenado diastólico, y, por tanto, disminución de la entrada de sangre por efecto succión. La onda E será de menor amplitud. La sangre restante es impulsada por la contracción auricular, y, por tanto, la onda A será de mayor amplitud sin que la presión en la AI llegue a elevarse.
- **e' septal <7 cm/s, e' lateral <10 cm/s.** La onda e' del DTI mitral indicará baja velocidad en el desplazamiento del miocardio en esta fase.
- **E/e' <10.** Ambas ondas (E y e') están disminuidas, por lo que el cociente entre ellas se mantiene.
- **V. máx IT <2,8 m/s.**

Disfunción diastólica grado II (moderada): patrón pseudonormal.

La rigidez del miocardio empeora, lo que conlleva mayor presión en la AI para contrarrestar la elevada presión del VI, pudiendo asociar o no dilatación de la AI.

- **E > A: E/A >0,8.** Al abrirse la válvula mitral entra un importante volumen de sangre en el VI impulsado por la presión elevada de la AI, es decir, no debido al efecto succión, como ocurriría en un corazón sano. La onda E tiene una amplitud mayor que la onda A, por lo que el aspecto del patrón de llenado transmitral es el mismo que el de un corazón normal.
- Si el paciente con una relación $E > A$ realiza una **maniobra de Valsalva** y el patrón se invierte (pasa a tener una relación $E < A$) es indicativo de que el grado de disfunción que padece es del tipo pseudonormal.
- **e' septal <7 cm/s, e' lateral <10 cm/s.** La relajación del VI es más lenta y disminuye la velocidad del desplazamiento del anillo mitral durante la fase de llenado temprano. Esta es la clave para diferenciar entre el patrón normal y el pseudonormal.
- **E/e' entre 10 y 14.**
- **V. máx IT >2,8 m/s**

Disfunción diastólica grado III (severa): patrón restrictivo.

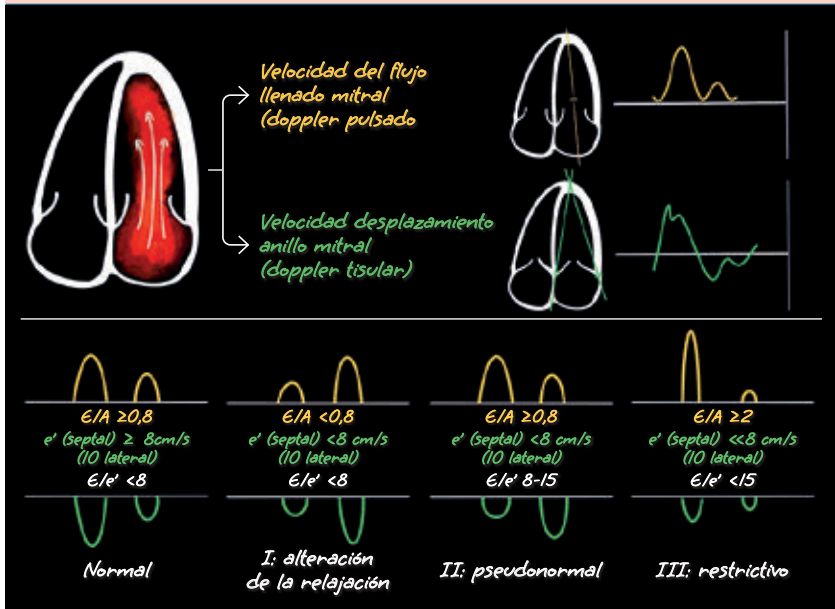
La distensibilidad miocárdica continúa empeorando, por lo que la presión en la AI se va elevando compensatoriamente y ésta se dilata.

- **E >> A: E/A ≥ 2 .** Al inicio del llenado diastólico la sangre entra rápidamente impulsada por la elevada presión de la AI. La onda E es estrecha y picuda. El volumen de sangre restante en la AI es escaso, por lo que la onda A es pequeña.
- **e' septal <<8 cm/s, e' lateral <<10 cm/s.** El miocardio del VI se mueve escasamente durante la fase de relajación.
- **E/e' >14.** La onda E de llenado es muy picuda y la onda e' de anillo mitral es muy pequeña.
- **V. máx IT >2,8 m/s**





FIGURA 7-11.



Grados de disfunción diastólica del VI.

161

El estudio de la función diastólica del VI tiene las siguientes **utilidades y limitaciones** (TABLA 7-10):

TABLA 7-10.

UTILIDAD

Estimación de la precarga durante la administración de fluidos, junto con la valoración de la congestión pulmonar (patrón B) y la congestión venosa (VExUS).

Comparación con una ecocardiografía reciente para el manejo de la insuficiencia cardíaca crónica agudizada. Una progresión del patrón de disfunción respecto al patrón previo sugiere peor respuesta al tratamiento diurético.

Ayuda en el diagnóstico diferencial entre edema agudo de pulmón cardiogénico (EAP) y no cardiogénico (SDRA). Así, en casos de EAP, la función diastólica del VI está afectada necesariamente.

LIMITACIONES

Dificultad para conseguir una angulación cercana a 0° al aplicar Doppler pulsado o Doppler tisular que invalide las mediciones.

Válvula mitral protésica o calcificada.

Fibrilación auricular. No existe la onda A de contracción auricular.

Utilidad y limitaciones de la valoración de la función diastólica del VI.

VExUS: venous excess ultrasound; **SDRA:** síndrome de distrés respiratorio del adulto. **EAP:** edema agudo de pulmón.



Valoración de la función del ventrículo derecho.

El estudio de la función del ventrículo derecho mediante ecografía clínica tiene como objetivo determinar si existe insuficiencia cardíaca derecha o no. Si ésta está presente, sirve de guía para determinar si es aguda o crónica o si su origen es una disfunción primaria del propio VD, como un infarto, o secundaria a hipertensión pulmonar aguda, como en caso de un tromboembolismo pulmonar o un síndrome de distrés respiratorio del adulto.

PARÁMETROS UTILIZADOS

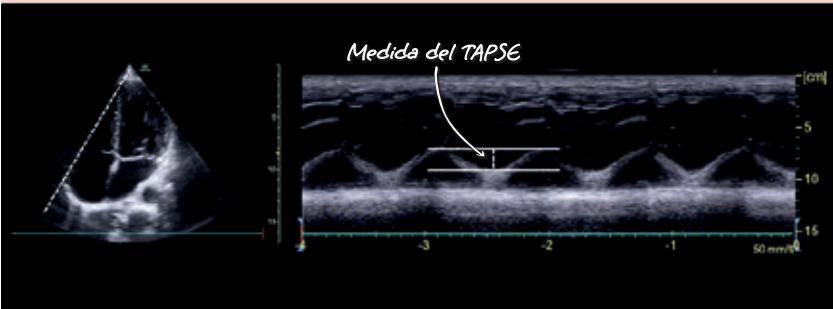
En el contexto del paciente urgente se utilizan principalmente dos mediciones:

Excursión sistólica del plano el anillo tricuspídeo (TAPSE)

TABLA 7-11.	
Concepto	Es el desplazamiento sistólico de la base de la pared libre del VD. Mide la distancia que recorre el anillo tricuspídeo durante la sístole en plano longitudinal.
Técnica	Plano apical 4 cámaras.
	Modo M sobre imagen en modo B. La línea del modo M ha de pasar por la porción lateral del anillo tricuspídeo y el ápex.
	Se obtiene el registro a lo largo del tiempo del movimiento del anillo tricuspídeo lateral. Se procede a su medición.
Ventajas y limitaciones	Medida sencilla y reproducible.
	Estima bien la fracción de eyección del VD.
	Tiene valor pronóstico. No es útil en presencia de alteraciones segmentarias de la contractilidad.
Valores de referencia	Normal: ≥ 17 mm.
	Disfunción sistólica del VD: <17 mm.

VD: ventrículo derecho.

FIGURA 7-12.



TAPSE: excursión sistólica del plano del anillo tricuspídeo.



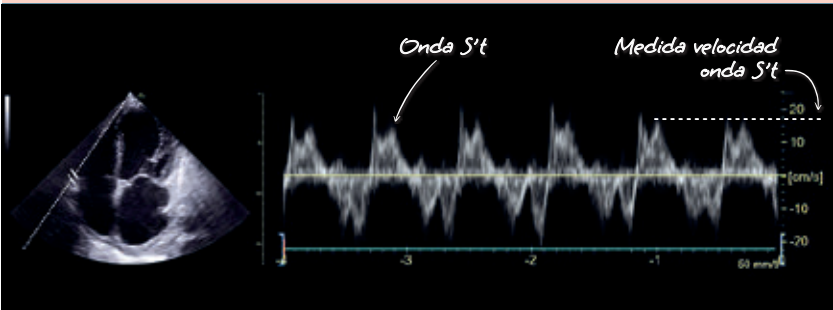


Determinación de la velocidad pico de la onda S't medida por Doppler tisular en el anillo tricuspídeo

TABLA 7-12.	
Concepto	Velocidad del desplazamiento longitudinal de las fibras del anillo tricuspídeo lateral, a nivel de la pared libre del VD.
Técnica	Plano apical 4 cámaras.
	Doppler tisular sobre modo B.
	Se obtiene una curva que representa el desplazamiento de las fibras y su velocidad a lo largo del tiempo.
	Dicha curva consta de 3 ondas, la primera de ellas es una deflexión positiva que se corresponde al desplazamiento en sístole del anillo tricuspídeo hacia el ápex (onda S't). Se mide la velocidad pico de dicha onda.
Ventajas y limitaciones	Técnica sencilla.
	Valor pronóstico.
	Buena correlación con la función sistólica global del VD.
	No es útil en presencia de alteraciones segmentarias de la contractilidad.
Valores de referencia	Normal: $10 \pm 2,3$ cm/s.
	Disfunción sistólica del VD: $<9,5$ cm/s.

VD: ventrículo derecho.

FIGURA 7-13.



Medición de la velocidad pico de la onda S' tricuspídea mediante Doppler tisular:

SIGNOS ECOGRÁFICOS DE SOBRECARGA DEL VD (FIGURA 7-14)

- **Aumento del tamaño del ventrículo derecho.** Un VD dilatado con paredes de espesor normal traduce **sobrecarga derecha aguda**. Un VD dilatado con paredes hipertróficas es sugestivo de **elevación crónica de la presión pulmonar**.

La **dilatación de la cavidad** ventricular hay que observarla en todos los planos posibles. La medición de sus diámetros basal, apical y longitudinal se realiza en el plano apical 4 cámaras en diástole.



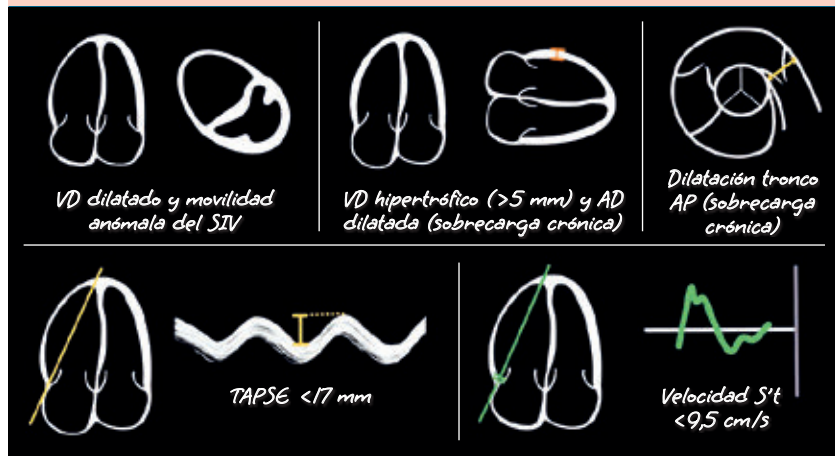
La **relación entre el tamaño de VI y el VD** es la siguiente:

- $VD < VI$: relación normal $<0,6$.
- Si $VD = VI \rightarrow$ VD ligeramente dilatado.
- Si $VD > VI \rightarrow$ VD severamente dilatado.

La medición del **grosor de la pared libre** del VD se realiza en el plano subcostal al final de la diástole. Un grosor superior a 5 mm es sugestivo de sobrecarga derecha crónica. Un grosor menor o igual a 5 mm orienta a sobrecarga aguda.

- **Movimiento anómalo del septo interventricular.** En pacientes con disfunción ventricular derecha, aguda o crónica, el aumento de presión en dicha cavidad se traduce en un movimiento anormal del septo interventricular que se aplanan o se abomba hacia el VI. Esta alteración se observa sobre todo en los planos paraesternal eje corto de los músculos papilares, donde se denomina **signo de la "D"** (por la forma que adopta el VD al aplanarse el SIV) y en los planos apical y subxifoideo 4 cámaras.
- **Disminución de la excursión sistólica del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE).**
- **Disminución de la velocidad pico de la onda S't medida por Doppler tisular tricuspídeo.**
- **Dilatación del tronco de la arteria pulmonar.** La dilatación del tronco de la arteria pulmonar es sugestiva de sobrecarga derecha crónica. En el plano paraesternal eje corto de los grandes vasos se pueden comparar el tamaño de la aorta y de la arteria pulmonar. Se considera dilatada cuando:
 - Diámetro arteria pulmonar >25 mm.
 - Relación diámetro arteria pulmonar $>$ diámetro aorta (siendo la aorta no aneurismática).

FIGURA 7-14.



Signos de disfunción del ventrículo derecho.





Signos ecocardiográficos de tromboembolismo pulmonar (TEP)

En la valoración del paciente con sospecha de TEP debe incluirse:

- Valoración de signos ecográficos de trombosis venosa profunda (TVP) en miembros inferiores
- Valoración ecográfica del pulmón y la pleura con el fin de descartar otras causas de disnea o de shock. Incluso visualizar infartos pulmonares.
- Valoración ecocardiográfica de:
 - Signos de sobrecarga derecha aguda
 - Valoración de la gravedad del TEP
 - Visualización del **trombo en tránsito**: es poco frecuente, pero puede visualizarse un trombo en tránsito tanto en AD como en VD o en la propia arteria pulmonar, sobre todo en aquellos pacientes con factores de riesgo como fibrilación auricular, estenosis tricuspídea y prótesis tricuspídea.

SIGNOS ECOCARDIOGRÁFICOS DE TEP

- **Dilatación del VD sin hipertrofia.** Como signo de sobrecarga aguda de presión del VD
- **Signo de la “D”:** Movimiento anómalo del septo interventricular, que se aplanan hacia el ventrículo izquierdo, adquiriendo un aspecto que recuerda a la letra “D”. Tiene una sensibilidad del 30 % (sensibilidad que aumenta en pacientes con taquicardia e hipotensión) y una especificidad del 96 % para TEP.
- **TAPSE disminuido.** Signo de mal pronóstico. Cuanto menor es la medida del TAPSE, más afectada está la función sistólica del VD.
- **Disminución de la velocidad pico de la onda S't**
- **Signo de McConnell:** en el plano apical 4 cámaras se observa hipocinesia difusa de los segmentos medios y basales de la pared libre del ventrículo derecho con aparente preservación del movimiento sistólico en la región apical. Tiene una sensibilidad del 22 % y especificidad del 97% para TEP. Su presencia es un signo de gravedad. No es patognomónico.
- **Patrón tipo III de flujo en la arteria pulmonar, con presencia de notch mesosistólico.** Para el estudio del flujo de la arteria pulmonar, en el plano paraesternal eje corto de los grandes vasos, se coloca el volumen de muestra de *Doppler* pulsado 1 cm proximal a la válvula pulmonar, sobre el flujo del TSVD que se dirige hacia la válvula. Se obtiene una curva con una deflexión negativa (se aleja de la sonda) que se corresponde con el flujo de la arteria pulmonar.



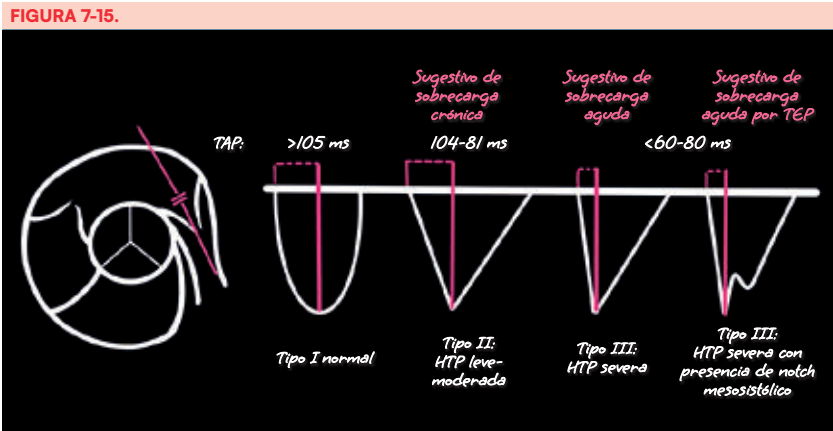
Se valoran dos parámetros (**TABLA 7-13**):

- **Morfología de la curva del flujo en la arteria pulmonar**
- **Tiempo de aceleración pulmonar (TAP)** de dicha curva: tiempo transcurrido desde el inicio del flujo hasta que la onda alcanza el pico de velocidad.

TABLA 7-13.	
MORFOLOGÍA DE LA ONDA	TAP (ms)
Patrón normal o tipo I: No hay HTP. Distensibilidad arterial conservada. La deflexión negativa tiene forma de cúpula invertida.	>105 ms
Patrón tipo II: Aumento leve-moderado de las resistencias pulmonares, que permite cierta distensibilidad de la arteria. La onda tiene una aceleración más acusada que la deceleración, por lo que adopta una forma triangular asimétrica.	81 - 104 ms
Patrón tipo III: HTP severa. Distensibilidad de la arteria muy disminuida. La onda tiene una rápida aceleración, dándole una morfología de triángulo rectángulo. La presencia de una muesca (notch mesosistólico) en la zona de deceleración indica, con una elevada sensibilidad y especificidad, la existencia de una HTP (PSAP >50 mmHg). Presente en el tromboembolismo pulmonar .	<60-80 ms

Valoración del flujo en la arteria pulmonar.

TAP: tiempo de aceleración del flujo pulmonar; PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar; ms: milisegundos; HTP: hipertensión pulmonar.



Flujo en la arteria pulmonar: morfología de la curva y tiempo de aceleración.





El estudio de la morfología del flujo de la arteria pulmonar y el valor del TAP son parámetros que valoran la poscarga del VD, son sinónimos de las resistencias vasculares pulmonares y sirven para evaluar la gravedad de la hipertensión pulmonar.

Aumento de la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP)

El aumento de la PSAP, aguda o crónica, de cualquier origen, da lugar a insuficiencia ventricular derecha por sobrecarga. Su medición evalúa la poscarga del VD.

Para su cálculo es necesario que exista insuficiencia tricuspídea, que, por otro lado, suele estar presente en toda hipertensión pulmonar significativa, ya que el VD se dilata y disminuye la coaptación entre los velos tricuspídeos.

PSAP = gradiente de presión entre AD y VD + Presión venosa central,
donde:

- Gradiente de presión AD-VD = $(\text{velocidad máxima de la IT})^2 \times 4$.
- Presión venosa central = Presión en la aurícula derecha.

Su empleo está limitado a pacientes sin arritmias y con frecuencia cardíaca normal.

Pasos para su cálculo:

1.º: Cálculo de **gradiente de presión auriculoventricular** midiendo la **velocidad de la regurgitación tricuspídea**:

- Plano apical 4 cámaras
- *Doppler* continuo sobre modo B. Volumen de muestra colocado en el *jet* de regurgitación con una angulación lo más cercana posible a 0° (entre 0 y 20°) respecto a la dirección del flujo.
- Se obtiene una deflexión negativa. Se mide la velocidad máxima de dicha curva negativa.
- Se aplica la ecuación de Bernoulli para obtener el valor del gradiente auriculoventricular: $\text{Gradiente A-V} = (V_{\text{máx IT}})^2 \times 4$

2.º: Estimación de la PVC (**TABLA 7-14**), que es equivalente a la P_{AD} , y que se estima en función del diámetro máximo de la **vena cava inferior** (VCI) y su índice de colapsabilidad.

- Plano subcostal vena cava inferior.
- Medición del diámetro máximo de la VCI a 1-2 cm de su entrada en la AD y cálculo de su índice de colapsabilidad con los movimientos respiratorios.



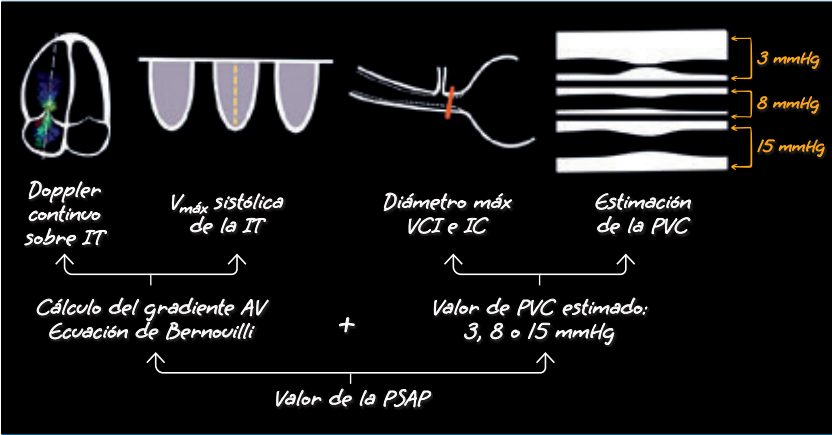
TABLA 7-14.

DIÁMETRO DE LA VCI	ÍNDICE DE COLAPSABILIDAD	PVC ESTIMADA	VALOR DE PVC PARA EL CÁLCULO DE LA PSAP
< 21 mm	>50%	0-5 mmHg	3 mmHg
<21 mm	<50%	5-10 mmHg	8 mmHg
>21 mm	<50%	15-20 mmHg	15 mmHg

Estimación de la PVC.

VCI: vena cava inferior; PVC: presión venosa central.

FIGURA 7-16.



Cálculo de la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP).

3.º: En función de los valores obtenidos la **interpretación** es la siguiente:

TABLA 7-15.

	$V_{\text{máx}}$ IT (M/S)	GRADIENTE A-V (MMHG)
Normal	2-2,1	16-18,3
Elevación de la presión sistólica de AP y VD	>2,8-2,9	>31,4-33,6
Disfunción aguda del VD	$\leq 3,4$	≤ 46
Disfunción crónica del VD	<3,4	>46

Interpretación de resultados y su correlación con la PSAP.

PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar; $V_{\text{máx}}$ IT: velocidad máxima de la insuficiencia tricuspídea; AP: arteria pulmonar; VD: ventrículo derecho.





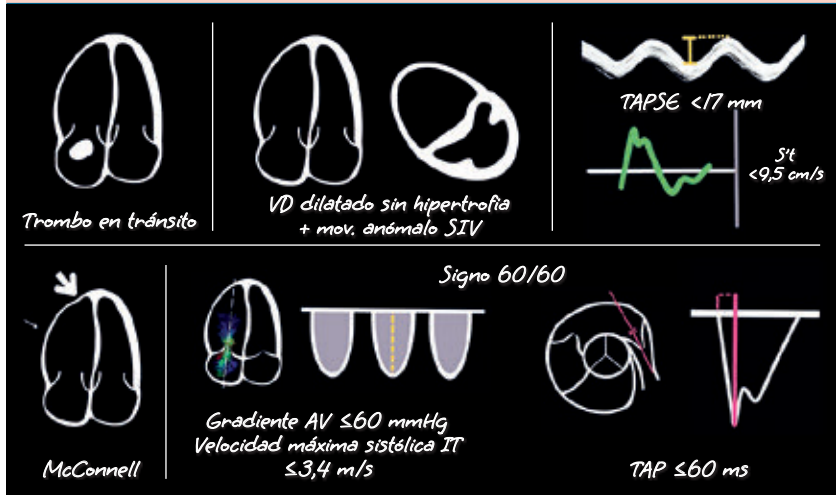
Signo 60/60

Compuesto por la combinación de dos parámetros que traducen hipertensión pulmonar severa:

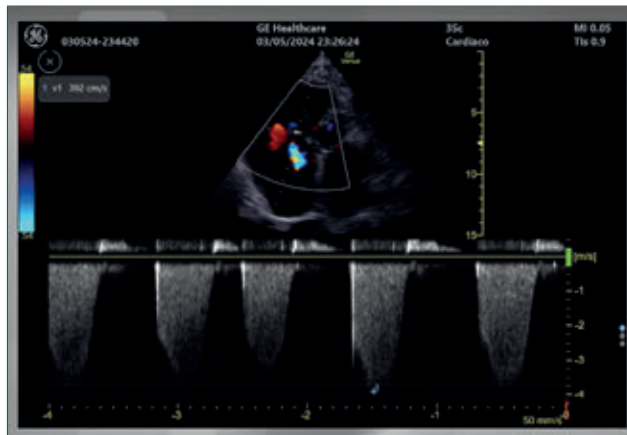
- Gradiente de presión AV derecho <60 mmHg.
- Tiempo de aceleración del flujo arterial pulmonar ≤ 60 ms.

Tiene hasta un 70 % de sensibilidad y un 98% de especificidad para TEP de alto riesgo.

FIGURA 7-17.



Signos ecográficos de tromboembolismo pulmonar.



VÍDEO 7-3.

Signos
ecográficos
de TEP.



Escanee el código QR
para visualizar el video



Conclusiones. Puntos clave

- En el paciente agudo y más aún en casos críticos resulta **compleja la adquisición y mantenimiento de ventanas óptimas**. En muchos casos no es posible obtener todas ellas. Conocer como se valora la función cardíaca en diversas ventanas permite obtener datos de aquellas que resultan valorables.
 - La valoración visual (cualitativa) de la función sistólica del ventrículo izquierdo es sencilla y tiene una curva de aprendizaje muy rápida. Sin embargo, en escenarios donde se precisa **comparar la respuesta funcional del VI ante determinados tratamientos** (fluidoterapia, fármacos vasoactivos) se hace necesaria una valoración cuantitativa que permita estas comparaciones, por lo que resulta útil conocerlas.
 - El estudio de la disfunción diástolica del VI requiere el uso **modalidades Doppler** que precisan de un entrenamiento adecuado.
 - La valoración de la disfunción del ventrículo derecho, más allá de valorar su tamaño y grosor miocárdicos, es más compleja, pero muy útil para **diferenciar entre sobrecarga aguda y crónica**, fundamental para orientar la etiología de la disfunción e iniciar un tratamiento precoz.
 - El diagnóstico de **TEP** se realiza por TC vascular, pero existen **signos ecocardiográficos indirectos** que apoyan la sospecha clínica inicial.
 - La información obtenida por ecografía siempre debe valorarse en el **contexto clínico** del paciente, ir apoyada en una anamnesis completa, la exploración física y otras pruebas complementarias.
-





Bibliografía

- Alerhand S, Adrian R, Taylor L. Cardiac point of care ultrasound, an emergency medicine review. *Emerg Med Clin N Am.* 2024;1-24.
- Alerhand S, Sundaram T, Gottlieb M. What are the echocardiographic findings of acute right ventricular strain that suggest pulmonary embolism? *Anaesth Crit Care Pain Med* 40 (2021): 100852.
- Ayuela Azcarate JM, Clau Terré F, Ochagavía A, Vicho Pereira R. Papel de la ecocardiografía en la monitorización hemodinámica de los pacientes críticos. *Med Intensiva.* 2012;36(3): 220-232.
- Farhood Alsoos, Ali Khaddam. Echocardiographic evaluation methods for the right ventricular function. *J Echocardiogr.* 2015 jun;13 (2):43-51.
- Fernandez L, Lahuerta I. Recomendaciones para la evaluación de la función diastólica del ventrículo izquierdo: enfoque actualizado. *RETIC* 2017;4:1-69.
- Humbert M. et al. 2022 ESC/ERS guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *European Heart Journal* 2022; (43):3618-3731.
- Roberto M Lang. Recomendaciones para la cuantificación de las cavidades cardíacas por ecocardiografía en adultos: actualización de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y de la Asociación Europea de Imagen Cardiovascular. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010:1-64.
- Sherif F Nagueh, Otto A. Smiseth, Christopher P. Appleton et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the european association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiography* 2026; 29:277-314.
- Vicho R, Serna M, Fraile V. Nuevos planos de ecocardiografía en el paciente crítico. *Rev electron AnestesiaR* 2015; Vol 7(8):363.
- Villén Villegas T, Campos Linares R, Alonso Vidalot JR, Martínez Mas R, Luque Hernández MJ, Ruiz Durán M, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias* 2022; 34:377-387.



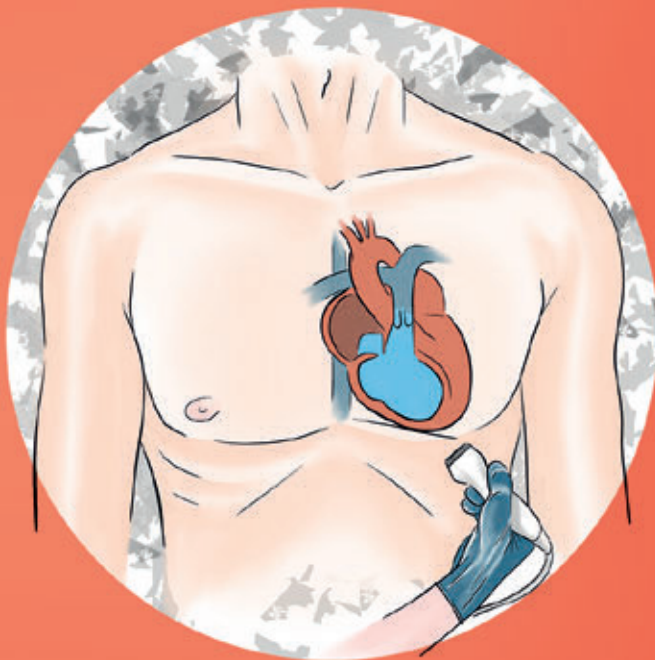


8

Ecografía clínica cardíaca III

Alteraciones segmentarias de la
contractilidad e identificación
de valvulopatías significativas

M.^a Ángeles Viñas Gimeno, Lorena Gil Senabre,
Leticia Serrano Lázaro y Begoña Espinosa Fernández



Introducción

La ecografía clínica cardíaca proporciona información esencial sobre la fisiopatología del proceso en curso en el paciente hemodinámicamente inestable con dolor torácico agudo y disnea de causa no evidente.

Las alteraciones segmentarias de la contractilidad son la principal manifestación ecográfica de la cardiopatía isquémica y su valoración es técnicamente sencilla, aunque es necesario un entrenamiento básico.

La información sobre la anatomía y función valvular obtenida mediante los modos B y *Doppler* color es suficiente en muchas ocasiones para realizar un estudio guiado por objetivos en el paciente crítico.

Es importante reconocer las limitaciones de este tipo de estudios, y si se detectan hallazgos de nueva aparición, se debe completar con una ecocardiografía reglada.

Objetivos del tema

- Identificar y valorar **cualitativamente** las alteraciones segmentarias de la contractilidad cardíaca y relacionar su localización con las manifestaciones electrocardiográficas y con la lesión de la **arteria coronaria responsable**.
 - Describir las principales **complicaciones mecánicas agudas de un infarto**, que provocan inestabilidad hemodinámica e incluso parada cardíaca.
 - Establecer el diagnóstico diferencial de otras causas agudas de dolor torácico no isquémico en el paciente grave.
 - Detectar y saber interpretar con los modos *Doppler* color y continuo las **valvulopatías más significativas**.
 - Conocer las **limitaciones** y cuándo se debe solicitar una ecocardiografía reglada al detectar una valvulopatía de nueva aparición.
-

Alteraciones segmentarias de la contractilidad

La principal **causa** de las alteraciones segmentarias de la contractilidad es la cardiopatía isquémica.

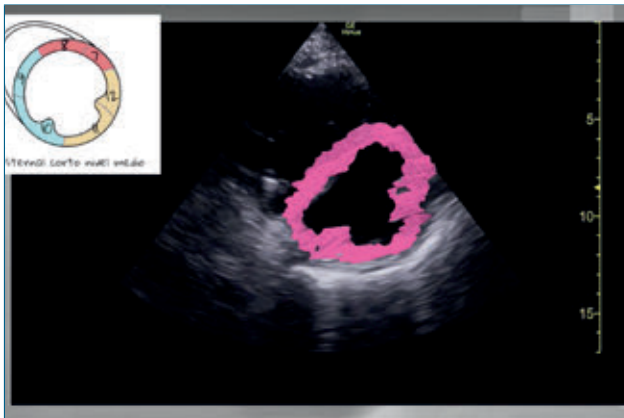
La ecografía clínica cardíaca en un paciente con sospecha de isquemia miocárdica **debe incluir**:





- Valoración global de la función sistólica de ambos ventrículos.
- Observación de defectos segmentarios de la contractilidad (**VÍDEO 8-1**).
- Identificación de complicaciones mecánicas agudas secundarias al infarto.
- Descartar otras causas de dolor torácico.
- Tener en cuenta que existen otras causas de disfunción contráctil segmentaria, además de la cardiopatía isquémica.

La **contractilidad cardíaca** se evalúa estudiando el engrosamiento parietal y la excursión endocárdica durante la sístole, tanto de forma global como regional, pudiendo diferenciar **5 tipos de movimiento** (**TABLA 8-1**).



VÍDEO 8-1.
Alteraciones segmentarias de la contractilidad.



Escanee el código QR para visualizar el video

175

TABLA 8-1.

Normal	Engrosamiento parietal >30% durante la sístole.
Hipocinesia	Engrosamiento parietal durante la sístole <30 % del espesor total.
Acinesia	Ausencia de movimiento sistólico y de engrosamiento parietal.
Discinesia	Movimiento anómalo del segmento durante la sístole, desplazándose en sentido contrario y sin engrosamiento sistólico.
Contracción aneurismática	Deformidad del segmento durante la diástole y ausencia de engrosamiento durante la sístole.

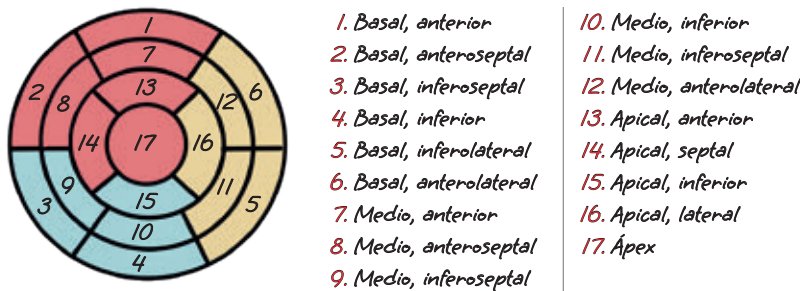
Tipos de movimiento contráctil segmentario.

El **ventrículo izquierdo** se divide en **17 segmentos**, que reflejan los territorios de perfusión coronaria y que se han de evaluar de forma individual. Para ello, las caras anterior, lateral, inferior y septal del ventrículo se subdividen en niveles basales, medios y apicales. Las arterias coronarias irrigan las paredes



cardíacas siguiendo una distribución anatómica, que permite aproximarse a cuál es la arteria responsable observando la contracción de los diferentes segmentos. La **distribución del riego coronario**, en condiciones normales, aparece en las **FIGURAS 8-1 y 8-2**.

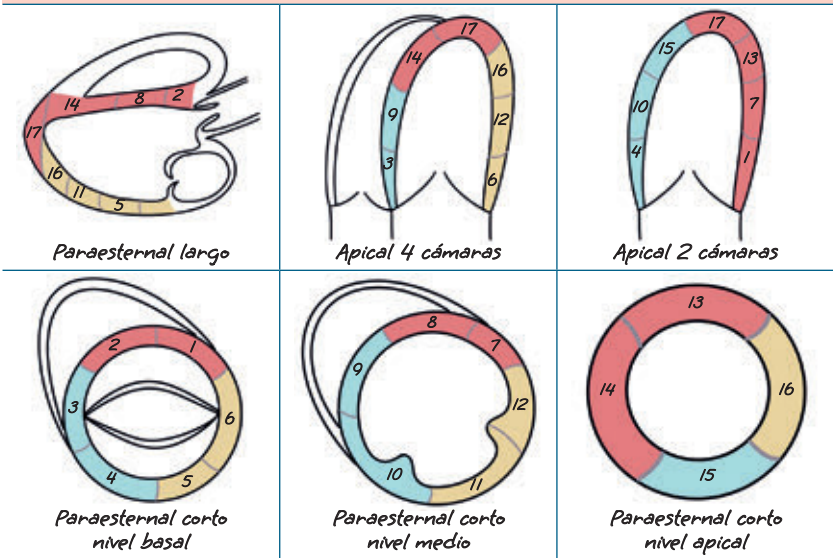
FIGURA 8-1.



17 segmentos cardíacos y su irrigación coronaria.

En rosa: territorio irrigado por la arteria descendente anterior; en azul: territorio irrigado por la arteria circunfleja; en amarillo: territorio irrigado por la arteria coronaria derecha.

FIGURA 8-2.



Vista de los segmentos cardíacos y su irrigación coronaria desde diversos planos.

En rosa: territorio irrigado por la arteria descendente anterior; en azul: territorio irrigado por la arteria circunfleja; en amarillo: territorio irrigado por la arteria coronaria derecha.





El **infarto del ventrículo derecho** puede manifestarse ecocardiográficamente con alteraciones segmentarias de la contractilidad de sus paredes, dilatación aguda de la cavidad y disminución del TAPSE (excursión sistólica del anillo tricuspídeo).

El dolor torácico, además de ser debido a cardiopatía isquémica, puede ser secundario a múltiples causas, algunas de la cuales pueden ser evaluadas mediante la ecografía clínica cardíaca (**TABLA 8-2**).

TABLA 8-2.

Síndrome aórtico agudo	Sospechar síndrome aórtico en caso de detección de: • Insuficiencia aórtica de nueva aparición. • Visualización de un <i>flap</i> como representación del desgarro intimal aórtico, que genera una doble luz en caso de disección.
TEP	Signos de sobrecarga derecha aguda. Visualización del trombo en tránsito.
Pericarditis	Dolor torácico y derrame pericárdico con alteraciones típicas en el ECG.
Estenosis aórtica	Dolor anginoso y detección de alteraciones en la apertura valvular o visualización de flujo turbulento hacia la aorta mediante <i>Doppler color</i> .
Síndrome de Takotsubo	Hipercontractilidad de segmentos basales y acinesia de segmentos medios y apicales.

Diagnóstico diferencial con otras causas de dolor torácico.

TEP: tromboembolismo pulmonar.

De igual manera, **no todo defecto segmentario de la contractilidad es debido a cardiopatía isquémica**. La miocarditis, la pericarditis constrictiva, la estimulación mediada por marcapasos o ciertas alteraciones de la conducción, como el bloqueo de rama izquierda, pueden cursar con alteraciones regionales de la contractilidad. También en el síndrome de Takotsubo, que cursa clínicamente con dolor de tipo anginoso, alteraciones electrocardiográficas sugestivas de infarto (elevación del segmento ST en cara anterolateral) y elevación de enzimas cardíacas, pero con arterias coronarias normales y un patrón de movilidad regional detectable con ecografía muy característico, que confiere al corazón el aspecto de una antigua vasija japonesa para la captura de pulpos (de ahí su nombre): los segmentos basales aparecen hipercontráctiles, mientras que las regiones medias y apicales presentan acinesia.

Para la valoración de estos casos es recomendable una ecocardiografía reglada. La valoración ecocardiográfica de las **complicaciones mecánicas del infarto** también requiere de un estudio reglado. Pero si se producen en el momento agudo, es necesario reconocer o sospechar su existencia, pues muchas de ellas cursan con inestabilidad hemodinámica.



Entre las complicaciones mecánicas agudas más frecuentes, cabe destacar:

- **Insuficiencia mitral (IM) aguda isquémica:** se debe sospechar ante toda IM en el contexto de dolor torácico, no descrita previamente. Cursa con gran inestabilidad hemodinámica.
- **Rotura de la pared libre del ventrículo izquierdo:** suele ocurrir de forma subaguda, pero puede conducir a una parada cardíaca manifestada como actividad eléctrica sin pulso. Se debe sospechar cuando, en el contexto de un infarto, se observa derrame pericárdico e inestabilidad hemodinámica.
- **Rotura del septo interventricular:** también de presentación generalmente subaguda, y evidenciable al aplicar *Doppler* color y observar flujo trans-ventricular.
- **Aneurisma del ventrículo izquierdo:** apariencia sacular del segmento afecto, que no contiene músculo miocárdico, solo una fina pared fibrosa. Dicho segmento puede presentar movimiento discinético (abombamiento durante la sístole).

LIMITACIONES Y PUNTOS CLAVE

TABLA 8-3.

Si no hay isquemia en reposo, la ecografía clínica cardíaca puede no mostrar alteraciones segmentarias de la contractilidad.

Cada cara y segmento del corazón son visibles únicamente en algunos planos y no en todos, por lo que puede resultar complejo un estudio completo.

En ocasiones, en el paciente crítico solo es valorable la ventana subxifoidea. En este caso es recomendable complementar el plano subcostal 4 cámaras con un plano subcostal transverso (que muestra el corazón en su eje corto). Para ello se rota la sonda, dirigiendo la marca en sentido cefálico.

La valoración de la contractilidad segmentaria y de las complicaciones mecánicas de un infarto es compleja, y es recomendable un estudio ecocardiográfico reglado.

Limitaciones y puntos clave.

Identificación de valvulopatías significativas

El **papel de la ecografía clínica cardíaca** en las valvulopatías consiste en:

- Ser capaz de **identificarlas**.
- Determinar, cualitativamente, si son **severas o no**.
- Valorar **signos ecocardiográficos asociados** que ayuden a establecer si son crónicas (dilatación o hipertrofia de cavidades) o de nueva aparición.
- Estudiar si son la causa o participan de algún modo en el deterioro del paciente.
- Conocer que determinadas valvulopatías pueden ser el **reflejo de procesos graves** (insuficiencia aórtica como signo de una disección de aorta





ascendente, insuficiencia mitral como complicación de un infarto, insuficiencia tricuspídea como signo de tromboembolismo pulmonar, etc.).

- Estudiarlas como **parte de un algoritmo de valoración** del paciente hemodinámicamente inestable, de la disnea de causa no aclarada y del dolor torácico agudo.

Para todo ello es de gran utilidad contar con la posibilidad de comparar con ecocardiografías previas.

Son procesos relativamente sencillos de detectar a pie de cama, pero muy complejos para su estudio completo y cuantitativo. Reconocer las **limitaciones** del estudio clínico y solicitar una exploración reglada es fundamental.

TÉCNICA Y SISTEMÁTICA DE VALORACIÓN DE LA PATOLOGÍA VALVULAR

TABLA 8-4.	
Modo B	Valoración de la excursión de los velos en su apertura.
	Valoración de la coaptación de los velos durante el cierre.
	Valoración de calcificaciones y su extensión, de posibles vegetaciones y masas .
	Estudiar el tamaño y grosor de las paredes de las cavidades cardíacas . Pueden estar dilatadas o hipertróficas como respuesta a una sobrecarga de volumen o presión en el contexto de valvulopatías crónicas, pero no suelen estar presentes cuando la presentación es aguda aguda.
Doppler color	Detección de un chorro turbulento y del momento del ciclo cardíaco en el que éste tiene lugar, así como del sentido del jet (hacia qué cavidad se dirige).
	Realizar los ajustes necesarios en el equipo para optimizar la valoración:
	• Alineación del sector con el flujo sanguíneo. • Ajuste adecuado de la región de interés: ha de ser suficientemente grande para contener la cavidad adyacente a la válvula afectada, pero teniendo en cuenta que cuanto menor tamaño tenga dicha región o sector se conseguirá mayor precisión. • Ajustar el límite de Nyquist (evitar <i>aliasing</i>): 50-70 cm/s. • Disminuir la profundidad.
	En caso de insuficiencias valvulares: • Valoración cualitativa del área de la cavidad que “ocupa” el <i>jet</i>. • Valorar si el chorro es central o excéntrico, siendo este último generalmente sugestivo de valvulopatía severa. • Medición de la anchura de la vena contracta (diámetro más estrecho del <i>jet</i> regurgitante, medido tras su paso por la válvula) en caso de regurgitaciones.
Doppler continuo	Necesario para caracterizar las estenosis valvulares.
	Debe formar parte de la ecocardiografía reglada .

Técnica y sistemática de valoración de la patología valvular.



INSUFICIENCIA AÓRTICA

Las **causas** más frecuentes de insuficiencia aórtica (IA) son la válvula aórtica bicúspide (congénita) y las anomalías de la raíz aórtica o de la geometría de la aorta ascendente, que, de forma secundaria, generan insuficiencia valvular. En sus formas agudas hay que considerar siempre la endocarditis, la rotura traumática de la válvula y la disección aguda de aorta.

Valoración ecográfica

• En modo B

Se estudian las alteraciones anatómicas en los planos paraesternal eje largo y eje corto a nivel de los grandes vasos:

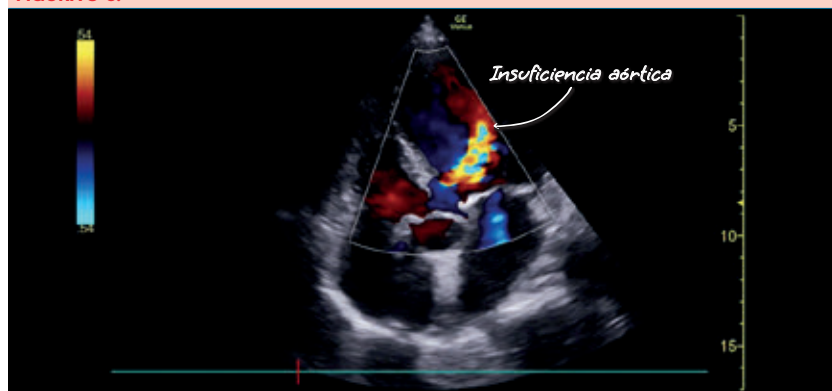
- Calcificaciones, presencia de vegetaciones o masas, existencia de válvula aórtica bicúspide, velos valvulares que no coaptan en diástole o que incluso prolapsan hacia el ventrículo izquierdo.
- Tamaño de la raíz aórtica y signos de disección aórtica. Es posible observar el *flap* de la íntima disecada.

Se analiza el tamaño del ventrículo izquierdo (VI) en todos los planos posibles. En casos de sobrecarga crónica de volumen se encontrará dilatado, como respuesta compensatoria, al igual que la aurícula izquierda. En casos agudos de insuficiencia aórtica severa, un VI no distensible puede verse también aumentado de tamaño.

• Doppler color

En los planos paraesternal eje largo y apical 5 cámaras se valora el *jet* de regurgitación (**FIGURA 8-3**) dirigiéndose desde la aorta hacia el ventrículo izquierdo.

FIGURA 8-3.



Insuficiencia aórtica. Doppler color.

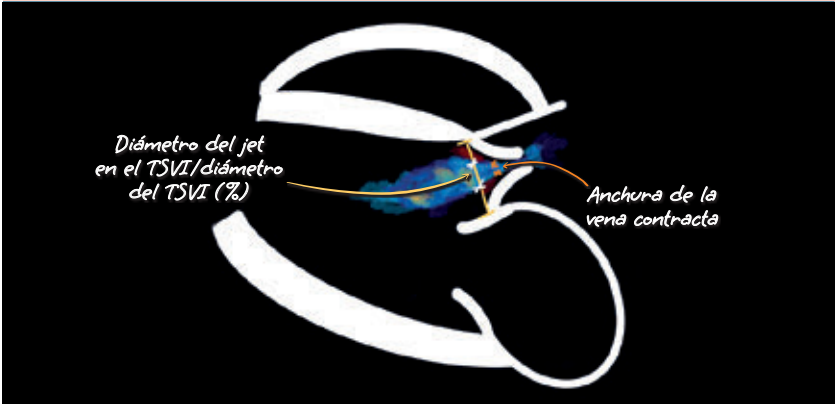




Para determinar la severidad de la regurgitación, en un plano paraesternal eje largo se pueden realizar dos mediciones relativamente sencillas (**FIGURA 8-4**):

- La anchura de la vena contracta.
- La anchura del jet de regurgitación respecto de la anchura del TSVI.

FIGURA 8-4.



Medición de la severidad de la insuficiencia aórtica.

En naranja se representa la medición de la anchura de la vena contracta (diámetro mínimo del chorro regurgitante tras su paso por la válvula aórtica), y en amarillo la medición del diámetro del *jet* de insuficiencia a nivel del tracto de salida del ventrículo izquierdo (su valor porcentual respecto al diámetro del TSVI es un marcador de gravedad).

- Existen múltiples parámetros cuantitativos para valorar la severidad de la IA, pero exceden la competencia de la ecografía clínica.

En función de todo ello se establecen los **niveles de severidad** que se resumen en la **TABLA 8-5**.

INSUFICIENCIA AÓRTICA	MODO B	DOPPLER COLOR	
		AVC (cm)	Anchura <i>jet</i> /diámetro TSVI (%)
Leve	• Velos normales. • Tamaño normal del VI.	<0,3	<25
Moderada	• Velos normales o anormales. • VI normal o dilatado.	0,3-0,6	25-65
Severa	• Defecto de coaptación o prolapso de velos hacia el VI. • VI dilatado.	>0,6	>65

Grados de severidad de la insuficiencia aórtica.

AVC: anchura de la vena contracta; **TSVI:** tracto de salida del ventrículo izquierdo; **VI:** ventrículo izquierdo.
Fuente: J Am Soc Echocardiogr, 2021.



INSUFICIENCIA MITRAL

La insuficiencia mitral (IM) puede ser de **origen**:

- **Orgánico**: daño estructural de la válvula de causa degenerativa, reumática, por endocarditis, etc.
- **Funcional**: válvula estructuralmente normal, pero que no coapta completamente en sístole debido a una dilatación del ventrículo izquierdo en el contexto de una miocardiopatía dilatada o un infarto ventricular extenso.

Valoración ecográfica

• Modo B

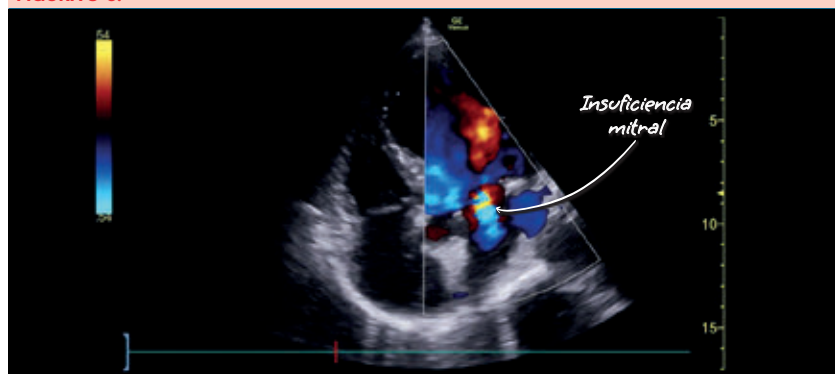
El estudio anatómico de la válvula se realiza en los planos paraesternal eje largo y corto a nivel mitral, apical 4 cámaras y subcostal, donde se valora la existencia o no de calcificaciones, vegetaciones o masas, así como la coaptación o no de los velos mitrales durante la sístole.

El estudio de las cavidades cardíacas se realiza en el mayor número de planos posible, analizando el tamaño del ventrículo y de la aurícula izquierda, que se dilatan por sobrecarga crónica de volumen. Cuando la insuficiencia valvular es aguda (generalmente por disfunción de músculos papilares o rotura de cuerdas tendinosas en el contexto de un infarto), no se observa dilatación de cavidades, pero el paciente suele entrar en edema agudo de pulmón y la ecografía pulmonar revelará un patrón de líneas B bilateral y simétrico.

• Doppler color

Se valora el *jet* de regurgitación dirigiéndose desde el ventrículo hacia la aurícula izquierda durante la sístole (**FIGURA 8-5**). Es importante determinar la gravedad de la insuficiencia, pues cuando es severa, suele haber repercusión hemodinámica en el paciente.

FIGURA 8-5.



Insuficiencia mitral. Doppler color.

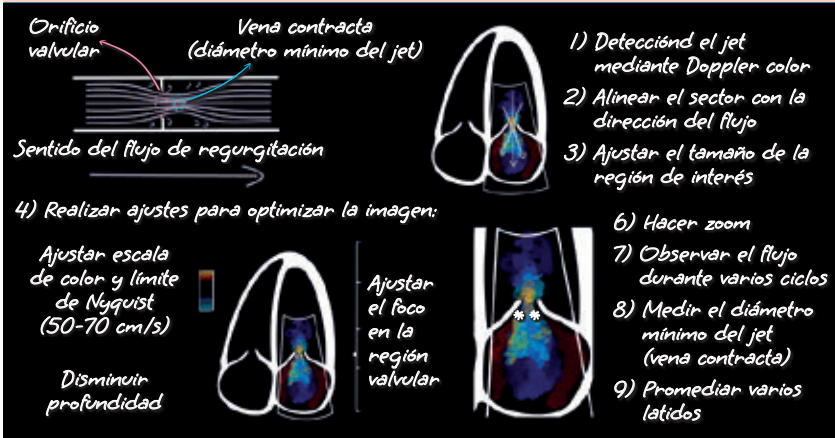




Para ello, se valora en el plano apical 4 cámaras:

- Anchura de la vena contracta (**FIGURA 8-6**).
- Área de la aurícula izquierda “ocupada” por el *jet* regurgitante.
- Velocidad de la onda E de llenado transmitral (>1,2 m/s es sugestiva de IM severa).
- Existencia del “efecto Coanda”: un *jet* excéntrico que incide en la pared de la aurícula parece significativamente más pequeño que un *jet* central de la misma gravedad, pues la pared auricular absorbe, en parte, la energía del chorro.

FIGURA 8-6.



Medición de la anchura de la vena contracta.

En función de todo ello, se establece el **grado de severidad** (**TABLA 8-6** y **VIDEO 8-2**).

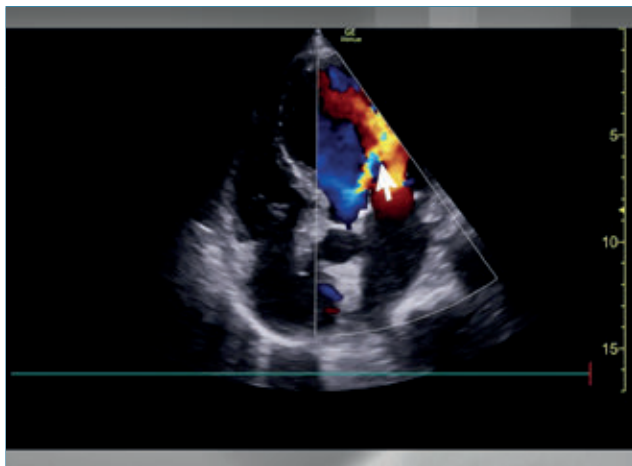
TABLA 8-6.			
INSUFICIENCIA MITRAL	MODO B	DOPPLER COLOR	
		AVC (cm)	Área de la AI ocupada por el jet (%)
Leve	• Velos normales. • VI y AI de tamaño normal.	<0,3	<20
Moderada		0,3-0,7	20-40
Severa	• AI dilatada. • Prolapso de los velos hacia la AI. • Rotura del músculo papilar.	>0,7	>40 o jet excéntrico

Grados de severidad de la insuficiencia mitral.

AVC: anchura de la vena contracta; AI: aurícula izquierda.

Fuente: J Am Soc Echocardiogr, 2021.





VÍDEO 8-2.

Doble lesión mitral.



Escanee el código QR para visualizar el video

INSUFICIENCIA TRICUSPÍDEA

La **causa** más frecuente de insuficiencia tricuspídea (IT) es funcional, debida a una dilatación del ventrículo derecho secundaria a un infarto del ventrículo derecho o a hipertensión pulmonar de cualquier origen (incluido el tromboembolismo pulmonar). Ante aumentos de presión agudos o crónicos, el ventrículo derecho responde dilatándose rápidamente, lo que impide la adecuada coaptación de los velos tricuspídeos durante la sístole. Dentro de las causas orgánicas, la endocarditis y la valvulopatía reumática (suele asociar afectación de otras válvulas) son las más frecuentes.

Un 0,55% de la población general presenta una IT, y su prevalencia aumenta con la edad.

Valoración ecográfica

• Modo B

El estudio anatómico de la válvula se realiza en los planos apical y subcostal 4 cámaras, determinando la existencia o no de calcificaciones, vegetaciones o masas en los velos, prolapso de éstos hacia la aurícula derecha o defectos de coaptación durante la sístole.

Se estudia también el tamaño de las cavidades cardíacas adyacentes: aurícula y ventrículo derecho. El hallazgo de un ventrículo derecho dilatado es muy frecuente y está presente en prácticamente todos los casos de IT, excepto cuando es leve.

También se ha de valorar el diámetro de la vena cava inferior en la ventana subcostal, pues en casos severos se muestra dilatada y poco colapsable en inspiración.



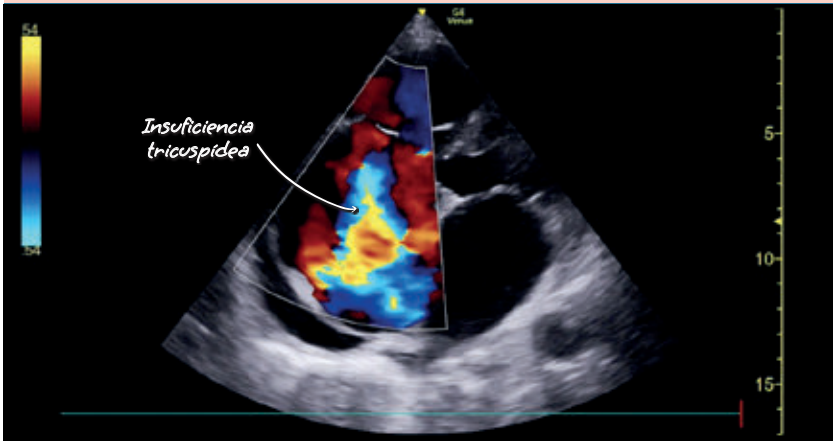


• Doppler color

Se valora el *jet* de regurgitación dirigiéndose desde el ventrículo hacia la aurícula derecha durante la sístole (**FIGURA 8-7**). En un plano apical 4 cámaras se determina:

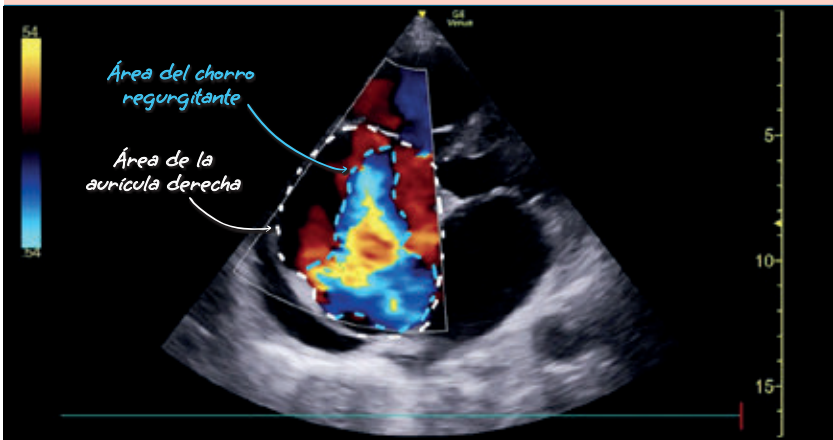
- La anchura de la vena contracta.
- El área de la aurícula derecha “ocupada” por el *jet* regurgitante (**FIGURA 8-8**).

FIGURA 8-7.



Insuficiencia tricuspídea. Doppler color.

FIGURA 8-8.



Medición del área de la aurícula derecha que ocupa el *jet* de regurgitación tricuspídea respecto del área total de la AD, como marcador de gravedad de la severidad.



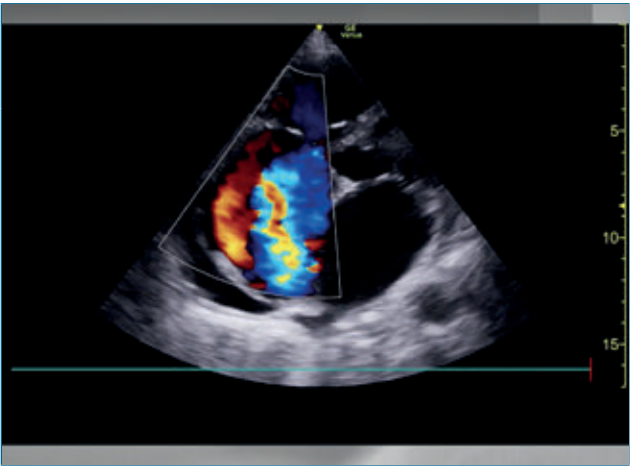
En función de todo ello, se determina la **severidad de la IT** (**TABLA 8-7** y **VIDEO 8-3**).

TABLA 8-7.			
INSUFICIENCIA TRICUSPÍDEA	MODO B	DOPPLER COLOR	
		AVC (cm)	Área de la AD ocupada por el jet (%)
Leve	• Velos normales. • VD y AD de tamaño normal.	<0,3	Jet central, pequeño y estrecho.
Moderada		0,3-0,7	
Severa	• Defecto de coaptación o prolapso de velos. • AD y VD dilatados. • VCI dilatada y poco colapsable.	>0,7	≥40. Jet central muy grande o jet excéntrico que incide en la pared auricular.

Grados de severidad de la insuficiencia tricuspídea.

AVC: anchura de la vena contracta; AD: aurícula derecha; VD: ventrículo derecho; VCI: vena cava inferior.

Fuente: J Am Soc Echocardiogr, 2021.



VIDEO 8-3.
Doppler color en insuficiencia tricuspídea severa.



Escanee el código QR para visualizar el video

ESTENOSIS AÓRTICA

Las **causas** más frecuentes de estenosis aórtica (EA) son la degenerativa, la reumática y la válvula aórtica bicúspide congénita.





Valoración ecográfica

• Modo B

El estudio anatómico de la válvula se realiza en los planos paraesternal eje largo y eje corto, donde se valora el grosor de los velos, su movilidad completa o limitada, si existen signos degenerativos como calcificaciones (que no siempre condicionan estenosis) y si se asocian vegetaciones o masas.

El grado de calcificación se puede evaluar de forma visual en función de la extensión de la calcificación: leve (algunos puntos de los velos calcificados), moderada (múltiples puntos calcificados) o severa (extensa calcificación).

En el plano paraesternal eje corto a nivel de los grandes vasos se determina el número de velos aórticos para definir si se trata de una válvula bicúspide o trivalva (también existen, aunque son infrecuentes, la univalva y la cuatrivalva).

Se estudia también el tamaño de las cavidades cardíacas adyacentes en todos los planos posibles. El ventrículo izquierdo, sometido a una sobrecarga crónica de presión, muestra una hipertrofia global y, con el tiempo, se observará una disfunción sistólica del mismo. Es importante valorar el tamaño de la raíz aórtica en los planos paraesternal eje largo y apical 3 cámaras.

• Doppler color

Aplicando *Doppler* color se observará el paso de un flujo turbulento desde el ventrículo izquierdo hacia la aorta durante la sístole.

• Doppler continuo

La **severidad de la EA** se calcula midiendo la velocidad del chorro mediante *Doppler* continuo en un plano apical 5 cámaras, colocando el volumen de muestra en la válvula aórtica, y teniendo en cuenta que la velocidad aumentará cuanto más estrecha sea la sección por la que pasa el flujo (**TABLA 8-8**).

TABLA 8-8.

	NORMAL	ESTENOSIS AÓRTICA		
		Ligera	Moderada	Severa
Velocidad del jet (m/s)	≤2,5	2,6-2,9	3-4	>4

Severidad de la estenosis aórtica en función de la velocidad del jet por *Doppler* continuo.

No obstante, la determinación del grado de severidad de una estenosis debe comprobarse mediante ecocardiografía reglada.



ESTENOSIS MITRAL

Las **causas** más frecuentes de estenosis mitral (EM) son la degenerativa y la reumática.

Valoración ecográfica

• Modo B

El estudio anatómico de la válvula se realiza en los planos paraesternal eje largo y paraesternal eje corto a nivel de la válvula mitral, así como en los planos apical y subcostal 4 cámaras. De forma visual, se observará el grosor de los velos mitrales y la limitación de su apertura durante la diástole, y la existencia o no de calcificaciones, vegetaciones o masas.

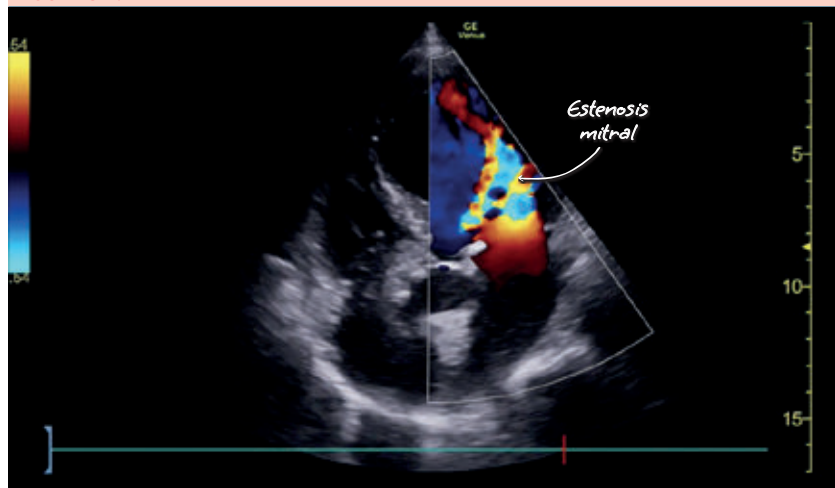
Los signos indirectos que pueden acompañar a la EM son la dilatación de la aurícula izquierda, signos de hipertensión pulmonar y la aparición de líneas B en la ecografía pulmonar. Además, en muchas ocasiones puede producirse una insuficiencia mitral asociada a dicha estenosis.

• Doppler color

Presencia de un flujo turbulento desde la aurícula hacia el ventrículo izquierdo durante la diástole, tanto en el plano paraesternal largo como en el apical 4 o 5 cámaras (**FIGURA 8-9**).

El cálculo de la severidad de la EM consiste en la cuantificación del área valvular por diversos métodos que exceden las competencias de la ecografía clínica cardíaca.

FIGURA 8-9.



Estenosis mitral. Doppler color.





Conclusiones. Puntos clave

- En el paciente crítico, es importante detectar las alteraciones de la contractilidad regional y las valvulopatías más significativas, puesto que pueden condicionar un cambio en el tratamiento instaurado. Por ello, se debe realizar al menos un estudio básico de las mismas.
- Comparar con estudios previos es de gran utilidad.
- Es necesario conocer la fisiopatología por la que se producen, para poder integrarlas con las manifestaciones clínicas del paciente.
- La anchura de la vena contracta es una medida potente para determinar la gravedad de las insuficiencias valvulares.
- No olvidar la evaluación de cavidades adyacentes a la valvulopatía, donde se generan respuestas adaptativas a la sobrecarga de presión y volumen.
- En la valoración de estenosis valvulares, un estudio en modo B que muestre morfología normal, sin engrosamientos ni calcificaciones y movilidad completa, descarta una lesión grave.
- Solicitar una ecocardiografía reglada ante hallazgos de nueva aparición.



Bibliografía

- Alerhand S, Adrian RJ, Taylor LA. Cardiac Point-Of-Care Ultrasound: An Emergency Medicine Review. *Emerg Med Clin North Am.* 2024; 42: 731-54.
 - Ayuela Azcarate JM, Clau Terre F, Ochagavía A, Vicho Pereira R. Papel de la ecocardiografía en la monitorización hemodinámica de los pacientes críticos. *Revista Med Intensiva.* 2012; 36(3): 220-32.
 - Beckman S, Lu H, Alsharif P, Qiu L, Ali M, Adrian RJ, Alerhand S. Echocardiographic diagnosis and clinical implications of wide-open tricuspid regurgitation for evaluating right ventricular dysfunction in the emergency department. *Am J Emerg Med.* 2024 Jun;80:227.e7-227.e11.
 - Coisne A, Lancellotti P, Habib G, Garbi M, Dahl JS, Barbanti M, Vannan MA, Vassiliou VS, Dudek D, Chioncel O, Waltenberger JL, Johnson VL, De Paulis R, Citro R, Pibarot P; EuroValve Consortium. ACC/AHA and ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Diseases: JACC Guideline Comparison. *J Am Coll Cardiol.* 2023; 82(8): 721-34.
 - Lang RM, Badano LP, Wendy Tsang MD, Afilalo J, et al. Recomendaciones para la cuantificación de las cavidades cardíacas por ecocardiografía en adultos: Actualización de la sociedad americana de ecocardiografía e imagen cardiovascular. 2015; 28: 1-39.
 - Sigal A, Costa S. Managing acute cardiac valvular emergencies in the emergency department. *Emerg Med Pract.* 2022; 24(8): 1-24.
 - Vahanian A, Beyesdorf F, Praz F, et al. Guía ESC/EACTS 2021 sobre el diagnóstico y tratamiento de las valvulopatías. *Rev Esp Cardiol.* 2022; 75(6): 524.e1-524.e69.
 - Villén Villegas T, Campo Linares R, Alonso Vidalot JR, Martínez Mas R, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias.* 2022; 34: 377-87.
 - Zoghbi WA, Adams D, Bonow RO, et al. Recommendations for noninvasive evaluation of native valvular regurgitation: a report from American Society of Echocardiography developed in collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr.* 2017; 30(4): 303-37.
 - Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, et al. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2003; 16(7): 777-802.
-

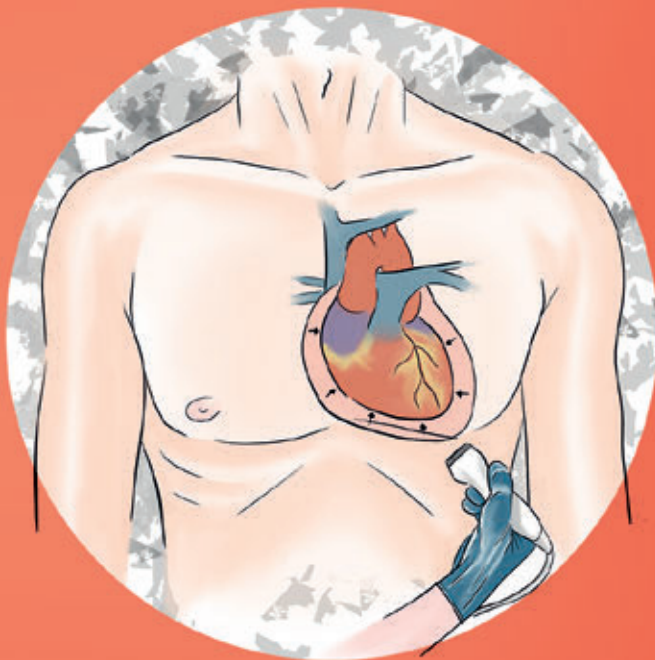




9

Valoración ecográfica del derrame pericárdico y del taponamiento cardíaco

Lorena Gil Senabre, Javier Millán Soria,
Santiago Diéguez Zaragoza y Ana Belén Payá García



Objetivos del tema

- Confirmar/descartar la existencia de derrame pericárdico. Describir las características ecográficas del derrame pericárdico, su localización y forma de presentación más habitual.
- Cuantificar y clasificar de forma visual y semicuantitativa el volumen del derrame.
- Aprender a establecer el diagnóstico diferencial con otras entidades que cursan con zonas libres de ecos próximas al corazón.
- Definir el concepto de taponamiento cardíaco clínico, ecográfico y hemodinámico. Reconocer de forma precoz los signos ecográficos de taponamiento y sus limitaciones.
- Integrar de forma sistemática el uso de la ecografía en la búsqueda de derrame pericárdico/signos de taponamiento en el manejo del paciente crítico.
- Enumerar los errores más frecuentes y las limitaciones de la técnica.

Derrame pericárdico

El pericardio es un saco de doble pared (pericardio parietal y visceral) que rodea el corazón y la salida de los grandes vasos. En condiciones normales, entre ambas capas existe una pequeña cantidad de líquido seroso, muchas veces imperceptible por ecografía, que puede oscilar entre 15 y 50 ml y que ejerce una función lubricante. La presencia de líquido por encima de estos valores se considera patológica y se denomina **derrame pericárdico**. Mediante ecografía se visualiza como una banda anecoica que rodea al corazón y separa el pericardio parietal del visceral.

La ecocardiografía es la técnica de elección en el diagnóstico y seguimiento del derrame pericárdico.

La primera valoración ecográfica ante la sospecha clínica de un derrame pericárdico es **confirmar su presencia** o ausencia de forma visual o cualitativa.

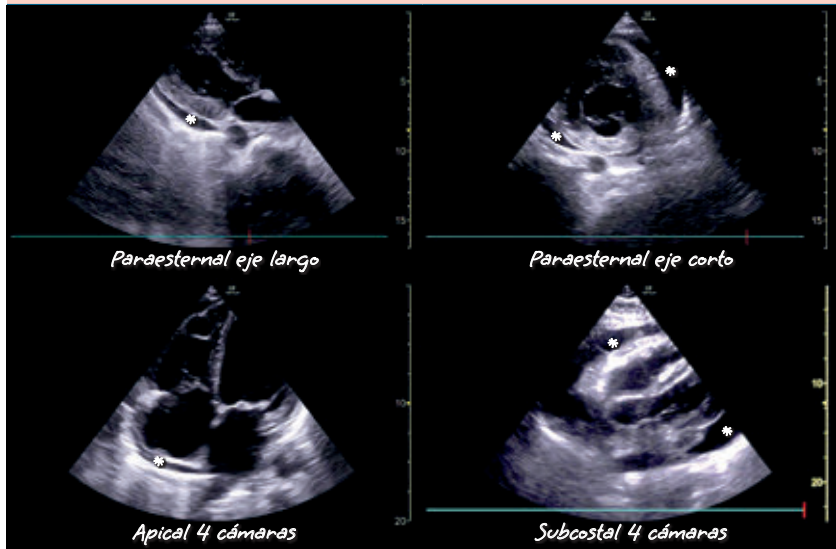
Inicialmente se localizará en zonas declives, entre la parte posterior del ventrículo izquierdo y el diafragma. A medida que el volumen aumenta se extenderá hacia delante, lateralmente y por detrás de la aurícula izquierda. Por ello, y porque puede haber derrames localizados y localados, es importante analizar el **mayor número de planos posibles** (**FIGURA 9-1**).

Sin embargo, en pacientes críticos, una vista única (generalmente subcostal) es suficiente para diagnosticar un derrame pericárdico significativo.





FIGURA 9-1.



Derrame pericárdico en diversos planos.

(*) Indica la localización del derrame pericárdico

CLASIFICACIÓN

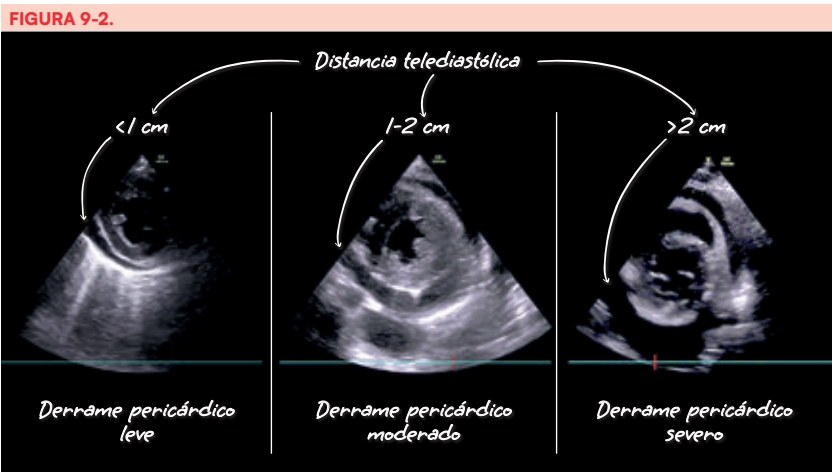
TABLA 9-1.	
Según su presentación	Agudo (minutos-horas).
	Subagudo (días-semanas).
	Crónico (>3 meses).
Según su volumen	No significativo.
	Leve.
	Moderado.
Según su distribución	Severo.
	Localizado (especificar a qué cámaras está adyacente).
	Circunferencial.
Según su aspecto	Anecoico.
	Contenido hiperecogénico: punteado, bandas de fibrina, tabiques, etc.
Según su composición	Trasudado.
	Exudado.
Según su impacto hemodinámico	Sin signos de taponamiento cardiaco.
	Con signos de taponamiento cardiaco.

Clasificación del derrame pericárdico.



CUANTIFICACIÓN

La medición debe realizarse siempre **en telediástole**, sumando el espacio libre de ecos en las regiones anterior y posterior del corazón, entre el pericardio visceral y el parietal, clasificando el derrame como mínimo, leve, moderado y severo (**FIGURA 9-2** y **TABLA 9-2**). Para simplificar esta medición, se recomienda realizar una grabación de video y, sobre ella, detener la imagen al final de la diástole.



Cuantificación del derrame pericárdico: derrame pericárdico leve, moderado y severo.

TABLA 9-2.

TAMAÑO	APARIENCIA	DISTANCIA TELEDIASTÓLICA	VOLUMEN ESTIMADO
Mínimo	Visible sólo en sístole. En el surco auriculoventricular posterior.	0 cm	<50 ml
Leve	Visible en sístole y en diástole.	<1 cm	50-100 ml
Moderado	Circunferencial.	1-2 cm	100-500 ml
Severo	Cualitativamente grande.	>2 cm	>500 ml

Cuantificación del volumen del derrame pericárdico.

Fuente: Am J Emerg Med, 2022.

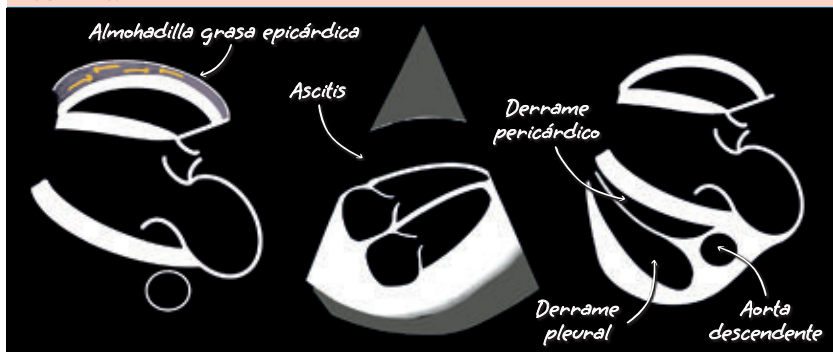
DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

No toda región libre de ecos alrededor del corazón corresponde a un derrame pericárdico (**FIGURA 9-3**):



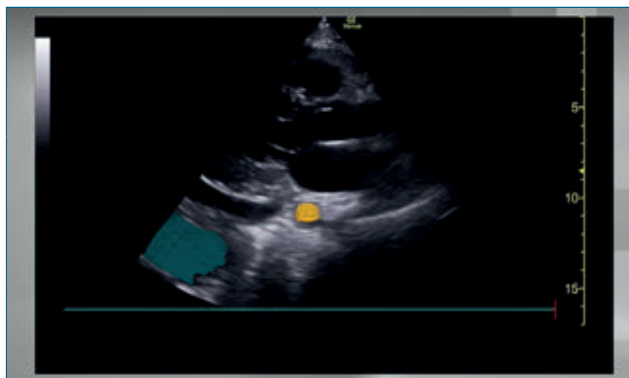


FIGURA 9-3.



Diagnóstico diferencial del derrame pericárdico.

- La presencia de una zona hipocogénica con aspecto punteado o estriado en la parte anterior del saco pericárdico, pero ausente en la parte posterior sugiere la existencia de la **almohadilla grasa epicárdica**, que se visualiza adherida al miocardio y se mueve de forma sincrónica con el corazón durante todo el ciclo cardíaco. Los planos ideales para su valoración son el paraesternal eje largo y el subxifoideo 4 cámaras (**VÍDEO 9-1**).



VÍDEO 9-1.

Diagnóstico diferencial del derrame pericárdico.



Escanee el código QR para visualizar el video

- El **derrame pleural** también se puede confundir con líquido pericárdico. En un plano paraesternal eje largo, el derrame pleural izquierdo puede aparecer como una banda o espacio libre de ecos en la zona posterior del corazón, similar al derrame pericárdico. La relación de esta banda anecoica con la aorta descendente permite su diagnóstico diferencial. Así, el derrame pericárdico se observa anterior a la aorta descendente y el derrame pleural se puede observar adyacente o posterior a ella. Se confirma la existencia de derrame pleural obteniendo una vista de la base del pulmón izquierdo.



- La **ascitis** también puede ser falsamente interpretada como derrame pericárdico en el plano subcostal, ya que el haz de ultrasonidos atraviesa la parte superior del abdomen. La ubicación dentro o fuera del pericardio y la valoración de otras vistas abdominales de la ascitis permiten diferenciarlos.

Taponamiento cardíaco

Cuando la presión ejercida por el pericardio como consecuencia de un derrame excede la presión intracardiaca, el llenado normal de las cavidades se ve limitado, descendiendo la precarga y, consecuentemente, el gasto cardíaco.

FISIOPATOLOGÍA

El desarrollo del taponamiento depende de la velocidad con la que se acumula el líquido intrapericárdico y de la distensibilidad del pericardio. Un acúmulo progresivo del derrame va a permitir que se pongan en marcha mecanismos de adaptación hemodinámica, que retrasan la instauración del taponamiento

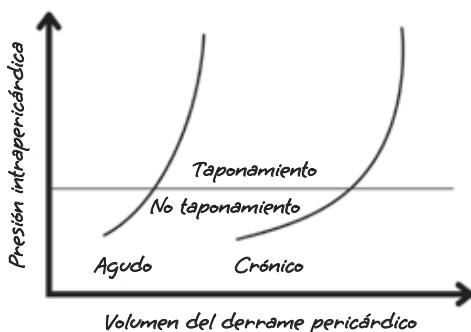
(FIGURA 9-4). Mientras que pequeñas cantidades de líquido acumuladas de forma súbita pueden alcanzar el límite de distensibilidad pericárdica rápidamente y conducir a un taponamiento, cantidades mayores acumuladas más lentamente son bien toleradas y no conducen al shock.

Sin embargo, son más susceptibles de producir taponamiento cardíaco los derrames severos, pues con mínimas cantidades adicionales de líquido se alcanza dicho límite.

DIAGNÓSTICO

El taponamiento cardíaco constituye una emergencia médica, por lo que es fundamental establecer un diagnóstico precoz, basado en la sospecha clínica y con el apoyo de la ecografía, teniendo en cuenta el concepto de **continuum**; es decir, a medida que la presión intrapericárdica aumenta, aparecen los signos hemodinámicos de taponamiento. A continuación, comienzan a ser visibles los signos ecocardiográficos, y finalmente, los signos y síntomas clínicos (FIGURA 9-5).

FIGURA 9-4.

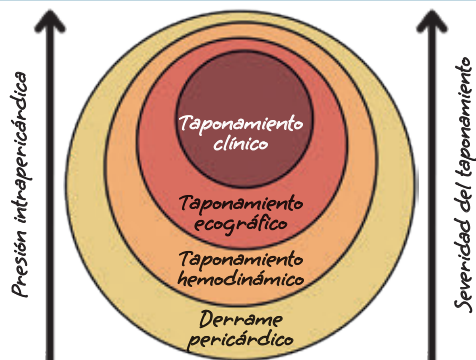


Fisiopatología del taponamiento cardíaco: relación presión-volumen en el taponamiento cardíaco.





FIGURA 9-5.



Continuum en el taponamiento cardíaco.

Adaptada de: World Journal of Cardiology.

El estado de la volemia, las presiones intracardiacas basales, y el grosor y rigidez de las paredes cardíacas pueden modificar la aparición de los signos de taponamiento cardíaco en uno y otro sentido.

SIGNOS ECOGRÁFICOS DE TAPONAMIENTO

Colapso sistólico de la aurícula derecha

Las resistencias vasculares pulmonares son menores que las sistémicas, por tanto, la presión intracavitaria del corazón derecho es menor que la del izquierdo, de manera que, al superarse el límite de distensibilidad del pericardio, las primeras cavidades que colapsan son las derechas, en concreto la aurícula derecha, ya que posee las paredes más finas. El colapso de la aurícula derecha durante la sístole es el **signo ecográfico más precoz** de taponamiento y el **más sensible**. Su sensibilidad aumenta cuando la aurícula derecha está colapsada durante más de un tercio del ciclo cardíaco.

Los planos donde mejor se visualiza son el apical 4 cámaras y el subcostal 4 cámaras. Se procede grabando una secuencia de vídeo y deteniéndolo en el fotograma que muestra el corazón en sístole.

Colapso diastólico del ventrículo derecho

La primera región del ventrículo derecho en colapsar es el tracto de salida, seguida de los segmentos basales. Es un signo con **elevada especificidad**, pero con menor sensibilidad que el anterior.

La severidad del taponamiento está relacionada con la duración del colapso de las cavidades.

Se visualiza en los planos paraesternal eje largo y eje corto, apical 4 cámaras y planos subxifoideos. Se procede guardando una grabación de vídeo y deteniendo la imagen para estudiarla durante la diástole (válvulas auriculoventriculares abiertas). También puede utilizarse el modo M, dirigiendo el haz de ultrasonidos a través de la pared libre del ventrículo derecho y de la punta del velo mitral anterior en un plano paraesternal eje largo para determinar si existe o no colapso del ventrículo derecho.



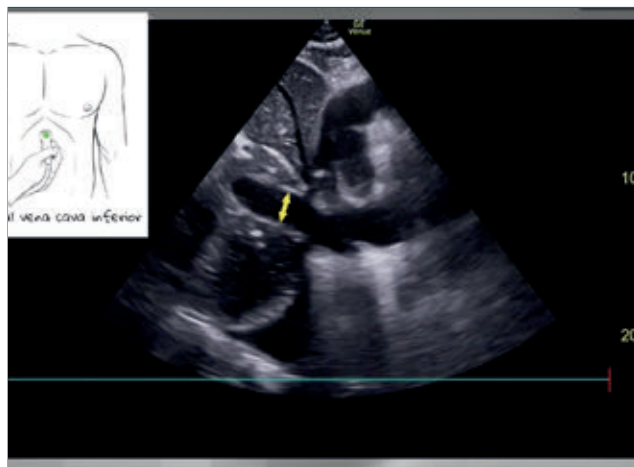
Vena cava inferior dilatada con mínima colapsabilidad inspiratoria

La elevada presión intrapericárdica dificulta el llenado de la aurícula derecha, que no puede acomodar la precarga entrante desde la vena cava inferior (VCI), por lo que ésta se ve pleórica y con mínima variación durante el ciclo respiratorio.

Este signo posee una **elevada sensibilidad y valor predictivo negativo**, pero es poco específico y puede observarse en muchas otras situaciones, como la insuficiencia cardíaca congestiva, enfermedades pulmonares crónicas, insuficiencia tricuspídea significativa, etc.

El eje largo de la VCI se puede valorar en un plano subcostal, evaluando su diámetro a unos 2-3 cm antes de su desembocadura en la aurícula derecha. Una valoración cualitativa se considera suficiente.

Una VCI con un diámetro $>2,1$ cm y con $<50\%$ de variación respirofásica la definen como una vena cava pleórica (**VÍDEO 9-2**).



VÍDEO 9-2.
Plétora de la vena
cava inferior.



Escanee el código QR
para visualizar el video

Representación ecográfica del pulso paradójico

El pulso paradójico consiste en un descenso de la presión arterial sistólica de más de 20 mmHg durante la inspiración. Esto es debido a que en la inspiración los pulmones se llenan de aire, lo que conlleva la caída de las resistencias vasculares pulmonares y, por tanto, un aumento de flujo en el corazón derecho, a través de la válvula tricúspide.

Cuando la presión intrapericárdica está elevada y el espacio para el llenado de ambos ventrículos está restringido, el aumento del flujo en el corazón derecho provoca desplazamiento del septo interventricular hacia el corazón izquierdo,





disminuyendo éste su capacidad y conduciendo a una caída de volumen sistólico y, por tanto, de la presión arterial sistólica.

El sustituto ecográfico del pulso paradójico viene definido por las **variaciones respiratorias** que se producen en los **flujos de llenado transmitral y transtricuspídeo** y que se estudian mediante *Doppler pulsado*.

En un paciente con taponamiento cardíaco se observará durante la inspiración una disminución mayor del 25% de la velocidad de la onda E transmitral y un incremento mayor del 40% de la onda E del flujo transtricuspídeo. Este signo posee una **elevada sensibilidad** para el taponamiento cardíaco en pacientes con derrame pericárdico.

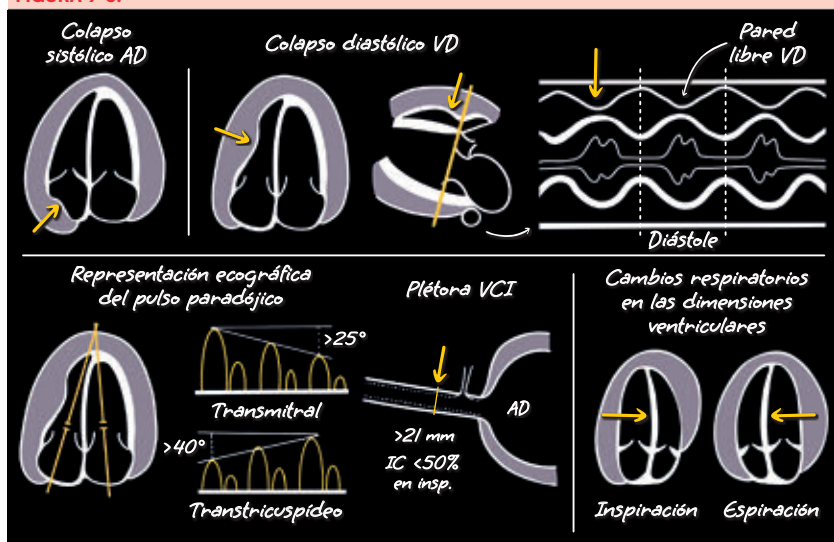
Cambios respiratorios en las dimensiones ventriculares

En el taponamiento cardíaco la interdependencia ventricular es exagerada debido al aumento de la presión intrapericárdica y la limitación del volumen cardíaco global. Durante la inspiración, se produce visualmente un aumento exagerado del diámetro ventricular derecho a expensas de una disminución desproporcionada del diámetro ventricular izquierdo por el **desplazamiento del tabique interventricular**, con cambios inversos durante la espiración. Este signo que se conoce como “corazón oscilante”.

En la infografía de la **FIGURA 9-6** se resumen los signos ecográficos de taponamiento cardíaco.

199

FIGURA 9-6.



Signos ecográficos de taponamiento cardíaco.



Errores comunes

- Confundir la **contracción normal de la aurícula** con su colapso. La aurícula derecha comienza a colapsarse durante la fase más temprana de su relajación. Conforme avanza el taponamiento, el colapso de esta cavidad se observa durante más tiempo del ciclo cardíaco.
- El **colapso diastólico del ventrículo derecho puede no ocurrir o estar retrasado**: cuando las presiones basales de llenado de esta cavidad están aumentadas, como en la hipertensión pulmonar, un fallo severo del ventrículo izquierdo o cualquier causa que condicione hipertrofia del ventrículo derecho, así como en pacientes con ventilación mecánica con presiones positivas.
- Por el contrario, dicho colapso **puede ser más precoz** cuando las presiones de llenado están anormalmente bajas de base, como ocurre en situaciones de hipovolemia.
- En caso de **derrames localizados y loculados**, el colapso puede afectar a la cavidad adyacente y no necesariamente a las cavidades derechas.
- La interpretación de la variación respiratoria de los flujos de llenado mitral y tricuspídeo exige una **alineación del volumen de muestra del Doppler pulsado** con el flujo sanguíneo.

200

Conclusiones. Puntos clave

- El **diagnóstico** de taponamiento cardíaco es **clínico**.
 - La **ecografía** es la técnica de elección para obtener un diagnóstico rápido y precoz ante la sospecha clínica.
 - En **situaciones emergentes**, la presencia de derrame pericárdico significativo en una sola ventana ecográfica será suficiente para el diagnóstico.
 - El taponamiento cardíaco es una emergencia y una **causa reversible de parada cardiorrespiratoria**. Su despistaje o confirmación a pie de cama está incluido en los algoritmos de actuación en RCP avanzada.
 - **Ninguno** de los signos ecográficos de taponamiento es **patognomónico**. Considerarlo en todo paciente inestable en el que se visualice derrame pericárdico. La ausencia de colapso en las cavidades derechas es el signo ecográfico con mayor valor predictivo negativo y el más consistente para descartar taponamiento cardíaco.
 - La **pericardiocentesis urgente** con apoyo ecográfico disminuye el número de complicaciones.
-





Bibliografía

- Adler Y, Charron P, Imazio M, et al. The task force for the diagnosis and management of pericardial diseases of the European Society of Cardiology. *European Heart Journal*. 2015; 42: 2921-64.
- Alerhand S, Adrian RJ, Long B, Avila J. Pericardial tamponade: A comprehensive emergency medicine and echocardiography review. *Am J Emerg Med*. 2022; 58: 159-74.
- Alerhand S, Carter JM. What echocardiography findings suggest a pericardial effusion is causing a tamponade? *Am J Emerg Med*. 2019; 37(2): 321-6.
- Bertolí Ingles E, Santamaria Hurtado V. Valoración ecocardiográfica del taponamiento cardíaco. *RETIC* 2019; Vol.2 núm 1 ISSN 2529-976X
- Ceriani E, Cogliati C. Actualización sobre el diagnóstico ecográfico de cabecera del derrame pericárdico. *Emerg Med*. 2016; 11: 477-80.
- Materazzo C, Piotti P, Meazza R, Pellegrini MP, Viggiano V, Biasi S. Respiratory changes in transvalvular flow velocities versus two-dimensional echocardiographic findings in the diagnosis of cardiac tamponade. *Ital Heart J*. 2003; 4(3): 186-92.
- Reynolds JC, Nicholson T, O'Neil B, Drennan IR, Issa M, Welsford M; Advanced Life Support Task Force at the International Liaison Committee on Resuscitation ILCOR. Diagnostic test accuracy of point-of-care ultrasound during cardiopulmonary resuscitation to indicate the etiology of cardiac arrest: A systematic review. *Resuscitation*. 2022; 172: 54-63.
- Roy CL, Minor MA, Brookhart MA, Choudhry NK. Does this patient with a pericardial effusion have cardiac tamponade? *JAMA*. 2007; 297(16): 1810-8.
- Sagristà-Sauleda J, Mercé AS, Soler-Soler J. Diagnosis and management of pericardial effusion. *World J Cardiol*. 2011; 3(5): 135-43.
- Schwartz SL, Pandian NG, Cao QL, Hsu TL, Aronovitz M, Diehl J. Left ventricular diastolic collapse in regional left heart cardiac tamponade. An experimental echocardiographic and hemodynamic study. *J Am Coll Cardiol*. 1993; 22(3): 907-13.





10

Valoración hemodinámica del paciente crítico en urgencias

M.^a Ángeles Viñas Gimeno, Ana Beltrán Sánchez,
Alejandro Carratalá Ballesta y Beatriz Arnao Recuenco



Introducción

La monitorización hemodinámica del paciente crítico mediante ecografía o con monitores del gasto cardíaco de forma no invasiva o mínimamente invasiva constituye una herramienta fundamental en los servicios de Urgencias.

La ecografía aporta información anatómica y funcional de determinados órganos de forma rápida y a pie de cama. Con ambas herramientas se conocerá la fisiopatología cardiocirculatoria del paciente, se realizará un diagnóstico diferencial, se instaurará el tratamiento óptimo y se podrá valorar su respuesta.

Objetivos del tema

- Conocer el perfil hemodinámico del paciente crítico.
 - Detectar la presencia de inestabilidad hemodinámica antes de que se produzca el fallo multiorgánico.
 - Definir el papel de las herramientas que nos permiten monitorizar al paciente crítico en urgencias.
 - Describir e interpretar los principales parámetros hemodinámicos.
 - Valorar si el paciente será respondedor a fluidoterapia.
 - Ayudar a establecer el tratamiento más adecuado y cómo optimizarlo
-

Fisiopatología del shock. Determinantes del gasto cardíaco. Parámetros hemodinámicos en respiración espontánea

FISIOPATOLOGÍA DEL SHOCK

El *shock* es la insuficiencia circulatoria aguda asociada a la utilización inadecuada de oxígeno (O_2) por las células. Este aporte de oxígeno ineficaz a la demanda de los tejidos conlleva la disfunción de órganos. El soporte hemodinámico temprano en estos pacientes es fundamental para prevenir y evitar la progresión del cuadro, por lo que requiere un diagnóstico y un tratamiento adecuado y precoz en urgencias.

Los **métodos convencionales** de monitorización, como la presión arterial (PA), la pulsioximetría, la frecuencia y ritmo cardíaco son fundamentales, pero





forman parte de una monitorización básica y por sí solos son insuficientes para conocer la hemodinámica del paciente en *shock*.

El **gasto cardíaco** (GC) es la cantidad de sangre que expulsa el corazón en un minuto y un determinante fundamental del aporte de O₂ sistémico y tisular. Se expresa con la siguiente formula:

$$\text{GC} = \text{volumen sistólico (VS)} \times \text{frecuencia cardíaca (FC)}$$

En un adulto sano su valor normal es de 5-6 litros/minuto, siendo un 10-20% menor en mujeres. Sin embargo, existen grandes variaciones producidas por el ejercicio, la edad o la posición. El determinante más importante es la demanda metabólica de oxígeno, de forma que si el metabolismo celular aumenta, el GC también lo hará.

Se estima que el GC que requiere un paciente crítico es un 50% mayor, por ello, en la práctica clínica en lugar de considerar los valores en el rango indicado anteriormente como normales, debe interpretarse en cada momento como adecuado o no a la demanda metabólica del paciente.

Para ello, además de tener en cuenta el valor numérico, hay que responder a las siguientes cuestiones:

- **¿La perfusión tisular está alterada?**

Se valorarán las tres ventanas clínicas de la perfusión (presencia de alteración cutánea, de alteración mental y de disminución de la perfusión renal) y parámetros bioquímicos (niveles de lactato).

- **¿Se han activado los mecanismos de compensación?**

Se debe valorar la frecuencia cardíaca que, aunque no es específica, su aumento orienta a la presencia de respuesta adrenérgica. También se debe valorar el tamaño de las cavidades cardíacas y las presiones de llenado mediante ecocardiografía.

DETERMINANTES DEL GASTO CARDÍACO

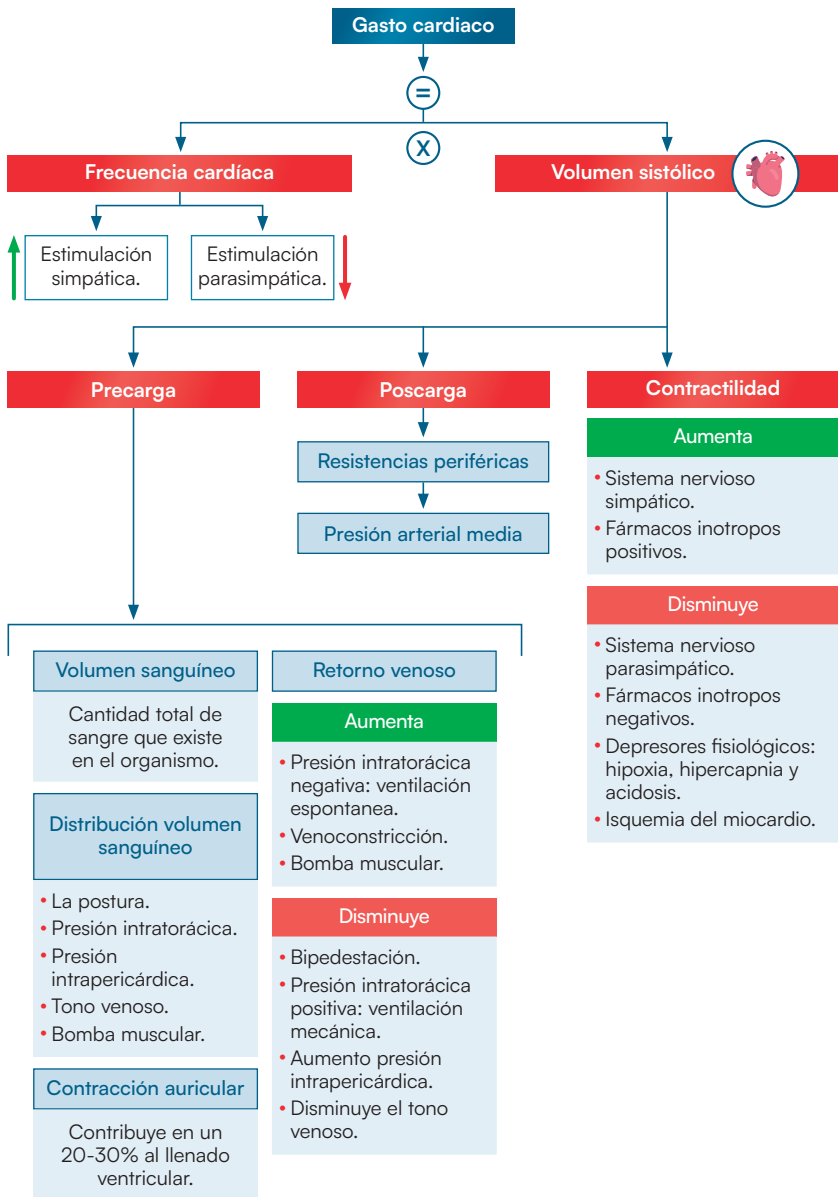
El GC es la variable macrohemodinámica más importante en la evaluación del paciente crítico. Su valor, con los datos obtenidos por la clínica, la exploración física, pruebas de laboratorio y la evaluación ecocardiográfica a pie de cama, proporcionara la información necesaria para saber si el GC es adecuado o inadecuado.

Los determinantes del gasto cardiaco son (**FIGURA 10-1**):

- **La frecuencia cardíaca.** Salvo que el paciente presente una bradicardia importante, aumentar la frecuencia cardíaca con el objetivo de aumentar el GC no es efectivo, ya que se acompaña de una disminución del volumen sistólico.



FIGURA 10-1.



Determinantes del gasto cardíaco.





- **La precarga.** Desde el punto de vista clínico se acepta por consenso que el volumen telediastólico ventricular es sinónimo de precarga. El volumen de sangre impulsado por el corazón será el que entra en él. Así, el corazón impulsará la sangre que le llegue a la aurícula derecha, dentro de unos límites fisiológicos. Según la ley de Frank-Starling, el corazón tiene capacidad para adaptarse a volúmenes crecientes de flujo sanguíneo; es decir, si la precarga aumenta se incrementa la fuerza de contracción y, como consecuencia, el volumen sistólico. El corazón adopta un papel permisivo, por lo que, si está sano, el factor determinante principal del gasto cardíaco es el retorno venoso por su efecto sobre la precarga del ventrículo derecho. Por tanto, la precarga tiene relación directa con el llenado ventricular, cuyo principal determinante es el retorno venoso al corazón. Para optimizarla se administrarán fluidos intravenosos.
- **La poscarga.** Supone la resistencia al vaciado del corazón. En un corazón sano, la poscarga equivale a la tensión de la pared ventricular en sístole, siendo esta tensión la presión que debe superar el ventrículo para contraerse. El GC tiene una relación inversa con la poscarga. En la práctica clínica, suele equipararse la poscarga con la resistencia vascular sistémica ($RVS = (PAM - PVC) / GC$). La presión arterial media (PAM) ofrece una aproximación válida a la poscarga cardíaca, ya que en ausencia de alteraciones de la función cardíaca es su mayor condicionante. Es posible reducirla con fármacos vasodilatadores y aumentarla con vasopresores.
- **La contractilidad cardíaca.** Es la capacidad intrínseca del miocardio para bombear la sangre en condiciones de precarga y poscarga constantes. Para aumentarla se utilizarán fármacos inotrópicos.

PARÁMETROS HEMODINÁMICOS

En la práctica clínica, convergen en muchas ocasiones distintos tipos de *shock*, por lo que es imprescindible conocer cómo varían los parámetros hemodinámicos en cada uno de ellos y sus principales causas (**TABLAS 10-1 y 10-2**).

TABLA 10-1.

HIPOVOLÉMICO	DISTRIBUTIVO	OBSTRUCTIVO	CARDIOGÉNICO
• Hemorragia. • Deshidratación¹. • Tercer espacio².	• Sepsis. • Anafilaxia. • Endocrinológico³. • Tóxicos. • Neurogénico.	• Tromboembolismo pulmonar. • Neumotórax. • Taponamiento cardíaco.	• Miocardiopatías⁴. • Mecánico⁵. • Arritmias.

Tipos de *shock*.

1. Pérdidas intestinales, urinarias, cutáneas en el gran quemado; **2.** Ascitis, pancreatitis, obstrucción intestinal; **3.** Insuficiencia suprarrenal, coma mixedematoso; **4.** Infarto agudo de miocardio, depresión miocárdica del *shock* séptico, miocardiopatías, miocarditis, etc; **5.** Insuficiencia mitral o aórtica aguda, rotura cardíaca, coagulación intravascular diseminada, etc.



TABLA 10-2.

	GC	RVS	PVC	PAP	SVO ₂
Cardiogénico	↓	↑	↑	↑	↓
Obstrutivo	↓	N/ ↑	↑	↑	↓
Hipovolémico	↓	N/ ↑	↓	↓	↓
Distributivo	↑	↓	↓	N/ ↓	N/ ↑
• Séptico hiperdinámico	↓	↓	↑ ↓		↑
• Séptico hipodinámico	↓	↑	↑ ↓		↑ ↓
• Anafiláctico	↓	↓	↓		
• Neurogénico	↓	↓	↓		
• Insuficiencia suprarrenal	N/ ↓	N/ ↓	↑ ↓		↓

Parámetros hemodinámicos de los principales tipos de shock.

GC: gasto cardíaco; RVS: resistencias vasculares sistémicas; PVC: presión venosa central; PAP: presión arterial pulmonar; SvO₂: saturación de oxígeno en sangre venosa; N: normal.

Tradicionalmente, los parámetros hemodinámicos utilizados para decidir la administración de fluidos han sido los denominados **parámetros estáticos**. Éstos utilizan medidas de presión y volumétricas, proporcionando un valor absoluto de precarga, pero no proporcionan información sobre el punto de la curva de Frank-Starling en el que opera el corazón del paciente, por lo que no son capaces de predecir la respuesta a la administración de fluidos que tendrá en él.

Han sido los llamados **parámetros dinámicos** los que sí proporcionan una evaluación hemodinámica funcional del rendimiento cardíaco ante modificaciones transitorias de la precarga, observando los efectos producidos en el gasto cardíaco o en el volumen sistólico (TABLA 10-3).

TABLA 10-3.

PARÁMETROS HEMODINÁMICOS	VENTILACIÓN MECÁNICA	VENTILACIÓN ESPONTÁNEA
Parámetros estáticos		
PVC	<5 mmHg	<5 mmHg
POAP	<7 mmHg	<7 mmHg
GEDVi	<500 ml/m ²	<500 ml/m ²
VTDVDi	<90 ml/m ²	<90 ml/m ²
dVCI	<12 mm	<12 mm

Limitaciones: proporcionan el valor absoluto de precarga. No predicen la respuesta a volumen.

Continúa ►





► Continuación

PARÁMETROS HEMODINÁMICOS	VENTILACIÓN MECÁNICA	VENTILACIÓN ESPONTÁNEA
Parámetros dinámicos		
VVS	>10%	No útil
VPP	>13%	No útil
VVAo	>12%	No útil
$\Delta dVCI$	>12%	>25%

Limitaciones: no son válidos en presencia de arritmias ni en pacientes con respiración espontánea. Válidos en ventilación mecánica con volumen corriente <8 ml/kg.

PRL test	Aumento del GC o IC >10%	Aumento del GC o IC >10%
	- No se puede usar en pacientes con aumento de presión intracraneal. - Presencia de presión intraabdominal. - Portador de balón de contrapulsación.	

Parámetros hemodinámicos en ventilación mecánica y ventilación espontánea.

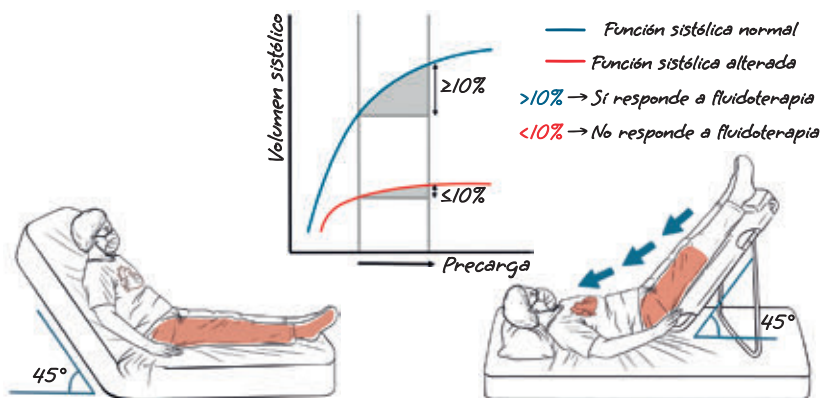
PVC: presión venosa central; **POAP:** presión de oclusión de la arteria pulmonar; **GEDVi:** volumen telediastólico global indexado; **VTDVDi:** volumen telediastólico del ventrículo derecho indexado; **dVCI:** diámetro de la vena cava inferior; **VVS:** variaciones del volumen sistólico; **VPP:** variación de la presión de pulso arterial; **$\Delta dVCI$:** variaciones respiratorias del diámetro de la vena cava inferior.

¿Qué parámetros hemodinámicos se pueden utilizar?

209

Teniendo en cuenta que la mayoría de los pacientes en urgencias y emergencias se encuentran en respiración espontánea y con alteraciones del ritmo cardíaco, la maniobra de elevación pasiva de las piernas (PRL test) es un método sencillo y fiable para evaluar si un paciente responderá a fluidos (**FIGURA 10-2**).

FIGURA 10-2.



Curva de Frank-Starling. Test de elevación pasiva de piernas o PRL test.



Esta curva describe la relación entre la precarga y el volumen sistólico, de forma que cuanto mayor es la precarga ventricular mayor es el volumen sistólico. En ella se delimitan dos zonas: una ascendente en la que cambios mínimos en la precarga producen incrementos significativos del volumen sistólico, llamada zona de precarga dependencia, y otra plana o zona de precarga independencia en la que el volumen sistólico no variará con el aumento de la precarga.

El PRL test se puede utilizar en pacientes en respiración mecánica o espontánea, y no se ve afectado por el ritmo cardíaco del paciente. Al elevar las piernas del paciente 45° durante al menos 1 minuto, aumentamos el retorno venoso de forma transitoria con un volumen aproximado de 250-300 ml; con ello se aumenta la precarga, produciendo un cambio en el gasto cardíaco o en los parámetros relacionados, como el volumen sistólico. **Medir la variación que se produce permite evaluar la capacidad de respuesta al aporte de volumen.** Así un incremento ≥ 10 -15% del gasto cardíaco o del índice cardíaco durante los primeros 60-90 segundos de su realización indica que el paciente se encuentra en la zona precarga-dependiente y, por tanto, responderá a la administración de fluidos (**VÍDEO 10-1**). Es fundamental saber si el paciente en *shock* responderá a una mayor carga de fluidos o, por el contrario, al situarse en la zona de precarga-independencia, la fluidoterapia no hará mejorar su hemodinámica, en cuyo caso se deberá valorar el tratamiento con vasopresores o inotrópicos.



VÍDEO 10-1.
Realización
del PRL test.



Escanee el código QR
para visualizar el video

Herramientas para la monitorización hemodinámica en urgencias y emergencias

MONITORES NO INVASIVOS DEL GASTO CARDÍACO

El cuidado del paciente crítico ha evolucionado de forma notable, con un mayor intervencionismo y un importante desarrollo tecnológico, que representan un gran reto de adaptación y aprendizaje en urgencias y emergencias. El uso





de los monitores hemodinámicos no invasivos nos ayuda en la toma precoz de decisiones, nos permite evaluar la respuesta al tratamiento y disminuir sus posibles complicaciones.

Históricamente, los monitores del gasto cardíaco se basaban en técnicas complejas, invasivas y con elevadas necesidades de recursos humanos y materiales. Sin embargo, hoy en día se han desarrollado equipos que, de forma no invasiva o mínimamente invasiva, analizan en tiempo real los principales parámetros hemodinámicos y son fáciles de usar, lo que favorece su implantación (**TABLA 10-4**). No obstante, es importante conocer las ventajas de cada sistema y sus propias limitaciones.

TABLA 10-4.			
NOMBRE	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	PARÁMETROS ADICIONALES	CALIBRACIÓN
Monitores mínimamente invasivos			
MostCare® (Vygon)	Análisis de onda arterial, cálculo del área bajo la curva.	CCE, dP/dT	No
Monitores no invasivos			
Starling SV® (Baxter)	Análisis de onda por biorreactancia.	FTC, CP	Sí
ClearSight®	Análisis de onda por fotopletismografía.	dP/dT	No

Tipos de monitores del gasto cardíaco no invasivos.

CCE: eficiencia del ciclo cardíaco; **dP/dT:** derivada presión-tiempo; **FTC:** fluido torácico total; **CP:** potencia cardíaca.

Entre los más utilizados en los servicios de urgencias se encuentra el sistema de medición del gasto cardíaco por biorreactancia. Esta técnica se basa en que las fluctuaciones en el volumen sanguíneo durante el ciclo cardíaco inducen cambios en la conductividad eléctrica del tórax, y utiliza su evaluación para cuantificar el volumen sistólico y el gasto cardíaco. Se colocan 4 sensores dobles en el tórax, formando un rectángulo alrededor del corazón, y se aplica una pequeña corriente eléctrica de alta frecuencia y baja magnitud a través del tórax entre el par de sensores exteriores; el flujo de sangre que atraviesa el tórax provoca un cambio de fase en la onda eléctrica y la señal se registra entre el par de sensores internos, y el monitor utiliza la diferencia de fase para medir el volumen sistólico de forma continua durante los intervalos programados. En el año 2020 se publicó el estudio Fresh, un ensayo clínico aleatorizado multicéntrico que evalúa la eficacia de las medidas dinámicas para guiar la administración de líquidos y vasopresores en pacientes con *shock* séptico. Se siguió una estrategia de reanimación guiada por el PLR test, analizando el incremento del volumen sistólico con el monitor del GC basado en la biorreactancia



(**FIGURA 10-3**). Como resultado, se obtuvo un balance neto de líquidos significativamente más bajo y una disminución de la estancia media en cuidados intensivos.

FIGURA 10-3.



Monitor no invasivo de GC. Visualización de la curva de Frank-Starling indicando si el paciente es o no respondedor a fluidoterapia.

La principal limitación para medir el gasto cardiaco con esta técnica es la presencia de graves alteraciones anatómicas de la aorta o de dispositivos de asistencia ventricular de flujo continuo.

ECOGRAFÍA CLÍNICA

La ecografía proporciona información fundamental para el diagnóstico diferencial de las causas del *shock*, y del funcionamiento, características y alteraciones estructurales del corazón, además de para poder obtener parámetros hemodinámicos clásicos de forma no invasiva y otros específicos del estudio ecocardiográfico, imprescindibles para la toma de decisiones y la monitorización de la respuesta al tratamiento.

Por ello, para realizar una correcta y completa valoración hemodinámica a pie de cama mediante ecografía, se deben utilizar los llamados "protocolos multiventana", en los que se exploran de forma sistemática varios órganos, y que ayudan a conocer la etiología del *shock*, el grado de congestión, la tolerancia y la respuesta hemodinámica a la fluidoterapia iniciada.

Uno de los protocolos más conocidos que valora las distintas causas de *shock* es el protocolo RUSH (*Rapid Ultrasound in Shock*). Su implementación puede mejorar los resultados clínicos al facilitar una atención más rápida, dirigida y disponer de más información sobre la fisiopatológica del paciente crítico (ver tema 19).

La valoración de la vena cava inferior, el protocolo VExUS y la ecografía pulmonar son necesarios de cara a completar una correcta monitorización hemodinámica mediante ecografía. Tan importante es saber la causa del *shock* y





si el paciente va a responder a fluidoterapia, como saber la tolerancia del paciente al tratamiento administrado. Y es aquí donde se incluye el concepto de tolerancia como la ausencia de daño tisular y orgánico tras la administración de fluidoterapia. Sin embargo, no hay que confundir este término con la congestión sistémica que indica el grado de acúmulo de volumen extracelular que posee el paciente. Valorar la tolerancia y la congestión es fundamental en el paciente crítico, y se realizará a través de la valoración ecográfica de la vena cava inferior, el protocolo VExUS y la ecografía pulmonar.

Valoración del gasto cardíaco

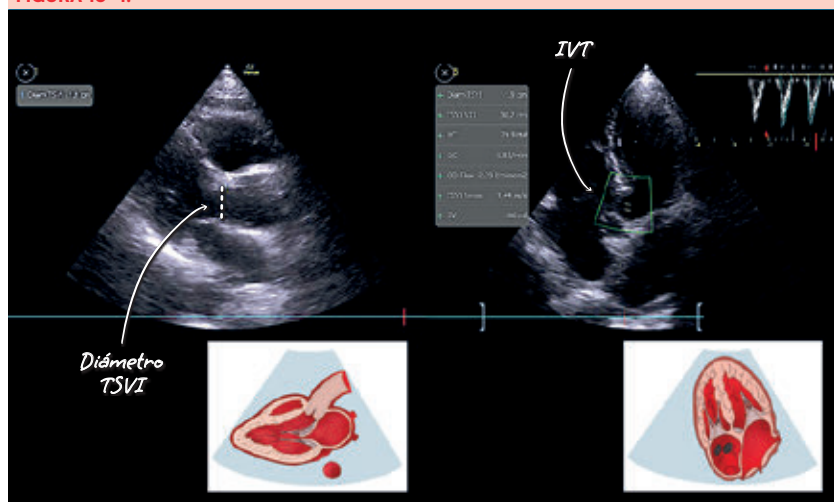
El gasto cardíaco se puede valorar calculando el área del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) y la integral velocidad-tiempo (IVT) a dicho nivel (**FIGURA 10-4**).

$$GC \text{ (l/min)} = \text{volumen sistólico (VS)} \times \text{frecuencia cardíaca (FC)}$$

$$VS \text{ (cm}^3\text{)} = \text{Área del TSVI (cm}^2\text{)} \times \text{IVT del TSVI (cm)}$$

$$\text{Área del TSVI} = \pi r^2 \text{ (}\pi=3,14 \text{ ; } r=\text{mitad del diámetro del TSVI)}$$

FIGURA 10-4.



Cálculo del GC mediante ecocardiografía.

Obtener el diámetro del TSVI para calcular su área es complejo y requiere experiencia, ya que pequeños errores en la medición influirán significativamente en el cálculo final del gasto cardíaco. Tampoco se podrá medir en situaciones en las que existe una obstrucción dinámica del TSVI, como por ejemplo en una miocardiopatía hipertrófica. Por todo ello, dado que es una variable



antropométrica que se va a mantener constante a lo largo del manejo del paciente en urgencias, se utiliza de forma aislada la IVT para estimar el gasto cardíaco, el índice cardíaco, sus variaciones y ver si el paciente es respondedor a volumen o no. Los valores de la IVT se encuentran entre 18 y 22 cm, estimando que, con una IVT <12 cm, el paciente tendrá un gasto cardíaco disminuido.

Para **valorar si un paciente en shock es respondedor a volumen**, se debe calcular en primer lugar la IVT basal del paciente. Posteriormente, **tras realizar una elevación pasiva de piernas (PRL test)** o bien realizar una sobrecarga de 300 ml, se debe valorar si la IVT ha aumentado un **10-12%** respecto a su basal. Si es así, el paciente será respondedor a fluidos. En caso contrario, tendríamos que valorar la administración de fármacos vasopresores.

Estudio de la precarga del ventrículo izquierdo

El estudio del flujo de llenado transmitral y el *Doppler* tisular mitral son dos herramientas que permiten conocer las presiones de llenado del ventrículo izquierdo, presentando buena correlación con la precarga del paciente

(TABLA 10-5).

TABLA 10-5.	
VALORACIÓN DE LA PRECARGA	VALORACIÓN DE LA CONTRACTILIDAD
Variación del IVT con PLR test (único parámetro que indica si el paciente será respondedor a fluidoterapia).	Estimación visual del ventrículo izquierdo/derecho.
Valoración de la vena cava inferior.	Fracción de eyección y de acortamiento.
Flujo transmitral y <i>Doppler</i> tisular.	Gasto cardíaco e IVT.
Relación E/e´.	TAPSE y <i>Doppler</i> tisular en pared libre del VD.

Parámetros ecográficos en la evaluación hemodinámica.

La relación E/e´ entre la velocidad pico del *Doppler* mitral (E) y la velocidad pico del *Doppler* tisular (e) es una buena medida para valorar la relajación ventricular y, por ello, la precarga (FIGURA 10-5). Una relación E/e´ <8 cm/s indicaría unas presiones de llenado normales. En cambio, una relación E/e´ >15 cm/s (anillo septal) o E/e´ >12 cm/s (anillo lateral) indicaría unas presiones de llenado elevadas, por lo que se trataría de un paciente con una precarga aumentada.

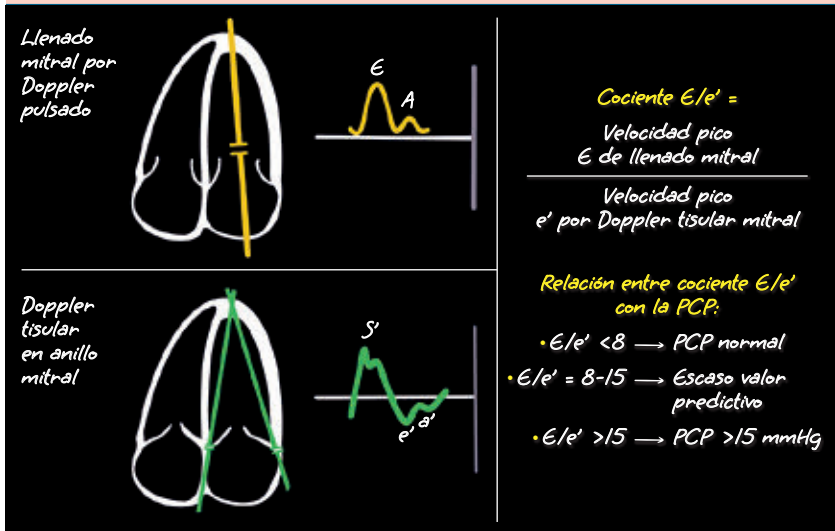
Valores de e´ <8 cm/s sugieren una disfunción diastólica del ventrículo izquierdo. Estas medidas no son útiles en pacientes con prótesis mitral, insuficiencia mitral moderada o severa, calcificaciones del anillo mitral o acinesias posterolaterales.

No se debe olvidar que calcular la relación E/e´ es una medida compleja que precisa un dominio de la ecocardiografía más avanzado y una formación específica previa.





FIGURA 10-5.

Cociente E/e' .

PCP: presión capilar pulmonar.

Examen de la vena cava inferior (VCI)

La VCI es una vena central de gran calibre, que recoge el retorno venoso de los miembros inferiores y de las vísceras abdominales y retroperitoneales. Tradicionalmente se ha utilizado el diámetro y la colapsabilidad de la VCI para guiar la fluidoterapia, pero las últimas evidencias científicas indican que únicamente se puede tener en cuenta la colapsabilidad de la cava en sus valores extremos y no como parámetro dinámico, sino estático. Es decir, la valoración del diámetro y la colapsabilidad de la vena cava para guiar el tratamiento con fluidos presenta muchas limitaciones, por lo que los utilizaremos como meros parámetros estáticos para valorar la congestión del paciente a la fluidoterapia administrada, pero no para ver si el paciente será respondedor o no (TABLA 10-6).

TABLA 10-6.

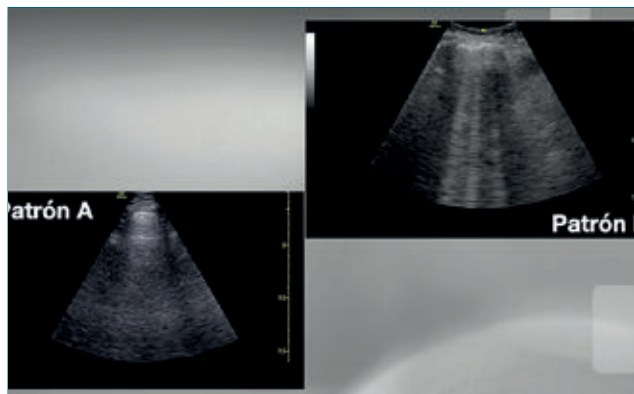
DIÁMETRO DE LA VCI	ÍNDICE DE COLAPSABILIDAD	PVC ESTIMADA
<21 mm	>50%	0-5 mmHg
<21 mm	<50%	5-10 mmHg
>21 mm	<50%	15-20 mmHg

Valoración ecográfica de la vena cava inferior.



Valoración pulmonar mediante ecografía

Es una técnica muy útil para valorar la tolerancia del paciente a la sobrecarga de fluidos. La aparición de más de 3 líneas B por campo (el llamado patrón del síndrome intersticial), de forma bilateral y simétrica, relacionado siempre con la clínica, indicaría que el paciente, a nivel pulmonar, presenta una sobrecarga de fluidos, a tener en cuenta de cara a valorar la tolerancia al tratamiento con fluidoterapia (**VIDEO 10-2**).



VÍDEO 10-2.

Valoración
de tolerancia
y congestión.



Escanee el código QR
para visualizar el video

Protocolo VExUS (Venous Excess Ultrasound)

Es un protocolo dirigido a valorar la congestión venosa y su repercusión en el sistema cardiovascular a pie de cama. Se basa en analizar el flujo venoso de la vena hepática, la vena porta y las venas intrarrenales. Este protocolo ayuda a predecir los signos deletéreos más tempranos de la congestión producida por una sobrecarga de fluidos.

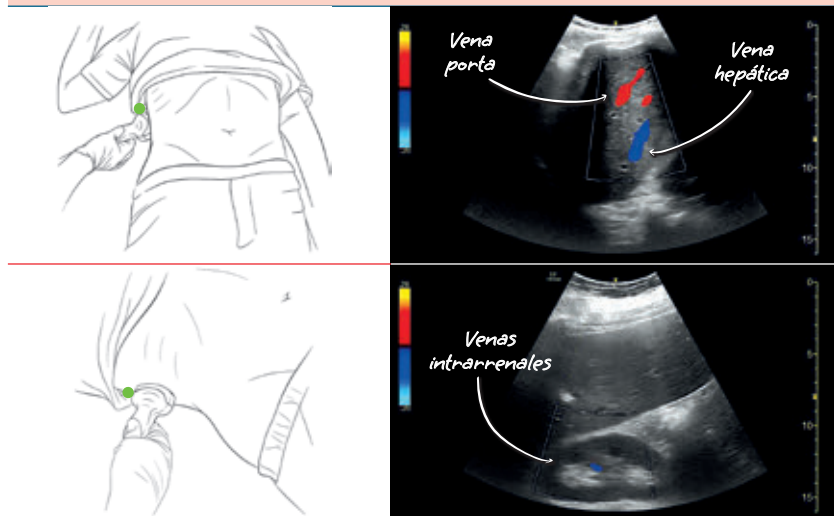
Sistemática de estudio:

- 1. Valoración de la cava inferior.** Mediante una sonda convex o sectorial se obtendrá el diámetro de la vena cava inferior. Si la cava inferior es menor de 2 cm, no se seguirá realizando el resto de valoraciones. Sin embargo, si la vena cava inferior es mayor a 2 cm, se continuará al siguiente paso.
- 2. Localización de la vena hepática, porta y venas intrarrenales.** Siempre y cuando el diámetro de la vena cava inferior sea mayor a 2 cm, se realizará esta valoración. Se analiza qué tipo de flujo venoso existe en estas tres venas. Para ello, se utiliza la sonda convex o sectorial y se posiciona en dirección longitudinal, a nivel de línea axilar anterior con la marca de la sonda en dirección cefálica (**FIGURA 10-6**). Así se obtiene la imagen del parénquima hepático y renal. Se debe aplicar el modo *Doppler* color para detectar el flujo de la vena hepática (azul) y el flujo de la vena porta (rojo), así como la vena renal (azul).

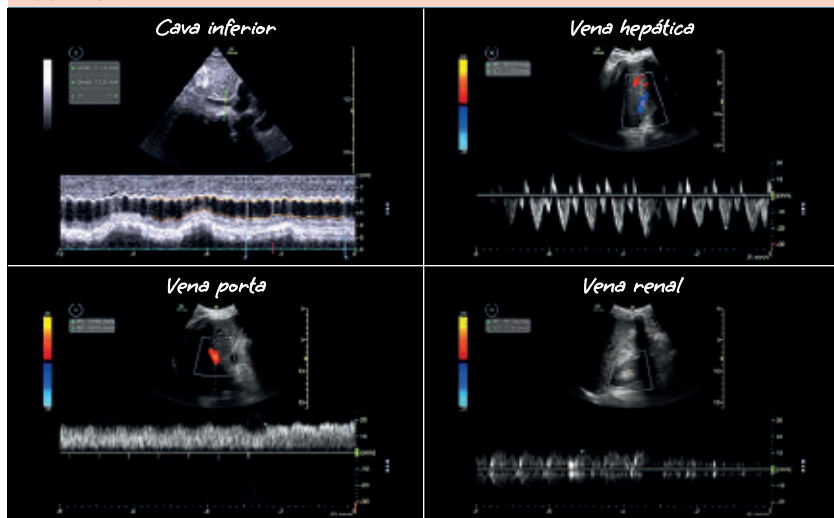




- 3. Estudio con modo Doppler pulsado** sobre la vena hepática, vena porta y venas intrarrenales (**FIGURA 10-7**). Se debe valorar la pulsatilidad de estas estructuras a través de las ondas obtenidas en el estudio de su flujo (**FIGURA 10-8**).

FIGURA 10-6.

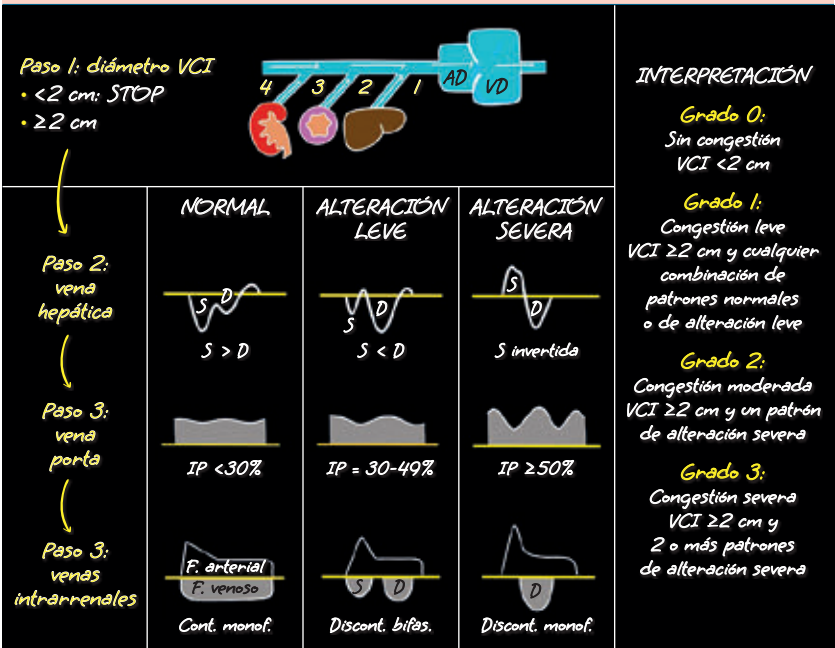
Protocolo VExUS. Localización de la vena porta, vena hepática y venas intrarrenales.

FIGURA 10-7.

Identificación de estructuras en el estudio Doppler en el protocolo VExUS.



FIGURA 10-8.



Valoración de la congestión venosa. Patrones del protocolo VExUS.

VCI: vena cava inferior; **AD:** aurícula derecha; **VD:** ventrículo derecho; **S:** onda de flujo sistólico; **D:** onda de flujo diastólico; **IP:** índice de pulsatilidad (velocidad máxima - velocidad mínima / velocidad máxima); **f. arterial:** flujo arterial; **f. venoso:** flujo venoso; **cont. monof:** continuo y monofásico; **discont. bifás:** discontinuo y bifásico; **discont. monof:** discontinuo y monofásico.

El **flujo de la vena hepática** se compone de dos ondas. Una onda sistólica (S) y una onda diastólica (D). Si aumenta la congestión, el flujo será más pulsátil y se alterarán estas ondas.

El **flujo de la vena porta** no congestiva es monofásico con un índice de pulsatilidad <30%. Si aumenta la congestión, aumenta la pulsatilidad, apareciendo un flujo bisfásico en las congestiones graves.

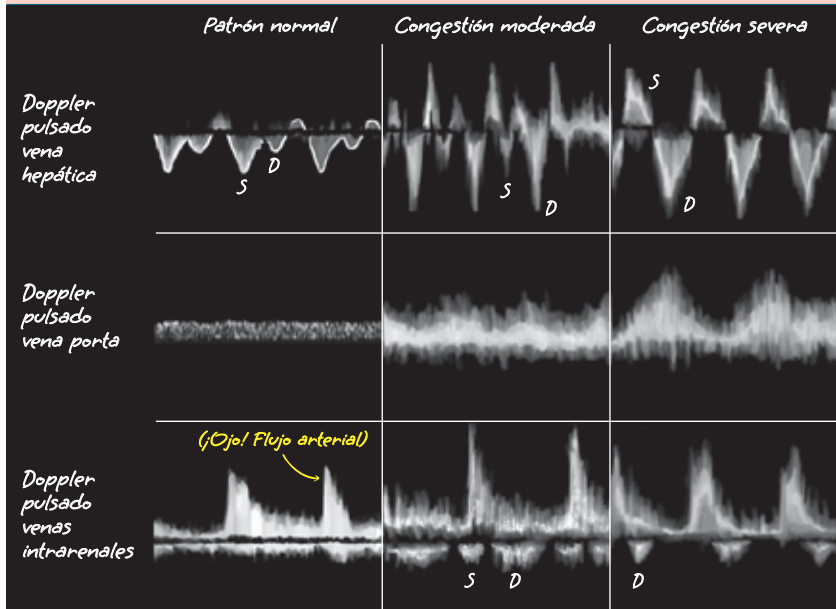
El **flujo de las venas intrarrenales** en condiciones normales es monofásico. Se trata del flujo por debajo de la línea de base que aparece en el modo Doppler pulsado. Las ondas que aparecen por encima de la línea de base corresponden a flujo arterial. Si aumenta la congestión, el flujo venoso monofásico se convierte en bifásico (onda S y D), y si la congestión es grave, aparece únicamente un flujo diastólico (onda D).

Así pues, en función de los patrones obtenidos mediante el Doppler pulsado, se establecen distintos grados, que informan de la congestión venosa del paciente (**FIGURA 10-9**):





FIGURA 10-9.



Distintos grados de congestión venosa en función de la pulsatilidad de las venas hepática, porta y renal en el protocolo VExUS.

S: onda sistólica; D: onda diastólica.

- **No congestión** (VExUS grado 0): VCI <2 cm.
- **Congestión leve** (VExUS grado 1): VCI ≥ 2 cm con cualquier combinación de patrones normales o levemente alterados.
- **Congestión moderada** (VExUS grado 2): VCI ≥ 2 cm y un patrón severamente alterados.
- **Congestión severa** (VExUS grado 3): VCI ≥ 2 cm y 2 o más patrones severamente alterados.

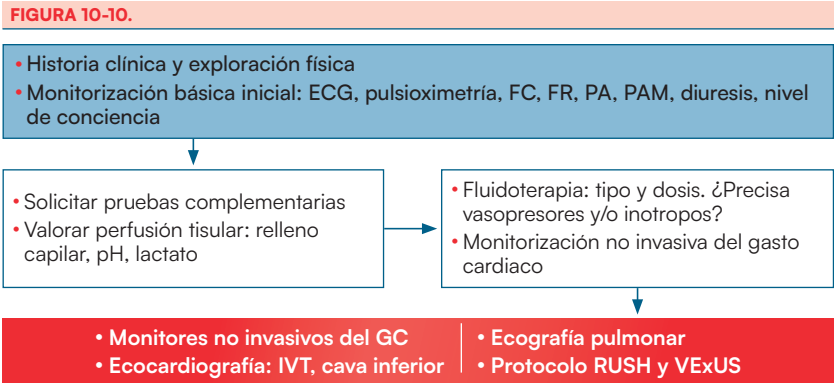
INDICACIONES PARA LA MONITORIZACIÓN HEMODINÁMICA NO INVASIVA EN URGENCIAS

- Persistencia de hipoperfusión tras 30-120 min del inicio de tratamiento intensivo, generalmente con fluidos.
- Sospecha clínica y/o analítica de hipoperfusión tisular de etiología no aclarada.
- Pacientes de alto riesgo: comorbilidad importante, inmunosupresión, patología cardiovascular previa o hemoglobinopatías.
- Inestabilidad hemodinámica de etiología multifactorial.
- Uso y titulación de fluidos y fármacos vasoactivos o inotropos.



Toma de decisiones en Urgencias

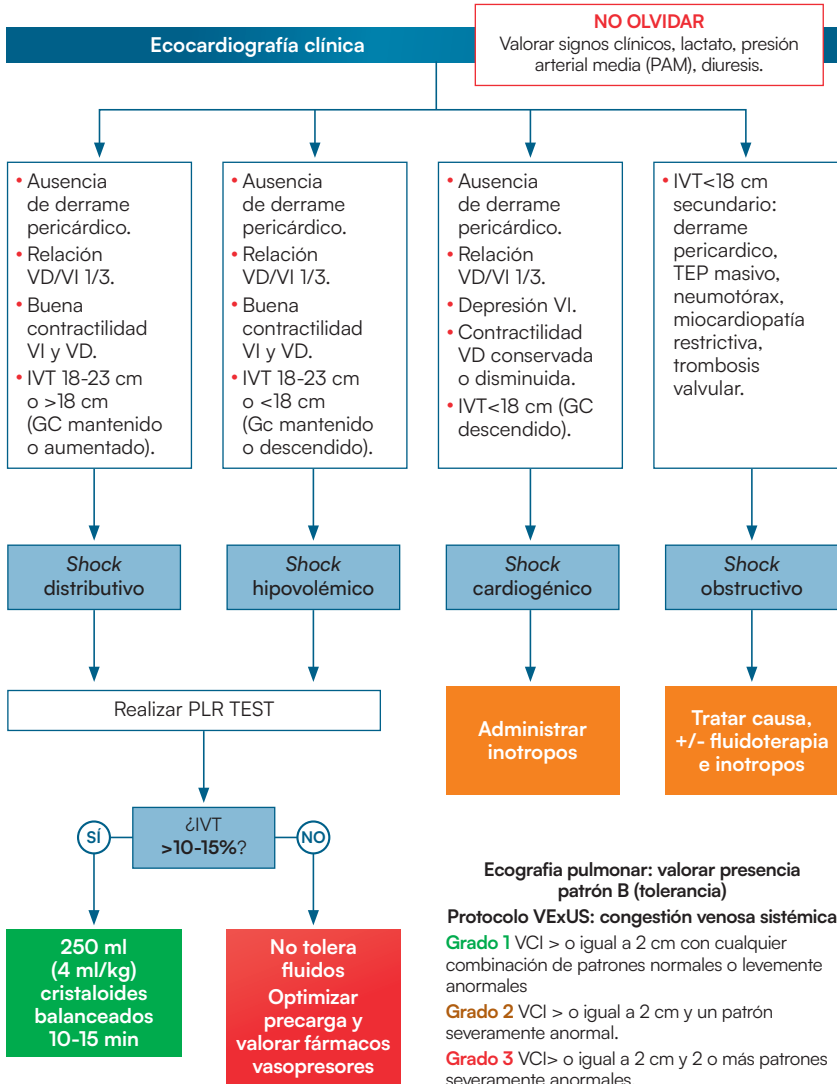
ACTUACIÓN INICIAL ANTE UN PACIENTE CON INESTABILIDAD HEMODINÁMICA





ALGORITMO PARA LA MONITORIZACIÓN HEMODINÁMICA MEDIANTE ECOGRAFÍA EN URGENCIAS

FIGURA 10-12.



Algoritmo en el manejo hemodinámico del paciente mediante ecografía clínica en el servicio de urgencias.



Conclusiones. Puntos clave

- El *shock* es una emergencia médica que requiere una evaluación y una actuación rápida para identificar y tratar la causa subyacente.
- Se debe realizar una ecocardiografía clínica a todo paciente en *shock*, para valorar su fisiopatología cardiocirculatoria.
- El único parámetro ecocardiográfico que indica si el paciente va a ser respondedor a fluidoterapia es la variación del volumen sistólico a través del cálculo de la IVT.
- El parámetro hemodinámico para valorar si el paciente es respondedor a volumen con los monitores no invasivos de gasto cardíaco es el incremento del GC, IC, VS o IVS $\geq 10\%$.
- Dado que la monitorización hemodinámica es un tema en continua actualización, se están estudiando otros parámetros ecográficos hemodinámicos relacionados con la respuesta al volumen que aún no presentan una evidencia sólida.
- El protocolo RUSH es una herramienta valiosa en el manejo de pacientes con *shock* e hipotensión, ya que permite una evaluación rápida y guiada por ultrasonido para identificar las causas subyacentes y guiar la intervención inicial.
- El protocolo VExUs, la valoración de la vena cava inferior y la ecografía pulmonar son herramientas que nos aportan información sobre la congestión venosa y la tolerancia del paciente a la fluidoterapia.
- Tan importante es realizar una correcta monitorización hemodinámica mediante ecografía a pie de cama en el paciente en *shock* como correlacionar los hallazgos con la clínica y los parámetros analíticos que presente el paciente.





Bibliografía

- Almela Quilis A, Millán Soria J, Alonso Íñigo JM, García Bermejo P. Monitorización hemodinámica no invasiva o mínimamente invasiva en el paciente crítico en los servicios de urgencias y emergencias [None invasive and minimally invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients in the emergency department]. *Emergencias*. 2015; 27(6): 386-95.
- Beaubien-Souligny W, Rola P, Haycock K, Bouchard J, Lamarche Y, Spiegel R, Denault AY. Quantifying systemic congestion with Point-Of-Care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *Ultrasound J*. 2020; 12(1): 16.
- Expert Round Table on Echocardiography in ICU. International consensus statement on training standards for advanced critical care echocardiography. *Intensive Care Med*. 2014; 40(5): 654-66.
- Douglas IS, Alapat PM, Corl KA, Exline MC, Forni LG, Holder AL, Kaufman DA, Khan A, Levy MM, Martin GS, Sahatjian JA, Seeley E, Self WH, Weingarten JA, Williams M, Hansell DM. Fluid Response Evaluation in Sepsis Hypotension and Shock A Randomized Clinical Trial. *Chest*. 2020; 158(4): 1431-45.
- Douglas IS, Elwan MH, Najarro M, Romagnoli S. Dynamic monitoring tools for patients admitted to the emergency department with circulatory failure: narrative review with panel-based recommendations. *European Journal of Emergency Medicine*. 2024; 31(2): 98-107.
- Kenny JS. Assessing Fluid Intolerance with Doppler Ultrasonography: A Physiological Framework. *Med Sci (Basel)*. 2022; 10(1): 12.
- Sattin M, Burhani Z, Jaidka A, Millington SJ, Arntfield RT. Stroke Volume Determination by Echocardiography. *Chest*. 2022; 161(6): 1598-605.
- Søndergaard S. A critical review of the hemodynamics in assessment of volumen responsiveness by using passive leg raising (PLR). *Trends in Anaesthesia and Critical Care*. 2023; 53: 101292.
- Tavares J, Ivo R, Gonzalez F, Lamas T, Mendes JJ. Global Ultrasound Check for the Critically Ill (GUCCI)-a new systematized protocol unifying point-of-care ultrasound in critically ill patients based on clinical presentation. *Open Access Emerg Med*. 2019; 11: 133-45.
- Weingart SD, Duque D, Nelson B. Rapid Ultrasound in Shock (RUSH) Velocity-Time Integral: A Proposal to Expand the RUSH Protocol. *J Ultrasound Med*. 2020; 39(1): 191-5.





11

Ecografía clínica vascular

Trombosis venosa profunda.
Aneurisma y disección aórtica

Pilar Romero Crespo, Javier Millán Soria,
Carlos del Pozo Vegas, Grethzel O. Prado Paz,
Julio Armas Castro y M.^a Ángeles Viñas Gimeno



Introducción

La trombosis venosa profunda (TVP) y la tromboembolia pulmonar (TEP) son manifestaciones clínicas de un mismo proceso: la enfermedad tromboembólica venosa. Por lo general, la TVP se produce en las extremidades inferiores, afectando a venas distales (40%), poplíteas (16%), femorales (20%), femorales comunes (20%) e ilíacas (4%).

El diagnóstico rápido y preciso es esencial, dados los riesgos asociados a la extensión de la TVP no tratada a las arterias pulmonares y, el riesgo inherente al tratamiento anticoagulante. El uso de la ecografía clínica para la evaluación de la TVP tiene una robusta evidencia, con una sensibilidad y especificidad del 96,1% y el 96,8%, respectivamente.

El aneurisma de la aorta abdominal (AAA) es la dilatación segmentaria de la arteria, siendo su localización más común a nivel infrarrenal. Representa la patología aórtica más frecuente, pudiendo complicarse por trombosis, disección de la capa íntima o ruptura, por lo que la mortalidad puede llegar al 90%.

Sin tratamiento, ambas entidades pueden tener potencialmente un desenlace fatal, por lo que un diagnóstico precoz mediante ecografía vascular a pie de cama incidirá positivamente en el pronóstico y manejo de los pacientes.

Objetivos del tema

- Recordar los conocimientos básicos sobre la TVP y el AAA y su manejo en urgencias y emergencias.
 - Describir mediante ecografía la anatomía del sistema venoso profundo y superficial de los miembros inferiores, así como de la aorta abdominal y sus ramificaciones.
 - Definir el uso de la ecografía clínica para el diagnóstico precoz de la TVP y el AAA.
 - Integrar la exploración ecográfica dentro de la exploración física del paciente en urgencias.
 - Establecer las limitaciones de la técnica, consejos para evitar errores y poder obtener imágenes de calidad.
-

TVP: trombosis venosa profunda; AAA: aneurisma de aorta abdominal.





Competencias básicas

- Distinguir la TVP según la técnica de compresión simplificada con la identificación de trombosis en la zona que no presenta compresión.
- Conocer la técnica de exploración de 2 áreas (femoral + poplítea) o de 5 puntos de compresión, que incluye el cayado de la safena, la vena femoral común, la vena femoral y la vena poplítea.
- Identificar la aorta abdominal y sus principales bifurcaciones, desde el hiato diafragmático hasta su división en las arterias ilíacas.
- Diferenciar la aorta abdominal de otros vasos abdominales como la vena cava y el sistema portal, así como otras estructuras anatómicas adyacentes.
- Reconocer cuándo el diámetro de aorta abdominal es ≥ 3 cm o el de las arterias ilíacas es $\geq 1,5$ cm para el diagnóstico de AAA. **Saber identificar el flap intimal** sugestivo de disección.

TVP: trombosis venosa profunda; AAA: aneurisma de aorta abdominal.

Exploración del sistema venoso profundo de los miembros inferiores. Diagnóstico de trombosis venosa profunda

227

RECUERDO ANATÓMICO

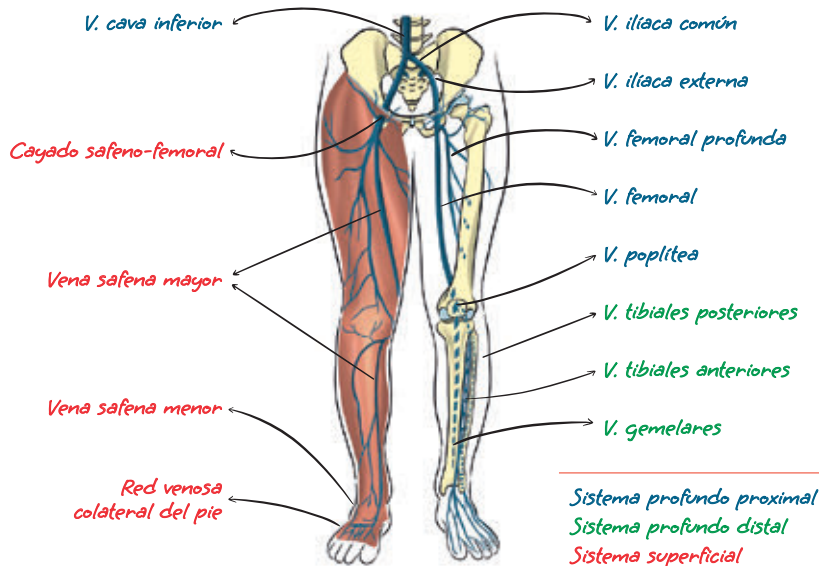
El estudio de las venas de las extremidades inferiores se basa fundamentalmente en la exploración del sistema venoso profundo y las uniones con el sistema venoso superficial, donde se localizan la mayoría de los trombos que ocasionan, como complicación, la embolia de pulmón.

El sistema venoso profundo de las extremidades inferiores está formado por: vena femoral común, vena femoral profunda, vena femoral, vena poplítea, venas tibiales anteriores, venas tibiales posteriores y venas peroneas (**FIGURA 11-1**).

- **La vena femoral común** comienza a la altura del ligamento inguinal como continuación de la vena iliaca externa. Posteriormente se bifurca en **vena femoral profunda y vena femoral** (también llamada vena femoral superficial), discurriendo hacia la cara medial de la pierna.
- **La vena femoral** se localiza en la profundidad del espacio aponeurótico del músculo sartorio hasta que atraviesa el conducto del aductor en el muslo distal.
- **La vena poplítea** es la continuación de la vena femoral a su salida del conducto del aductor en el espacio poplíteo.



FIGURA 11-1.



Anatomía vascular de las extremidades inferiores. Sistema venoso profundo y superficial.

Hay que tener en cuenta que la vena femoral se puede duplicar hasta en un 20% de los pacientes, y la vena poplítea hasta en un 35%. Esto nos obliga a descartar la existencia de TVP incluso en alguna de las variantes de la normalidad.

Las dos venas principales que forman parte del sistema venoso superficial son la vena safena mayor y la vena safena menor.

SONDAS Y MODOS ECOGRÁFICOS

Para realizar la exploración mediante ecografía se utiliza la sonda lineal (7-14 MHz), ya que proporciona una mejor imagen de las estructuras superficiales, con preajuste vascular si es posible. Se utiliza el modo B para visualizar las estructuras en la escala de grises, mientras que el modo *Doppler* color permitirá identificar las estructuras vasculares venosas o arteriales y el *Doppler* pulsado facilitará diferenciar el flujo venoso (lineal) o arterial (pulsátil).

Con la ecografía es importante reconocer las características y diferencias entre las venas y arterias que aparecen como estructuras redondas u ovaladas, anecoicas, con bordes más o menos ecogénicos, con flujo *Doppler* en su interior y que pueden modificar o no su tamaño con maniobras de compresión o de Valsalva (**TABLA 11-1**).





TABLA 11-1.	
ARTERIA	VENA
Pared con menor distensibilidad y mayor grosor.	Pared con mayor distensibilidad y menor grosor.
Menor colapsabilidad con la compresión.	Mayor colapsabilidad con la compresión.
Pulsátil.	No pulsátil (puede identificarse pulso transmitido).
<i>Doppler</i> pulsado con gran amplitud.	<i>Doppler</i> pulsado con menor amplitud y uniforme.
No evidencia de válvulas. En ocasiones podemos ver la íntima.	Presencia de válvulas visibles dentro del vaso.
La maniobra de Valsalva no transmite la presión al vaso.	La maniobra de Valsalva provoca una dilatación del vaso.

Diferencias entre arteria y vena mediante ecografía.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Durante la exploración, el paciente se coloca en posición decúbito supino, con la pierna en abducción y rotación externa y la rodilla ligeramente flexionada (**FIGURA 11-2**). El explorador se sitúa a la derecha del paciente, con el ecógrafo enfrente, para que le permita visualizar bien la imagen, y tomar las mediciones y capturas oportunas. La marca de la sonda se orienta a la derecha del paciente. La exploración siempre se inicia de la región más proximal (a nivel del ligamento inguinal) a la más distal, terminando a la altura de la rodilla con la identificación de la vena y la arteria poplítea.

FIGURA 11-2.



Posición del paciente para la exploración ecográfica del sistema venoso profundo a nivel proximal.

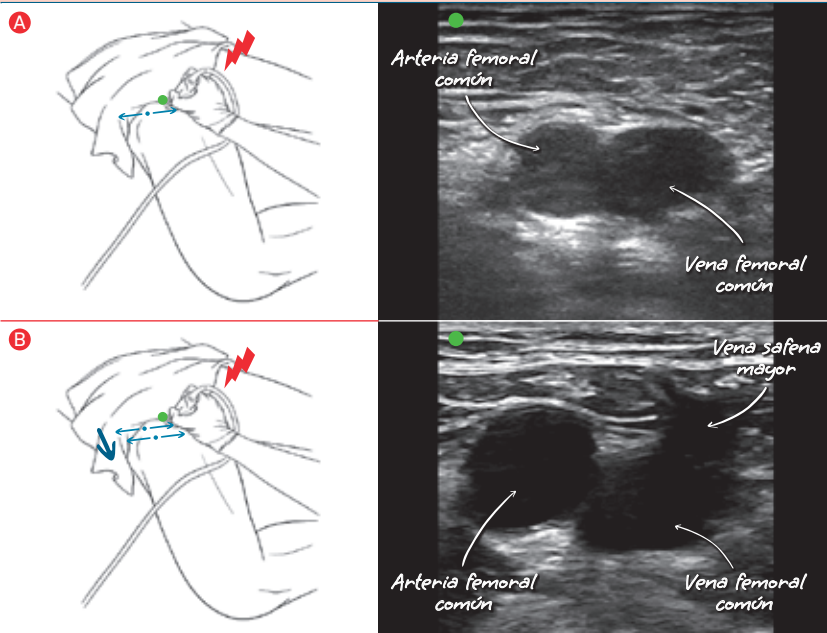


SISTEMÁTICA DE EXPLORACIÓN

La técnica se basa en la exploración de 2 áreas (femoral y poplítea) y la localización de 5 puntos de compresión a nivel del sistema venoso profundo proximal, aunque en algunos protocolos se propone la compresión continua desde el ligamento inguinal hasta el hueso poplíteo (**FIGURA 11-3**).

- **Primer y segundo punto.** Se debe identificar la vena femoral común y la arteria femoral común. Si se desliza o inclina ligeramente la sonda distalmente, se puede visualizar la vena safena mayor en su unión con la vena femoral, también llamada unión safeno-femoral, 1-2 cm por debajo del ligamento inguinal.
- **Tercer punto.** Se desliza la sonda 1-2 cm más (3-4 cm por debajo del ligamento inguinal) hasta identificar la vena femoral, la arteria femoral superficial y la arteria femoral profunda. En ocasiones, también se pueden apreciar las venas perforantes laterales.
- **Cuarto punto.** Deslizar la sonda por la zona medial del muslo; se debe identificar la vena femoral superficial por debajo de la arteria femoral superficial.
- **Quinto punto.** Situar la sonda en la zona medial del hueso poplíteo con la rodilla ligeramente flexionada. Se debe identificar la vena poplítea por encima de la arteria poplítea.

FIGURA 11-3.



Exploración del sistema venoso profundo.

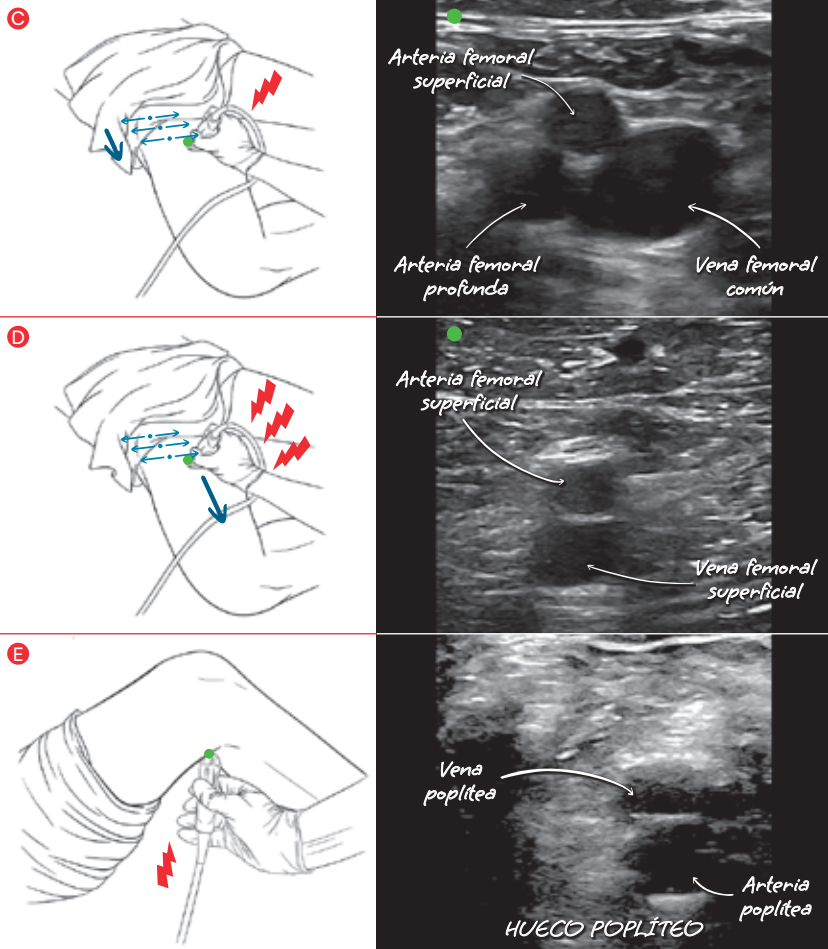
Continúa ►





► Continuación

FIGURA 11-3



231

Exploración del sistema venoso profundo.

En cada uno de estos puntos se debe realizar una exploración ecográfica con la escala de grises en el modo B y también con el modo *Doppler* color para valorar (**VIDEO 11-1**):

- **Elasticidad del sistema venoso:** ejerciendo una ligera compresión con la sonda perpendicular a las estructuras vasculares, con la presión necesaria para que se produzca el colapso completo de las paredes de la vena si es permeable, y una ligera compresión de las paredes de la arteria. Siempre se deben ver en el plano la arteria y la vena para poder compararlas.

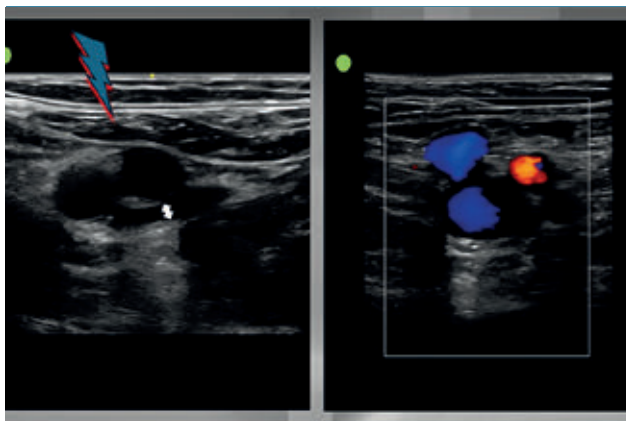


VÍDEO 11-1

Exploración
ecográfica del
sistema venoso
profundo.



Escanee el código QR
para visualizar el video



- **Análisis del flujo mediante el modo *Doppler* color:** en el sistema venoso debe ser espontáneo, fásico y unidireccional.

HALLAZGOS NORMALES

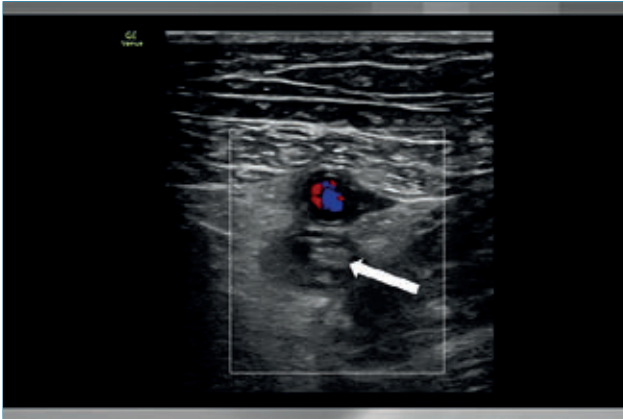
- Las paredes anterior y posterior de la vena deben contactar con la maniobra de compresión para confirmar la ausencia de TVP.
- Las venas suelen ser fácilmente compresibles y estar libres de material ecogénico.
- Ocasionalmente se pueden ver las válvulas en la confluencia de las venas, especialmente en la unión de la vena femoral común y la superficial.

TROMBOSIS VENOSA PROFUNDA

Para realizar el diagnóstico de TVP mediante ecografía clínica es necesario observar:

- **Ausencia o disminución de compresibilidad** del sistema venoso realizando la maniobra de compresión. Examinar cuidadosamente los puntos de unión del sistema venoso superficial con el profundo.
- **Ausencia de flujo *Doppler*** en el interior del vaso o flujo *Doppler* lento. Combinado con la falta de elasticidad y compresibilidad son los signos más útiles en el diagnóstico de la TVP.
- **Presencia de un trombo** en su interior. Inicialmente se visualiza como material hiperecoico que puede organizarse y ocupar toda la luz venosa. El color y tamaño del trombo varían con la evolución de la enfermedad y su recurrencia. El tamaño del trombo es útil en el caso de afectación del sistema venoso superficial, así como su prolongación al sistema venoso profundo a través de los cayados safenos o las venas perforantes laterales (**VÍDEO 11-2**).



**VÍDEO 11-2**

Hallazgos
ecográficos en la
trombosis venosa
profunda.



Escanee el código QR
para visualizar el video

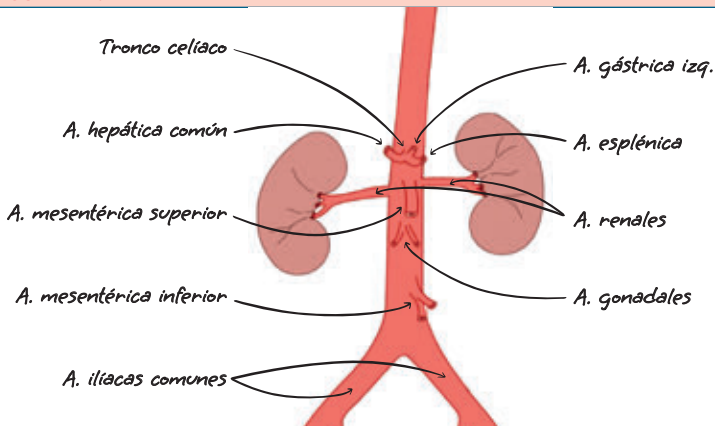
Exploración de la aorta abdominal. Diagnóstico de aneurisma y disección

RECUERDO ANATÓMICO

La aorta abdominal discurre por delante de los cuerpos vertebrales, ligeramente a la izquierda de la línea media (en 1/3 de los casos puede estar a la derecha) y de la vena cava inferior. Mide entre 15 y 18 cm de longitud, desde el diafragma a nivel del borde inferior de D12 hasta su bifurcación en las arterias ilíacas a la altura de L4. Las referencias anatómicas superficiales son el apéndice xifoides y el ombligo (**FIGURA 11-4**).

233

FIGURA 11-4.



Recuerdo anatómico de la aorta abdominal.



A lo largo de su trayecto se deben poder identificar las siguientes ramas principales:

- **El tronco celiaco** es el primer vaso importante que surge de la aorta abdominal en la línea media anterior, a nivel de T12-L1. Este vaso se puede ver en el plano transversal, dividiéndose en una “Y ancha”. Esta vista ecográfica se conoce como el “signo de la gaviota”.
 - La bifurcación a la derecha del paciente es la arteria hepática común.
 - La bifurcación a la izquierda del paciente es la arteria esplénica.
- **La arteria mesentérica superior**, que tiene su origen en la cara anterior de la aorta, aproximadamente 1 cm por debajo del tronco celiaco. En un corte longitudinal puede visualizarse por encima de la aorta y paralela a ésta.
- **Las arterias renales**, una a cada lado de la aorta a la altura de la mitad superior del cuerpo de la vértebra L2. Aunque no pueden verse en un corte longitudinal de la aorta, a veces podemos identificarlas con una exploración minuciosa en un plano transversal.

SONDAS Y MODOS ECOGRÁFICOS

Para iniciar la valoración de la aorta abdominal es esencial conocer la anatomía normal de sus ramificaciones, elegir la sonda adecuada y aprender a manejar el ecógrafo para ajustar su modo y niveles de profundidad a lo largo de su trayecto.

La exploración se debe realizar con una sonda convex o sectorial, con una frecuencia de 3,5-5 Mhz. Puede ser necesario tener que utilizar frecuencias más bajas en pacientes con sobrepeso u obesidad, o frecuencias más altas en pacientes delgados. La profundidad inicial debe ser de 10-15 cm, que también se modificará según las características del paciente. Se ha de realizar el examen de la aorta abdominal tanto en un corte transversal como longitudinal.

Se utilizará el modo B y, para valorar el flujo o diferenciar una estructura venosa de una arterial, el *Doppler* pulsado o el *Doppler* color.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Con el paciente en decúbito supino, empezando desde el espacio subxifoideo y dirigiéndose caudalmente hacia la zona umbilical, se examina toda la aorta abdominal. Si las circunstancias del paciente lo permiten, elevar los brazos por encima de la cabeza y flexionar las rodillas para ayudar a relajar la musculatura de la pared abdominal mejoraría la visibilidad.

SISTEMÁTICA DE EXPLORACIÓN

La exploración se inicia a nivel epigástrico en un corte transversal, utilizando la “ventana” ecográfica del hígado e identificando el cuerpo vertebral como una estructura redondeada en la zona posterior. La aorta se sitúa a la izquierda del paciente y la vena cava inferior a la derecha y por delante del cuerpo vertebral.



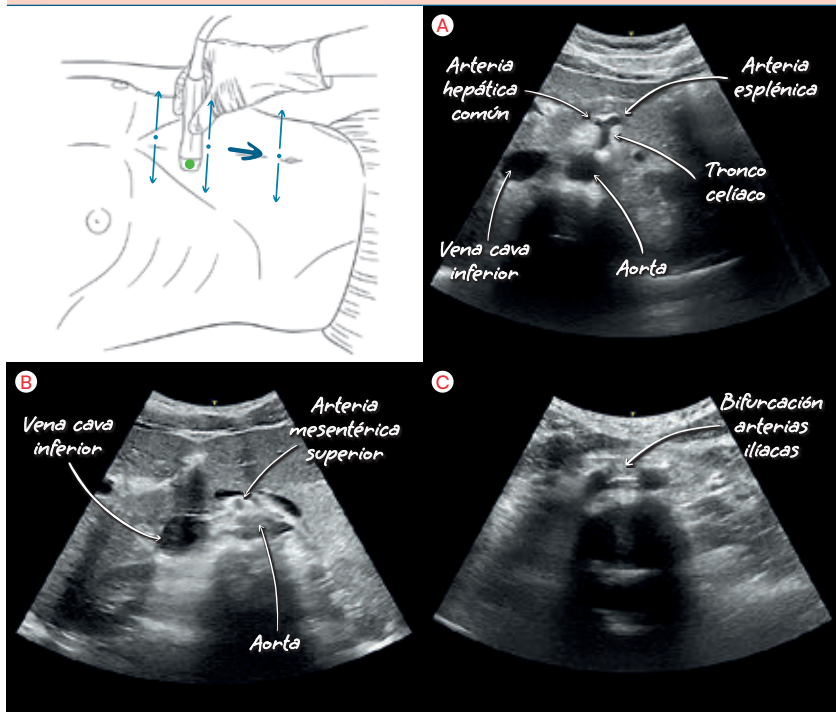


Se realizarán cortes transversales y se mide el diámetro de la aorta desde el tronco celiaco hasta su bifurcación, que debe ser inferior a 3 cm. La correcta medición se debe realizar de pared externa a pared externa en ambos planos, longitudinal y transversal, para incluir el diámetro real del vaso.

Al menos se debe explorar y obtener mediciones en tres zonas (**FIGURA 11-5**):

- **Proximal:** a la altura del tronco celiaco, que se divide en la arteria hepática común y la arteria esplénica.
- **Medial:** debajo de la salida de la arteria mesentérica superior, que marca el inicio de la aorta abdominal media y se identifica como una imagen hipoeoica que desciende paralela a la aorta, rodeada de grasa mesentérica que se visualiza como una fascia brillante que la rodea y que se conoce como el signo del “reloj de mesa”.
- **Distal:** a nivel periumbilical, por encima de la bifurcación en las arterias ilíacas. Si es posible, se deben medir también las arterias ilíacas (diámetro normal $<1,5$ cm).

FIGURA 11-5.



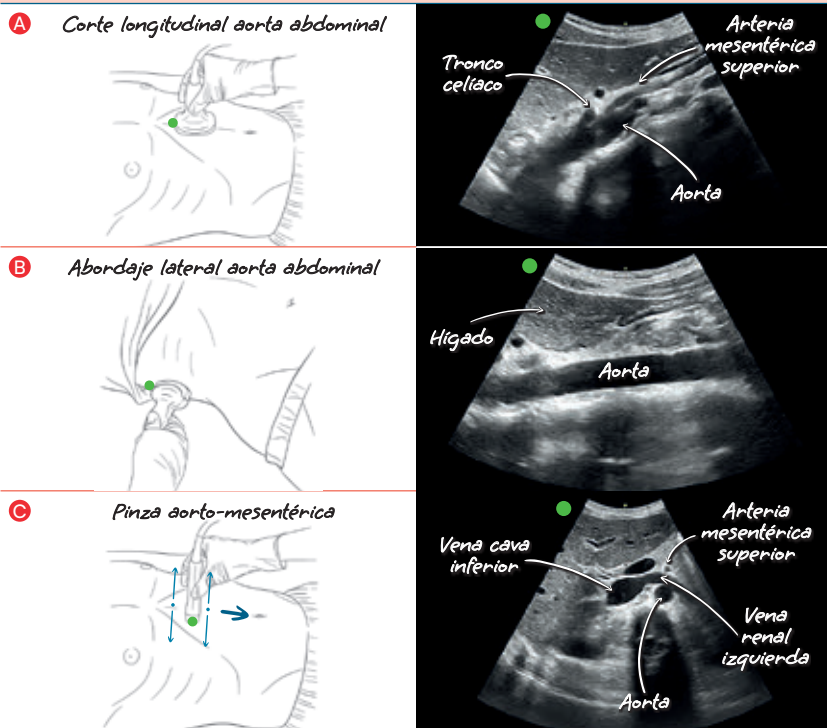
Exploración ecográfica de la aorta abdominal.



PLANOS ADICIONALES (FIGURA 11-6)

- **Corte longitudinal de la aorta proximal** a nivel epigástrico, realizando un movimiento de rotación de la sonda en sentido horario, colocando la marca hacia la cabeza del paciente, manteniéndola paralela al vaso. Se observa la salida, en primer lugar, del tronco cefálico en un corte transversal, y a continuación, la arteria mesentérica superior, paralela y por encima de la aorta.
- **Abordaje lateral** cuando la vista sobre la línea media abdominal es difícil de obtener. Situando la sonda en la línea axilar media por debajo del reborde costal y la marca en dirección cefálica, podemos observar cómo discurren paralelas la vena cava inferior y la aorta, por debajo de ésta.
- **Pinza aortomesentérica:** al ir descendiendo con la sonda, a nivel de la arteria mesentérica superior se puede identificar la vena renal izquierda, que desemboca en la vena cava inferior (VCI). La vena renal izquierda se localiza entre la aorta y la arteria mesentérica superior, llamando así a este espacio pinza aortomesentérica. También se observa la vena esplénica, que está anterior a la AMS y que desemboca en la vena porta.

FIGURA 11-6.



Planos adicionales en la exploración de la aorta abdominal.



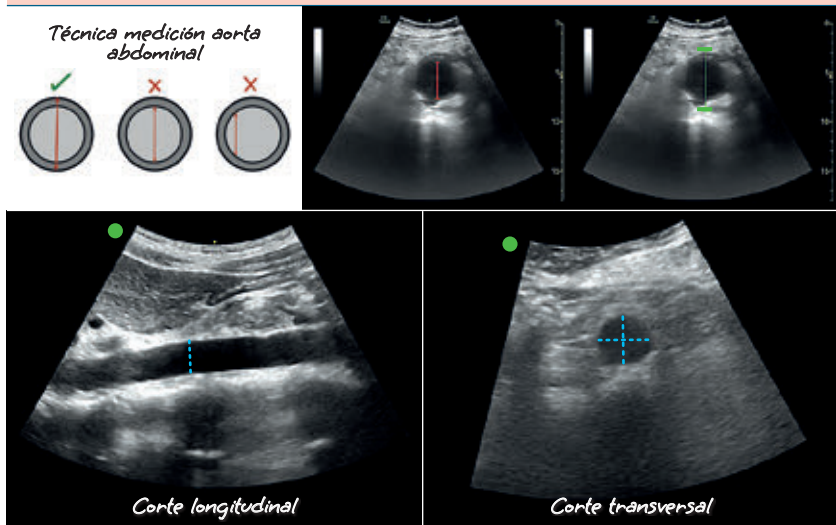


ANEURISMA DE AORTA ABDOMINAL Y DISECCIÓN

El aneurisma se define como una dilatación de la aorta abdominal por encima de los **3 cm**. Para valorar la presencia de un aneurisma de aorta abdominal (AAA) mediante ecografía es necesario obtener la imagen tanto en un corte transversal como longitudinal, realizando la medición de forma correcta (**FIGURA 11-7**).

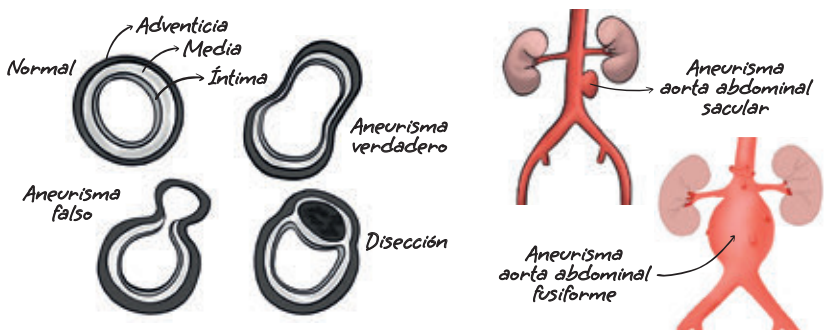
Los aneurismas abdominales pueden ser saculares o fusiformes, siendo estos últimos los más frecuentes (**FIGURA 11-8**). El 90% son infrarrenales.

FIGURA 11-7.



Medición de la aorta abdominal.

FIGURA 11-8.



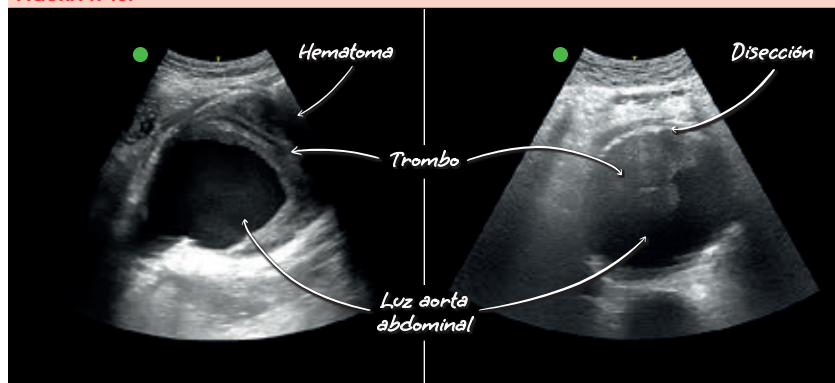
Aneurisma y disección de la aorta abdominal.



La identificación de un AAA mediante la ecografía clínica tiene una alta sensibilidad y especificidad, por lo que realizarla ante la sospecha clínica es fundamental. La única contraindicación es retrasar la intervención quirúrgica.

En algunos aneurismas se puede observar un trombo a nivel intramural (**FIGURA 11-9**). Siempre debe medirse el diámetro aórtico de pared externa a pared externa, incluyendo el trombo mural. También se puede observar un flujo turbulento dentro del aneurisma, llamado signo de la lavadora.

FIGURA 11-10.



Trombo y disección de la aorta abdominal.

El síndrome aórtico agudo incluye la úlcera aórtica penetrante, el hematoma intramural y la disección aórtica, siendo ésta última la que representa el 80-90% de casos. La presencia del llamado **flap** es el signo ecográfico más significativo de disección. Se trata de la separación o desgarró de la íntima del resto de la pared arterial. En muchas ocasiones no solo se puede observar el **flap**, sino también el trombo intramural en una misma imagen (**VÍDEO 11-3**).

VÍDEO 11-3

Signos ecográficos en el aneurisma de aorta abdominal.



Escanee el código QR para visualizar el video





Errores comunes. Limitaciones

SISTEMA VENOSO PROFUNDO

- A pesar de tener una curva de aprendizaje relativamente sencilla, la realización de la ecografía en manos no expertas puede inducir a errores importantes.
- Lo más frecuente es confundir arterias con venas u otras estructuras, especialmente en territorio poplíteo, donde existe mayor variabilidad anatómica.
- Los ganglios linfáticos pueden ser confundidos con una falsa TVP, por lo que la utilización de flujo *Doppler* y la visualización de la pared hipoecoica se puede utilizar como guía para su diferenciación. También el quiste de Baker en la región poplíteica, aunque suele ser mucho más grande que las venas cercanas, abscesos o hematomas.
- No aplicar una fuerza suficiente o situar la sonda de forma no perpendicular al eje largo de la vena, pueden hacer que no se comprima del todo, dando un falso positivo.
- La aplicación de una fuerza excesiva sobre el sistema venoso profundo podría provocar que el trombo se desprenda e interpretarse como un falso negativo.
- En personas muy obesas, con una gran edematización, extravasación de líquidos o enfermedades que produzcan un deterioro de la barrera cutánea, la exploración ecográfica para el despistaje de TVP puede ser más difícil. En estos casos puede ser necesario utilizar una sonda convex en lugar de la lineal.

239

AORTA ABDOMINAL

- La obesidad o la presencia de gas pueden dificultar la exploración de la aorta. En pacientes obesos en los que no se consigue una adecuada visualización desde el plano anterior, se puede colocar al paciente en decúbito lateral izquierdo, utilizando cortes coronales para que el hígado sirva de ventana. En cuanto a la presencia de gas, realizar una presión sostenida con la sonda podrá desplazar el gas y, consecuentemente, puede mejorar la ventana acústica.
- En el diagnóstico del aneurisma de aorta abdominal, la ecografía es menos sensible que la TC para detectar complicaciones como rotura y disección aneurismática con hematoma retroperitoneal o signos de amenaza de rotura, como el sangrado intratrombo. Si se sospecha una emergencia vascular aórtica, la ecografía clínica a pie de cama no debe demorar la realización de una TC abdominal urgente ni la cirugía.
- Un trombo mural puede confundirse con la pared externa y dar una imagen falsa del diámetro real, por lo que se debe medir siempre el diámetro del vaso de pared externa a pared externa.
- No se debe confundir la aorta con la vena cava inferior. Es importante identificar las ramas de la aorta, y podemos ver la vena cava entrando en la aurícula derecha.



Conclusiones y puntos clave

- La ecografía vascular a pie de cama permite un diagnóstico fiable, con una sensibilidad y especificidad elevada, además de una elevada concordancia diagnóstica con la ecografía reglada.
-
- Para la exploración del sistema venoso profundo o de la aorta abdominal, hay que ajustar siempre, en primer lugar, la profundidad y la ganancia para mejorar la visualización de los vasos.
-
- En la exploración del **sistema venoso profundo**:
 - La compresión sistemática desde la zona más proximal, con el cayado de la vena safena, hasta la bifurcación de la vena femoral común en la zona más distal y el recorrido de la vena femoral superficial, aumenta la sensibilidad y especificidad de la exploración y reduce la probabilidad de falsos negativos.
 - La exploración, además de la zona proximal, siempre incluye el examen de la vena poplítea.
 - La falta de compresibilidad, la dilatación del sistema venoso y la ausencia de flujo *Doppler* son los hallazgos más frecuentes para el diagnóstico de la TVP.
 - No es necesario identificar un trombo visible para el diagnóstico de la TVP, aunque aumenta la probabilidad diagnóstica.
-
- En la exploración de la **aorta abdominal**:
 - La ecografía a pie de cama es una prueba con alta sensibilidad y especificidad, y que se debe realizar en todo paciente con dolor y/o masa pulsátil abdominal o con inestabilidad hemodinámica.
 - La exploración de la aorta abdominal se debe realizar con la sonda convex, incluyendo cortes en los planos transversal y longitudinal, realizando mediciones desde el hiato diafragmático hasta la bifurcación de las arterias ilíacas incluidas.
 - Ante el hallazgo ecográfico de un aneurisma de aorta abdominal sintomático, debe realizarse con carácter urgente una TC vascular de aorta.
 - En todo paciente con sospecha de cólico renoureteral sintomático, debe incluirse en el diagnóstico diferencial la posibilidad de un aneurisma de aorta abdominal.
-





Bibliografía

- Barrosse-Antle ME, Patel KH, Kramer JA, Baston CM. Point-of-Care Ultrasound for Bedside diagnosis of lower extremity deep vein thrombosis. *Chest*. 2021; 160(5): 1853-63.
- Canakci ME, Acar N, Bilgin M, Kuas C. Diagnostic value of point-of-care ultrasound in deep vein thrombosis in the Emergency Department. *J Clin Ultrasound*. 2020; 48(9): 527-31.
- Gil-Díaz, J. Martín Guerra, P. Parra Caballero, G. Puche Palao, N. Muñoz-Rivas, N. Ruiz-Giménez Arrieta. Diagnosis and treatment of deep vein thrombosis of the lower and upper limbs. 2024 Recommendations of the Venous Thromboembolism Group of the Spanish Society of Internal Medicine. *Revista Clínica Española*. 2024; 224(5): 300-13.
- Jiménez Hernández S, Ruiz-Artacho P, Maza Vera MT, Ortiz Villacian E, Chehayeb J, Campo Linares R, Millán Soria J, Alonso Viladot JR, Nogué Bou R. Precisión, seguridad y eficiencia de la ecografía realizada por urgenciólogos en el diagnóstico de la trombosis venosa profunda en servicios de urgencias hospitalarios. *Emergencias*. 2019; 31: 167-72.
- Moya Mateo E, Muñoz Rivas N. Ecografía clínica en la enfermedad tromboembólica venosa. *Revista Clínica Española*. 2020; 220(2): 126-34.
- Reed MJ, Cheung L. Emergency department led emergency ultrasound may improve the time to diagnosis in patients presenting with a ruptured abdominal aortic aneurysm. *European Journal of Emergency Medicine*. 2014; 21(4): 272-5.
- Ristow I, Riedel C, Lenz A, Well L, Adam G, Panuccio G, et al. Current imaging strategies in patients with abdominal aortic aneurysms. *Rofo*. 2024; 196(01): 52-61.
- Rudnin S, Kaminsky J, Ghosh R, Webb R, Fu W, Tama M, Hayim M, Hahn B, Greenstein J. Distribution of Lower Extremity Deep Vein Thrombosis and Implications for Limited Compression Ultrasound Examinations. *J Emerg Med*. 2022; 63(3): 348-54.
- Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care, and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. *Ann Emerg Med*. 2023; 82(3): e115-e155.
- Villén T, Campo Linares R, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias*. 2022; 34: 377-87.



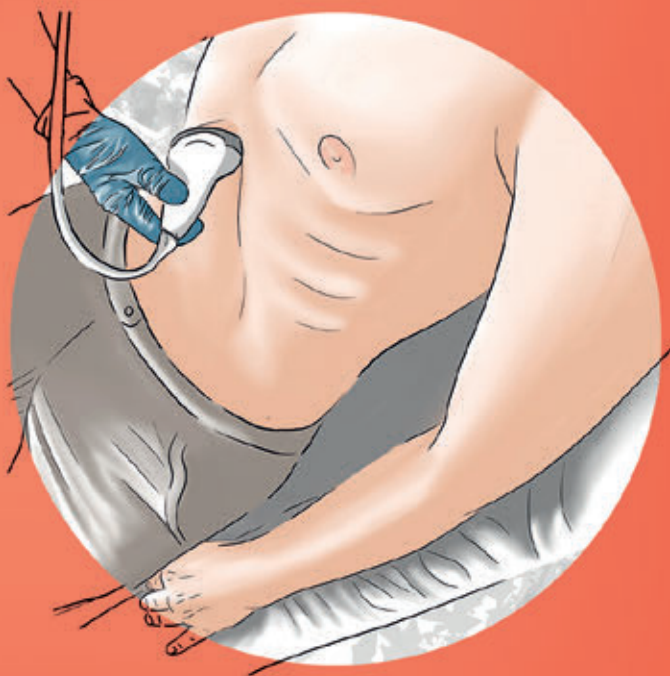


12

Ecografía clínica en patología hepatobiliar

Colelitiasis y colecistitis aguda

Débora Rocha Campos, Javier Millán Soria, Rosa Martín Ivorra,
Marta Mariño Martínez y Pedro Aparicio Aragón



Introducción

La ecografía clínica empleada en el estudio de la vesícula y de la vía biliar intra y extrahepática forma parte de las competencias del médico responsable del paciente.

Se recomienda en casos de:

- Dolor en el hipocondrio derecho.
- Presencia de ictericia objetivada y/o hiperbilirrubinemia.
- Patrón analítico de citólisis, colestasis o pancreatitis aguda.
- Sospecha de sepsis de posible origen biliar (colecistitis o colangitis).
- Como parte del despistaje de foco infeccioso en pacientes con sepsis o *shock séptico* de origen no aclarado.

Su curva de aprendizaje es rápida y su práctica contribuye a acortar los tiempos en el proceso diagnóstico y en la permanencia de los pacientes en los servicios de urgencias, además de contribuir a una adecuada toma de decisiones, con inicio precoz del tratamiento. Todo ello, sin descuidar la seguridad del paciente, es decir, conociendo las limitaciones y errores más frecuentes en la interpretación de las imágenes y solicitando, siempre que sea necesario, una exploración reglada que complete el estudio inicial.

244

Objetivos del tema

→ Explicar la **técnica y la sistemática** de la exploración de la vesícula y de la vía biliar.

→ Describir las **estructuras ecográficas normales** y los **artefactos** más frecuentes que pueden conducir a errores de interpretación o facilitar la identificación de patología.

→ Enumerar los signos y características ecográficas de la **colecistitis** y su diagnóstico diferencial con otros hallazgos o formaciones intravesiculares frecuentes (barro biliar o pólipos vesiculares), de la **colecistitis aguda** y el patrón de **dilatación de la vía biliar intrahepática**.

→ Establecer las limitaciones y los errores más frecuentes de interpretación.





Competencias básicas

TABLA 12-1.

Reconocimiento de la colelitiasis.	
Reconocimiento de los signos ecográficos de colecistitis aguda.	Engrosamiento de la pared de la vesícula.
	Presencia de líquido perivesicular.
	Valoración del signo de Murphy ecográfico.
Identificación del patrón ecográfico de dilatación de la vía biliar intrahepática.	

Competencias básicas.

Fuente: Emergencias, 2022; 34: 377-87.

Técnica de exploración

RECUERDO ANATÓMICO (FIGURA 12-1)

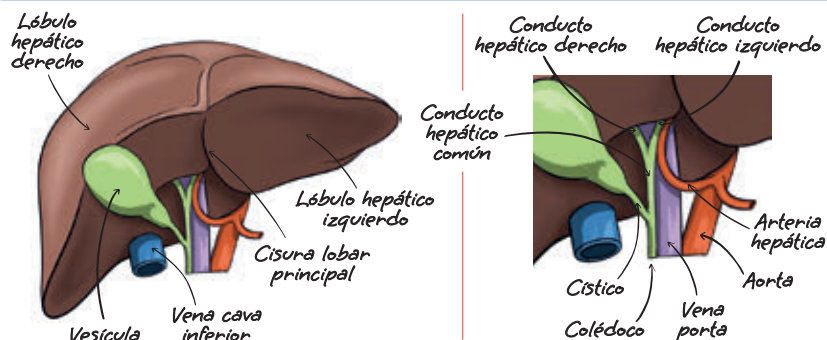
La **vesícula biliar** es un órgano hueco situado en la cara posteroinferior del hígado. Tiene forma de pera y contiene la bilis, por lo que ecográficamente es anecoica. El cuerpo de la vesícula no está sujeto a la pared abdominal, de ahí que su localización sea variable. Sin embargo, su cuello está unido a la cisura lobar principal hepática (que se visualiza como una banda hiperecogénica que separa el lóbulo hepático derecho del izquierdo), a través de la cual se introducen en el hígado las estructuras que forman el hilio hepático. Su tamaño también es variable, encontrándose distendida cuando el paciente está en ayunas, lo que favorece su visualización. Sus dimensiones, en esta situación, se sitúan en torno a 9-10 centímetros en su eje largo y 4 centímetros en su eje corto. El grosor de su pared no debe ser superior a 3 milímetros. El cuello de la vesícula se estrecha en sentido caudal para formar el conducto cístico, que no suele ser visible mediante ecografía.

La **vía biliar intrahepática** se origina en los canalículos biliares que van confluyendo a medida que se acercan al hilio. La unión de estos canalículos da lugar a los conductos hepáticos derecho e izquierdo, que se unen formando el conducto hepático común. La vía biliar intrahepática no es visible mediante ecografía en condiciones fisiológicas, es decir, si no está dilatada.

La **vía biliar extrahepática** está formada por los conductos cístico y hepático común, que confluyen en el colédoco (o conducto biliar común). Éste desemboca en el duodeno a través del esfínter de Oddi. La visualización del colédoco y la medición de su diámetro interno es compleja y requiere un proceso de aprendizaje más prolongado. Dicho diámetro debe ser menor de 6 milímetros, si bien puede aumentar 1 milímetro con cada década de la vida a partir de los 50 años, y en pacientes colecistectomizados puede llegar a medir 10 milímetros.



FIGURA 12-1.



Recuerdo anatómico.

Tanto la vesícula y la vía biliar, como la cisura lobar principal, se encuentran en estrecha relación con las estructuras vasculares que forman el **hilio hepático**:

- **Arteria hepática** (rama del tronco celiaco): que se subdivide en arteria hepática derecha e izquierda. Es ecográficamente anecoica.
- **Vena porta**: que recoge la sangre procedente del tubo digestivo y que se divide en vena porta derecha e izquierda. Ecográficamente es anecoica y sus paredes gruesas se visualizan hiperecogénicas. En condiciones normales, al aplicar *Doppler* color sobre su eje longitudinal se colorea en rojo, pues el flujo se acerca al transductor.

La **vena cava inferior** recoge la sangre procedente de las **venas suprahepáticas**.

Las divisiones del sistema porta y de la arteria hepática y el sistema de drenaje venoso hepático condicionan el aspecto ecográfico del parénquima hepático.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

En condiciones ideales, para llevar a cabo la exploración ecográfica de la vesícula biliar el paciente debería estar en ayunas. Dado que esta situación no se puede programar en urgencias, el paciente se coloca en decúbito supino y, si su situación clínica le permite colaborar, se le solicita que realice una inspiración profunda mantenida, lo que provoca el descenso transitorio de la vesícula, evitando los últimos arcos costales, y la hace más visible. También se podría colocar en decúbito lateral izquierdo, facilitando que las asas intestinales se desplacen hacia la izquierda, de forma que no interfieran con la exploración del hígado y la vesícula biliar.

SONDAS, MODOS Y PREAJUSTES

Generalmente se utilizará una sonda cónvex (2-5 MHz). En su defecto, o cuando se explora la vesícula desde la pared lateral derecha (acceso intercostal), se podría emplear una sonda sectorial.





OBTENCIÓN DE PLANOS Y SISTEMÁTICA DE EXPLORACIÓN

El abordaje óptimo es el abdominal anterior, utilizando la **ventana subcostal**. La exploración completa debe incluir la valoración de los siguientes planos ecográficos (**FIGURA 12-2**):

- Plano del eje largo y corto de la vesícula.
- Plano del eje largo del colédoco.
- Plano de la triada portal.

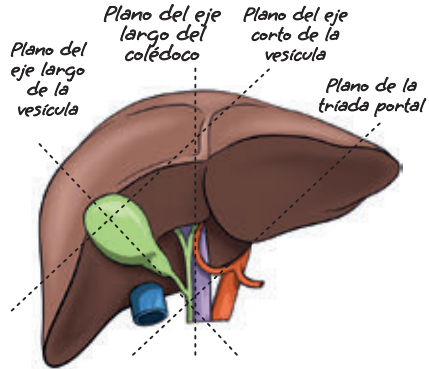
El examen se inicia colocando la sonda en el epigastrio, en un plano sagital medio con la marca orientada en sentido cefálico.

Para explorar la vesícula

La sonda se desliza hacia la derecha, siguiendo el reborde costal derecho, realizando un giro antihorario e inclinando la sonda hasta localizar la vesícula en su **eje largo**. Se examina su pared y su contenido, y se realiza un barrido completo de la misma para explorar sus zonas adyacentes.

Puede aplicarse *Doppler* color y observar ausencia de señal en ella. En ocasiones, el plano incluye la visualización de la vena porta en su eje corto al finalizar el cuello de la vesícula. Esta imagen se conoce como el “**signo de la exclamación**”, donde el punto es la vena porta y la línea es la vesícula (**FIGURA 12-3**).

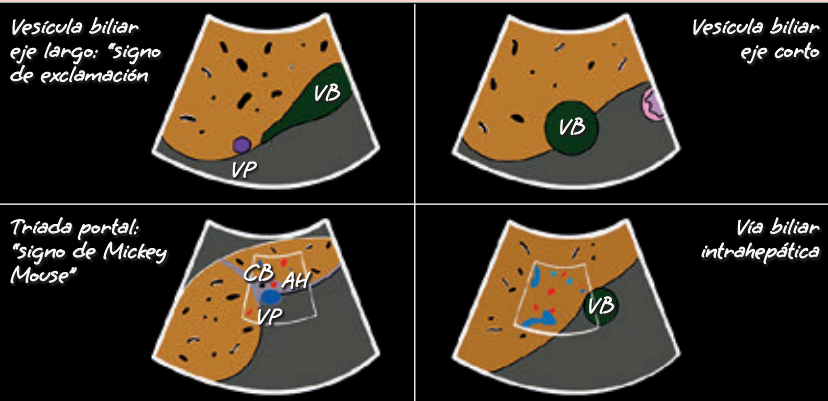
FIGURA 12-2.



Planos ecográficos de exploración.

247

FIGURA 12-3.



Identificación de estructuras en los planos obtenidos.

VB: vesícula biliar; VP: vena porta; AH: arteria hepática; CB: conducto biliar.



Para obtener un plano de la vesícula en su **eje corto** se realiza un giro antihorario de 90° desde la posición previa, hasta que se obtiene una vista circular de la vesícula. Se debe estudiar de nuevo su pared y su contenido. Se realiza un barrido de toda su extensión, visualizando el cuerpo, el cuello y el infundíbulo.

Se debe valorar el **signo de Murphy ecográfico** al examinar la vesícula.

Para explorar el conducto biliar común

Partiendo de la posición previa se inclina la sonda en busca del plano de la **triada portal** en su eje corto, formada por el colédoco (sin señal *Doppler*) y la arteria hepática arriba y la vena porta abajo (imagen conocida como “signo de Mickey Mouse”). Se mide el diámetro interno del colédoco.

En ocasiones es posible visualizarlo también en su **eje largo**, discurriendo paralelo a la vena porta en un plano ligeramente oblicuo respecto al de la posición inicial de la exploración. En este corte también se debe realizar la medición de su diámetro interno.

La **vía biliar intrahepática** y el **flujo portal** se exploran aplicando *Doppler* color sobre el parénquima hepático.

El examen completo debe incluir la vesícula en toda su extensión, buscando coleditis y engrosamiento de pared vesicular, así como el espacio perivesicular, donde deben buscarse acúmulos patológicos de líquido. Se debe realizar una búsqueda exhaustiva para identificar litiasis en el colédoco.

Si con estas maniobras no se visualiza la vesícula, se utiliza el **abordaje intercostal lateral derecho**, colocando la sonda en la línea axilar media derecha, en los espacios intercostales más bajos, con el marcador orientado en sentido cefálico o hacia el lado derecho del paciente y deslizándola entre las costillas hasta localizar la vesícula. Para ello, también se puede emplear una sonda sectorial, ya que su huella más pequeña facilita la exploración entre las costillas y evita sus sombras acústicas. Su principal limitación es que no permite explorar el signo de *Murphy* ecográfico.

Identificación de estructuras ecográficas normales y artefactos

LA VESÍCULA

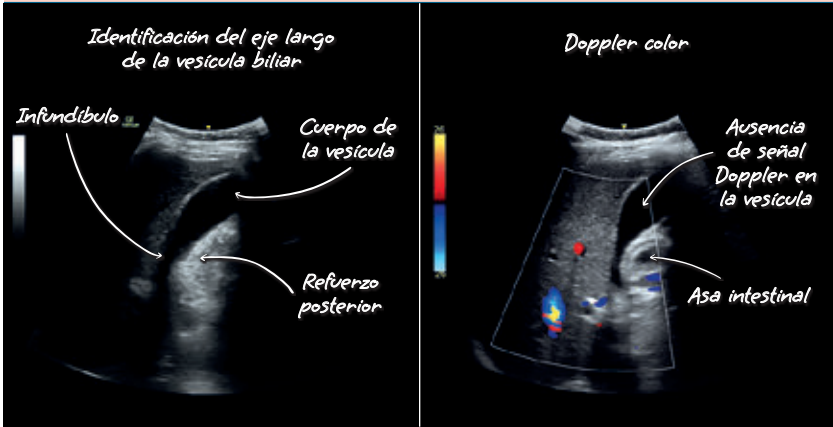
Tiene apariencia anecoica y sus paredes son finas (**menos de 3 mm** de grosor) e hiperecogénicas (**FIGURAS 12-4 y 12-5**). Durante su exploración hay que tener en cuenta que se producen dos artefactos sin significado patológico:

- **Refuerzo posterior:** deja pasar a su través, prácticamente, todas las ondas de ultrasonidos, sin producirse apenas atenuación. Se visualiza como una hiperecogenicidad adyacente a la pared posterior.



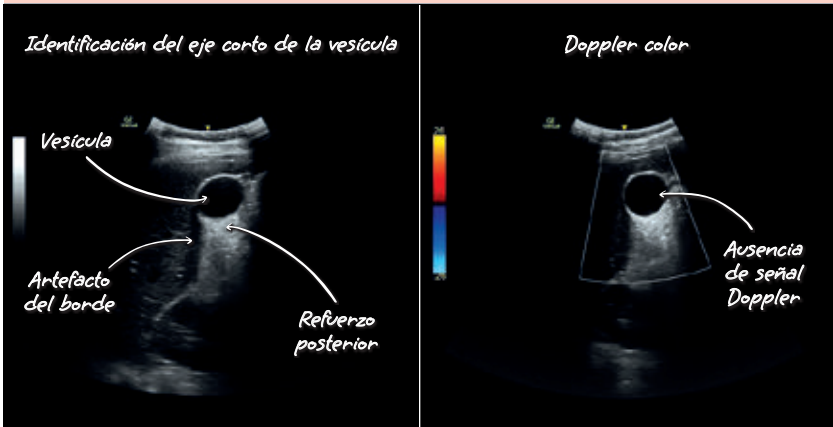


FIGURA 12-4.



Vesícula biliar. Eje largo.

FIGURA 12-5.



Vesícula biliar. Eje corto.

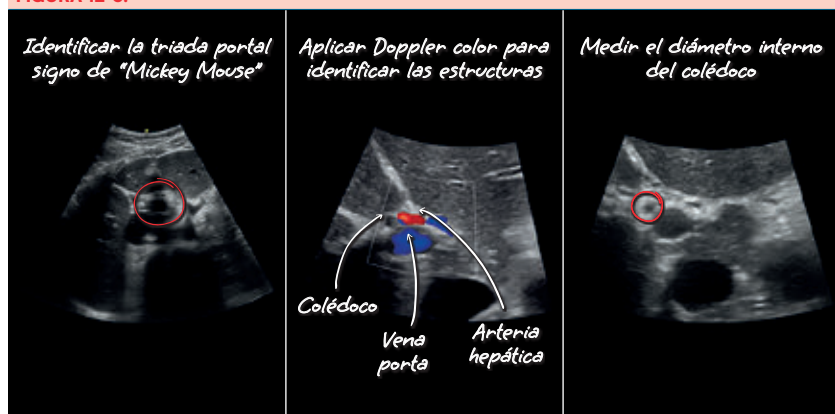
- **Artefacto del borde:** sombra acústica (negra) generada en los bordes de estructuras con superficie lisa y curva, como la vesícula, que provocan la refracción de los ultrasonidos.

EL COLÉDOCO

Puede visualizarse en su eje largo, discurriendo paralelo a la vena porta o en su eje corto, formando parte de la triada portal (FIGURA 12-6). En cualquiera de los dos planos se puede realizar la medición de su diámetro interno. No se detecta señal *Doppler* en su interior.



FIGURA 12-6.



Triada portal. Medición del diámetro del colédoco.

LA VÍA BILIAR INTRAHEPÁTICA

No es visible en condiciones normales. Es conveniente utilizar el *Doppler* color sobre el parénquima hepático y observar cómo se colorean las estructuras vasculares. Si se observan estructuras anecoicas sin señal *Doppler* se intuirá, de forma indirecta, que las vías están dilatadas.

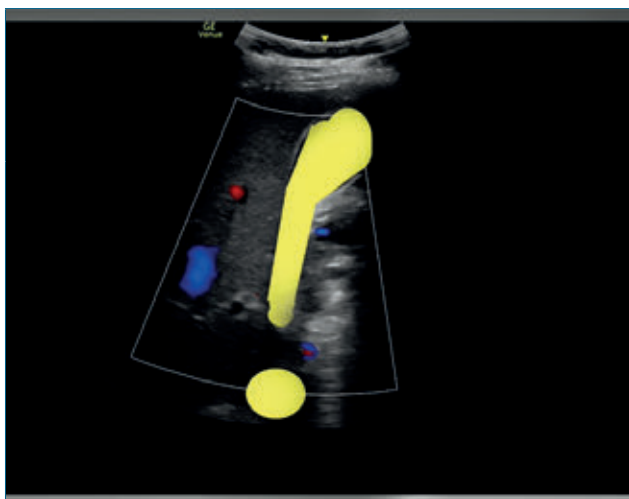
El flujo de la **vena porta** en su eje longitudinal se acerca a la sonda, por lo que se colorea en tonos rojos, y el **flujo hepático** lo hace en tonos azules. Esta situación varía enormemente según la posición y orientación de la sonda.

VÍDEO 12-1.

Obtención de planos y sistemática de exploración de la vía biliar.



Escanee el código QR para visualizar el video





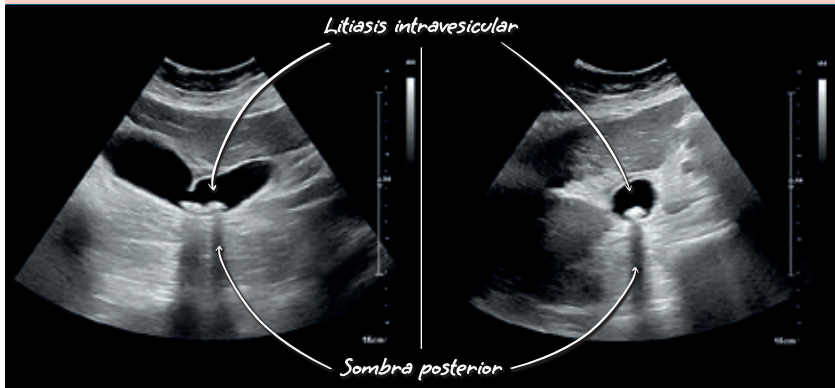
Patología de la vesícula y de la vía biliar

COLELITIASIS

Los **cálculos biliares** o litiasis son estructuras intravesiculares que no dependen de la pared vesicular y, por tanto, se encuentran flotando en la bilis y son móviles. Son estructuras hiperecogénicas y si son mayores de 3 milímetros generan **sombra acústica posterior** (**FIGURA 12-7**). Si son más pequeñas pueden no ser visibles directamente, pero con el modo *Doppler color* se observa el denominado **artefacto centelleante** (*twinkling artifact*) como un mosaico de colores que parte del cálculo en sentido posterior.

Pueden ser únicos o múltiples. Si la vesícula está repleta de cálculos se genera una imagen denominada **“pared-eco-sombra”**, compuesta, de la porción anterior a la posterior, por la pared vesicular (hipoecoica), los cálculos (línea gruesa hiperecoica) y la sombra posterior (negra). Puede confundirse con un asa intestinal con contenido aéreo.

FIGURA 12-7.



Colelitiasis.

Existen dos entidades frecuentes, que pueden interpretarse falsamente como litiasis:

- **Los pólipos vesiculares:** son también hiperecogénicos; sin embargo, al ser dependientes de la pared vesicular no son móviles. No generan sombra posterior.
- **El barro biliar:** independiente de la pared vesicular, se acumula en las zonas más declives y se presenta como un material denso, de ecogenicidad variable, con un nivel horizontal, que se mueve lentamente con los movimientos del paciente y que no genera sombra acústica.

La ecografía es muy sensible en la detección de las litiasis intravesiculares, siendo más complejo visualizarlas cuando están en el colédoco.



VÍDEO 12-2.

Colelitiasis y
colecistitis.



Escanee el código QR
para visualizar el vídeo



COLEDOCOLITIASIS

Las litiasis en el colédoco tienen la misma apariencia ecográfica que las intravesciculares, pero son menos móviles. Pueden provocar una dilatación retrógrada de la vía biliar tanto extra como intrahepática, así como una colecistitis o una colangitis secundarias a la estasis biliar.

Para identificar el colédoco, una vez se ve en la pantalla la imagen de la triada portal, se puede utilizar el zoom y el modo *Doppler* color o *angio-Doppler*, que mostrará la presencia de flujo en la arteria hepática y en la vena porta pero no en el colédoco. Una vez localizado éste, se mide su diámetro interno. También puede determinarse el diámetro en el eje largo del colédoco, cuando éste discurre junto a la vena porta.

Si el cálculo genera obstrucción, se dilata retrógradamente no solo el colédoco y el resto de vía extrahepática, sino también la vía biliar intrahepática.

DILATACIÓN DE LA VÍA BILIAR INTRAHEPÁTICA

Ecográficamente se visualizan, a nivel del parénquima hepático, múltiples estructuras anecoicas y sin flujo al usar el modo *Doppler* color, que se extienden desde el hilio hacia la periferia.

COLECISTITIS

Los signos ecográficos indicativos de colecistitis pueden presentarse aislados o combinados entre sí. Son los siguientes:

- Signo de Murphy ecográfico.
- Engrosamiento de la pared vesicular.
- Presencia de líquido perivesicular.
- Presencia de cálculos biliares en las colecistitis litiasicas (90-95 % de los casos). Hay que tener en cuenta que puede haber colecistitis alitiásicas, sobre todo en pacientes críticos.





La presencia de cálculos biliares asociados a signo de Murphy ecográfico positivo tiene un elevado valor predictivo positivo para el diagnóstico de colecistitis. Por el contrario, la ausencia de litiasis asociada a signo de Murphy ecográfico negativo tiene un elevado valor predictivo negativo.

Signo de Murphy ecográfico positivo

El signo de *Murphy* ecográfico se considera positivo cuando el punto de máximo dolor al explorar el hipocondrio derecho corresponde al punto donde ecográficamente se está visualizando la vesícula y se aplica presión con la sonda sobre la misma.

Engrosamiento de la pared vesicular

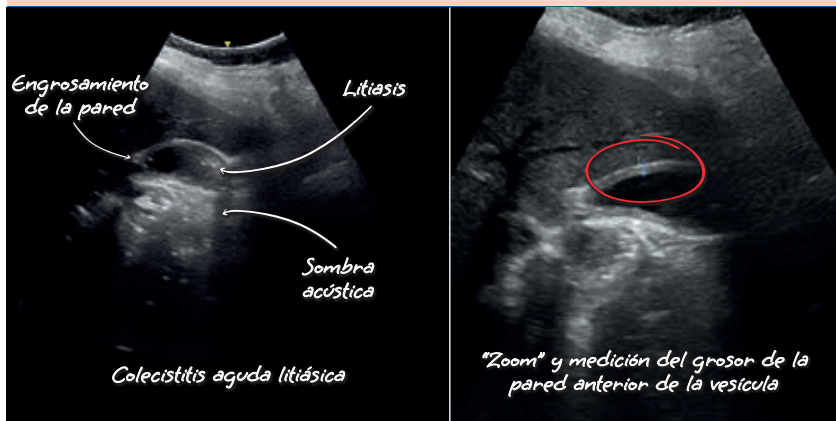
La medición del espesor de pared vesicular se realiza en la cara anterior y, en condiciones normales no ha de superar los 3 milímetros (**FIGURA 12-8**).

La medición de la pared posterior puede conducir a error, pues el artefacto de refuerzo posterior puede hacer que se sobreestime su grosor.

Existen ciertas patologías, diferentes a una colecistitis, que pueden provocar engrosamiento de la pared vesicular, como la insuficiencia cardíaca, la hepatitis o la pancreatitis. Asimismo, en el periodo posprandial, cuando la vesícula está contraída, la medición de su espesor no es fiable.

253

FIGURA 12-8.



Colecistitis.

Presencia de líquido perivesicular

Corresponde a colecciones de líquido adyacentes a la vesícula biliar. Es importante realizar un barrido completo de la vesícula y buscar activamente su presencia, así como diferenciarlo de otras entidades, como la ascitis.



Limitaciones

La ecografía es la técnica de elección para el estudio de la patología de la vesícula y de la vía biliar. Pese a ello, debemos conocer que existen ciertas limitaciones:

- En pacientes que no están en ayunas la vesícula está contraída, lo que dificulta su examen.
- La evaluación del colédoco es técnicamente difícil y requiere mayor tiempo de aprendizaje.
- Los conductos hepático común y cístico no son generalmente visibles mediante ecografía.
- No es posible valorar el signo de Murphy ecográfico cuando se emplea el acceso intercostal.

Errores comunes y consejos

TABLA 12-2.	
ERRORES COMUNES	CONSEJOS
Dificultad para visualizar la vesícula utilizando el abordaje anterior o subcostal.	Solicitar al paciente una inspiración profunda para provocar el descenso temporal de la vesícula a un plano más accesible. Colocar al paciente en decúbito lateral izquierdo para minimizar la interposición de aire intestinal. Utilizar el abordaje intercostal derecho.
Confundir el artefacto del borde con la sombra posterior de una litiasis o con una colección de líquido perivesicular.	
El refuerzo posterior que genera la vesícula impide medir con precisión el grosor de la pared posterior.	Para valorar el engrosamiento parietal vesicular se mide la pared anterior.
Las litiasis más pequeñas (menores de 3 mm) pueden no generar sombra posterior o pueden no ser visibles y solo verse la sombra posterior que generan.	Aplicar <i>Doppler</i> color y observar si aparece el artefacto centelleante como signo indirecto de litiasis no visible.
Las litiasis pequeñas que “descansan” sobre la pared posterior pueden confundirse con irregularidades de la propia pared.	Se puede colocar al paciente en decúbito lateral izquierdo y valorar si dichas estructuras son móviles y corresponden a litiasis.
Dificultad para identificar el colédoco en la tríada portal.	Aplicar zoom y <i>Doppler</i> color o angio-Doppler . La vía biliar mostrará ausencia de señal.

Continúa ►





► Continuación

ERRORES COMUNES	CONSEJOS
Dificultad para medir el diámetro del colédoco .	Compararlo con diámetro de la vena porta a nivel de la triada portal. El colédoco suele ser inferior al 50% del calibre de la porta. En ausencia de alteraciones ecográficas en la vesícula y en los parámetros analíticos hepáticos y pancreáticos no es imprescindible determinarlo.
Confundir una litiasis intravesicular con barro biliar o con neoformaciones vesiculares .	Estudiar su movilidad , su dependencia de la pared y la generación de sombra acústica posterior.
Además de la colecistitis existen otras causas de engrosamiento parietal vesicular .	
Confundir una colección de líquido perivesicular con ascitis .	La ascitis presenta contigüidad con el peritoneo.

Errores comunes y consejos.

Conclusiones. Puntos clave

- La ecografía es la prueba de imagen de elección en pacientes con sospecha de patología biliar.
- Se trata de una técnica que, realizada en urgencias, con una adecuada formación, tiene una elevada sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de colelitiasis y colecistitis.
- La presencia de cálculos biliares asociados a signo de Murphy ecográfico positivo tiene un elevado valor predictivo positivo para el diagnóstico de colecistitis. Por el contrario, la ausencia de litiasis asociada a signo de Murphy ecográfico negativo tiene un elevado valor predictivo negativo.
- Es recomendable realizar una ecografía clínica para evaluar la vesícula y la vía biliar en pacientes con dolor en hipocondrio derecho, ictericia, patrón analítico de citólisis y colestasis o sepsis con sospecha de foco biliar o de etiología no aclarada.



Bibliografía

- Becker BA, Chin E, Mervis E, et al. Emergency biliary sonography: utility of common bile duct measurement in the diagnosis of cholecystitis and choledocholithiasis. *J Emerg Med*. 2014; 46(1): 54-60.
 - Bree RL. Further observations on the usefulness of the sonographic Murphy sign in the evaluation of suspected acute cholecystitis. *J Clin Ultrasound*. 1995; 23(3): 169-72.
 - Kendall JK, Shimp RJ. Performance and interpretation of focused right upper quadrant ultrasound by emergency physicians. *J Emerg Med*. 2001; 21(1): 7-13.
 - Lahham S, Becker BA, Gari A, et al. Utility of common bile duct measurement in emergency department point of care ultrasound: A prospective study. *Am J Emerg Med*. 2018; 36(6): 962-6.
 - Ralls PW, Colletti PM, Lapin SA, et al. Real-time sonography in suspected acute cholecystitis. Prospective evaluation of primary and secondary signs. *Radiology*. 1985; 155(3): 767-71.
 - Shea JA, Berlin JA, Escarce JJ, et al. Revised estimates of diagnostic test sensitivity and specificity in suspected biliary tract disease. *Arch Intern Med*. 1994; 154(22): 2573-81.
 - Schlager D, Lazzareschi G, Whitten D, et al. A prospective study of ultrasonography in the ED by emergency physicians. *Am J Emerg Med*. 1994; 12: 185-9.
 - Testa A, Lauritano EC, Giannuzzi R, et al. The role of emergency ultrasound in the diagnosis of acute non-traumatic epigastric pain. *Intern Emerg Med*. 2010; 5: 401-9.
 - Villén Villegas T, Campos Linares R, Alonso Vidalot JR, Martínez Mas R, Luque Hernández MJ, Ruiz Durán M, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias* 2022; 34: 377-87.
-





13

Ecografía clínica renal y vesical

Hidronefrosis, globo vesical, solución
de problemas en el portador de sonda
y punción suprapúbica

Rubén Gómez Villaplana, Sergio Navarro Gutiérrez,
Alberto Esteban Rojo, Carlos Herraiz de Castro y Anna Pons Frigola



Introducción

En urgencias, patologías como el cólico renal, la insuficiencia renal aguda o la retención aguda de orina (RAO) son muy frecuentes. La ecografía clínica proporciona información de gran utilidad para su manejo. La bibliografía la sitúa como una alternativa para el manejo de la nefrolitiasis con resultados similares a la tomografía computarizada (TC) o la ecografía realizada por radiólogos. A su vez, esta técnica no somete al paciente a radiación ionizante respecto a la TC y permite acortar los tiempos de estancia en urgencias.

Objetivos del tema

- Describir la técnica para la exploración ecográfica de la vía urinaria (riñones y vejiga).
- Identificar los patrones ecográficos de normalidad.
- Definir y valorar el grado de hidronefrosis.
- Conocer las características ecográficas de las litiasis de gran tamaño, quistes o masas renales.
- Establecer el papel del *jet ureteral* en sospecha de patología obstructiva.
- Definir el papel de la ecografía en la identificación del paciente con retención aguda de orina, en la solución de problemas en el portador de sonda vesical y durante la realización de la punción suprapúbica.

Competencias básicas

TABLA 13-1.
COMPETENCIAS BÁSICAS
Saber identificar la presencia y grado de hidronefrosis (leve, moderada, grave) en el contexto de una uropatía obstructiva.
Estimar el volumen vesical y detectar un globo vesical.
Descartar causa obstructiva en la valoración de una insuficiencia renal aguda.
Confirmar la correcta colocación de una sonda vesical.
Integrar la ecografía en la realización de la punción suprapúbica.





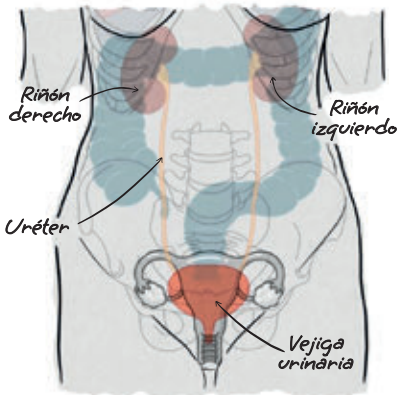
Ecografía renal

RECUERDO ANATÓMICO

Los riñones se localizan en el retroperitoneo, entre las vértebras T12 y L3. El riñón derecho se encuentra algo más inferior que el izquierdo, al localizarse debajo del hígado, mientras que el riñón izquierdo se encuentra inferior al bazo (**FIGURA 13-1**). En el plano coronal tienen disposición oblicua, con el polo inferior renal anterior y lateral respecto al polo superior, lo cual tiene importancia para la correcta adquisición de imágenes.

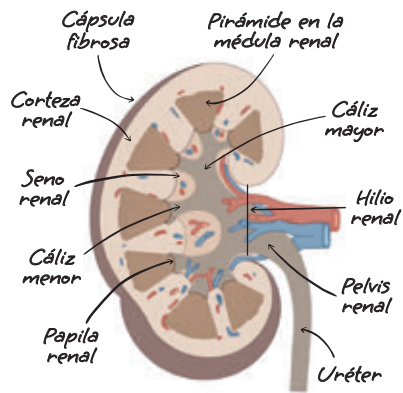
El riñón se encuentra recubierto por una cápsula fibrosa. Se divide anatómicamente en seno y parénquima renal. El seno renal está formado por la pelvis renal, los cálices renales, los vasos sanguíneos y la grasa. Rodeando al seno renal, se encuentra el parénquima, dividido en corteza y médula renal, la cual está formada por pirámides renales (**FIGURA 13-2**). Los riñones tienen un tamaño aproximado de 9 a 13 centímetros de longitud. Unos riñones atrofícos orientan hacia una insuficiencia renal crónica.

FIGURA 13-1.



Anatomía de la vía urinaria.

FIGURA 13-2.



Anatomía renal.

TÉCNICA DE EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA

Para la ecografía renal se usa una sonda de baja frecuencia, idealmente la sonda cónvex, si bien podría utilizarse una sonda sectorial para obtener ventanas intercostales. El *preset* elegido será el abdominal.

El paciente debe estar colocado en decúbito supino, aunque puede colocarse en decúbito lateral si fuera necesario. El explorador se sitúa a la derecha del paciente. Como cualquier otra exploración, en caso de sospecha de patología conviene iniciarla por el lado sano para usarlo como referencia.



Para visualizar el riñón derecho se coloca la sonda longitudinalmente, con la marca apuntando a la cabeza del paciente, sobre la 10^a-11^a costilla, en la línea axilar media. Una vez localizado el riñón, debido a su disposición oblicua, se debe realizar un giro de la sonda de entre 15 y 30 grados en sentido antihorario, para visualizar el riñón en su eje mayor. Si las costillas se interponen sobre el riñón, se puede solicitar al paciente que realice una apnea en inspiración forzada para que el riñón descienda.

Un error frecuente consiste en obtener únicamente una imagen estática del riñón. No obstante, es fundamental bascular la sonda en sentido anteroposterior para visualizar el riñón en toda su extensión (**VÍDEO 13-1**).

A continuación, para obtener una vista transversal, se gira la sonda 90 grados en sentido antihorario, apuntando la marca de la sonda a la derecha del paciente. En este plano, se debe bascular en sentido cefálico-caudal para valorar todo el riñón (**FIGURA 13-3**).



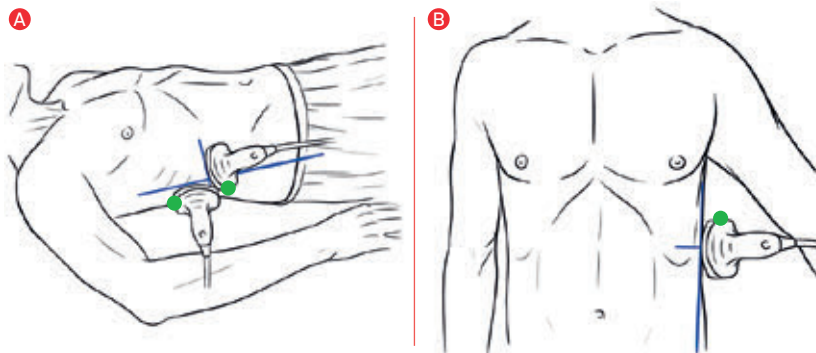
VÍDEO 13-1.

Ecografía renal y vesical.



Escanee el código QR para visualizar el video

FIGURA 13-3.



Colocación de la sonda para visualizar el riñón derecho (A) y el riñón izquierdo (B).

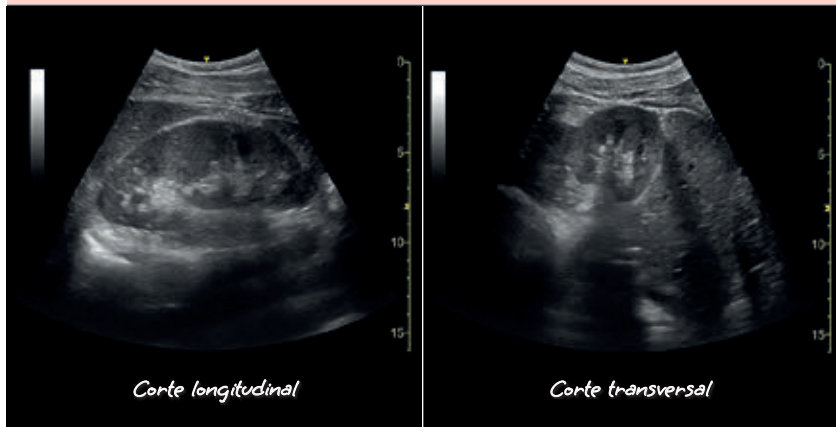




La visualización del riñón izquierdo puede ser algo más difícil, dada su localización más superior y posterior. Para ello, se coloca la sonda longitudinalmente, con la marca apuntando a la cabeza del paciente, sobre la 8ª-10ª costilla, en la línea axilar posterior. A efectos prácticos, se considera que los nudillos de la mano que sujeta la sonda deben estar tocando la camilla. Una vez localizado el riñón izquierdo, se gira la sonda 15-30 grados, en esta ocasión en sentido horario, para visualizarlo en su eje longitudinal. A continuación, se realiza la misma sistemática que en el riñón derecho.

En el riñón normal se puede identificar la cápsula renal como una banda hiperecoica. La corteza renal es homogénea, hipoeicoica respecto al hígado y bazo. La médula está formada por las pirámides anecoicas, dispuestas alrededor del seno renal, que es hiperecoico debido a la gran cantidad de grasa que contiene (**FIGURA 13-4**).

FIGURA 13-4.



Ecografía del riñón normal en corte longitudinal y transversal.

ECOGRAFÍA RENAL EN SITUACIONES URGENTES

Hidronefrosis

El grado de hidronefrosis es importante, ya que se puede correlacionar con el tamaño del cálculo renal y ser de utilidad para tomar decisiones clínicas, por lo que está incluido en la mayoría de los algoritmos de actuación.

Hay distintas clasificaciones de la hidronefrosis. En la ecografía clínica se utiliza una clasificación que la divide en leve, moderada y grave (**FIGURA 13-5**).

- **Leve:** existe un aumento en el tamaño de los cálices, con conservación de las pirámides medulares y dilatación central leve del seno renal, que se vuelve anecoico.



FIGURA 13-5.



Clasificación ecográfica de la hidronefrosis.

- **Moderada:** los cálices se redondean por la amputación de las pirámides medulares y la obliteración de las papilas renales (vértice de la pirámide). Es en esto en lo que se diferencia de la hidronefrosis leve, y no en el grado de dilatación de la pelvis renal, configurando el característico aspecto “en garra de oso”.
- **Grave:** cuando, asociada a lo anterior, existe una distorsión total de la arquitectura renal, con adelgazamiento cortical. Puede aparecer también líquido perirrenal secundario a la rotura calicial y la consiguiente extravasación de orina.

Varias entidades pueden confundirse con la hidronefrosis, pudiendo llegar a ser difícil distinguirlas, como malformaciones vasculares, que se pueden diferenciar mediante el modo *Doppler*, quistes corticales o parapiélicos, los cuales pueden reconocerse ya que, al valorar globalmente la superficie renal, se identifican como estructuras con pared fina y que no conectan con la pelvis renal.

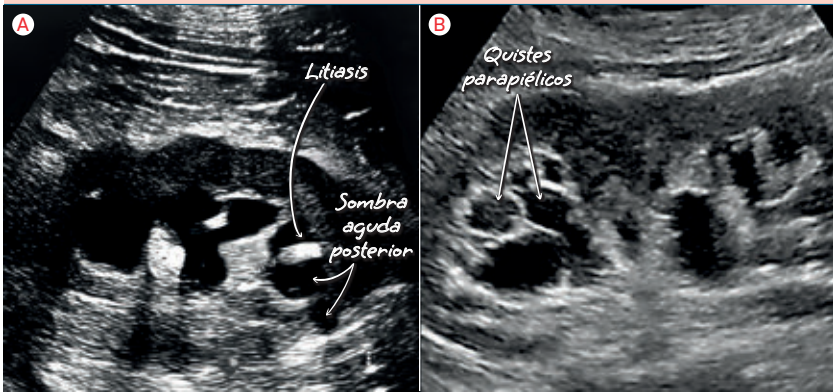
Nefrolitiasis

La detección de litiasis en el riñón o en la vía excretora no constituye un objetivo de aprendizaje primario, debido a la baja sensibilidad de la ecografía para detectar litiasis y la gran variabilidad en función del operador que realiza el procedimiento. No obstante, detectar litiasis de gran tamaño puede ser de ayuda en la práctica clínica. Además, se ha relacionado el tamaño de la litiasis con la gravedad de la hidronefrosis. Las litiasis son estructuras hiperecoicas con sombra acústica posterior (**FIGURA 13-6**).





FIGURA 13-6.



Litiasis renal (A) y quistes parapiélicos (B).

Quiste renal

Es fundamental reconocer un quiste renal benigno, ya que las neoplasias malignas pueden presentarse también de forma quística. Así pues, en todo quiste que no cumpla los criterios de benignidad, debe plantearse el diagnóstico diferencial con un quiste complejo, un absceso renal o una neoplasia maligna (**TABLA 13-2**).

En la enfermedad poliquística renal se pueden encontrar múltiples quistes distribuidos por la superficie renal.

TABLA 13-2.

Pared lisa y delgada, sin tabiques, contenido sólido ni ecos en su interior.

Forma redondeada u ovalada, delimitada y sin conectar con los cálices.

Localizados en la corteza o la pelvis.

Refuerzo acústico posterior.

Criterios ecográficos de benignidad de un quiste renal.

Masa renal

La identificación y filiación de las masas renales tampoco es un objetivo primario de la ecografía clínica, ya que requiere un estudio más exhaustivo. Sin embargo, conocer la estructura renal normal permitirá reconocer estructuras anómalas y poder remitir así al paciente para un estudio programado con la técnica adecuada.

Se pueden encontrar desde variantes anatómicas, como columnas hipertróficas de Bertin, patología benigna como el angiomiolipoma, hasta procesos malignos como el carcinoma de células renales.

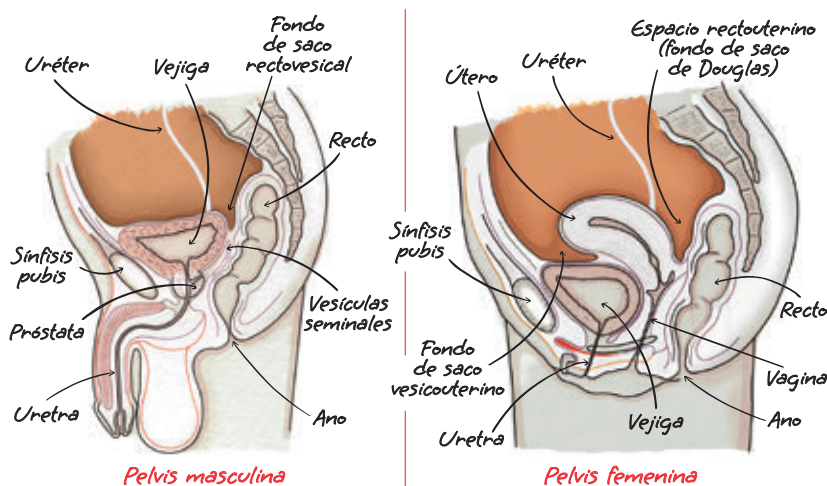


Ecografía vesical

RECUERDO ANATÓMICO

La vejiga es un órgano triangular, aunque cambia su forma conforme se va replecionando. Se sitúa posterior e inferior a la sínfisis del pubis, por delante del recto en los hombres y por delante del útero en las mujeres. Los uréteres alcanzan el trigono vesical por la parte posterior e inferior a la misma. En los hombres, la próstata rodea el cuello vesical en la parte inferior (**FIGURA 13-7**).

FIGURA 13-7.



Anatomía vesical normal corte sagital.

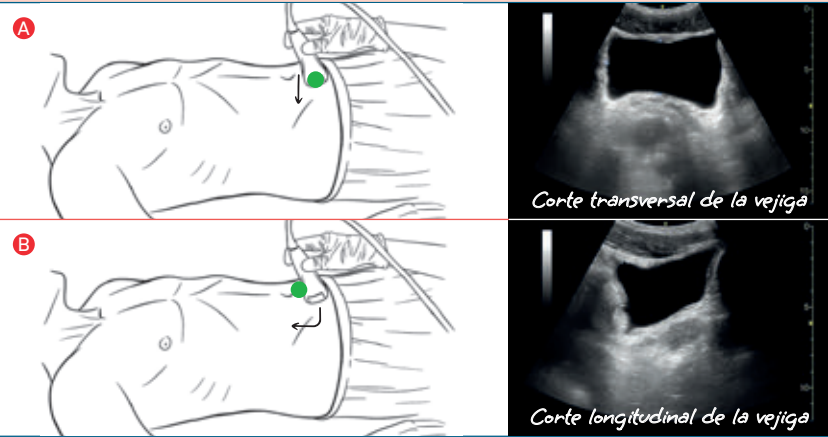
TÉCNICA DE EXPLORACIÓN ECOGRÁFICA

Para realizar esta exploración, la elección de la sonda y la preparación del paciente es la misma que la explicada en la ecografía renal. Se coloca la sonda de forma transversal, justo encima de la sínfisis del pubis y, dada la ubicación de la vejiga respecto a ella, se debe orientar el haz de ultrasonidos en sentido posteroinferior (**FIGURA 13-8**).

Una vez visualizada la vejiga, es necesario bascular la sonda en dirección cefálica y caudal para valorarla en su totalidad. Se debe ver el grado de distensión de la pared y buscar la presencia de cálculos o masas vesicales.

Posteriormente, la sonda se gira 90 grados en sentido horario para obtener un corte longitudinal, donde también debe bascularse a izquierda y derecha para valorar toda su extensión.



**FIGURA 13-8.****Visualización de la vejiga.**

Colocación de la sonda en el corte transversal (A). Colocación de la sonda en el corte longitudinal (B).

En pacientes con cólico renal, la visualización del *jet* ureteral (expresión de la entrada de orina en la vejiga), excluye la obstrucción completa del uréter de ese lado. Para su visualización, en el plano transversal, se focaliza el modo *Doppler* color en el trígono vesical. Los *jets* aparecerán como emisiones en color desde la base de la vejiga hacia el centro. Los *jets* pueden tardar en aparecer, en función del grado de hidratación, desde unos 15-20 segundos hasta 5-10 minutos.

265

VALORACIÓN DEL VOLUMEN VESICAL. GLOBO VESICAL

El volumen vesical se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen vesical} = 0,75 \times (\text{AP} \times \text{T} \times \text{L}) / 1.000 \text{ cm}^3$$

En el corte transversal se mide el diámetro transversal (T) y anteroposterior (AP), mientras que en el corte longitudinal se mide el diámetro craneocaudal o longitudinal (L) (**FIGURA 13-9**).

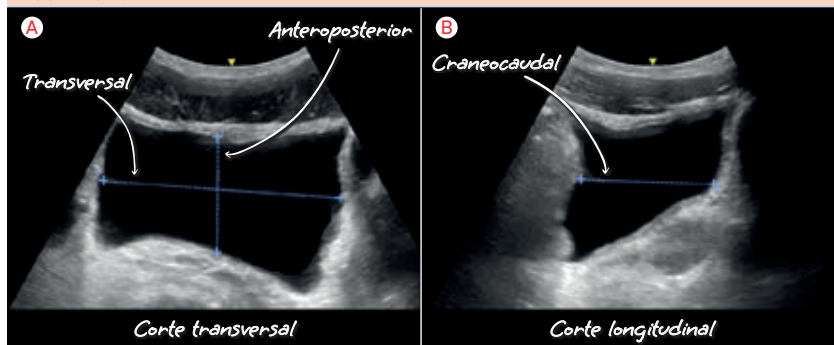
De esta forma, en pacientes con sospecha de retención aguda de orina (RAO) está indicado realizar una ecografía clínica previa al sondaje vesical, con el objetivo de valorar que la vejiga esté realmente distendida y confirmar así el diagnóstico (**VÍDEO 13-1**). Un volumen mayor de 500-600 ml suele ser anormal y se considera retención aguda de orina.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN PORTADORES DE UNA SONDA VESICAL

Una de las aplicaciones más importantes de la ecografía clínica es comprobar si la sonda ha sido colocada correctamente y es permeable para el drenaje de la orina. Así, si el catéter está bien colocado, se apreciará una vejiga vacía, con el globo inflado de la sonda en su interior (**FIGURA 13-10**).



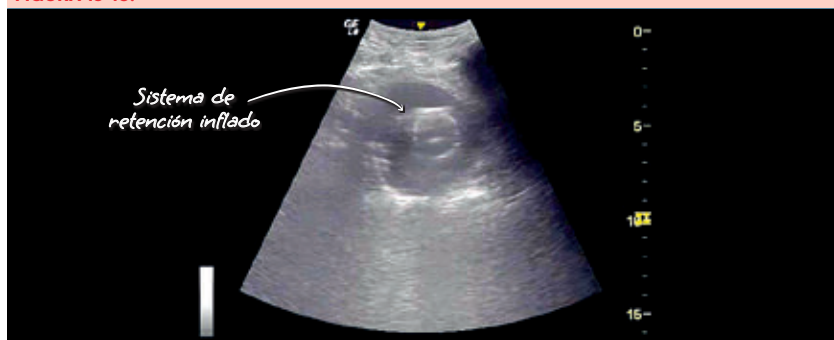
FIGURA 13-9.



Cálculo del volumen vesical.

Corte transversal en el que se mide el diámetro anteroposterior y transversal (A). Corte longitudinal en el que se mide el diámetro craneocaudal o longitudinal (B).

FIGURA 13-10.



Sonda urinaria pinzada con la vejiga llena.

La flecha indica el sistema de retención inflado de la sonda tipo Foley.

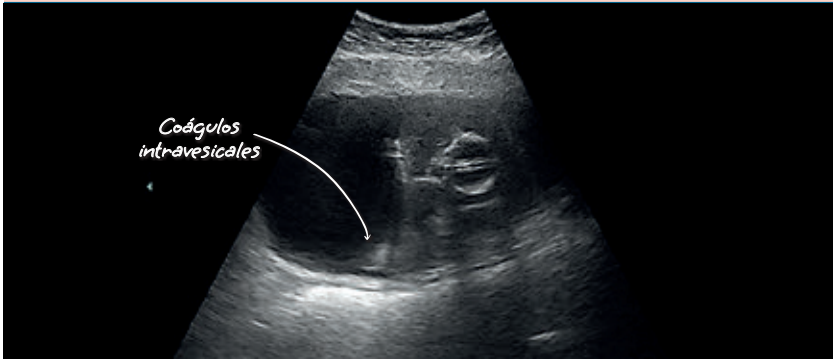
Si el globo de la sonda está rodeado de orina (visualizada como líquido hipoeico alrededor), la sonda puede estar obstruida. Realizar un lavado y comprobar la entrada de líquido en la vejiga mediante los ecos que se originan.

Otro de los problemas son los coágulos vesicales, que pueden ser confundidos con tumores. Para distinguirlos, se realizan lavados y se repite la ecografía. Si se trata de un coágulo, debería movilizarse (FIGURA 13-11).

PUNCIÓN SUPRAPÚBICA

La punción suprapúbica guiada por ecografía es una técnica simple, efectiva y mínimamente invasiva. Su principal indicación en urgencias la constituyen los pacientes con RAO en quienes el sondaje uretral convencional es difícil o está contraindicado.



**FIGURA 13-1.****Coágulos vesicales.**

Sonda vesical con estructuras hiperecogénicas alrededor que corresponden a coágulos.

Aunque generalmente no hay grandes complicaciones, en la técnica guiada únicamente por referencias anatómicas el riesgo de lesión intestinal es del 2,4% y puede incluso llegar a comprometer la vida del paciente. Por tanto, las guías británicas de urología (BAUS) recomiendan que se realice bajo guía ecográfica para mejorar la seguridad y reducir el riesgo de complicaciones (**TABLA 13-3**).

267

TABLA 13-3.

- Confirmar el llenado de la vejiga.
- Identificar asas intestinales superpuestas.
- Elegir el sitio de punción más adecuado.
- Descartar la presencia de un tumor vesical, que contraindicaría la misma.

Ventajas de la ecografía en el sondaje suprapúbico.

Limitaciones

TABLA 13-4.

Para calcular el volumen vesical, la presencia de líquido libre en la pelvis puede confundirse con orina en la vejiga. Por ello, debe examinarse exhaustivamente la vejiga y las estructuras adyacentes en todos los planos. Llenar la vejiga o identificar el globo de la sonda urinaria puede resultar de ayuda.

La presencia de gas y las superficies óseas interpuestas entre la sonda y la estructura a estudiar dificultan e incluso impiden su correcta visualización.

La ecografía es una técnica poco específica en la tipificación de ciertas imágenes, como puede ser una masa renal como benigna o maligna.

Es observador-dependiente y requiere una curva de aprendizaje mínima.

Limitaciones de la ecografía renal y vesical.



Bibliografía

- Atkinson P, Bowra J, Lambert M, Lamprecht H, Noble V, Jarman B. International Federation for Emergency Medicine point of care ultrasound curriculum. CJEM. 2015; 17(2): 161-70.
 - Goertz J, Lotterman S. Can the degree of hydronephrosis on ultrasound predict kidney stone size? Am J Emerg Med. 2010; 28(7): 813-6.
 - Maddra KM, Li R, Nagle AS, Klausner AP, Speich JE. Repeatability of ultrasound-defined bladder shape metrics in healthy volunteers. Res Rep Urol [Internet]. 2022; 14: 185-92.
 - Schallom M, Prentice D, Sona C, Vyders K, Arroyo C, Wessman B, et al. Accuracy of measuring bladder volumes with ultrasound and bladder scanning. Am J Crit Care. 2020; 29(6): 458-67.
 - Sibley S, Roth N, Scott C, Rang L, White H, Sivilotti MLA, et al. Point-of-care ultrasound for the detection of hydronephrosis in emergency department patients with suspected renal colic. Ultrasound J. 2020; 12: 31.
 - Sim KC. Ultrasonography of acute flank pain: a focus on renal stones and acute pyelonephritis. Ultrasonography. 2018; 37(4): 345-54.
 - Smith-Bindman R, Aubin C, Bailitz J, Bengiamin RN, Camargo CA Jr, Corbo J, et al. Ultrasonography versus computed tomography for suspected nephrolithiasis. N Engl J Med. 2014; 371: 1100-10.
 - Varanasi P, Bhasin-Chhabra B, Koratala A. Point-of-care ultrasonography in acute kidney injury. J Transl Crit Care Med. 2024; 6(2).
 - Villén Villegas T, Campo Linares R, Alonso Viladot JR, Martínez Mas R, Luque Hernández MJ, Ruiz Durán M, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. Emergencias. 2022; 34: 377-87.
 - Wakai A, Atkinson P. Non-specialist emergency physician-performed point-of-care ultrasound (POCUS) for renal colic-No hocus POCUS! CJEM. 2024; 26(3): 139-40.
-





14

Ecografía clínica ocular

Pedro J. Aparicio Aragón, Jessica Mansilla Collado,
Jorge Clar Bononad y José Mínguez Platero



Introducción

El globo ocular es una estructura ideal para la exploración con ultrasonidos, al estar formado por compartimentos llenos de líquido.

La ecografía ocular es útil en determinadas situaciones que impiden o dificultan la exploración habitual (inspección y funduscopia), como hipema, hipopion, contraindicación para el uso de midriáticos, opacidad corneal, cataratas, dolor intenso, imposibilidad de apertura palpebral secundaria a edema, traumatismos o blefarospasmo, etc.

Objetivos del tema

- Identificación de las estructuras normales del globo ocular.
- Conocimiento de la técnica de exploración y obtención de planos.
- Valoración del reflejo pupilar mediante ultrasonidos.
- Conocimiento de la principal patología urgente del ojo.
- Conocimiento de la técnica de medición del diámetro de la vaina del nervio óptico y su interpretación.

Competencias básicas

TABLA 14-1.

Rotura ocular

Cuerpo extraño intraocular

Desprendimiento de retina

Elevación de la presión intracraneal (PIO)

Valoración de los movimientos oculares

Hemorragia vítrea

Reflejos pupilares

Competencias básicas

De: European Training Requirements for the Specialty of Emergency Medicine (UEMS)

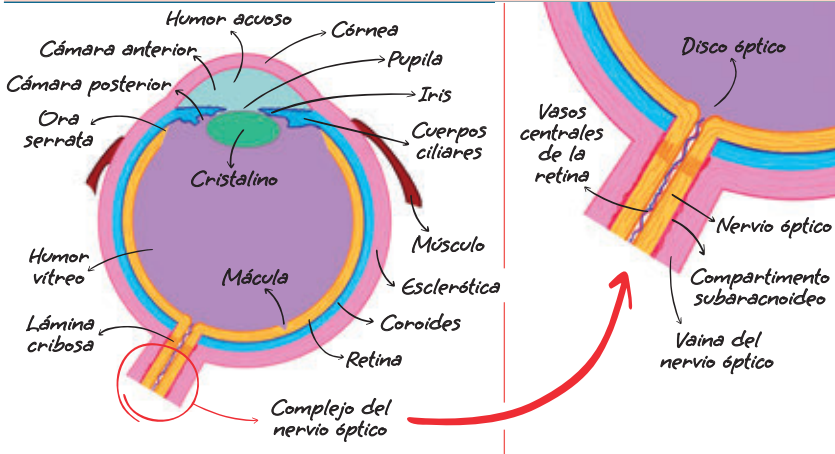




Recuerdo anatómico e identificación de estructuras ecográficas normales

El globo ocular (**FIGURAS 14-1 y 14-2**) tiene forma esférica (la imagen ecográfica que ofrece es circular), con un diámetro anteroposterior de entre 22 y 25 milímetros y transversal de unos 23 milímetros.

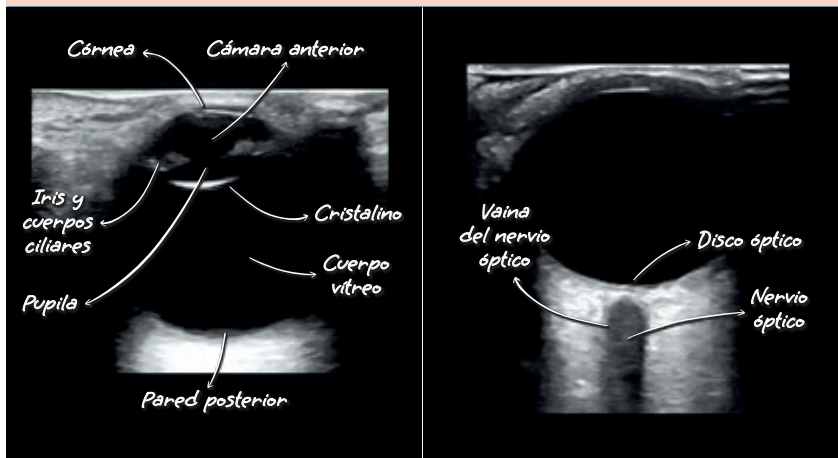
FIGURA 14-1.



271

Anatomía ocular.

FIGURA 14-2.



Identificación de estructuras ecográficas normales.



Está dividido en 2 cámaras:

- **Cámara anterior:** limitada por delante por la córnea, y por detrás, por el iris y la pared anterior del cristalino.
- **Cámara posterior:** desde estas estructuras hasta la porción más posterior del globo.

Su pared exterior consta de 3 capas que, de fuera a dentro, son:

- **Capa fibrosa** formada por:
 - **Esclerótica.** Se origina en la vaina que envuelve el nervio óptico (NO). En su porción más posterior presenta la **lámina cribosa**, visible como una línea hiperecogénica, donde confluyen las terminaciones nerviosas de la retina que forman el NO. Se extiende hacia delante, donde forma la **córnea**.
 - **Córnea.** Se visualiza con una lámina hiperecogénica, delgada y curva, visible por detrás del párpado cerrado.
- **Capa vascular** formada por:
 - **Coroides.** Tiene su origen en la arteria y vena centrales de la retina, que discurren por dentro del NO. Rodea al ojo por todas sus caras hasta la cámara anterior. Está adherida a la esclerótica y a la retina en toda su extensión. Es de menor ecogenicidad que éstas, pero prácticamente indistinguible mediante ecografía en condiciones no patológicas.
 - **Cuerpos ciliares.** Formados por los músculos y los procesos ciliares, responsables de la contracción y dilatación pupilares.
 - **Iris.** Porción más anterior de la capa media del ojo. Visible como una línea hiperecogénica de 1 mm de espesor, con un orificio central: la pupila.
- **Capa sensorial**, formada por la **retina**. En su porción más externa está adherida a la coroides, con una unión especialmente fuerte a nivel del NO por detrás y de la *ora serrata* por delante. En condiciones normales no debe observarse separación alguna entre ambas capas. En su porción más interna está en contacto con el humor vítreo.

El globo ocular contiene dos cavidades llenas de líquido, visibles como estructuras anecoicas en condiciones fisiológicas:

- **Humor acuoso:** en la cámara anterior, entre la córnea por delante y el iris y el cristalino por detrás.
- **Humor vítreo:** en la cámara posterior, por detrás del cristalino y en contacto con toda la extensión de la retina.

El **cristalino** es visible ecográficamente como una estructura biconvexa, fina e hiperecogénica, correspondiente a sus paredes anterior y posterior, con un espacio central anecoico.

El complejo del **nervio óptico y su vaina** se estructuran de la siguiente manera:





- **Nervio óptico (NO):** en el centro del complejo, rodeando a los vasos centrales de la retina. Visible ecográficamente como una zona hipoecoica flanqueada por la vaina.
- **Aracnoides y compartimento subaracnoideo:** entre el NO y su vaina, de 0,1 mm de espesor y que contiene líquido cefalorraquídeo (LCR).
- **Vaina del nervio óptico (VNO):** formada por la continuación de las meninges desde el encéfalo. Rodea a las estructuras previamente mencionadas y se visualiza mediante ultrasonidos como una zona más ecogénica que el NO.
- **Disco del nervio óptico (DNO):** estructura correspondiente a la entrada del NO en el globo ocular, de forma redondeada y con una excavación central. Tiene un diámetro de 1,5 mm. La medición de su altura se utiliza para determinar la existencia o no de edema del disco.

La arteria y la vena centrales de la retina discurren por dentro del NO y pueden valorarse aplicando *doppler* color sobre la porción distal del NO. Los flujos arterial y venoso pueden diferenciarse aplicando *doppler* pulsado.

Técnica de exploración

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Para la exploración ecográfica del globo ocular, el paciente se coloca en decúbito supino y con los ojos cerrados, y el examinador detrás de su cabeza. Si el paciente puede estar sentado, el examinador se situará a su lado. Es recomendable cubrir los párpados con un protector plástico, teniendo la precaución de evitar la formación de burbujas de aire bajo el mismo, y aplicar sobre él abundante gel. La exploración se realiza sin aplicar presión sobre el globo ocular, por lo que el explorador debe buscar puntos de apoyo, preferentemente sobre la frente del paciente.

SONDAS Y MODOS ECOGRÁFICOS

Se recomienda emplear la sonda lineal y seleccionar el preajuste ocular (si éste está disponible). La exploración debe ser limitada en el tiempo, para minimizar el riesgo de daño térmico y de cavitación.

Para la valoración general del ojo y sus patologías más prevalentes se utiliza el modo B. Para explorar el flujo en la arteria y en la vena central de la retina se emplean los modos *doppler* color y *doppler* pulsado.

Se debe ajustar la profundidad para intentar llenar la pantalla del ecógrafo con el globo ocular completo y centrado, que se identificará como una esfera anecoica, situándose en primer término la córnea, como una línea delgada paralela al párpado, y el nervio óptico, visible a nivel posterior del globo ocular, añadiendo un margen de 1-2 cm tras éste. El ajuste de la ganancia puede permitir la detección de patología más sutil, como un desprendimiento de retina localizado o una hemorragia vítrea no intensa.



OBTENCIÓN DE PLANOS Y SISTEMÁTICA DE EXPLORACIÓN (FIGURA 14-3)

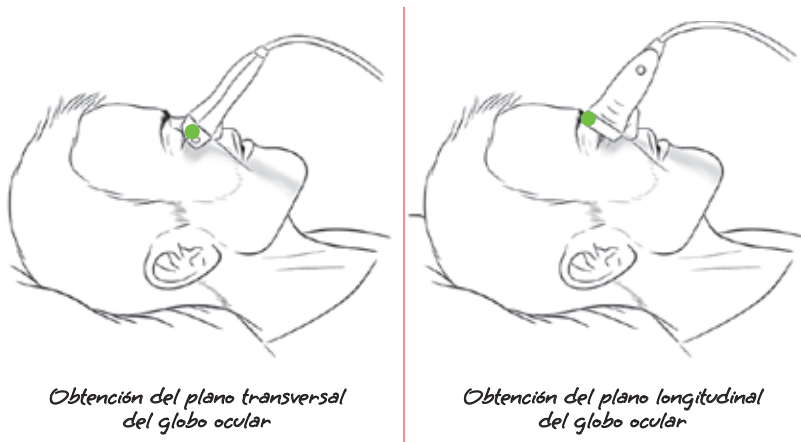
Generalmente se explora primero el ojo sano y se compara posteriormente con el ojo afecto.

En el **plano** de exploración **transversal**, la marca de la sonda se orienta hacia la derecha del paciente. Si éste colabora, se le pide que mire al frente. Se deben identificar e incluir en el plano la córnea, el iris, el cristalino, el cuerpo vítreo, la retina y el nervio óptico en su eje longitudinal. Para incluir este último elemento correctamente y evitar planos oblicuos que invaliden las mediciones, puede ser necesario lateralizar y/o angular la sonda. Además de valorar este plano transversal medial, se ha de desplazar la sonda para visualizar la totalidad del globo. De nuevo en la posición medial, se solicita al paciente que mire en las cuatro direcciones del espacio para observar si hay elementos que desaparecen en ciertas posiciones de la mirada, lo que iría a favor de que se tratase de artefactos.

En el **plano longitudinal**, la marca se orienta hacia la frente, de manera que la porción temporal de la órbita se sitúa a la derecha de la pantalla. En primer lugar, se evalúa un plano longitudinal medial con la mirada hacia el frente, que debe incluir los mismos elementos que el plano transversal. Posteriormente, se desplaza la sonda hacia los lados nasal y temporal para realizar un barrido completo del ojo. Por último, y de nuevo en la posición medial, se solicita al paciente que dirija la mirada en las cuatro direcciones espaciales.

274

FIGURA 14-3.



Obtención de los planos transversal y longitudinal del globo ocular.





Exploración ecográfica del reflejo pupilar

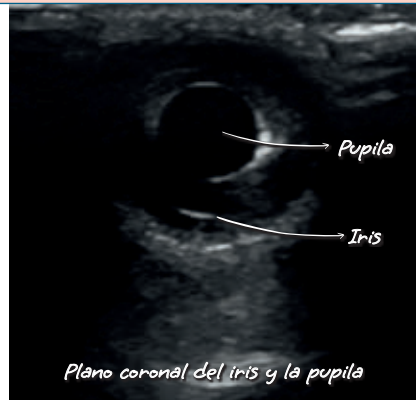
La valoración del reflejo pupilar aporta información sobre posibles lesiones a nivel de las vías aferente y eferente. La ecografía a pie de cama es una opción que considerar en el paciente crítico con traumatismo craneoencefálico severo, parada cardiorrespiratoria, etc.

Para su estudio, la habitación debe estar oscura. Si la apertura ocular resulta imposible, se aplica luz intensa sobre el párpado cerrado. Se obtiene un plano transversal con la sonda colocada sobre el reborde orbitario inferior y el haz de ultrasonidos se orienta hacia arriba hasta que se observa un corte lo más coronal posible del iris y la pupila (**FIGURA 14-4**). Si el paciente colabora, se le pide que dirija la mirada hacia arriba. Si la situación lo requiere, esta exploración también se puede realizar desde el párpado superior siguiendo los mismos pasos, pero orientando el haz hacia abajo hasta identificar el iris y la pupila en un corte casi coronal. Si el paciente es colaborador, se le solicita que mire hacia abajo.

FIGURA 14-4.



*Obtención del plano coronal
del iris y la pupila*



Plano coronal del iris y la pupila

275

Plano coronal del iris y la pupila.

Se proyecta luz sobre el párpado ipsilateral para evaluar el reflejo fotomotor directo, y sobre el contralateral para valorar el reflejo fotomotor consensuado (**VÍDEO 14-1**). En ambos casos se observa y se mide la disminución del diámetro pupilar en el ojo explorado:

- Una lesión aferente implica afectación de una o varias de las siguientes estructuras: retina, II par craneal, tracto óptico más proximal o fibras que se dirigen al núcleo de Edinger-Westphal (núcleo parasimpático del III par).
- Una lesión eferente implica afectación de una o varias de las siguientes estructuras: III par craneal, ganglio ciliar, nervio ciliar corto o daño de las fibras constrictoras del esfínter pupilar (**TABLA 14-2**).



VÍDEO 14-1.

Valoración del
reflejo pupilar.



Escanee el código QR
para visualizar el video

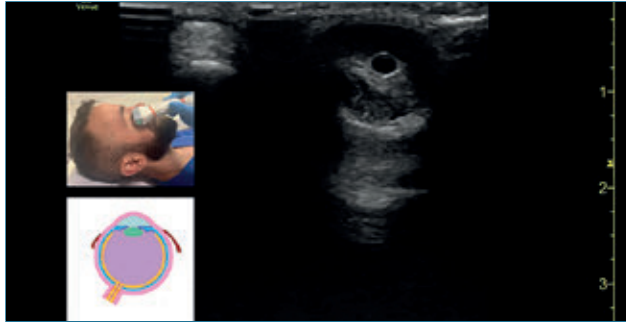


TABLA 14-2.

REFLEJO PUPILAR			
Tipo de lesión	Ojo explorado	Reflejo fotomotor directo	Reflejo fotomotor consensuado
Aferente	Ciego	NO	NO
	Sano	SÍ	SÍ
Eferente	Ciego	NO	SÍ
	Sano	SÍ	NO

Exploración del reflejo pupilar.

Patología intraocular

LUXACIÓN DEL CRISTALINO

De etiología, por lo general, traumática. Causa pérdida aguda de visión. Se distinguen dos tipos:

- **Luxación completa:** el cristalino se desplaza hacia el humor vítreo (lo más frecuente), la cámara anterior o hacia un lateral. No se mueve con los movimientos oculares, simplemente flota (**FIGURA 14-5**).
- **Luxación parcial o subluxación:** la lente se desplaza tras el iris con los movimientos oculares (en condiciones normales no es una estructura móvil).

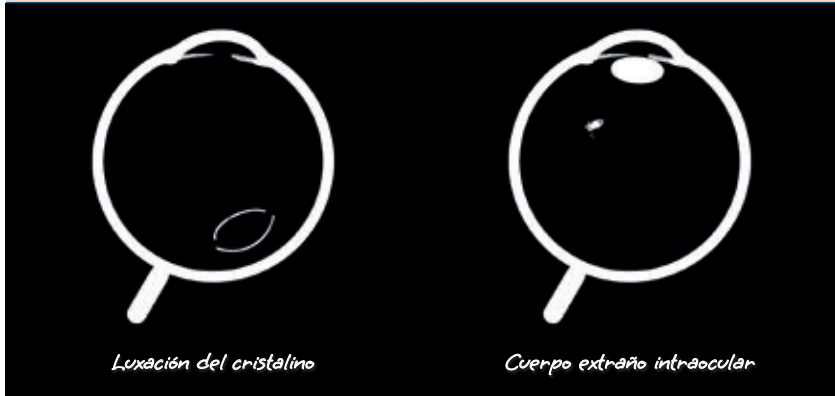
CUERPO EXTRAÑO INTRAOCULAR

La ecografía es bastante sensible y muy específica para detectar cuerpos extraños intraoculares, sobre todo los metálicos, los de plástico o los de cristal, que se visualizan como estructuras hiperecogénicas, irregulares, que generan sombra posterior y artefactos de reverberación (**FIGURA 14-5**) y en anillo. Los cuerpos extraños de origen vegetal o de madera son menos ecogénicos y más difíciles de detectar. La prueba de imagen *gold standard* para el estudio de los cuerpos extraños es la TAC.





FIGURA 14-5.



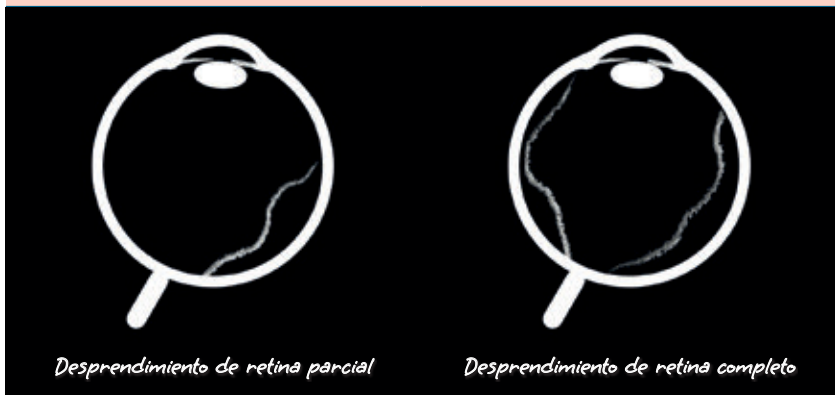
Luxación del cristalino. Cuerpo extraño intraocular.

DESPRENDIMIENTO DE RETINA (DR) Y DESPRENDIMIENTO DE VÍTREO POSTERIOR (DVP)

- **Desprendimiento de retina (FIGURA 14-6).** Consiste en la separación de la retina neurosensorial del epitelio pigmentario subyacente. La causa más frecuente es un DVP agudo con desgarro de la retina. Cursa con pérdida indolora de visión, que aparece “como un telón” en un campo visual. En caso de afectar a la mácula cursa con pérdida de visión central. Ecográficamente se visualiza como una línea hiperecogénica, ondulada, con varios pliegues, que se eleva desde la parte posterior del ojo. Al estar la retina firmemente adherida a la coroides a nivel del NO y de la *ora serrata*, dicha línea no atraviesa ninguna de estas dos estructuras.

277

FIGURA 14-6.



Desprendimiento de retina parcial y completo.



- **Desprendimiento de vítreo posterior** (**FIGURA 14-7**). Es la separación entre el humor vítreo y la retina. Se manifiesta con visión de “moscas volantes” y fotopsias y cursa de forma indolora. Ecográficamente se observa como una línea hiperecogénica separada de la parte posterior del ojo, ondulada, que a diferencia del DR sí que puede atravesar la zona del NO o extenderse por delante del nivel de los cuerpos ciliares. Puede asociar hemorragia tras la membrana subhialoidea que rodea al humor vítreo.

FIGURA 14-7.



Desprendimiento de vítreo posterior. Hemorragia subhialoidea asociada.

HEMORRAGIA VÍTREA

Sangrado dentro del humor vítreo de etiología diversa, incluidos traumatismos. Cursa con visión de “moscas volantes”, fotopsias y disminución indolora de la agudeza visual. Su aspecto ecográfico es variable (**FIGURA 14-8**),

FIGURA 14-8.



Hemorragia vítrea.





en función de la intensidad del sangrado. Si es leve, la imagen obtenida puede ser normal, por lo que si se sospecha, debe aumentarse la ganancia para aumentar el rendimiento de la ecografía. Si la hemorragia es intensa se observan ecos heterogéneos que se mueven dentro del cuerpo vítreo, e incluso coágulos hipocogénicos suspendidos en el vítreo.

ROTURA DEL GLOBO OCULAR

La rotura del globo ocular, en el contexto de un traumatismo, sea o no penetrante, es una urgencia quirúrgica. La exploración ecográfica del ojo tras un traumatismo debe ser extremadamente cuidadosa en cuanto a la presión ejercida al realizarla, dado que en caso de detectarse una rotura del globo, debe detenerse de inmediato la exploración.

Los signos ecográficos de rotura son:

- Pérdida de la forma esférica.
- Desestructuración de la esclerótica.
- Colapso de la cámara anterior.

Valoración ecográfica del diámetro de la vaina de NO y su relación con la presión intracraneal

279

La **relación entre en diámetro de la VNO (DVNO)** y la existencia de **hipertensión intracraneal (HIC)** es consecuencia de la transmisión del incremento de volumen de LCR encefálico por el espacio subaracnoideo hasta la vaina, provocando una distensión de ésta. Es un signo precoz de HIC (período de latencia de unas 4 horas desde el TCE) y su medición por ecografía tiene una curva de aprendizaje sencilla. Esto último, unido a la semiología inespecífica y muchas veces tardía de la HIC, aumenta el valor de la ecografía.

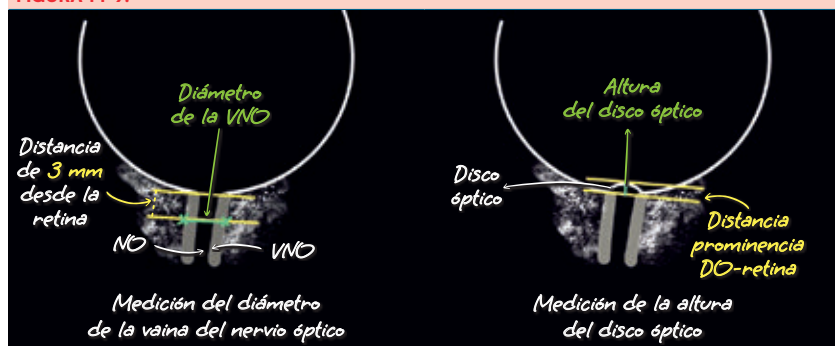
La **medición del DVNO** se realiza siguiendo estos pasos (**FIGURA 14-9**):

- **1.º** En el plano transversal, obtener un corte longitudinal del NO, dado que los cortes oblicuos darían lugar a mediciones erróneas.
- **2.º** Realizar la medición 3 mm por detrás de la unión del NO con la retina.
- **3.º** Medir la anchura de la VNO entre ambos bordes externos de ésta.
- **4.º** Repetir el proceso en el plano sagital.
- **5.º** Realizar el mismo procedimiento en el otro ojo.
- **6.º** Obtener una media de las 4 mediciones.

Cualquier patología intracraneal que eleve la PIC afectará de forma bilateral y similar a ambos ojos. Un aumento unilateral del DVNO es sugestivo de un proceso lateralizado.



FIGURA 14-9.



Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico. Medición de la altura del disco óptico.

Limitaciones que hay que tener en cuenta:

- No determina la causa de la HIC.
- No existen puntos de corte estandarizados que relacionen directamente el valor del DVNI con una cifra de presión intracraneal (PIC).
- No puede reemplazar la determinación de la PIC directa mediante catéter.
- Puede existir aumento del DVNO sin existir elevación de la PIC.

Para realizar el **diagnóstico diferencial** entre la elevación del DVNO debida a HIC y la no debida a HIC existen dos métodos:

- **Test de los 30°:** consiste en medir el DVNO en un eje transversal con la técnica habitual y después realizar otra medición en abducción máxima de la mirada (30°). Dicha abducción provoca estiramiento del NO, desplazamiento del LCR y disminución del DVNO. Un descenso mayor del 10% demuestra que el aumento del diámetro es por acúmulo de LCR y, por tanto, por HIC.
- **Signo del *crescent*:** tras el NO se visualiza una zona hipoecogénica con forma de luna creciente rodeándolo, que indica existencia de LCR en el espacio subaracnoideo de la VNO y, por tanto, HIC.

Al no existir un punto de corte estandarizado, se recomienda que un **DVNO mayor de 5 mm** se considere anómalo en un paciente con elevada probabilidad de tener una PIC aumentada: TCE grave con puntuación en la escala de coma de Glasgow menor de 8.

Valoración ecográfica del edema del disco óptico

El edema de las fibras de la VNO secundaria a HIC es la fase previa a la edematización del propio nervio y, por tanto, del disco del NO (DNO). Esta lesión es más tardía, con un período de latencia de entre 1-5 días desde la elevación de la PIC.





Ecográficamente se visualiza como una pérdida de la excavación central del disco que se convierte en una protrusión hiperecogénica hacia el cuerpo vítreo.

Para la **medición de la altura del DNO** (**FIGURA 14-9**) se procede de la siguiente forma:

- **1.º** Obtención de un plano transversal del globo ocular.
- **2.º** Identificación del disco óptico en la unión entre el NO y la pared posterior del globo ocular.
- **3.º** Puede usarse la función zoom para facilitar la identificación y medición.
- **4.º** Se mide la distancia entre el punto más elevado de la prominencia del DO y la intersección con el arco de la pared posterior del globo ocular.

Al igual que sucede con el DVNO, la identificación de edema del DO no ofrece información sobre su etiología ni existen **puntos de corte** estandarizados que relacionen su altura con el nivel de PIC. Se considera poco probable la existencia de edema del DO si su altura es menor o igual a 0,6 mm. Un valor mayor o igual a 1 mm es sugestivo de edema.

Conclusiones y puntos clave

- La ecografía ocular es muy útil en situaciones que impiden o dificultan la exploración convencional.
- Permite valorar el reflejo pupilar cuando no es posible la apertura palpebral.
- Tiene especial interés en la valoración de la patología traumática del globo ocular.
- Es una herramienta valiosa para el estudio de la pérdida aguda de visión.
- La ecografía ocular está contraindicada cuando hay sospecha de perforación ocular o cuando ha habido una cirugía reciente.
- El DVNO y la altura del DO son útiles para detectar HIC en el estudio del paciente con traumatismo craneoencefálico severo.



Bibliografía

- Almendárez JE, Vargas DM, González C, Takane M, Koga W. Ultrasound findings in ocular trauma. Arch Soc Esp Oftalmol. 2015; 90(12): 572-7.
 - Álvarez-Fernández JA, Martín-Pellicer A, De la Cal MÁ. Ensanchamiento ecográfico de la vaina del nervio óptico en la hipertensión intracraneal. Med Intensiva. 2014; 38(2): 129.
 - Bhosale A, Shah VM, Shah PK. Accuracy of crescent sign on ocular ultrasound in diagnosing papilledema. World J Methodol. 2017; 7(3): 108-11.
 - Blaivas M, Theodoro D, Sierzenski P. Elevated intracranial pressure detected by bedside emergency ultrasonography of the optic nerve sheath. Acad Emerg Med. 2003; 10: 376-81.
 - Callejas Rubio JL, García Sarrano JL, Ortego Centeno N. Usefulness of point-of-care ultrasound for the evaluation of non-traumatic eye emergencies. Med Clin (Barc). 2022; 158(7): 344-5.
 - European Union of Medical Specialist (UEMS) 2024. European training requirements for the specialty of emergency medicine. <https://eusem.org/education/curriculum/european-curriculum-of-emergency-medicine>
 - Oviedo García AÁ, Algaba Montes M, Patricio Bordomás M, Campos Rivas B. La ecografía ocular, una nueva arma diagnóstica en urgencias. Emergencias. 2015; 27(5): 353-4.
 - Paulsen F, Waschke J, Sobotta. Atlas práctico de anatomía humana. 3.ª ed. Elsevier Editora Ltda, 2019.
 - Sargsyan AE, Hamilton DR, Melton SL, Amponsah D, Marshall NE, Dulchavsky SA. Ultrasonic evaluation of pupillary light reflex. Crit Ultrasound J. 2009; 1(2): 53-7.
 - Teismann N, Lenaghan P, Nolan R, Stein J, Green A. Point-of care ocular ultrasound to detect optic disc swelling. Acad Emerg Med. 2013; 20(9): 920-5.
-





15

Ecografía musculoesquelética I

Miembro inferior: anatomía y ecografía en las lesiones más frecuentes

Andreina Pérez Gómez, Paula Carranza Pérez,
David Mateu Ribes y José Mínguez Platero



Introducción

La ecografía contribuye a mejorar el manejo clínico y la capacidad resolutoria de numerosas patologías, habiéndose convertido en una herramienta fundamental en urgencias, dada la elevada prevalencia de problemas a nivel del aparato locomotor.

Por otra parte, se ha evidenciado que la ecografía clínica en pacientes con enfermedad osteoarticular es eficaz como método alternativo y complementario a otras pruebas de imagen, como por ejemplo la resonancia magnética nuclear (RMN), para la detección y cuantificación del derrame articular y la detección de sinovitis, entesitis, calcificaciones articulares, quistes sinoviales o lesiones de los fibrocartílagos, incluso en estadio preclínico, pudiendo diferenciar entre procesos agudos o crónicos.

Permite una evaluación dinámica de la articulación, distinguiendo desgarros parciales de completos, interactuando con el paciente a la vez que se realiza la técnica, lo que permite guiar el examen ecográfico y orientar el diagnóstico.

Además, es una técnica que facilita y reduce el riesgo de complicaciones durante la realización de procesos invasivos como la artrocentesis o las infiltraciones. Por tanto, es una técnica rápida, eficaz, inocua y de bajo coste para el estudio del sistema musculoesquelético, que debe utilizarse como una extensión del examen físico del paciente en urgencias.

Objetivos del tema

- Establecer la sistemática de exploración en la ecografía musculoesquelética.
 - Definir cuál es la sonda más adecuada para la valoración de cada estructura.
 - Identificar los patrones ecográficos normales: músculo, ligamentos, tendones y tejido subcutáneo.
 - Conocer los diferentes artefactos generados y su interpretación fisiopatológica.
 - Reconocer e interpretar las imágenes ecográficas de las lesiones agudas más frecuentes.
 - Establecer la utilidad de la ecografía para realizar procedimientos como artrocentesis e infiltraciones.
 - Definir las limitaciones de la técnica, los errores más frecuentes y sus posibles soluciones.
-





Competencias básicas

TABLA 15-1.

Ecografía musculoesquelética del miembro inferior	Identificar las principales estructuras anatómicas en cada articulación.
	Incorporar a la práctica habitual una sistemática de exploración adaptada a la sospecha clínica.
	Valorar la presencia de derrame articular.
	Reconocer lesiones musculares, tendinosas, luxaciones y fracturas.
	Saber identificar procesos infecciosos.
Ecografía en procedimientos	Conocer la técnica como guía en toda artrocentesis (procedimiento ecoguiado y ecofacilitado) e infiltraciones.

Competencias básicas en ecografía clínica musculoesquelética del miembro inferior.

Técnica de exploración

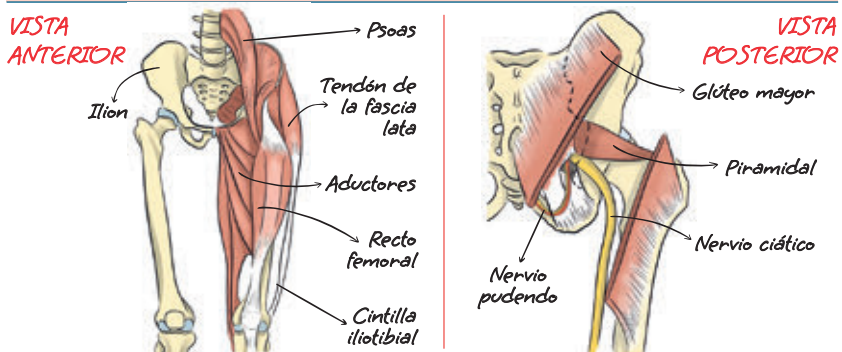
Es importante conocer la anatomía normal del miembro inferior, saber la localización por donde discurren los tendones, el paquete vasculonervioso y la estructura de las diferentes articulaciones, además de adquirir las habilidades necesarias para la correcta selección de la sonda, los ajustes del ecógrafo y establecer la profundidad adecuada según la articulación que se va a explorar, para obtener el mayor rendimiento de la técnica.

A nivel musculoesquelético, como las articulaciones son muy redondeadas e irregulares, es especialmente importante aplicar una cantidad de gel suficiente que permita el contacto con toda la superficie de la sonda con la piel, para impedir que se generen artefactos.

RECUERDO ANATÓMICO

Cadera

FIGURA 15-1.

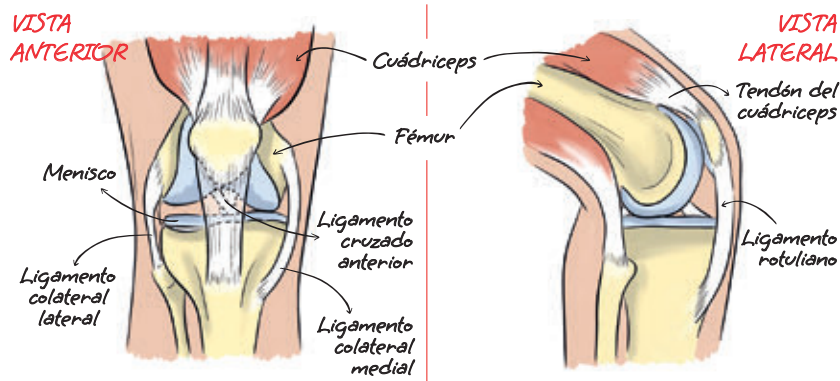


Anatomía básica de la cadera y articulación coxofemoral, visión anterior y posterior.



Rodilla

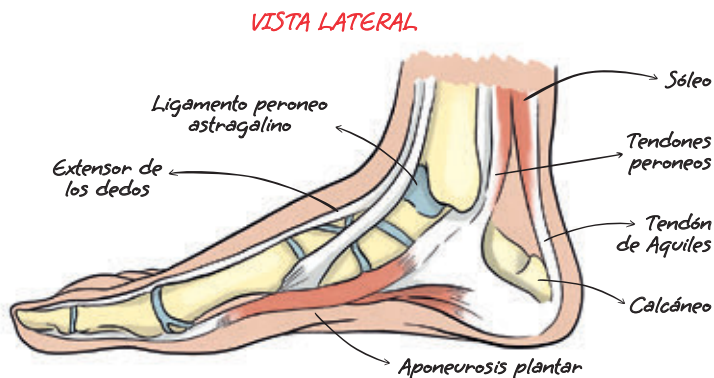
FIGURA 15-2.



Anatomía básica de la rodilla, cara anterior y lateral.

Tobillo

FIGURA 15-3.



Anatomía básica del tobillo, cara lateral.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Tanto el paciente como el explorador deben adoptar una postura cómoda, exponiendo en primer plano la región a explorar e intentando abrir la articulación forzando el varo y el valgo para una mejor visualización de las estructuras.

Para iniciar el estudio del miembro inferior es preferible que el paciente se encuentre en decúbito supino y posteriormente movilizar la articulación en diferentes planos para ir valorando las inserciones musculares.





SONDAS, MODOS ECOGRÁFICOS Y PREAJUSTES

Selección de la sonda

Para el estudio del sistema musculoesquelético, dado que la mayoría de las articulaciones son superficiales, se recomienda el uso de la sonda lineal de alta frecuencia (7-18 MHz) por su mayor resolución, si bien su alcance se limita a unos 6-8 cm, por lo que su rendimiento disminuye en campos más profundos como por ejemplo el de la articulación coxofemoral, en la que se utilizan sondas cóncavas de baja frecuencia (3-5 MHz).

Selección del modo ecográfico

- El modo B (2D) es el utilizado por excelencia para la valoración de la región muscular y las articulaciones.
- El modo *Doppler* color puede utilizarse para el estudio de la vascularización, así como para detectar la presencia de flujo sinovial.

Selección de preajustes

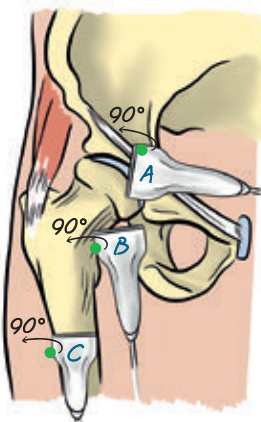
Para la exploración de la patología osteoarticular, y de acuerdo con la profundidad de la exploración, se recomienda seleccionar entre un preajuste superficial intermedio o profundo.

CAMPOS Y OBTENCIÓN DE PLANOS

Cadera

Debido a la gran cantidad de estructuras que tienen origen, recorrido o inserción en la cadera, dividiremos su estudio en cara anterior, interna, lateral y posterior (**FIGURA 15-4**).

FIGURA 15-4.



Planos de la exploración de la cadera.

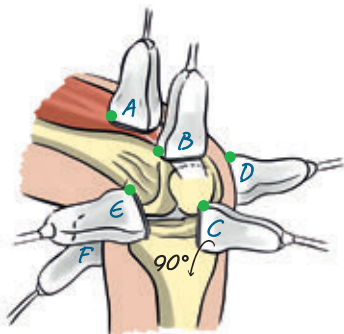
- A) Plano anterior.
- B) Plano transversal anterior.
- C) Plano transversal anterior del fémur.



Rodilla

Para examinar la articulación de la rodilla y para identificar la cápsula, el cartílago femoral, los cuádriceps, los tendones y meniscos se utilizan los planos que se muestran en la (**FIGURA 15-5**).

FIGURA 15-5.



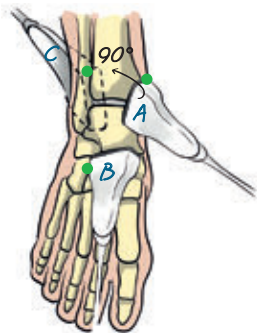
Planos de la exploración de la rodilla.

- A) Plano anterior suprarrotuliano longitudinal.
- B) Plano anterior suprarrotuliano transversal.
- C) Plano anterior infrarrotuliano longitudinal.
- D) Plano lateral.
- E) Plano medial.
- F) Plano posterior.

Tobillo

Se puede explorar en diferentes planos para visualizar la articulación del tobillo, identificando de esta forma la cápsula articular, los tendones (extensor, medial, lateral y posterior), la articulación subastragalina y la bolsa retrocalcánea (**FIGURA 15-6**).

FIGURA 15-6.



Planos de exploración del tobillo.

- A) Plano longitudinal anterior.
- B) Plano medial inframaleolar transversal.
- C) Plano posterior longitudinal.

SISTEMÁTICA DE EXPLORACIÓN

Deben explorarse todas las articulaciones, tanto en el plano transversal como en el longitudinal, realizando un barrido sistemático, con movimientos de inclinación y balanceo, cubriendo toda la zona anatómica y sin ejercer demasiada presión para no colapsar los vasos y el tejido blando superficial.





Cadera

- **Cara anterior.** Paciente en decúbito supino con discreta rotación externa. Colocar la sonda en posición longitudinal/transversal con respecto al cuello del fémur, valorando así la articulación de la cadera, el músculo sartorio y el tensor de la fascia lata.
- **Cara medial.** Paciente en decúbito supino, con aducción y rotación externa, y el pie sobre la rodilla contralateral. Con la sonda en posición longitudinal/transversal respecto a los aductores se podrán valorar los aductores mayor, menor y largo y también el recto interno.
- **Cara lateral.** Paciente en decúbito lateral, con la rodilla en ligera flexión. Colocar la sonda en los planos longitudinal/transversal sobre el trocánter mayor para valorar el tensor de la fascia lata y el glúteo menor, medio y mayor.
- **Cara posterior.** Paciente en decúbito prono, con el pie colgando fuera de la camilla. Colocar la sonda en los planos longitudinal/transversal sobre la espina iliaca posterosuperior. Se valora el glúteo mayor, el piriforme, los oblicuos, el cuadrado femoral, la cabeza larga del bíceps femoral y el semimembranoso y el semitendinoso.

Rodilla

- **Cara anterior:**
 - **Suprapatelar.** Paciente en decúbito supino con rodilla flexionada en 30-45°, con la sonda en el plano parasagital del muslo y el extremo inferior en el borde superior de la rótula. A continuación, se realiza la flexión máxima de rodilla con la sonda en el plano transversal al eje largo del fémur. Se valora el tendón del cuádriceps, el cartilago articular y los cóndilos medial y lateral.
 - **Infrapatelar.** Paciente en decúbito supino con la rodilla a 45° y posteriormente en extensión. Colocar la sonda con un extremo sobre la rótula y el otro sobre la tuberosidad anterior de la tibia. Se valora así el tendón rotuliano y la inserción anserina.
- **Cara medial.** Paciente en decúbito supino con la rodilla flexionada en valgo a 10-20°, con la sonda sobre el cóndilo femoral interno y la zona interna de la tibia. Se valora el ligamento colateral interno, el menisco interno y el tendón de la pata de ganso.
- **Cara lateral.** Paciente en decúbito supino con rodilla flexionada en varo a 10-20° y posteriormente en extensión. Sonda sobre el cóndilo femoral externo y la cabeza de peroné para valorar el ligamento colateral externo (hipoecoico), el menisco externo, el tendón poplíteo y del bíceps femoral, y el vasto externo.
- **Cara posterior.** Paciente en decúbito prono con la rodilla en extensión y el pie colgando. Colocar la sonda sobre el cóndilo femoral interno y la interlínea femorotibial interna/externa posterior. Se valora el gemelo interno, el cuerno posterior del menisco interno/externo, el ligamento cruzado posterior (hipoecoico) y los vasos poplíteos.



Tobillo

- **Cara anterior.** Paciente en decúbito supino, con la rodilla en flexión y la planta del pie apoyada, con el tobillo en flexión plantar. Con los planos longitudinal/transversal entre los maléolos se valora el tendón tibial anterior, el extensor largo de los dedos, la articulación tibio-astragalina y el ligamento tibioperoneo anteroinferior.
- **Cara medial.** Paciente en decúbito lateral con el pie en valgo. Con la sonda en longitudinal/transversal se valora el canal del tarso, la arteria, vena y nervio tibiales y los fascículos del ligamento deltoideo.
- **Cara lateral.** Paciente en decúbito lateral, con el pie en varo en flexión plantar. Colocar la sonda a nivel del extremo inferior del maléolo para valorar los tendones peroneos y los ligamentos peroneo-astragalino anterior y peroneo-calcáneo.
- **Cara posterior.** Paciente en decúbito prono, con la pierna extendida y los dedos del pie apoyados. Colocar la sonda entre ambos ejes del calcáneo posterior, valorando el tendón de Aquiles y el tendón plantar.
- **Cara dorsal del pie.** Paciente sentado, con la planta del pie apoyada y la sonda a nivel del tarso anterior para valorar las pequeñas articulaciones del pie.
- **Cara plantar del pie.** Paciente en decúbito prono, con la pierna extendida y los dedos apoyados, con la sonda a nivel de la planta del pie para valorar la fascia plantar y los neuromas de Morton.

Identificación de estructuras y patrones ecográficos normales

CADERA

Cara anterior

Se coloca la sonda en posición transversal sobre la espina iliaca anterosuperior, y se gira hacia un eje largo para observar la articulación coxofemoral y sus componentes (**FIGURA 15-7**). Desplazando caudalmente la sonda, se objetiva el cuello del fémur, donde se sitúa el receso articular anterior para poder valorar la presencia de sinovitis. Se trata de una ubicación donde realizar artrocentesis e infiltraciones articulares.

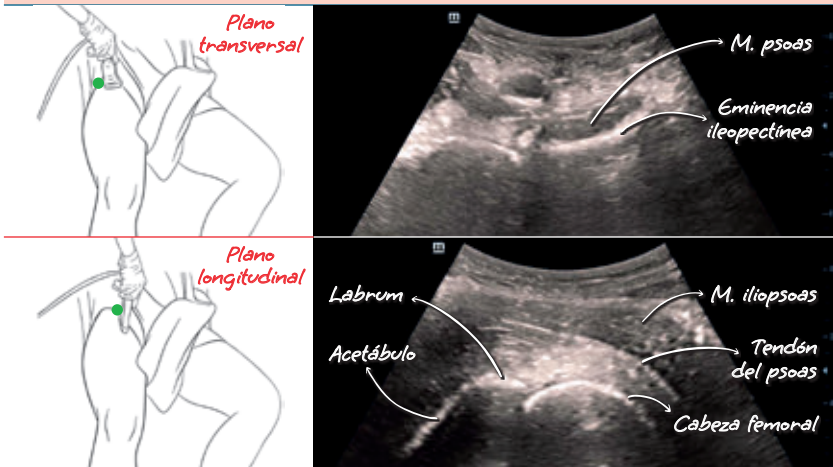
Cara medial

Se coloca la sonda en un eje transversal sobre el relieve de los músculos aductores (**FIGURA 15-8**).

Cara lateral

Se localiza manualmente el trocánter mayor, colocando la sonda de forma transversal. Se debe localizar una estructura triangular formada por una línea

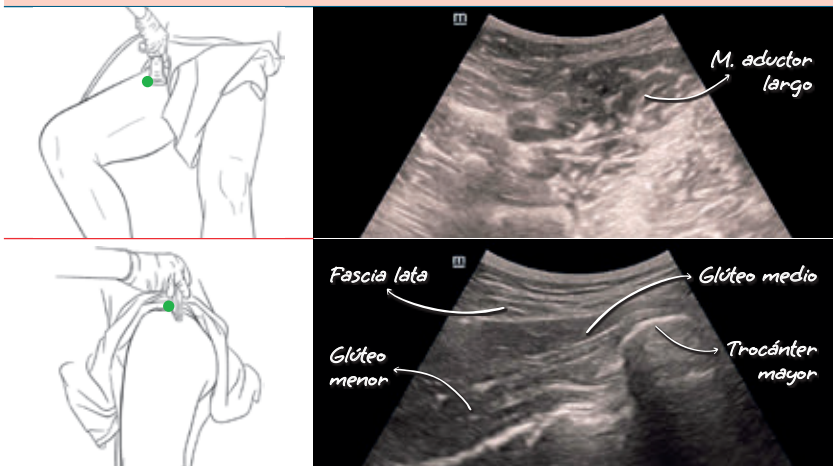


**FIGURA 15-7.**

Estructuras ecográficas normales, componentes de la anatomía musculoesquelética de la cara anterior de la cadera.

hiperecogénica con sombra acústica posterior de forma triangular; en la cara más anterior se sitúa el tendón del glúteo menor, y en la cara lateral puede localizarse el tendón de glúteo medio. Sobre estas estructuras se puede objetivar la presencia de una estructura hiperecogénica que las cubre por completo y que se trata de la fascia lata (**FIGURA 15-8**).

291

FIGURA 15-8.

Estructuras ecográficas normales, componentes de la anatomía musculoesquelética de la cara medial, lateral y posterior de la cadera.

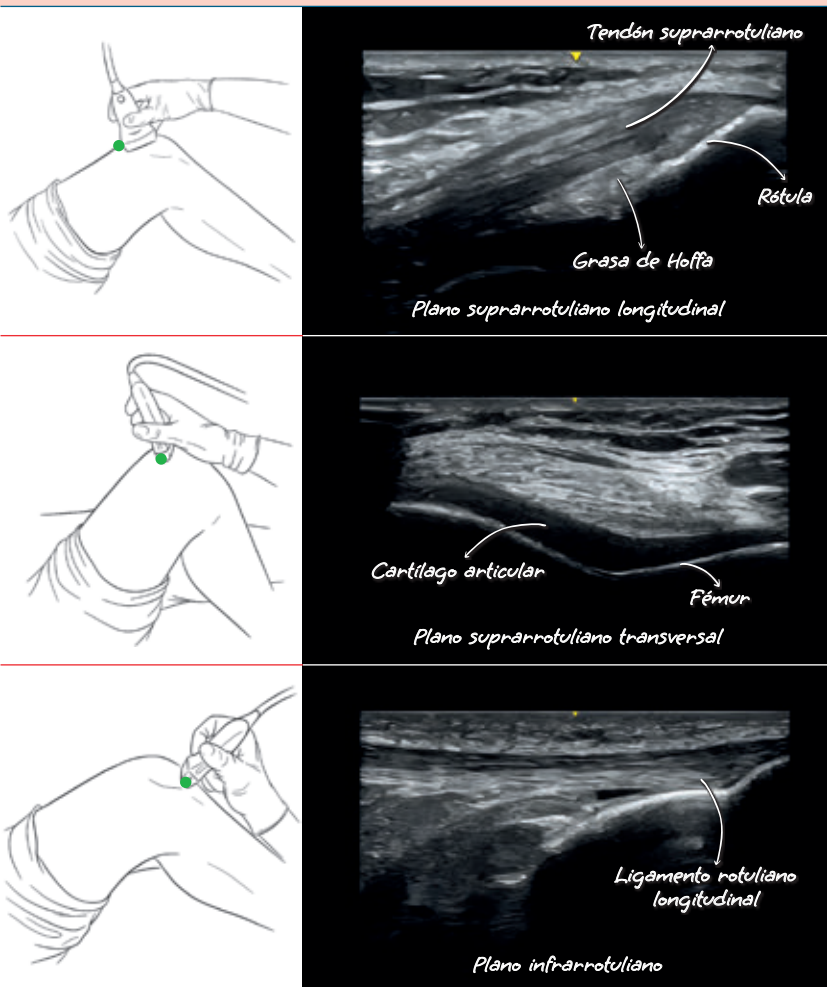


RODILLA

Cara anterior

El tendón cuadricipital se explora desde la unión miotendinosa hasta su inserción rotuliana. La evaluación rutinaria del cartílago troclear se obtiene con la rodilla en flexión forzada, visualizándose como una banda hipoeoica con bordes superior e inferior bien delimitados (**FIGURA 15-9**).

FIGURA 15-9.



Estructuras ecográficas normales, componentes de la anatomía musculoesquelética de la rodilla anterior.

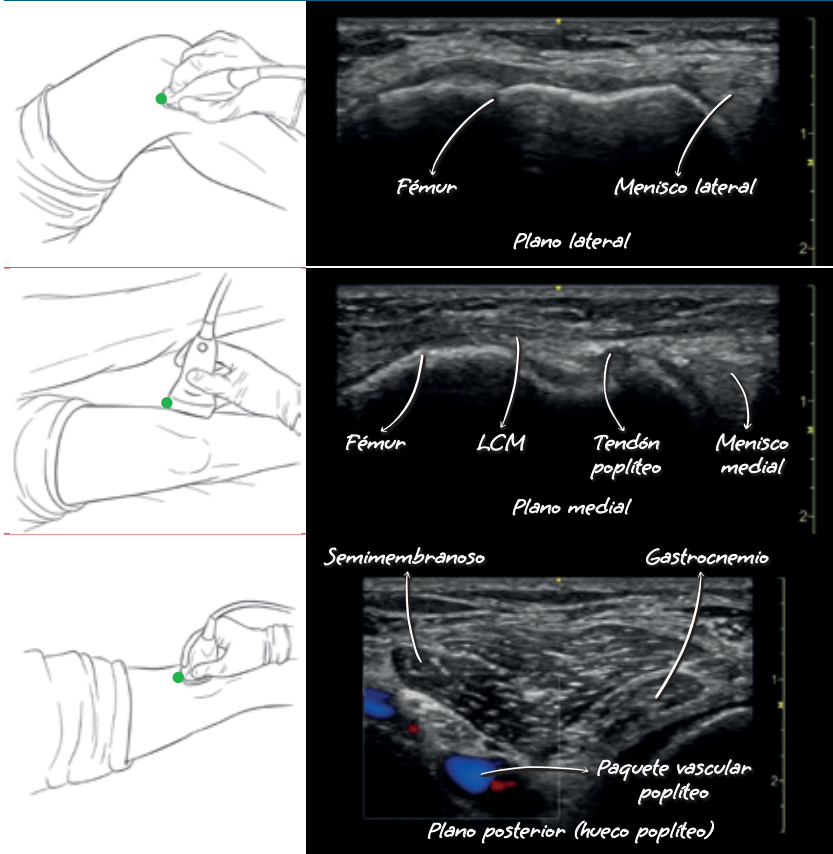




Cara posterior

El espacio poplíteo tiene forma de rombo limitado por las cabezas medial y lateral del gastrocnemio. Se debe valorar la arteria poplítea, que es una continuación directa de la arteria femoral, y la vena poplítea, de localización superficial a la arteria (**FIGURA 15-10**).

FIGURA 15-10.



293

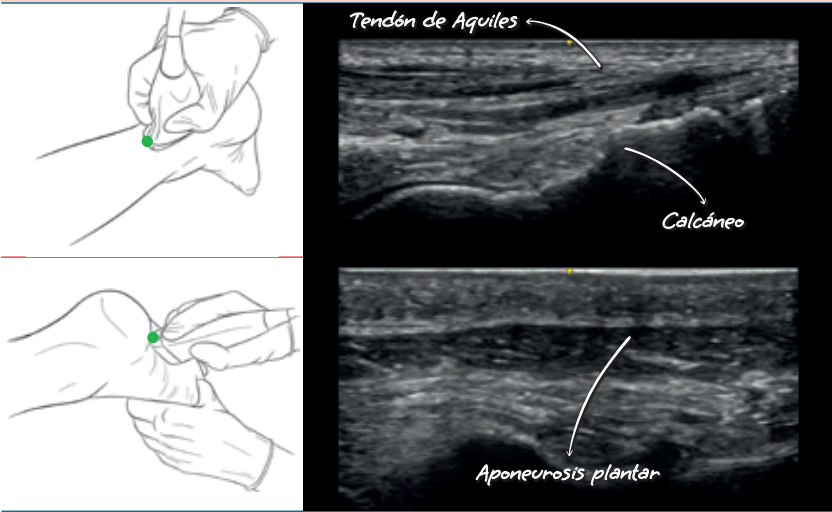
Estructuras ecográficas normales, componentes de la anatomía musculoesquelética de la rodilla posterior, lateral y medial.

TOBILLO

Los tendones están constituidos por haces de fibras colágenas paralelas, orientadas longitudinalmente y que se identifican en ecografía como líneas hiperecogénicas. La ecopalpación positiva ayudará a localizar el punto exacto de la lesión (**FIGURA 15-11**).



FIGURA 15-11.



Estructuras ecográficas normales, componentes de la anatomía musculoesquelética del tobillo.

Ecografía de las lesiones agudas más frecuentes

PATOLOGÍA A VALORAR EN EL PLANO ANTERIOR Y MEDIAL DE LA CADERA

TABLA 15-2.	
PATOLOGÍA ABORDABLE	HALLAZGOS ECOGRÁFICOS
Bursitis del psoas iliaco	La bursa del músculo iliopsoas se encuentra entre el tendón psoas iliaco y la cápsula coxofemoral, y en condiciones normales no es visible. Los hallazgos ecográficos en la bursitis son la presencia de una estructura anecoica/hipoecoica deformable con la compresión.
Sinovitis de cadera - derrame articular	Derrame sinovial en el receso de la cápsula anterior en imagen longitudinal sobre la porción del cuello del fémur. Ecográficamente se trata de un acúmulo hipoecogénico o anecoico. No confundir con el espesor normal de la cápsula. <i>Espesores de >7 mm en el receso capsular o diferencias de >1 mm respecto a la articulación contralateral se consideran hallazgos diagnósticos.</i>
Lesión muscular del tensor de la fascia lata	En este tipo de patología hay una infiltración de la ecoestructura de la zona insercional, con defecto fibrilar y hematoma de cuantía variable. Se pueden encontrar avulsiones de la espina iliaca anterosuperior (<i>imagen hiperecogénica con sombra acústica posterior</i>).
Tendinopatía de la fascia lata - sartorio	La clínica característica es el dolor en cara posterior de la espina iliaca anterosuperior (<i>muy típica de corredores</i>). Los hallazgos ecográficos son: un tendón engrosado respecto el contralateral, pérdida del patrón fibrilar y alteración hipoecogénica con heterogeneidad del tendón.

Lesiones en el plano anterior y medial de la cadera.





PATOLOGÍA A VALORAR EN PLANO LATERAL Y POSTERIOR DE LA CADERA

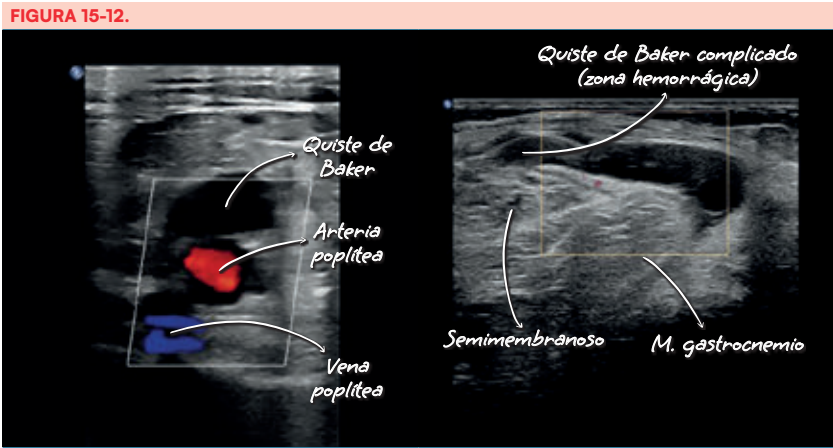
TABLA 15-3.	
PATOLOGÍA ABORDABLE	HALLAZGOS ECOGRÁFICOS
Síndrome doloroso del trocánter mayor (trocanteritis)	Ecográficamente se debe valorar la presencia de calcificaciones, engrosamiento, alteraciones de la ecogenidad y defectos insercionales completos o parciales. Siempre se debe valorar la extremidad contralateral para realizar un estudio comparativo.
Hipertrofia de la fascia lata	En la exploración clínica se observa una tumoración palpable en cara lateral de la cadera, relativamente frecuente en personas intervenidas de cadera. Ocurre por alteración funcional del glúteo medio o menor, generando una hipertrofia del tensor de la fascia lata con estructura fibrilar conservada.
Bursitis	Imágenes anecoicas o hipoeoicas correspondientes a colecciones líquidas. En la cara anterior se encuentra la bursa del glúteo menor, mientras que en la cara posterior se encuentra la bursa del glúteo medio. La más frecuente de las bursitis es la del glúteo mayor, que se sitúa por encima de la cara lateral del trocánter mayor y posterior al glúteo medio.
Derrame de Morel-Lavallée	Desprendimiento cerrado del tejido subcutáneo por traumatismo tangencial con cizallamiento del tejido graso, produciendo un hematoma a tensión. Para su estudio se recomienda el uso de abundante gel transductor y evitar en la medida de lo posible el uso de presión, debido al intenso dolor que se genera y a la posibilidad de movilizar el hematoma fuera del campo visual. Se puede encontrar el contenido hipoeoico o anecoico intensamente tabicado.
Síndrome del piramidal (plano posterior)	El objetivo principal será valorar las alteraciones focales del nervio ciático (engrosamiento, aumento de volumen, pérdida de patrón fascicular), que debe valorarse siempre comparado con la estructura contralateral.



LESIONES DE RODILLA

TABLA 15-4	
PATOLOGÍA ABORDABLE	HALLAZGOS ECOGRÁFICOS
Quiste de Baker (FIGURA 15-12)	Colección líquida anecoica, con refuerzo acústico posterior y contorno bien definido de forma redondeada y ausencia de Doppler color. En el plano transversal, el quiste rodea el tendón de la cabeza medial del músculo gastrocnemio en forma de herradura. En el plano longitudinal, el quiste aparece superficial a dicho músculo. Puede tener septos, calcio y <i>pannus</i> en su interior. El <i>diagnóstico diferencial</i> se debe realizar con: hematoma intramuscular, trombosis venosa profunda de la vena poplítea o aneurisma de la arteria poplítea.
Rotura de ligamentos o desgarro de tendones o músculos (FIGURA 15-13)	Áreas hipo o anecoicas, discontinuidad parcial de las fibras del tendón, aumento focal de la señal <i>Doppler</i> , solución de continuidad en las fibras tendinosas, con desaparición y sustitución de las mismas por material hemorrágico, o interposición de grasa y artefactos de sombra acústica en la zona del tendón.
Condrocalcinosis	Puntos hiperecogénicos de distinto tamaño dentro de los cartílagos articulares, estructuras fibrocartilaginosas, membrana sinovial y tejidos extraarticulares, que le dan a estos un aspecto irregular e hiperecogénico.
Derrame articular	Se trata de una colección anecoica localizada en recesos articulares, compresible y sin flujo <i>Doppler</i> . No confundir con colecciones purulentas que pueden ser isoecoicas, o con sinovitis que pueden parecer hipoecoicas.

Lesiones de la rodilla

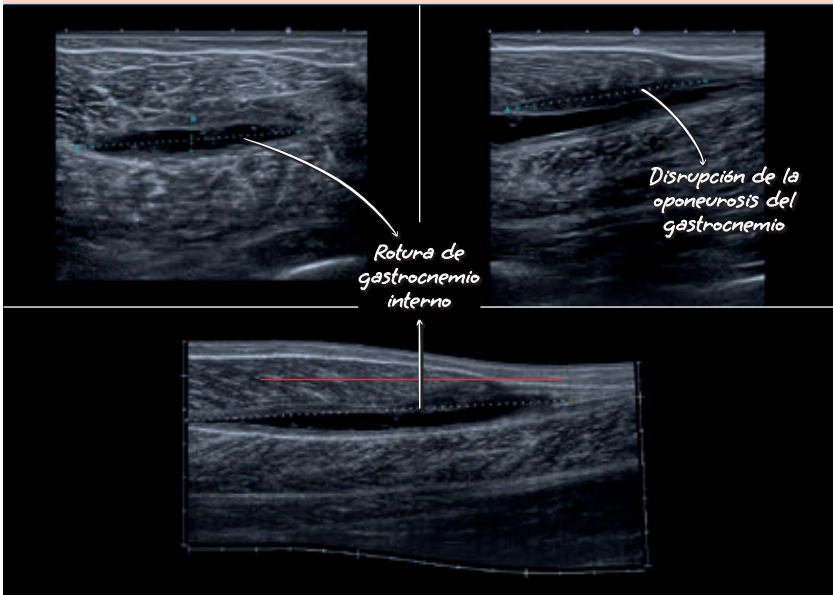


Quiste de Baker.





FIGURA 15-13.



Rotura muscular de gastrocnemio.

297


VÍDEO 15-1.
 Patología
 de rodilla.


Escanee el código QR
 para visualizar el video

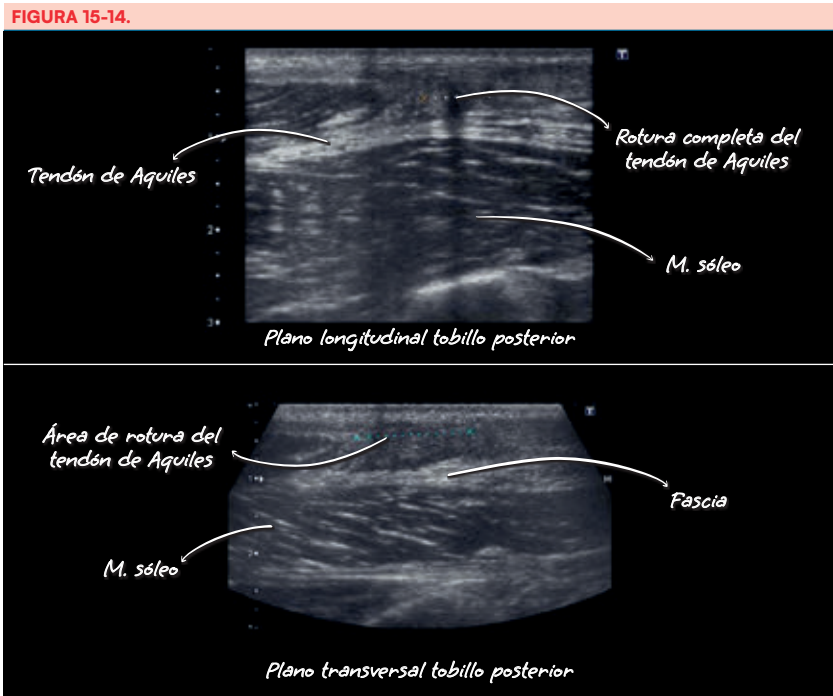
La ecografía, aparte de visualizar el derrame articular, sirve para realizar una artrocentesis ecoguiada, facilitando así la técnica. Es importante colocar una funda estéril en la sonda. Cuando hay derrame articular el acceso más fácil es en la bolsa suprapatelar, con el paciente en decúbito supino y la rodilla en ligera flexión. No obstante, cuando no hay derrame el acceso es en el plano axial, desde un abordaje lateral a la rótula y dirigiendo la punta de la aguja al espacio entre la rótula y el fémur.



LESIONES DE TOBILLO

TABLA 15-5.	
PATOLOGÍA ABORDABLE	HALLAZGOS ECOGRÁFICOS
Esguince	Pérdida del patrón fibrilar, con discontinuidad fibrilar y engrosamiento hipoeecogénico del ligamento afectado. Según el grado del esguince, se visualiza hematoma y/o avulsión ligamentaria.
Rotura del tendón de Aquiles (FIGURA 15-14)	• Rotura parcial: defecto anecoico con discontinuidad del patrón fibrilar, generalmente en el eje longitudinal del tendón y que no afecta a todo el espesor. • Rotura completa: defecto anecoico que afecta a todo el grosor del tendón.
Fascitis plantar	Se observa engrosamiento focal en la inserción calcánea, hipoeecogénico, con pérdida del patrón fibrilar y a veces con irregularidades de la superficie del calcáneo. Puede presentar hiperemia con <i>Doppler</i> tanto en la fascia como en los tejidos circundantes.

Lesiones del tobillo.



Rotura del tendón de Aquiles





Elaboración de un informe clínico

Una vez concluida la exploración, debe redactarse un informe clínico que formará parte de la exploración física del paciente (**TABLA 15-6**).

TABLA 15-6.

Nombre del explorador	
Fecha y hora de la exploración	
Momento evolutivo en el que se realiza la exploración	Describir de forma clara y breve si se realiza durante la valoración inicial, antes o durante la artrocentesis o la infiltración de tratamientos. Mencionar si se utiliza sonda con funda estéril durante la realización.
Descripción de resultados	Se explora la articulación de la cadera/rodilla/tobillo. Describir de forma clara y detallada los hallazgos de las lesiones que evidenciamos. Informar sobre la localización, tamaño, bordes, presencia o no de colecciones líquidas y calcificaciones.

Informe clínico de una ecografía musculoesquelética de miembro inferior.

299

Limitaciones

- Se trata de una técnica operador-dependiente, pero la curva de aprendizaje es muy rápida, por lo que es necesario un entrenamiento adecuado.
- En pacientes muy delgados en los que las estructuras articulares forman angulaciones, dificultan la técnica, por lo que es importante aplicar abundante gel.
- La rodilla no permite realizar valoraciones precisas de los meniscos, los cartílagos articulares, la médula ósea y el ligamento cruzado anterior, que se estudian mejor con otras técnicas como la resonancia magnética.

Errores comunes y consejos

Se debe tener en cuenta que la exploración musculoesquelética es muy superficial, por lo que al realizar compresión con la sonda se puede condicionar la aparición de artefactos o colapsar estructuras que es necesario valorar, por lo que se recomienda manipular la sonda con la mínima presión posible.

No aplicar suficiente gel conductor en estructuras anguladas es un error frecuente. En caso de que aun así, sea muy difícil la exploración, se puede



utilizar una almohadilla conductora, que sirva de superficie regular para mejorar la visualización.

Se debe destacar la importancia del artefacto de anisotropía, especialmente en los tendones rotuliano y del cuádriceps, por la curvatura que adquieren en sus inserciones. Para evitarlo habrá que realizar maniobras de flexoextensión, angulación del haz de ultrasonidos o variar el posicionamiento de la sonda.

Conclusiones. Puntos clave

- La ecografía musculoesquelética ha adquirido una gran importancia en los últimos años, utilizándose cada vez más en los servicios de Urgencias, tanto con fines diagnósticos como terapéuticos.
 - El adecuado conocimiento de la anatomía, junto con un abordaje ordenado de los diferentes compartimientos articulares y nociones básicas ecográficas, como localizar los puntos de referencia óseos para guiar la colocación de la sonda y la identificación de estructuras de tejidos blandos por ecografía, son claves para obtener imágenes de calidad y, por tanto, realizar un diagnóstico preciso.
 - Tiene la ventaja de poder realizar una valoración dinámica de la articulación, además de ser una herramienta útil para tratamientos ecoguiados, como la punción-aspiración o las infiltraciones.
-





Bibliografía

- Alves T, Girish G, Brigido MK, Jacobson JA. US of the Knee: Scanning Techniques, Pitfalls, and Pathologic Conditions. *RadioGraphics*. 2016;36:1759-75.
- Bargiela A. Utilidad de la ecografía en el estudio de la enfermedad sinovial. *Radiología*. 2010;52:301-10.
- European Training Requirements for the Speciality of Emergency Medicine. Union Européenne des Médecins specialists European Union of Medical Specialists (UEMS).
- Henningsen Ch, Sayeed Y, Bagley J, Fields Ch, Marroquin J, Quevedo M, Robinson K, C. Roll Sh, et al. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM Practice Principles for Work-Related Musculoskeletal Disorder. *J Ultrasound Med*. 2023;42:1139-57.
- Narula J, Chandrashekhar Y, Braunwald E. Time to add a fifth pillar to bedside physical examination: Inspection, palpation, percussion, auscultation, and insonation. *JAMA Cardiol*. 2018;3:346-50.
- Soni NJ, Arnfield R, Kory P. Ecografía a pie de cama. Fundamentos de la ecografía clínica. Segunda edición. Barcelona (España): Elsevier, 2020.
- Nogué Bou R. La ecografía en medicina de urgencias: una herramienta al alcance de los urgenciólogos. *Emergencias* 2008;20: 75-7.
- Ultrasound guidelines: Emergency, point-of-care and clinical ultrasound guidelines in medicine. American College of Emergency Physicians, 2023.
- Villén Villegas T, Campo Linares R, Alonso Viladot JR, Martínez Mas R, Luque Hernández MJ, Ruiz Durán M, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias*. 2022;34:377-87.





16

Ecografía musculoesquelética II

Miembro superior: anatomía y ecografía en las lesiones más frecuentes

Leticia Serrano Lázaro, Ana Pulido Arribas, Irene Arnanz González,
María Bort Gimeno y Andreina Pérez Gómez



Introducción

La ecografía clínica musculoesquelética es fundamental para la valoración de las lesiones agudas del aparato locomotor, permitiendo evaluar tejidos blandos, cartílagos, superficies óseas, estructuras periarticulares o lesiones que pueden contener líquido.

Es una prueba dinámica, inocua y reproducible, con la que se puede abordar la lesión desde diferentes planos en función de la movilidad del paciente y la evolución propia del proceso.

Además, es esencial para poder realizar técnicas o procedimientos invasivos como artrocentesis o infiltraciones, ya sea con fines diagnósticos o terapéuticos.

Como en toda exploración ecográfica, resulta imprescindible que se acompañe de una anamnesis y exploración física completa, que guíe la interpretación de la imagen obtenida. La curva de aprendizaje es rápida y sencilla, con una gran rentabilidad.

Objetivos del tema

- Describir la sistemática de exploración de la ecografía musculoesquelética del miembro superior.
 - Establecer la sonda más adecuada y los ajustes necesarios para la valoración de cada zona.
 - Identificar los patrones ecográficos normales de cada estructura: músculo, ligamentos, tendones, tejido subcutáneo.
 - Reconocer los diferentes artefactos generados y su interpretación fisiopatológica.
 - Saber identificar e interpretar las imágenes ecográficas de las lesiones agudas más frecuentes de la patología musculoesquelética del miembro superior.
 - Explicar la utilidad de la ecografía para realizar procedimientos como la artrocentesis y las infiltraciones.
 - Detallar las limitaciones de la técnica, los errores más frecuentes y sus posibles soluciones.
-





Competencias básicas

TABLA 16-1.	
COMPETENCIAS BÁSICAS	
Ecografía musculoesquelética del miembro superior	Identificar las estructuras anatómicas articulares.
	Incorporar a la práctica habitual una sistemática de exploración adaptada a la sospecha clínica.
	Distinguir la presencia de derrame articular.
	Identificar lesiones musculares, tendinosas, luxaciones y fracturas.
Ecografía en procedimientos articulares	Reconocer infecciones musculares como miositis o piomiositis.
	Guía ecográfica en toda artrocentesis (procedimiento ecoguiado y ecofacilitado).
	Aumentar la eficacia y seguridad de la técnica (punción/infiltración).

Técnica de exploración

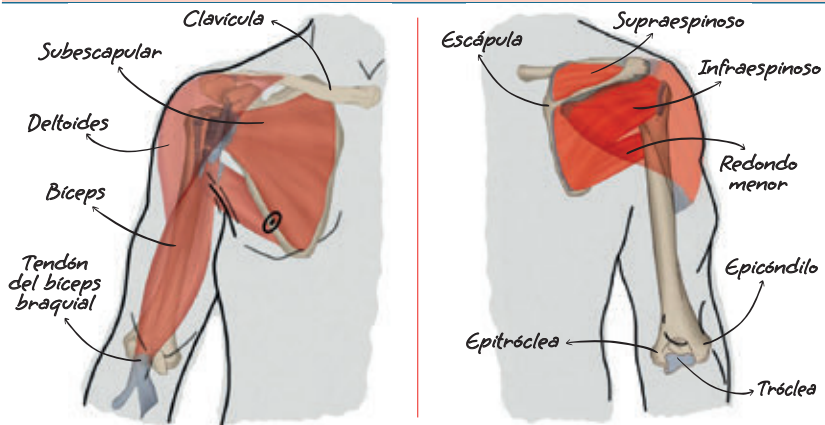
Dentro de la sistemática de exploración ecográfica del miembro superior es imprescindible conocer la anatomía normal de los tendones, paquetes musculares y componentes óseos que constituyen las diferentes articulaciones, adquirir las habilidades necesarias para la correcta selección de la sonda y realizar los ajustes necesarios del ecógrafo para obtener el mayor rendimiento de la técnica.

305

RECUERDO ANATÓMICO

Hombro

FIGURA 16-1.

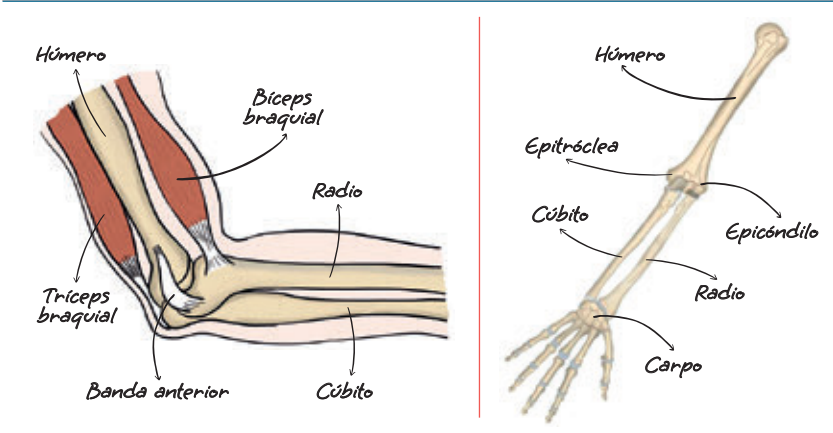


Anatomía básica del miembro superior: cara anterior y posterior del hombro.



Codo

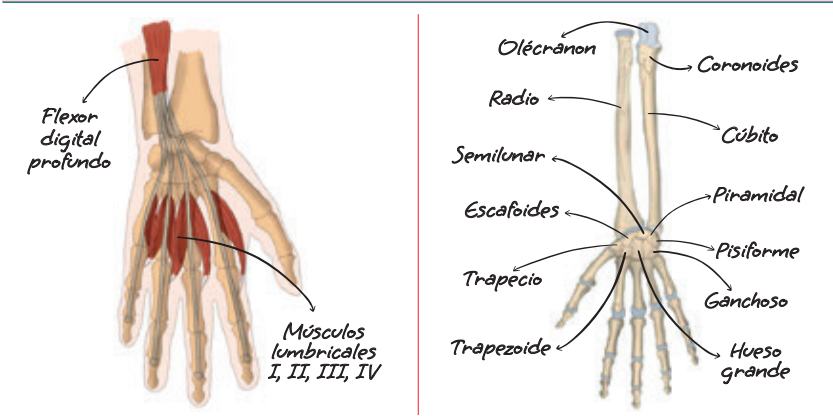
FIGURA 16-2.



Anatomía básica del miembro superior: codo.

Muñeca

FIGURA 16-3.



Anatomía básica del miembro superior: muñeca y mano.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Es importante que el paciente se coloque en una posición cómoda durante la exploración, buscando que la región anatómica que se vaya a explorar se encuentre lo más relajada posible. Se debe evitar hacer una compresión excesiva sobre el tejido explorado, para evitar la aparición de artefactos o la distorsión





de los tejidos. Se debe completar la exploración mediante un examen dinámico con movimientos tanto activos como pasivos, para evaluar de esta forma la estabilidad y funcionalidad de la articulación.

SONDAS, MODOS ECOGRÁFICOS Y PREAJUSTES

Selección de la sonda

En el caso de la exploración musculoesquelética, la elección de la sonda dependerá del estudio que se vaya a realizar. Habitualmente se utilizarán sondas lineales de alta frecuencia (7-18 MHz), dado que permiten valorar las estructuras anatómicas localizadas de forma más superficial, como los tendones, los ligamentos y las pequeñas articulaciones.

En caso de tener que explorar una articulación más grande y profunda, se emplearán sondas de baja frecuencia (3-5 MHz).

Selección del modo ecográfico

El modo B (2D) proporciona datos esenciales sobre la anatomía de la región explorada.

El modo *Doppler* color se puede utilizar para detectar el flujo sinovial y también, indirectamente, la vascularización sinovial. Puede resaltar zonas de hipermia debido a inflamación local.

Selección de preajustes

Para la exploración del sistema musculoesquelético y articular es fundamental contar con un equipo de alta resolución y calidad.

CAMPOS Y OBTENCIÓN DE PLANOS

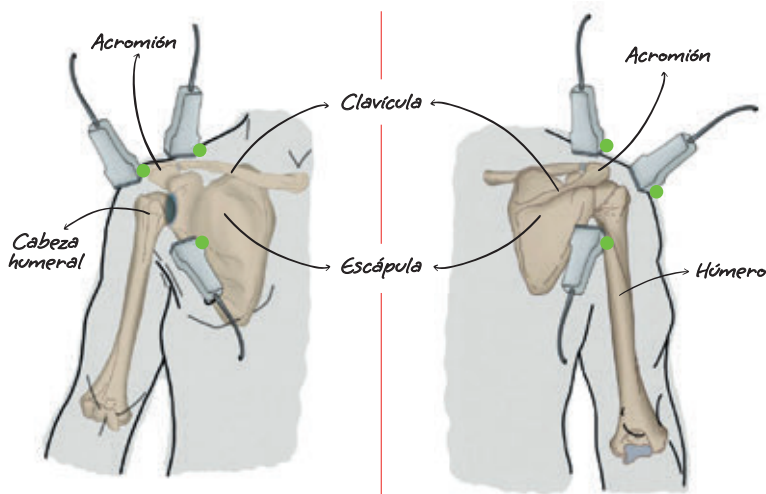
Hombro (FIGURA 16-4)

- **Plano transversal del bíceps:** paciente sentado a 90°, con la palma de la mano hacia arriba. Se coloca la sonda horizontal, con la tuberosidad mayor lateralmente y la tuberosidad menor medialmente.
- **Plano longitudinal del bíceps:** desde la posición anterior, se coloca la sonda verticalmente entre las tuberosidades mayor y menor.
- **Plano longitudinal del subescapular:** paciente sentado, con la palma de la mano hacia arriba y el hombro girado externamente al máximo. Colocar la sonda horizontalmente sobre la tuberosidad menor.
- **Plano transversal del subescapular:** desde la posición anterior, se coloca la sonda verticalmente sobre la tuberosidad menor.
- **Plano del infraespinoso:** paciente sentado, con el brazo girado internamente sobre el cuerpo. Colocar la sonda horizontal sobre el hombro lateral, incluyendo el borde posterior de la tuberosidad mayor.



- **Plano del glenohumeral:** paciente sentado, con el brazo girado externamente. Sonda horizontal al tendón infraespinoso.
- **Plano longitudinal del supraespinoso:** brazo en máxima rotación interna, con la superficie dorsal de la mano en región media de espalda (posición Crass). Colocar la sonda verticalmente sobre la punta de la tuberosidad mayor.
- **Plano transversal del supraespinoso:** colocar el brazo del paciente en la posición Crass, colocando la sonda de manera horizontal.
- **Plano de la articulación acromioclavicular:** paciente sentado, con el brazo a un lado. Sonda horizontal, desplazándola hacia la parte superior del hombro a través de la clavícula y el acromion.

FIGURA 16-4.



Campos y obtención de los planos del hombro.

Codo (FIGURA 16-5)

- **Plano longitudinal anterior:** paciente sentado, con el codo extendido. Colocar la sonda en posición anterior, verticalmente sobre el cóndilo humeral, y deslizarla medialmente hacia la tróclea.
- **Plano transversal anterior:** paciente con el codo extendido, colocamos la sonda en posición anterior y horizontal entre el cóndilo y la tróclea del húmero distal.
- **Plano longitudinal lateral:** codo flexionado a 90°, con rotación interna. Se coloca la sonda en epicóndilo lateral, en el plano longitudinal de los tendones extensores comunes.





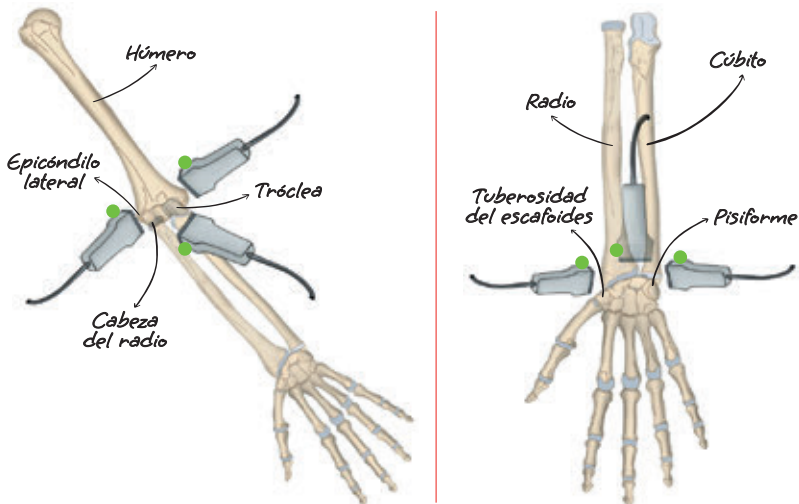
- **Plano longitudinal medial:** paciente con el codo extendido a 45° y en rotación externa. Se coloca la sonda de forma longitudinal sobre el epicóndilo medial.
- **Plano longitudinal posterior:** paciente con el codo flexionado a 90° , en rotación interna y apoyándolo sobre la mesa, dejando el olécranon fuera de ésta. Colocar la sonda verticalmente a la fosa del olécranon.
- **Plano transversal posterior:** con la posición anterior, se coloca la sonda horizontalmente al olécranon.

Muñeca-mano

- **Vista transversal dorsal:** paciente con la palma de la mano hacia abajo, en posición neutra. Se coloca la sonda horizontalmente, con un borde sobre el tubérculo de Lister y el otro borde sobre el cúbito.
- **Plano longitudinal dorsal:** colocar la sonda sobre el centro de la muñeca, de manera longitudinal y en línea con el tercer metacarpiano.
- **Plano longitudinal y transversal radial:** paciente con la muñeca rotada, con el lado radial hacia arriba. La sonda se coloca longitudinalmente sobre el radio distal, y luego se gira 90° para la vista transversal.
- **Plano longitudinal y transversal cubital:** paciente con el codo flexionado y la muñeca en posición neutra, ligeramente en ángulo radial. Colocar la sonda sobre el cubito distal.

309

FIGURA 16-5.



Campos y obtención de los planos de codo, muñeca y mano.



- **Plano volar/palmar transversal:** mano con la palma hacia arriba, en ligera flexión palmar. Se coloca la sonda horizontalmente, desde el escafoidees hasta el pisiforme.
- **Plano volar/palmar longitudinal:** mano con la palma hacia arriba, en ligera flexión palmar. Colocamos la sonda longitudinalmente a lo largo del nervio mediano.

SISTEMÁTICA DE EXPLORACIÓN

Es necesario recordar que cada estructura anatómica se debe estudiar de manera rutinaria por lo menos en los planos tanto longitudinal como transversal, cubriendo toda el área anatómica para tener una composición más fiable de lo que se está visualizando.

Identificación de estructuras ecográficas como patrones ecográficos normales

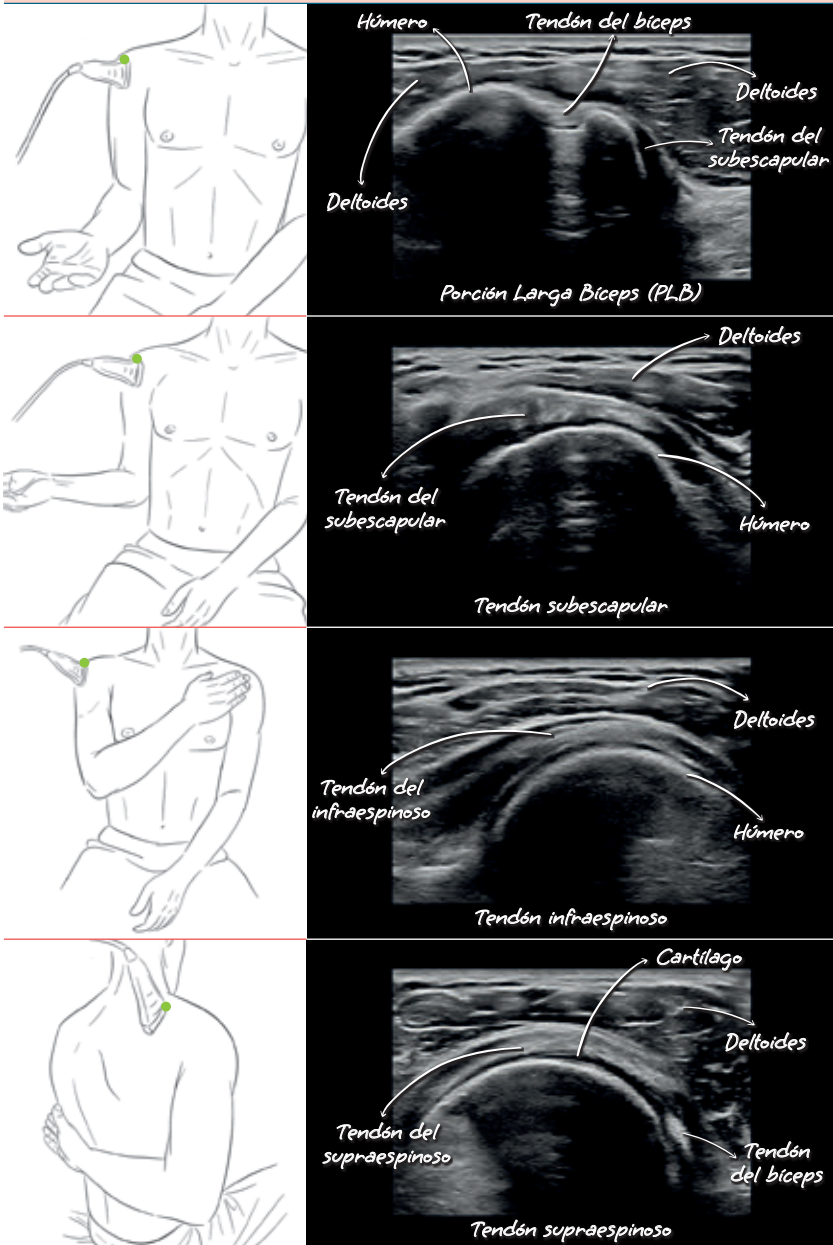
Para poder interpretar las imágenes que nos vamos a encontrar al realizar una ecografía musculoesquelética, es imprescindible conocer cuáles son los patrones ecográficos normales de cada una de las estructuras que se van a ir identificando y cómo se van a ver en la imagen ecográfica (**FIGURA 16-6**).

- **Tendón:** aparecerá como unas líneas hiperecoicas paralelas entre sí y con una estructura regular uniforme.
- **Ligamentos:** forman estructuras de bordes hiperecoicos, con un patrón interior fibrilar hipoeicoico que en muchas ocasiones es irregular. Se pueden identificar cerca de sus inserciones óseas y se ven mejor en el plano longitudinal.
- **Músculos:** el músculo siempre se explora desde su origen hasta su inserción, tanto en planos longitudinales como transversales. Es importante tener en cuenta que, tras realizar contracciones musculares, éstos aumentan de tamaño al incrementarse el flujo sanguíneo, y esto se puede captar mediante señal *Doppler* siendo, en este caso, algo completamente normal. El ultrasonido permite evaluar de manera detallada la estructura del músculo, siendo el método más adecuado para poder evaluar los diferentes tipos de patologías.
- **Cartilago articular:** el cartilago hialino se visualiza como una estructura homogénea, anecoica, con niveles bajos de ganancia o bien, hipoeicoica o ecoica, si se aumenta la ganancia. Su espesor puede variar en función de la articulación explorada, siendo su mayor espesor de 3 mm a nivel de los condilos femorales de la rodilla.
- **Hueso:** línea hiperecogénica de forma homogénea.





FIGURA 16-6.



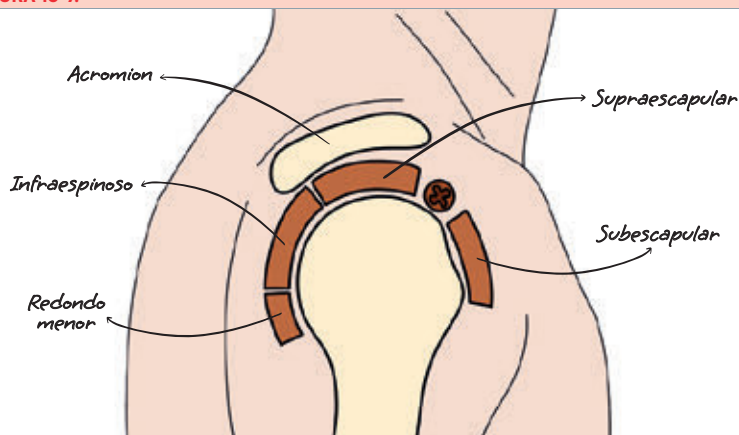
Ecografía de las lesiones agudas más frecuentes

LESIONES DEL HOMBRO

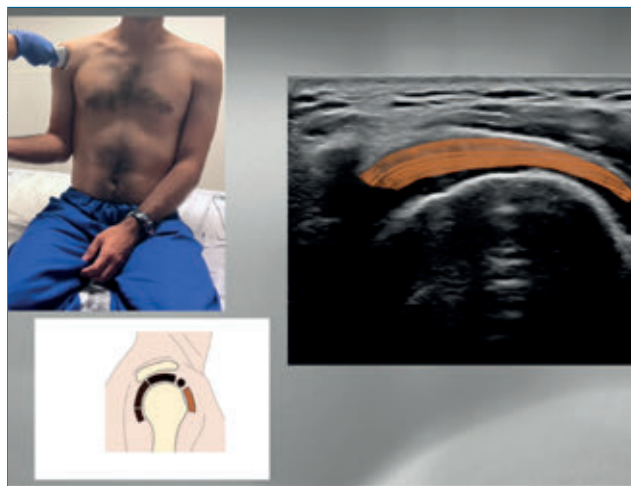
Lesiones del manguito de los rotadores (supraespinoso, infraespinoso, subescapular, redondo menor) y del tendón del bíceps

Tras una buena historia clínica y la exploración física, la ecografía debe ser la técnica de elección para el estudio de la patología del manguito de los rotadores (**FIGURA 16-7** y **VÍDEO 16-1**).

FIGURA 16-7.



Dibujo esquemático del manguito de los rotadores.



VÍDEO 16-1.

Exploración
del manguito de
los rotadores



Escanee el código QR
para visualizar el video



En función del plano, hay que considerar las posibles patologías, detalladas en las **TABLAS 16-2 y 16-3** y en la **FIGURA 16-8**.

TABLA 16-2.

PATOLOGÍA ABORDABLE	HALLAZGOS ECOGRÁFICOS
Tendinitis	Alteración de la ecoestructura, con imágenes hipoeecogénicas y ecogénicas alternantes (ecogenicidad heterogénea). Presencia de edema.
Sinovitis	Imagen anecoica que rodea al tendón del bíceps, de más de 2 mm de grosor.
Luxación	Imagen anecoica en la corredera, por ausencia del tendón, el tendón se observa fuera de la misma.
Rotura	Imagen anecoica en la corredera, con interrupción de la ecoestructura del tendón. No hay tendón fuera de la corredera bicipital.

Plano transversal y longitudinal del bíceps.

TABLA 16-3.

PATOLOGÍA ABORDABLE	HALLAZGOS ECOGRÁFICOS
Tendinitis (no calcificante)	Engrosamiento del tendón con pérdida de definición de los límites. Alteración de la ecoestructura, con líneas hipoeecogénicas alternando con ecogénicas y/o hipereecogénicas.
Tendinitis calcificante	Características de tendinitis no calcificante y además lesión hipereecogénica. Puede ser única o múltiple, de tamaño variable y aspecto redondeado, reflectante y con sombra posterior.
Rotura parcial	Imagen anecoica en el interior del tendón valorado, sin abarcar el grosor total del mismo, con una interrupción parcial de la estructura fibrilar normal y rodeada del tendón normal.
Rotura total	Adelgazamiento del tendón, discontinuidad de la ecogenicidad del tendón, e imagen anecoica dentro de la estructura tendinosa (hematoma). A veces podemos observar retracción de este. Otros signos asociados pueden ser: • Descenso del deltoides. • No visualización del tendón. • Tuberosidad desnuda. • Irregularidad del reborde humeral.

Planos longitudinal/transversal del subescapular, supraespinoso y transversal del infraespinoso.



FIGURA 16-8.

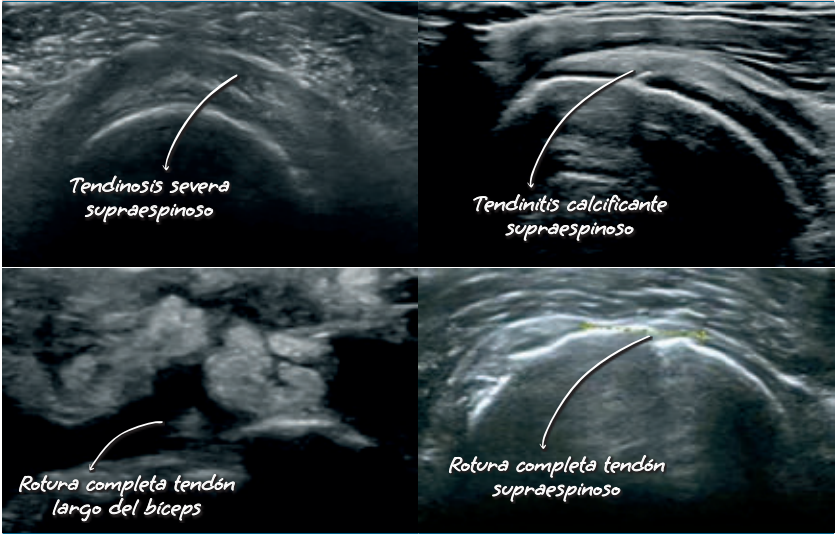


Imagen ecográfica patología más frecuente del hombro.

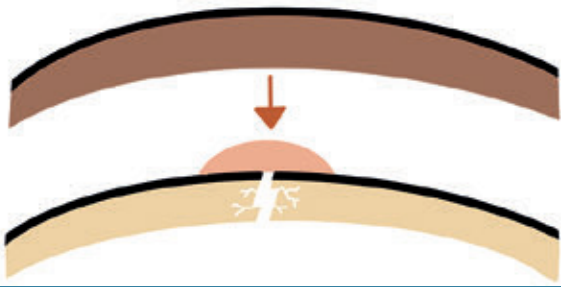
Patología de la articulación acromioclavicular

TABLA 16-4.

PATOLOGÍA ABORDABLE	HALLAZGOS ECOGRÁFICOS
Osteoartritis	Irregularidades en los perfiles corticales, osteofitos y distensión capsular superior a 4 mm.
Lesión traumática	Desalineación de los componentes de la articulación por rotura capsular, separación acromioclavicular o fractura (FIGURA 16-9).

Articulación acromioclavicular.

FIGURA 16-9.



Dibujo esquemático de una fractura ósea.





LESIONES DEL CODO

El codo es una articulación compleja donde se puede utilizar la ecografía como herramienta para completar el estudio del paciente. En función del plano explorado, se pueden encontrar las imágenes patológicas que se muestran en la **TABLA 16-5** y la **FIGURA 16-10**.

TABLA 16-5.	
PATOLOGÍA ABORDABLE	HALLAZGOS ECOGRÁFICOS
Epicondilitis	Tendinopatía del tendón flexor común, conocida como “codo de tenista”. En el plano longitudinal, veremos una disminución de la ecogenicidad a nivel del tendón flexor común junto con borramiento del patrón fibrilar, aumentando la convexidad de la superficie tendinosa. Podremos observar en algunos casos calcificaciones o incluso roturas parciales del tendón como áreas hipoeoicas o anecoicas que se encontrarán bien definidas. Con el <i>Doppler</i> podremos valorar la neovascularización que se forma en torno a estas lesiones y que podemos correlacionar con la sintomatología del paciente.
Epitrocleitis	Tendinopatía del tendón extensor común, conocida como “codo de golfista”. En el plano longitudinal, veremos la disminución de la ecogenicidad a nivel del tendón, junto con la pérdida del patrón fibrilar. Podremos ver cómo, en algunos casos, puede aumentar tanto el volumen como la convexidad del margen del tendón, haciendo que el contorno pierda definición.
Bursitis olecraniana	Veremos una distensión de la bursa que presenta contenido líquido, que puede ser anecoico o con imágenes puntiformes ecogénicas dispersas o septos.

315

Lesiones del codo.

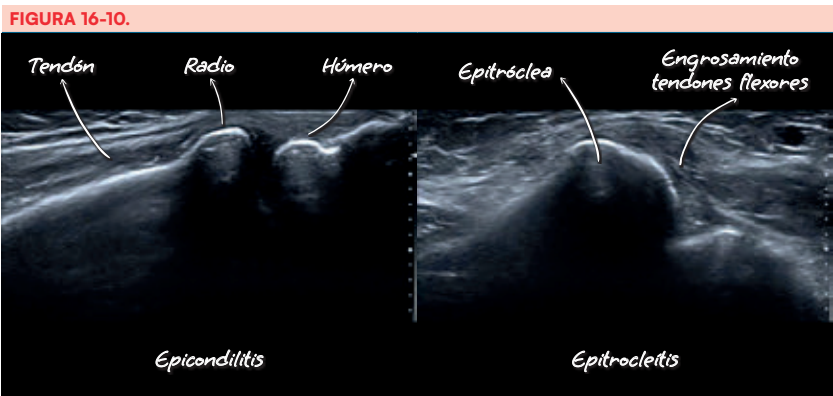


Imagen ecográfica de epicondilitis y epitrocleitis.



LESIONES DE MANO Y MUÑECA

La mano es una estructura anatómica compleja, formada por más de medio centenar de elementos, entre huesos y articulaciones, tendones, músculos y estructuras vasculonerviosas y, por tanto, se verá patología de múltiples etiologías, fundamentalmente tumorales, inflamatorias o de origen traumático. La ecografía es una herramienta útil para evaluar estas afecciones (**TABLA 16-6** y **FIGURAS 16-11, 16-12 y 16-13**).

TABLA 16-6.	
PATOLOGÍA ABORDABLE	HALLAZGOS ECOGRÁFICOS
Túnel del carpo	Colocando la sonda de manera transversal en la región palmar proximal de la muñeca, con el escafoides y pisiforme como límites óseos. En el interior discurren los tendones flexores profundos, superficiales, el flexor largo del pulgar y el nervio mediano. Posteriormente, desplazaremos la sonda distalmente para explorar la parte distal del túnel del carpo, y los límites en los que nos tenemos que situar son el tubérculo del trapecio en el lado radial y el ganchoso en la parte cubital. Es la forma más frecuente de neuropatía compresiva de la mano. Aparece una mayor área de sección del nervio mediano, aumento de la ecogenicidad, y aplanamiento del nervio en la zona del hueso ganchoso, con engrosamiento del retináculo flexor. La ecografía a este nivel se utiliza fundamentalmente para descartar lesiones compresivas asociadas.
Canal de Guyon y ganglión	Es un espacio triangular situado medial y superficial al túnel del carpo, donde se identifican el nervio y la arteria cubital. Colocaremos la sonda de manera transversal en la cara palmar y medial al túnel del carpo, quedando delimitado por el hueso pisiforme en cara lateral. El síndrome del canal de Guyon cursa con el atrapamiento o compresión del nervio cubital, y la principal causa es la presencia de un ganglión que comprime el nervio. El ganglión se distingue como una lesión ovalada, circunscrita, anecoica, que presiona el nervio contra el hueso pisiforme.

Lesiones de la mano y la muñeca.

FIGURA 16-11.

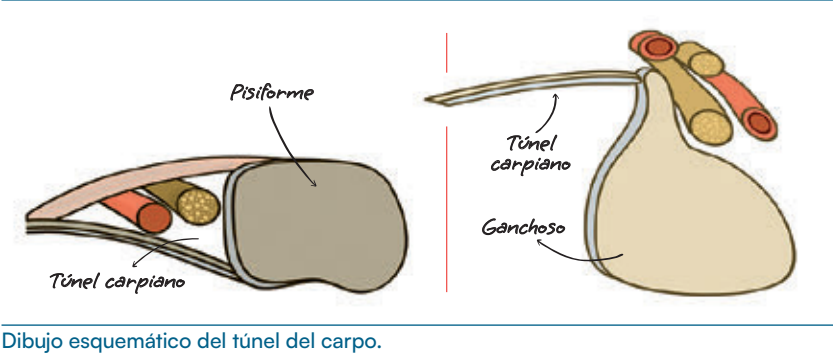




FIGURA 16-12.

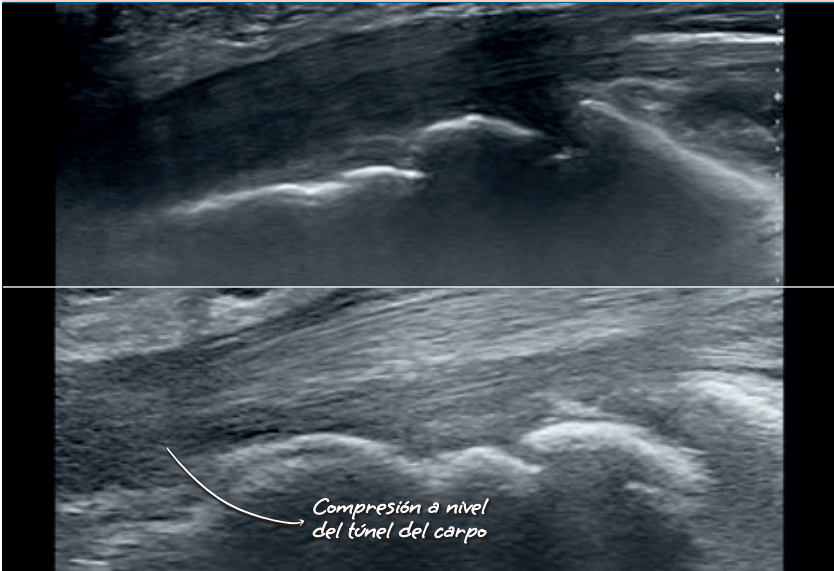
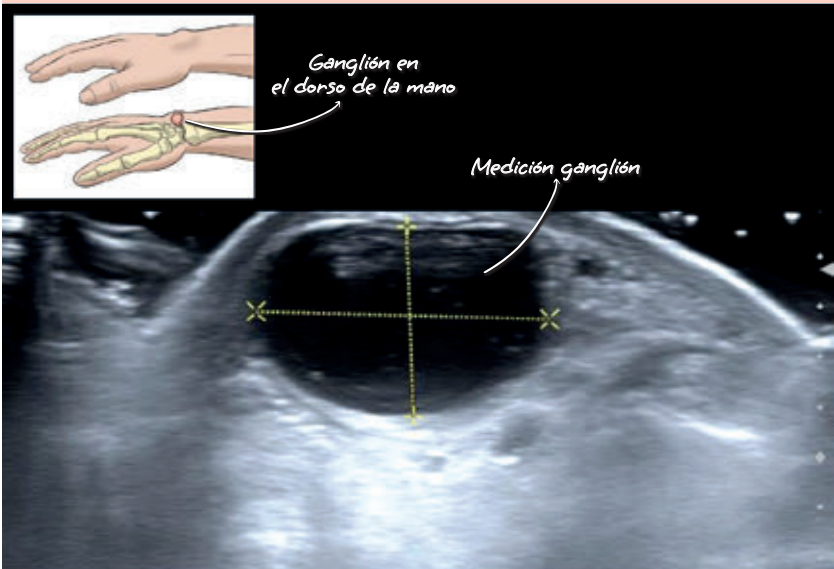


Imagen ecográfica de atrapamiento en el túnel del carpo.

317

FIGURA 16-13.



Dibujo anatómico e imagen ecográfica de un ganglión.



Elaboración de un informe clínico

Una vez concluida la exploración a pie de cama, debe redactarse un informe clínico, que formará parte de la exploración física del paciente (**TABLA 16-7**).

TABLA 16-7.	
Nombre del explorador	
Fecha y hora de la exploración	
Momento evolutivo en el que se realiza la exploración	Describir de forma clara y breve si se realiza durante la valoración inicial, antes o después de determinados tratamientos (infiltraciones, punción-aspiración) y/o durante el ingreso del paciente o su proceso evolutivo.
Descripción de resultados	Describir de forma clara los hallazgos anatómicos y sonográficos, con las variaciones que observamos con respecto a la normalidad realizando una descripción detallada de las lesiones que evidenciamos. Informar sobre la localización, tamaño, bordes, presencia o no de colecciones líquidas y calcificaciones.

Informe clínico de una ecografía musculoesquelética.

Limitaciones de la técnica

Una de las limitaciones de la ecografía es que es una técnica operador-dependiente, situación que se puede modificar con un entrenamiento apropiado. En pacientes obesos o muy musculosos puede ser difícil poder llevar a cabo la exploración con una sonda de alta frecuencia, dado que probablemente sea necesaria una mayor profundidad, que se conseguirá utilizando sondas convexas o sectoriales de baja frecuencia.

Errores comunes y consejos

- Realizar una excesiva compresión con la sonda sobre el tejido explorado, provocará mayor distorsión de los tejidos e incluso aparición de artefactos. En la patología musculoesquelética, habitualmente se van a explorar zonas poco profundas, por lo que, utilizando sondas lineales de alta frecuencia, se conseguirá una imagen de calidad sin necesidad de hacer grandes compresiones sobre la zona.
- La anisotropía (artefacto) de los tendones puede interpretarse erróneamente como un edema y confundirse con una tendinitis. Utilizar múltiples planos e inclinar la sonda puede ayudar a diferenciar la anisotropía de la tendinitis.





Conclusiones. Puntos clave

- La ecografía musculoesquelética es una técnica de exploración que se ha extendido en los últimos años, siendo un método fiable, eficiente y eficaz para la valoración de las lesiones más frecuentes del aparato locomotor.
- La sospecha clínica de rotura del supraespinoso o del manguito de los rotadores es la principal indicación de la ecografía del hombro.
- Es una exploración fundamental para llevar a cabo procesos ecoguiados tanto con fines diagnósticos como terapéuticos, tales como la punción-aspiración o las infiltraciones.
- Es preciso establecer siempre una correlación con la clínica y la exploración física del paciente.



Bibliografía

- Bargiela A. Utilidad de la ecografía en el estudio de la enfermedad sinovial. *Radiología*. 2010; 52: 301-10.
 - European Training Requirements for the Speciality of Emergency Medicine. Union Européenne des Médecins specialists European Union of Medical Specialists (UEMS).
 - García-Macero RA, Foo KA, López Pereiro O, Solla Camino JM. Evaluación ecográfica de la anatomía del hombro en 10 pasos y hallazgos patológicos comunes. Revisión narrativa. *EuroEco*. 2021; 10(1):1-8.
 - Henningsen CH, Sayeed Y, Bagley J, Fields CH, Marroquin J, Quevedo M, Robinson K, Roll SH, et al. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM Practice Principles for Work-Related Musculoskeletal Disorder. *J Ultrasound Med*. 2023; 42: 1139-57.
 - Narula J, Chandrashekar Y, Braunwald E. Time to add a fifth pillar to bedside physical examination: Inspection, palpation, percussion, auscultation, and insonation. *JAMA Cardiol*. 2018; 3: 346-50.
 - Nogué Bou R. La ecografía en medicina de urgencias: una herramienta al alcance de los urgenciólogos. *Emergencias* 2008; 20: 75-7.
 - Sánchez Barrancos IM, Ruiz Serrano AL, González Santisteban R, Manso García S, Hernández Rodríguez T, Lozano Gago P, Conangla Ferrín L. Utilidad y fiabilidad de la ecografía clínica musculoesquelética en medicina familiar (I): rodilla, hombro y entesis. *Atención Primaria*. 2018; 50(10): 629-43.
 - Ultrasound guidelines: Emergency, point-of-care and clinical ultrasound guidelines in medicine. American College of Emergency Physicians, 2023.
 - Villén Villegas T, Campo Linares R, Alonso Viladot JR, Martínez Mas R, Luque Hernández MJ, Ruiz Durán M, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias*. 2022; 34: 377-87.
 - Wakefield RJ, Balint PV, Szudlarek M, Filippucci E, Backhaus M, D'Agostino MA, et al. Musculoskeletal ultrasound including definitions for ultrasonographic pathology. *J Rheumatology*. 2005; 32: 2485-7.
-



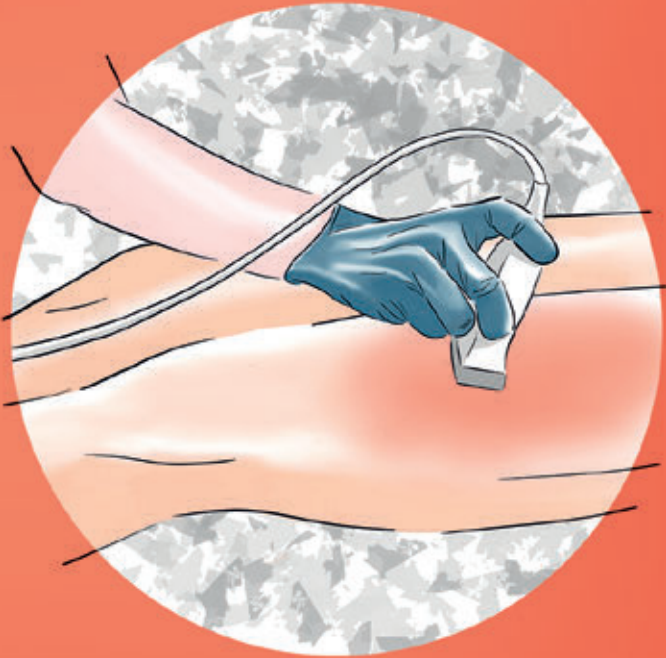


17

Ecografía en infecciones de partes blandas

Celulitis, flemones y abscesos,
miositis, fascitis. Adenopatías

Sergio Navarro Gutiérrez, Mauricio Romero Martínez,
Alejandro Paz Anaya y Pilar Romero Crespo



Introducción

Las infecciones de la piel y los tejidos blandos son un motivo de consulta frecuente. Aunque la mayoría de los casos se pueden tratar de forma ambulatoria, en los últimos años se ha observado una mayor tasa de infecciones asociadas a *Staphylococcus aureus* meticilin-resistente (SAMR) o cuadros graves de fascitis necrotizante causadas por estreptococos del grupo A en pacientes de riesgo.

Las infecciones de partes blandas suelen deberse a la inoculación directa a través de la piel rota, a la propagación contigua desde una infección adyacente por traumatismo, cirugía previa o úlcera diabética, y menos habitualmente, por siembra hematógena. El microorganismo más frecuente es el *Staphylococcus aureus*, seguido de las infecciones polimicrobianas. Los gérmenes causantes varían en función de la edad y la presencia de enfermedades subyacentes como, por ejemplo, la presencia de *Pseudomonas* y *Klebsiella* en pacientes que consumen drogas por vía intravenosa, o las infecciones fúngicas en individuos inmunodeprimidos.

Los abscesos y la celulitis constituyen la mayoría de las consultas por infecciones de piel y partes blandas y, a menudo, presentan hallazgos similares en la exploración física. Los abscesos no detectados se vuelven cada vez más dolorosos, pudiendo provocar complicaciones graves y siendo causa de múltiples visitas a urgencias.

Objetivos del tema

La ecografía es útil en las infecciones de la piel y partes blandas en cualquier localización anatómica y cualquier tipo de proceso o lesión, siempre como complemento de una minuciosa exploración física, mejorando la capacidad para establecer un correcto diagnóstico diferencial.

-
- Seleccionar la sonda más adecuada para la valoración de cada zona en función de la profundidad necesaria.
-
- Describir los patrones ecográficos normales de cada estructura de la piel.
-
- Reconocer los diferentes artefactos generados y su interpretación fisiopatológica.
-
- Valorar e interpretar las imágenes ecográficas de las lesiones agudas más frecuentes de la patología infecciosa de partes blandas.
-
- Establecer la utilidad de la ecografía para realizar procedimientos como la punción-aspiración guiada.
-
- Explicar las limitaciones de la técnica, los errores más frecuentes y sus posibles soluciones.
-





Competencias básicas

- Identificar las estructuras anatómicas normales y determinar la localización, profundidad y tamaño de las lesiones.
- Determinar la existencia o no de una lesión ocupante de espacio y sus características, vascularización, y aspecto sólido o quístico.
- Valorar la presencia de celulitis, miositis/piomiositis, abscesos o flemones.
- Reconocer las características de las adenopatías.
- Guiar la realización de procedimientos como la toma de muestras por punción-aspiración con aguja fina (PAAF) o el drenaje de colecciones líquidas, mejorando la precisión y minimizando el riesgo.

Técnica de exploración

Dentro de la sistemática de exploración ecográfica de las lesiones de partes blandas es imprescindible conocer la anatomía normal de las diferentes capas de la piel, adquirir las habilidades necesarias para la correcta selección de la sonda y realizar los ajustes necesarios del ecógrafo para obtener el mayor rendimiento de la técnica. A menudo resulta útil obtener imágenes de la parte anatómica contralateral para poder compararlas.

323

RECUERDO ANATÓMICO **FIGURA 17-1**

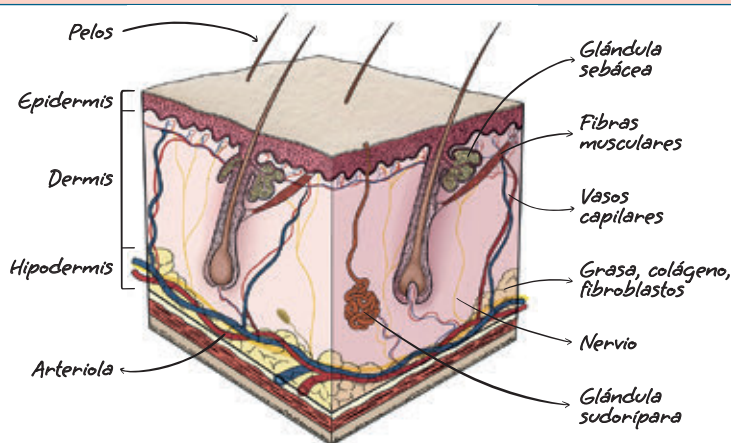
- **Epidermis.** Capa externa y delgada de la piel. Contiene las células escamosas, las células basales y los melanocitos.
- **Dermis.** Capa intermedia de la piel. Contiene vasos sanguíneos y linfáticos, glándulas sudoríparas, colágeno y nervios.
- **Hipodermis o tejido celular subcutáneo.** Capa más profunda la piel. Contiene colágeno y el panículo adiposo.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Es importante que el paciente se coloque en una posición cómoda durante la exploración, buscando que la región anatómica que se vaya a explorar se encuentre lo más relajada posible. Se debe evitar hacer una compresión excesiva sobre el tejido explorado, para evitar la aparición de artefactos o distorsión de los tejidos.



FIGURA 17-1.



Capas de la piel.

SONDAS, MODOS ECOGRÁFICOS Y PREAJUSTES

Selección de la sonda

En el caso de la exploración de las infecciones de partes blandas, la elección de la sonda dependerá del estudio que se va a realizar. Habitualmente se utilizarán sondas lineales de alta frecuencia (7-18 MHz), dado que permiten valorar mejor las estructuras anatómicas localizadas de forma más superficial.

En caso de necesitar explorar áreas de mayor tamaño o profundidad, se emplearán sondas de baja frecuencia (3-5 MHz).

Selección de preajustes

Para la exploración de los tejidos blandos, es fundamental contar con un equipo de alta resolución y calidad. Utilizaremos el modo B (bidimensional) y el *Doppler* para evaluar la vascularización de las lesiones o plantear el diagnóstico diferencial con estructuras vasculares.

SISTEMÁTICA DE EXPLORACIÓN

Es necesario recordar que cada estructura anatómica se debe examinar de manera rutinaria en un corte longitudinal y transversal, barriendo toda la región para poder valorarla de forma minuciosa.

Se debe determinar la existencia o no de lesiones ocupantes de espacio y, una vez identificadas, valorar su localización, profundidad y tamaño, las características de sus bordes y detectar si existe afectación de los tejidos adyacentes. También, si es homogénea o heterogénea, hiper o hipoecoica, sólida, quística o mixta, o si presenta o no vascularización.





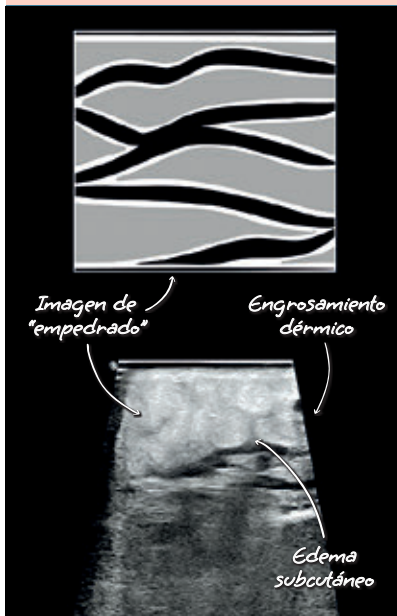
Ecografía de las lesiones agudas más frecuentes

CELULITIS

La celulitis es la infección de la epidermis, la dermis, la hipodermis y, ocasionalmente, de la fascia superficial, sin afectación muscular ni de la fascia profunda. A menudo se objetivan defectos o lesiones cutáneas, incluso ulceración. Normalmente se debe a inoculación cutánea, siendo los microorganismos causantes más frecuentes el *Staphylococcus aureus* y el *Streptococcus pyogenes*, aunque también se relaciona con diseminación hematógica. Los factores de riesgo comunes incluyen insuficiencia vascular, ulceración de los tejidos blandos en el contexto de la diabetes o inmunosupresión, y/o cuerpos extraños retenidos. Clínicamente, los pacientes presentan inflamación, junto con dolor, eritema local, fiebre y malestar general.

En la ecografía, la celulitis se manifiesta típicamente como un engrosamiento dérmico y un edema subcutáneo que muestra estrías de líquido hipoecoico o anecoico, con planos tisulares indistintos. El *Doppler* color muestra un aumento de vascularización de la región afectada. Con frecuencia se observan depósitos de líquido finos y lineales a lo largo de los septos interlobulares y a lo largo de los lóbulos grasos hiperecoicos, dando una imagen típica de “empedrado” (**FIGURAS 17-2 y 17-3**).

FIGURA 17-2.



Celulitis. Imagen de “empedrado”.

FIGURA 17-3.



Celulitis. Líquido perifascial.



FLEMONES Y ABSCESOS

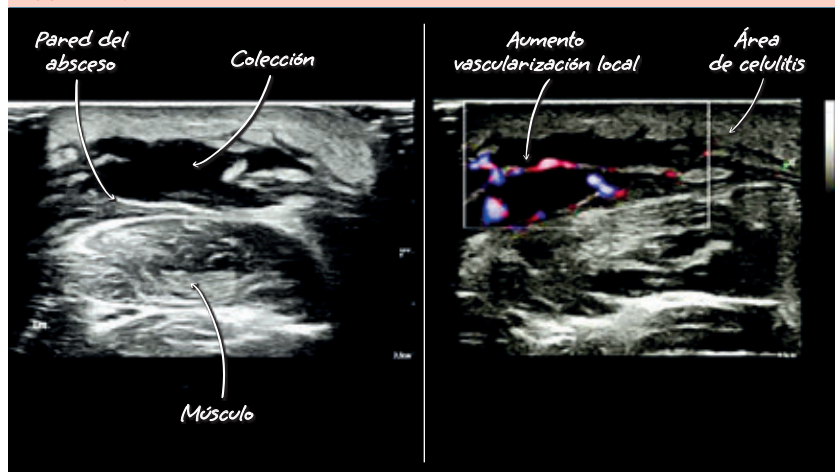
En un flemón la infección se extiende de forma difusa por los tejidos, mientras que en un absceso existe un acúmulo de líquido organizado e infectado con restos de células inflamatorias y, a su vez, rodeado de tejido conjuntivo hiperémico.

Pueden ser secundarios a inoculación directa, a la propagación contigua de una infección adyacente o por diseminación hematógena. Un cuerpo extraño retenido también predispone a la formación de flemones y abscesos. Con el tiempo, un flemón puede organizarse en una colección definida, susceptible de drenaje.

En la ecografía, el flemón se visualiza como una zona heterogénea, mal definida y a menudo hipoeoica dentro del tejido blando, normalmente con hipereimia y aumento de la vascularización cutánea.

Por el contrario, un absceso aparece como una colección de líquido focal más o menos bien delimitada, de ecogenicidad heterogénea según su contenido, pudiendo identificarse septos o tabiques, y con refuerzo acústico posterior. Los abscesos suelen estar rodeados por una pared engrosada e hipereoica, con aumento de la vascularización con el modo *Doppler color* (FIGURA 17-4). Generalmente hay edema e hiperemia en los tejidos blandos adyacentes. La presencia de gas se visualizará como pequeños focos ecogénicos con un artefacto de reverberación o sombreado sucio. En ocasiones también se puede ver un remolino de material purulento al aplicar presión con la sonda sobre el absceso.

FIGURA 17-4.



Absceso subcutáneo.





MIOSITIS Y PIOMIOSITIS

La miositis es una inflamación muscular inespecífica que puede ser infecciosa, inflamatoria o traumática. Sin embargo, la piomiositis es un cuadro de etiología infecciosa y se caracteriza por una inflamación progresiva que provoca edema, aparición de zonas flemonosas y formación de abscesos.

Los pacientes con factores de riesgo como la diabetes, estados de malnutrición, insuficiencia renal o inmunodeprimidos con neoplasias hematológicas, trasplantados o con infección por VIH, tienen un mayor riesgo de desarrollar cuadros de sepsis.

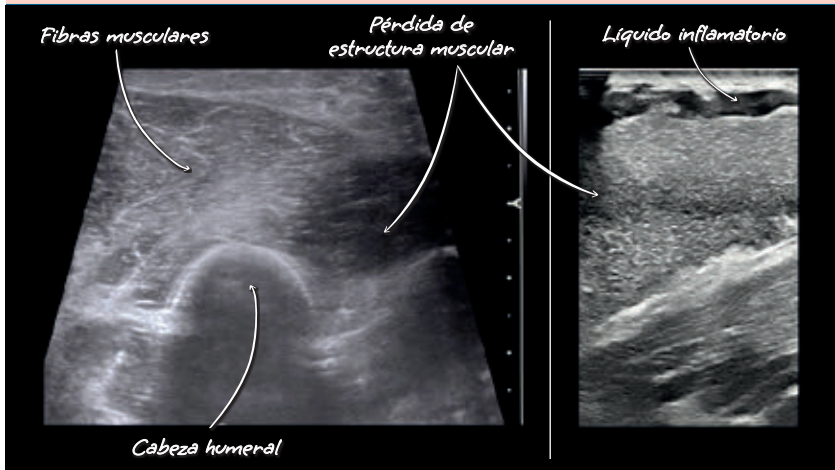
En la piomiositis se pueden identificar tres fases o estadios clínicos:

- 1. Estadio invasivo:** el edema en el músculo afectado produce dolor.
- 2. Fase supurativa:** el paciente desarrolla fiebre y, si no se trata, un absceso.
- 3. Estadio tardío:** conduce a toxicidad y sepsis.

Aunque puede afectar a cualquier músculo, los más frecuentes son el cuádriceps, los glúteos y el iliopsoas. La tasa de mortalidad se sitúa alrededor del 5%, en relación con desarrollo de cuadros sépticos y fallo multiorgánico.

La apariencia ecográfica de la piomiositis (**FIGURA 17-5**) incluye los hallazgos tempranos de edema muscular difuso con pérdida de la arquitectura muscular estriada normal, que puede progresar a los hallazgos posteriores de acumulación de líquido hipoeoico característico de un absceso intramuscular. El diagnóstico por ecografía de abscesos subcutáneos tiene una sensibilidad y una especificidad del 94,6% y el 85,4%, respectivamente.

FIGURA 17-5.



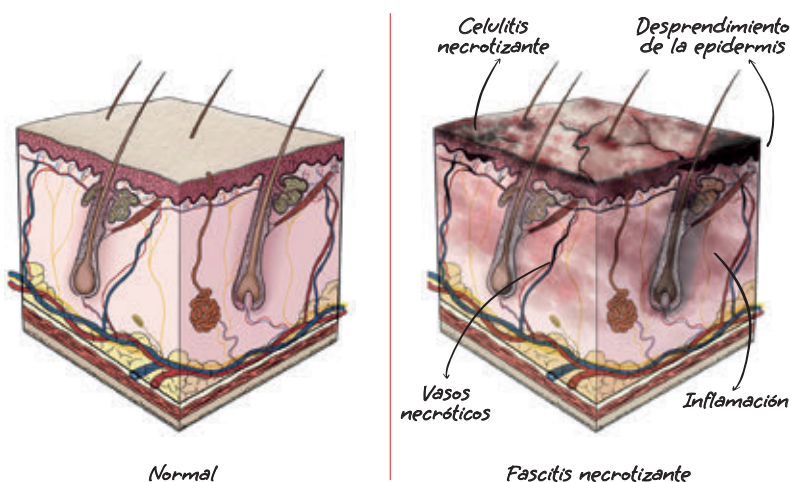
Piomiositis.



FASCITIS INFECCIOSA

La fascitis infecciosa suele ser secundaria a la inoculación directa a través de un foco cutáneo (**FIGURA 17-6**). Puede ser rápidamente progresiva, en ocasiones mortal, habitualmente polimicrobiana (*Clostridium*, estreptococos no A, enterobacterias) o causada por estreptococos betahemolíticos del grupo A (menos frecuentemente, por *Staphylococcus aureus*). La fascitis necrotizante es la forma más grave de infección de partes blandas, con una mortalidad que oscila entre el 15% y el 80%, debido a la rápida destrucción y necrosis tisular, con *shock séptico* y fallo multiorgánico.

FIGURA 17-6.

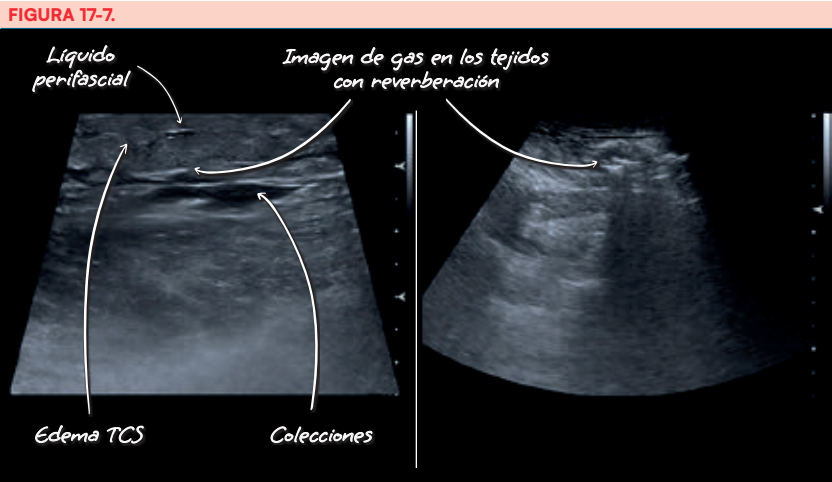


Esquema fascitis necrotizante.

Desde el punto de vista clínico, los pacientes presentan fiebre, piel eritematosa y dolor de gran intensidad, desproporcionado en relación con los hallazgos de la exploración física. En un segundo estadio pueden aparecer crepitantes en la exploración cutánea, así como la presencia de ampollas, flictenas o fluctuación y, en fases más avanzadas, áreas de necrosis. Las zonas más afectadas son las extremidades inferiores, representando aproximadamente el 50% de los casos.

Las imágenes ecográficas incluyen la presencia de una fascia afectada que se verá engrosada y distorsionada, con líquido hipoeoico a lo largo de las capas fasciales. Si hay presencia de gas en los tejidos blandos, habrá varios focos hiperecoicos, con artefacto de reverberación/sombreado sucio. También puede visualizarse edema muscular (**FIGURA 17-7**).





Fascitis necrotizante.

ADENOPATÍAS

En la región cervical existe un gran número de adenopatías. La mayoría de los ganglios se clasifican en grupos o cadenas que siguen las estructuras anatómicas del cuello (**TABLA 17-1**). El tamaño de los ganglios linfáticos cervicales normales varía con la edad, el sexo y la localización en el cuello. Los ganglios cervicales normales de los individuos más jóvenes son más pequeños que los de los sujetos de más edad (>40 años). Esto se debe al aumento de la infiltración grasa intranodal con la edad. Los ganglios linfáticos del cuello tienden a ser más grandes que los de otras localizaciones.

329

TABLA 17-1.	
LOCALIZACIÓN	LESIONES MÁS FRECUENTES
Línea posterior (borde posterior del ECM y región supraclavicular)	• Adenopatías.
Región laterocervical (triángulo submandibular y carotídeo)	• Submaxilitis. • Neoplasias submaxilares. • Parotiditis. • Tumor de parótida. • Quiste del 2.º arco braquial. • Aneurisma carotídeo.
Línea media del cuello y triángulo submentoniano	• Quiste tirogloso. • Quiste dermoide/epidermoide. • Patología tiroidea. • Laringocele externo.

Masas palpables en el cuello y sus localizaciones más típicas.

ECM: músculo esternocleidomastoideo.

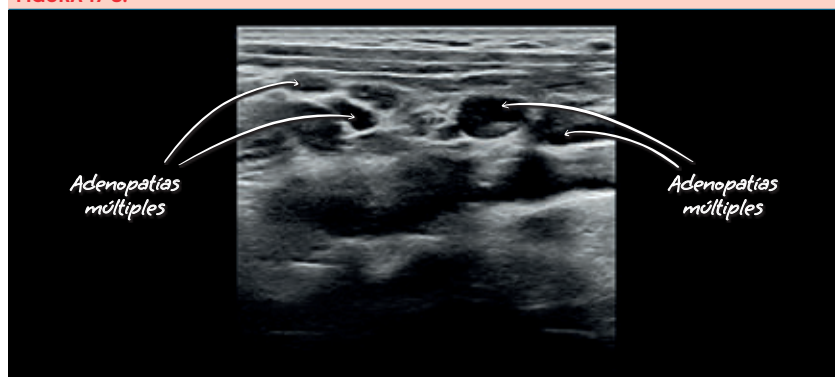


Los ganglios linfáticos se ven como estructuras ovaladas, con un *ratio* eje largo/eje corto $<0,5$. Cuando aumentan de tamaño por procesos infecciosos o inflamatorios locorregionales, su morfología tiende a ser más redondeada. Los bordes están bien definidos, aunque en algunas zonas es normal que se pierda cierta claridad del contorno y, a menudo, se puede observar una lámina hiperecogénica en el centro que corresponde al hilio vasculolinfático. Con el estudio *Doppler* los ganglios linfáticos normales tienen vascularización en el hilio o son aparentemente avasculares. La probabilidad de detectar flujo es directamente proporcional a su tamaño.

Las adenopatías de origen viral suelen ser bilaterales (**FIGURA 17-8**), mientras que en los procesos bacterianos tienen a ser unilaterales. Pueden complicarse con abscesos, que se presentan como colecciones con un contenido heterogéneo.

No debemos confundir una adenopatía de gran tamaño con una trombosis venosa profunda. En primer lugar, las adenopatías son estructuras superficiales situadas a 2 o 3 cm de la superficie cutánea, mientras que el sistema venoso profundo se sitúa en el rango de 4 a 6 cm de la superficie cutánea. En segundo lugar, los ganglios linfáticos agrandados son estructuras muy vascularizadas y, por tanto, presentan visibles en el estudio *Doppler* a diferencia de un trombo venoso.

FIGURA 17-8.



Adenopatías.

Limitaciones de la técnica

- La ecografía es una técnica operador-dependiente, situación que se puede modificar con un entrenamiento apropiado.
- En pacientes obesos o con mucha musculatura puede ser difícil realizar la exploración con una sonda de alta frecuencia, dado que probablemente sea





necesaria una mayor profundidad, que se conseguirá utilizando sondas de baja frecuencia.

- Es importante recordar que ni el tamaño ni ninguna de las características ecográficas, por sí sola, son suficientes para determinar la naturaleza benigna de una adenopatía. Por ello, deberemos tener en cuenta el contexto clínico en el que se observa y saber en qué circunstancias hay que realizar un estudio reglado más completo.

Errores comunes y consejos

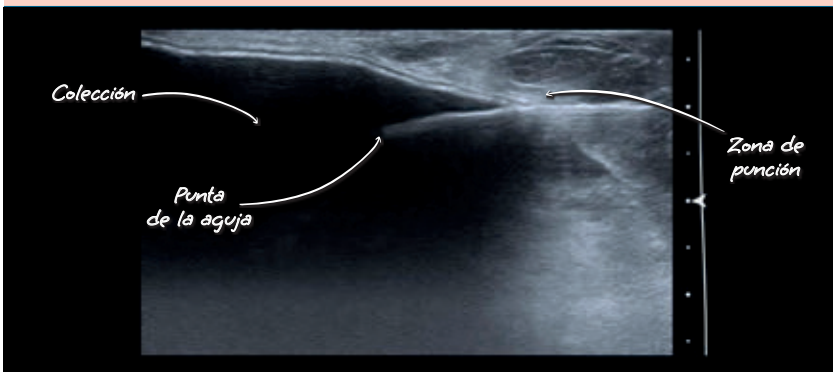
- Realizar una excesiva compresión con la sonda sobre la zona explorada puede provocar mayor distorsión de los tejidos e incluso la aparición de artefactos. Una presión excesiva puede ocultar un aumento sutil del *Doppler* color. Se recomienda utilizar sondas lineales de alta frecuencia para explorar zonas poco profundas y, de este modo, conseguir una imagen de calidad sin necesidad de hacer grandes compresiones sobre la zona.
- Dos de los errores más comunes que se pueden dar en la ecografía de partes blandas son no reconocer una cavidad de absceso isoecoica (evidente por la presencia de realce acústico de campo lejano) y no reconocer que las zonas hipoeoicas irregulares pueden corresponder a acumulaciones de pus en lugar de un simple edema en casos de piomiositis.

331

Conclusiones. Puntos clave

- Ante una infección indiferenciada de piel y partes blandas, la ecografía es útil para confirmar la presencia de celulitis, detectar abscesos ocultos o profundos para su punción y aspiración o drenaje (**FIGURA 17-9**), o identificar líquido adyacente a planos fasciales, indicativo de fascitis necrotizante.

FIGURA 17-9.



Punción de un absceso subcutáneo.



- La exploración ecográfica es fundamental para llevar a cabo procesos guiados, tanto con fines diagnósticos como terapéuticos, como la punción-aspiración de colecciones o el drenaje de abscesos.
- Los hallazgos ecográficos se deben interpretar conjuntamente con la clínica y la exploración física del paciente.





Bibliografía

- Bargiela A. Utilidad de la ecografía en el estudio de la enfermedad sinovial. *Radiología*. 2010; 52: 301-10.
- European Training Requeriments for the Speciality of Emergency Medicine. Union Européenne des Médecins specialists European Union of Medical Specialists (UEMS).
- Henningsen C, Sayeed Y, Bagley J, Fields C, Marroquin J, Quevedo M, Robinson K, Roll SC, et al. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM Practice Principles for Work-Related Musculoskeletal Disorder. *J Ultrasound Med*. 2023; 42: 1139-57.
- Kendall JL, Bahner DP, Blaivas M, Budhram G, Dean AJ, Fox JC, et al. Emergency Medicine Imagin Criteria Compendium. *Ann Emerg Med*. 2016; 68: e11-e48.
- Miller T, Endo Y. Myositis and fasciitis: Role of imaging. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2018; 22(03): 286-98.
- Narula J, Chandrashekhar Y, Braunwald E. Time to add a fifth pillar to bedside physical examination: Inspection, palpation, percussion, auscultation, and insonation. *JAMA Cardiol*. 2018; 3: 346-50.
- Nogué Bou R. La ecografía en medicina de urgencias: una herramienta al alcance de los urgenciólogos. *Emergencias*. 2008; 20: 75-7.
- Simpfendorfer CS. Radiologic approach to musculoskeletal infections. *Infect Dis Clin North Am*. 2017; 31(2): 299-324.
- Ultrasound guidelines: Emergency, point-of-care and clinical ultrasound guidelines in medicine. American College of Emergency Physicians. 2023.
- Villén Villegas T, Campo Linares R, Alonso Viladot JR, Martínez Mas R, Luque Hernández MJ, Ruiz Durán M, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias*. 2022; 34: 377-87.
- Weaver JS, Department of Radiology, University of Texas Health San Antonio, San Antonio, USA, Omar I, Epstein K, Brown A, Chadwick N, et al. High-resolution ultrasound in the evaluation of musculoskeletal infections. *J Ultrason*. 2023; 23(95): 270-82.





18

Ecografía clínica testicular

Epididimitis, torsión, varicocele,
hidrocele, trauma escrotal

Sergio Navarro Gutiérrez, Joan Cremades Rodríguez,
Sergio Cubedo Capella y Jorge Clar Bononad



Introducción

La patología escrotal constituye alrededor del 0,5% de los motivos de consulta en los Servicios de Urgencias. Dentro de las causas de dolor escrotal agudo se incluye la torsión testicular, la epididimitis, los traumatismos, la orquitis y la torsión del apéndice testicular, algunas de las cuales requieren tratamiento urgente.

La evaluación del dolor testicular agudo sigue suponiendo un reto considerable para los médicos de Urgencias, ya que, a pesar de que los diferentes procesos parecen fácilmente diferenciables en función de la anamnesis y la exploración física, en ocasiones no es así, pudiendo tener consecuencias sobre la viabilidad del testículo. Asimismo, en la práctica, las características de varias entidades pueden solaparse en cuanto a la duración del dolor o los antecedentes de esfuerzo físico, entre otros.

Objetivos

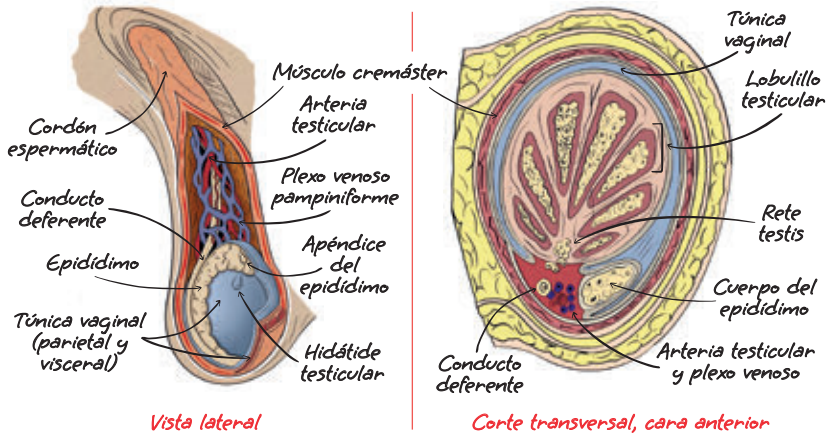
- Describir la anatomía testicular y la sistemática de su exploración ecográfica.
 - Reconocer los patrones ecográficos normales.
 - Establecer la utilidad del *Doppler Color*, *Angio Doppler* y *Doppler Pulsado* para valorar la presencia/ausencia de flujo en la sospecha de torsión testicular.
 - Explicar las principales anomalías en el testículo y el escroto relacionadas con la arquitectura interna, la ecogenicidad, el contorno testicular y el flujo sanguíneo.
 - Identificar la presencia de líquido, quistes y masas en un contexto clínico determinado, dentro de la asistencia médica urgente, así como la valoración ecográfica en el traumatismo testicular.
 - Conocer las limitaciones y que, ante cualquier duda diagnóstica o persistencia de la clínica, debe solicitarse valoración por urología y/o realización de una ecografía reglada convencional.
-





Anatomía testicular

FIGURA 18-1.



Anatomía testicular (testículo derecho). A) Vista lateral. B) Corte transversal.

Exploración ecográfica testicular

337

Para la ecografía testicular, el paciente debe colocarse en decúbito supino, con las caderas en rotación externa, en posición “de rana”. Es fundamental garantizar su privacidad, por lo que el pene, que se coloca hacia arriba, debe cubrirse de forma que queden expuestos únicamente los testículos. La sonda idónea es la lineal, de alta frecuencia, que debe limpiarse con toallitas antisépticas o utilizar con fundas (**TABLA 18-1**).

TABLA 18-1.

La **analgésia** antes de la exploración puede mejorar la calidad de la imagen, ya que cualquier movimiento puede provocar artefactos de destello tanto en el **Doppler** color como en el pulsado.

Se utiliza una sonda de alta frecuencia, aunque se puede utilizar una sonda de baja frecuencia (3,5-5 MHz) en pacientes con un escroto muy agrandado.

Hay que estudiar siempre **primero** el testículo **asintomático**.

Estabilizar el testículo con la mano que no escanea desde la parte inferior, puede ayudar, ya que el testículo puede deslizarse después de aplicar el gel.

Hay que establecer la ganancia, el filtro, la frecuencia de pulsos y la escala del **Doppler** color inicial lo suficientemente bajos para que se puedan identificar velocidades lentas dentro del testículo. Posteriormente, ajustarlos para evitar flujo exagerado, artefactos o flujo fantasma.

Trucos para mejorar la técnica.



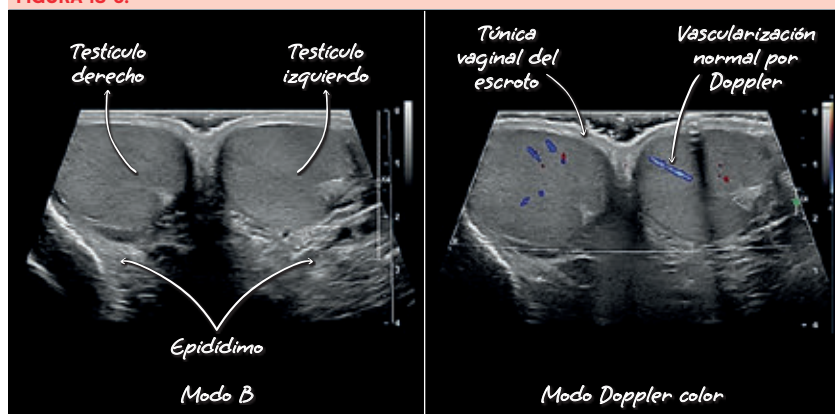
FIGURA 18-2.



Colocación de la sonda para la exploración testicular.

Al explorar el escroto, el testículo se localiza fácilmente (FIGURA 18-2). Debe seguirse una sistemática para visualizar completamente el contenido escrotal. Ambos testículos deben explorarse en su totalidad en los planos longitudinal y transversal, incluyendo un corte transversal a través de la línea escrotal media para comparar la anatomía en escala de grises y los patrones de flujo sanguíneo entre ambos testículos (FIGURA 18-3).

FIGURA 18-3.

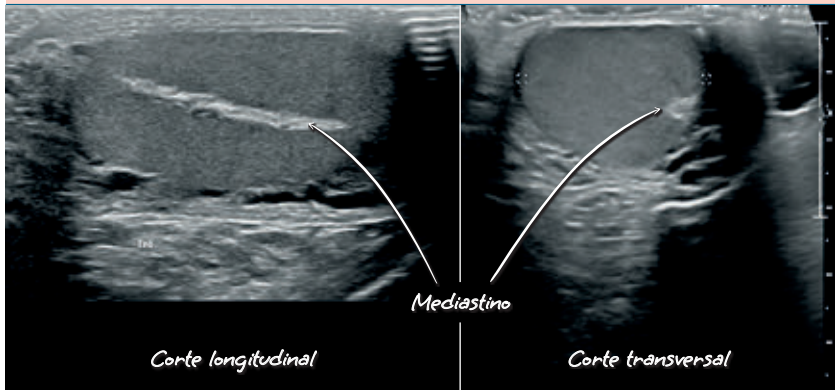


Vista comparativa de ambos testículos. Corte transversal.

En el corte longitudinal, el testículo presenta una estructura ovalada de bordes lisos, de 4 x 3 x 3 cm aproximadamente, mientras que en el trasversal muestra una estructura circular. El aspecto ecográfico normal del testículo se ha descrito como similar al del hígado, con un patrón ecogénico homogéneo y uniforme. El mediastino testicular aparece como una banda hiperecogénica brillante que discurre longitudinalmente en el testículo (FIGURA 18-4).

Es importante explorar el epidídimo, que discurre posterior al testículo. Desde el punto de vista ecográfico, presenta un patrón más heterogéneo, isoecoico en comparación con el testículo. La cabeza es la porción más prominente, y el cuerpo y la cola pueden ser difíciles de visualizar claramente en su estado normal.

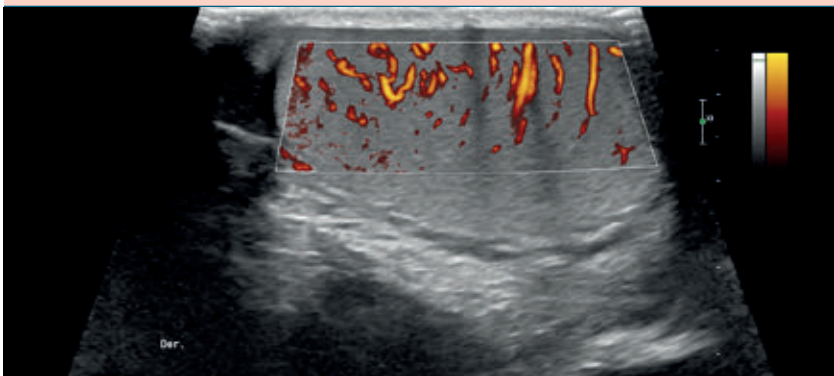


**FIGURA 18-4.**

Testículo normal. Cortes longitudinal y transversal.

Tras un examen del testículo en modo B, se debe utilizar el *Doppler* color o el *Angio-Doppler* para identificar los vasos intratesticulares (**FIGURA 18-5**). En la ecografía testicular, la detección del flujo es el uso más importante del *Doppler*. La mayor sensibilidad en la detección de estados de bajo flujo hace que el *Angio-Doppler* sea preferible al *Doppler* color para la evaluación de los testículos.

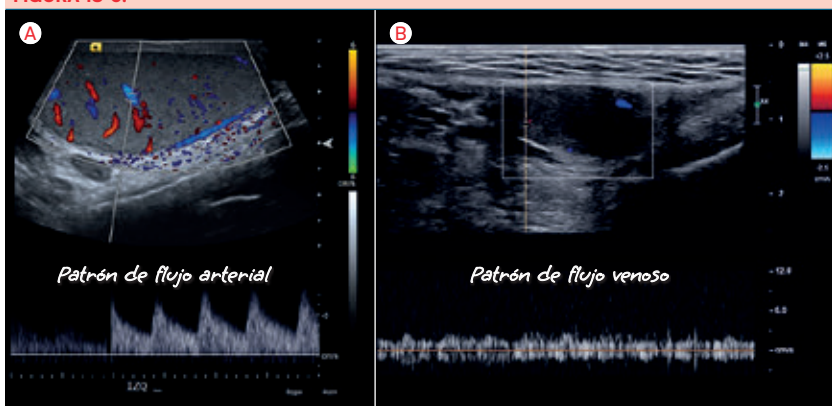
339

FIGURA 18-5.Modo *Angio-Doppler*.

Para identificar flujo intratesticular, se coloca la sonda en el plano transversal cerca del mediastino testicular con el *Doppler* color o el *Angio-Doppler*. A continuación, se utiliza el *Doppler* pulsado para identificar las ondas de flujo arterial y venoso. Es importante demostrar tanto el flujo arterial como el venoso para excluir la torsión testicular. El cordón espermático se debe examinar en busca de signos de varicocele ante su sospecha clínica (**FIGURA 18-6**).



FIGURA 18-6.

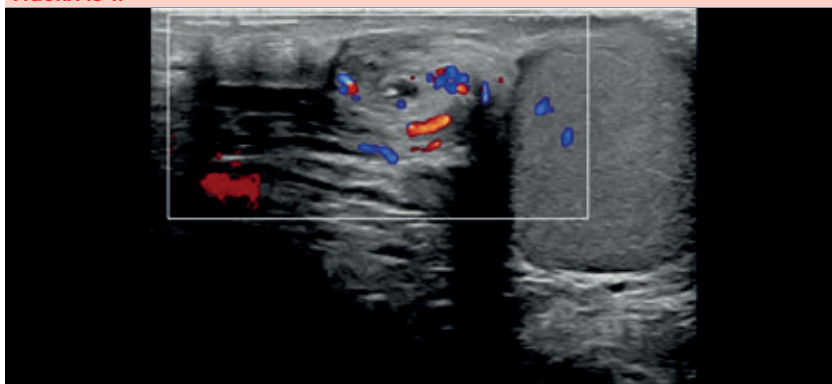


Flujo intratesticular normal. A: flujo arterial; B: flujo venoso

Torsión testicular

Los testículos, en casos de torsión completa en estadios precoces y usando el modo B, pueden ser normales. Cuando la isquemia progresa, el testículo aumenta de tamaño y puede aparecer el “patrón de infarto”, que corresponde a áreas hipoecoicas heterogéneas. El cordón espermático gira sobre sí mismo y se engrosa (signo del remolino) (**FIGURA 18-7**), y puede asociar un aumento del tamaño del epidídimo junto con la presencia de hidrocele reactivo y engrosamiento de las cubiertas escrotales (**VÍDEO 18-1**).

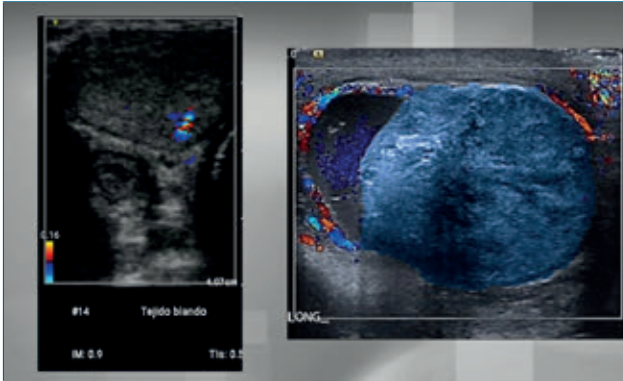
FIGURA 18-7.



Signo del remolino.

Se observa el cordón espermático engrosado, dispuesto en capas concéntricas. Se trata de una torsión parcial, pues presenta áreas focales de vascularización.





VÍDEO 18-1.
Torsión testicular.



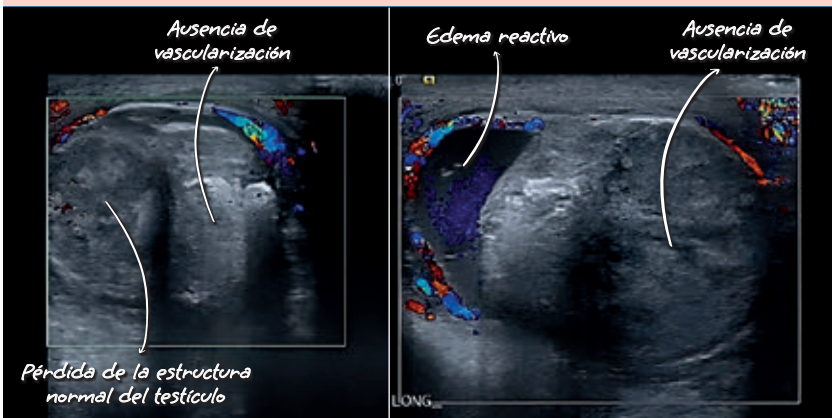
Escanee el código QR
para visualizar el video

Con el modo *Doppler* color, en casos de torsión completa, se objetiva ausencia de flujo intratesticular arterial, mientras que en casos de torsión incompleta hay una disminución del mismo, junto con ausencia o inversión de la curva diastólica en el flujo intratesticular arterial con *Doppler* pulsado (**FIGURA 18-8**).

Cabe destacar que, en la torsión testicular, inicialmente hay un compromiso venoso y posteriormente se produce la pérdida de flujo arterial. Por ello, tanto el *Doppler* color como el *Angio-Doppler* son útiles para identificar el flujo y excluir el compromiso arterial en la torsión testicular completa. Sin embargo, es importante señalar que en la torsión parcial o en la torsión temprana, en la que la oclusión venosa es el principal hallazgo, es preferible utilizar el *Doppler* pulsado con la identificación o no de la onda de flujo venoso. Por este motivo, es fundamental valorar la forma de la onda en *Doppler* pulsado.

341

FIGURA 18-8.



Torsión testicular.



Si se produce una detorsión, se puede objetivar una hiperemia aislada, lo cual se puede confundir con una orquiepididimitis, dado el agrandamiento testicular presente. Es por este motivo que debe recordarse que la ecografía constituye un apoyo a una adecuada historia clínica y una completa exploración física.

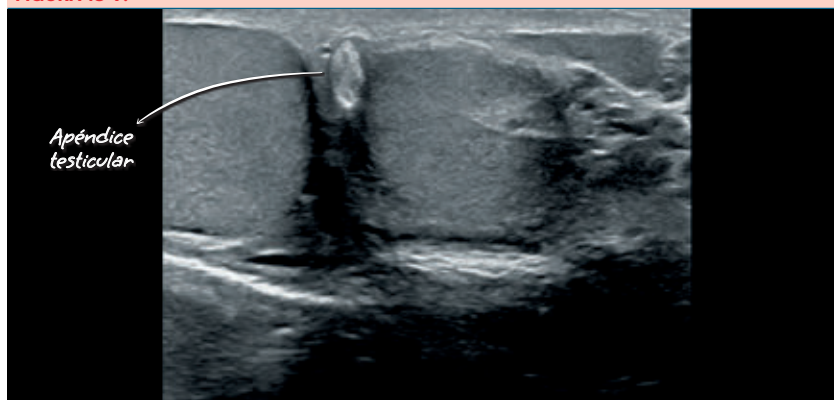
Torsión del apéndice testicular

El apéndice testicular o hidátide de Morgagni es un resto embrionario del conducto de Müller. Su torsión es la causa más frecuente de dolor testicular agudo en población pediátrica. En la exploración física se puede apreciar un nódulo azulado en el polo superior del testículo afectado. No precisa actuación quirúrgica urgente, a diferencia de la torsión testicular, por lo que resulta importante realizar un correcto diagnóstico diferencial.

Mediante ecografía en modo B se puede identificar un nódulo ovalado hipo o hiperecogénico en el polo superior del testículo. Suele haber hidrocele reactivo y engrosamiento de las cubiertas escrotales. En fases crónicas puede aparecer de menor tamaño con presencia de calcificaciones. En modo *Doppler* se apreciará un nódulo avascular, pudiendo estar aumentado el flujo periférico y siendo el flujo intratesticular normal (**FIGURA 18-9**).

342

FIGURA 18-9.



Torsión del apéndice testicular.

Se visualiza el apéndice testicular que, en el contexto clínico adecuado y en ausencia de señal *Doppler* en el nódulo, es diagnóstico de torsión del apéndice testicular.

Epididimitis y orquiepididimitis

En la epididimitis, el epididimo puede verse agrandado (>17 mm), heterogéneo e hipocogénico con respecto al testículo, debido al edema. Se pueden encontrar zonas hiperecogénicas, que corresponden con focos hemorrágicos.

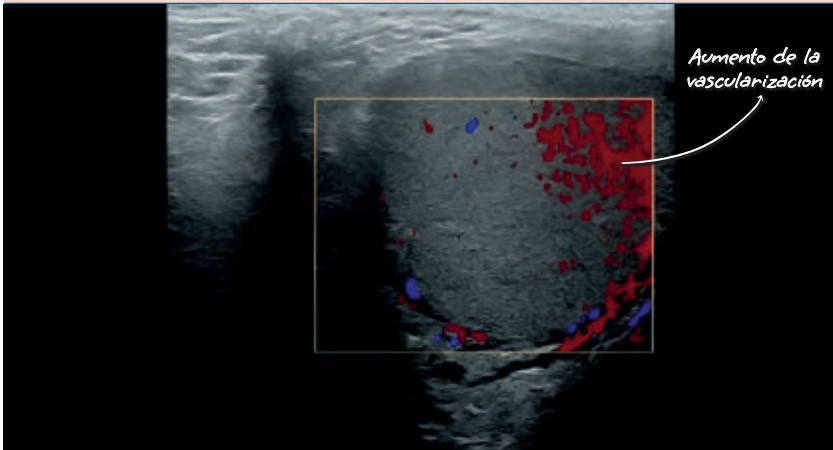




Mediante el *Doppler* color se suele observar un aumento de la vascularización. Otros hallazgos que pueden aparecer son: hidrocele reactivo, picele y engrosamiento de las cubiertas escrotales (**FIGURA 18-10**). La visualización de un foco más hipoeocogénico en el interior con interrupción de la vascularización sugiere la presencia de un absceso.

La orquiepididimitis ocurre en un 20-40% de los pacientes con epididimitis y representa una progresión de la infección del epidídimo al parénquima testicular. A los hallazgos previamente descritos, se añade un testículo aumentado de tamaño, hiperémico y heterogéneo respecto al teste contralateral. En casos graves, el edema puede provocar obstrucción del flujo sanguíneo, lo cual ocasiona un patrón de infarto similar a la torsión. Por ello, es fundamental correlacionar los hallazgos ecográficos con la clínica del paciente.

FIGURA 18-10.



Epididimitis.

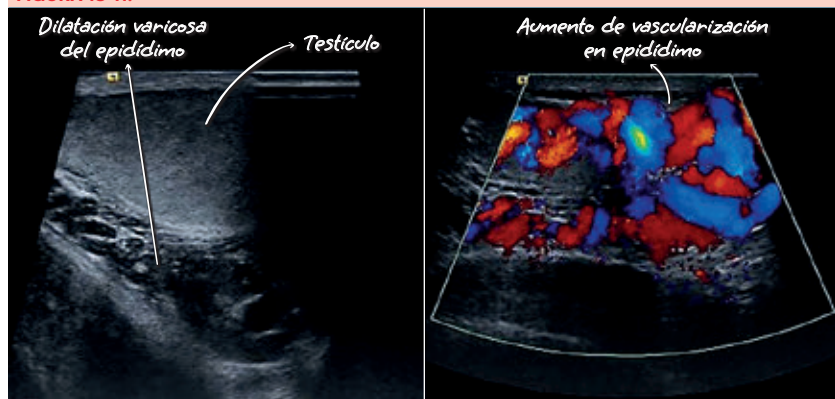
Varicocele

El varicocele primario se produce por una dilatación varicosa del plexo pampiniforme en relación con incompetencia o ausencia de válvulas en la vena espermática. En el caso de varicocele secundario, debe descartarse una compresión venosa debida a tumores de la vía urinaria. En el 85% de los casos se observa en el lado izquierdo, debido a que el drenaje de la vena espermática izquierda en la vena renal izquierda forma un ángulo recto de 90°. En el caso de varicoceles derechos aislados, hay que descartar masas retroperitoneales, entre otras entidades.



Los hallazgos ecográficos en modo B incluyen la presencia de estructuras tubulares serpiginosas con calibre superior a 2-3 mm y con presencia de ecos internos por circulación lenta. Con el modo *Doppler* se observa un aumento del flujo e inversión de éste en el modo pulsado con las maniobras de Valsalva (**FIGURA 18-11**).

FIGURA 18-11.



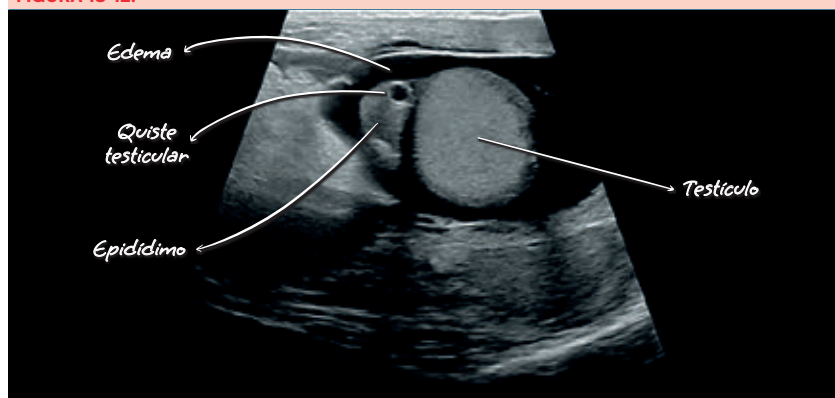
Varicocele.

344

Hidrocele

Se define como la presencia de una colección de líquido entre las capas parietal y visceral de la túnica vaginal del escroto, anecoica en el estudio ecográfico. Con el modo *Doppler* no se ve vascularización dentro de la colección (**FIGURA 18-12**).

FIGURA 18-12.



Hidrocele.



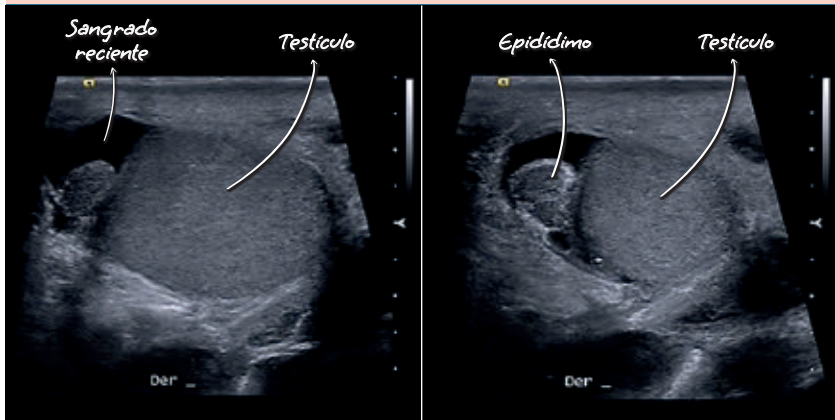


Patología traumática: hematomas, hematocele, rotura testicular

HEMATOMA TESTICULAR

Puede tener localización intra o extratesticular, y ser aislado o múltiple tanto en el testículo como en el epidídimo. En la exploración ecográfica en modo B se pueden observar, en la fase aguda, áreas hiperecoicas que, en fases crónicas, se convierten en áreas hipoecoicas o forman quistes complejos. Con el modo *Doppler* se puede objetivar la ausencia de vascularización, presentando el parénquima restante una vascularización normal (**FIGURA 18-13**).

FIGURA 18-13.



Hematoma testicular.

HEMATOCELE

Se trata de una colección compleja de sangre que, al igual que el hidrocele, separa las capas visceral y parietal de la túnica vaginal. Con el modo B y en fases agudas, se visualiza una colección hiperecogénica. En las fases subagudas se transforma en colecciones complejas, hipoecoicas, heterogéneas y con septos. Con el modo *Doppler* se objetiva una ausencia de vascularización dentro de la colección.

ROTURA TESTICULAR

Se produce una discontinuidad de la túnica albugínea. Los hallazgos ecográficos en modo B incluyen la interrupción de la túnica albugínea y extrusión del parénquima testicular, con alteración de los contornos y ecoestructura heterogénea. Suele asociar hematocele. En modo *Doppler* hay ausencia de vascularización intratesticular segmentaria o completa.



Limitaciones. Errores comunes

TABLA 18-2.

Las exploraciones pueden verse limitadas por el dolor, por lo que a veces será necesaria la analgesia. La presión aplicada durante la evaluación del testículo agudo debe ser mínima, pero en ocasiones los pacientes referirán aumento de dolor durante la misma.

La dificultad más importante para el rendimiento y la optimización de la imagen y la información diagnóstica está relacionada con la comprensión y la destreza en el uso del *Doppler* color, el *Angio Doppler* y el *Doppler* pulsado.

Es esencial tener en cuenta que el diagnóstico de torsión testicular no exige una ausencia de flujo sanguíneo en la ecografía, sino más bien un déficit crítico del flujo sanguíneo testicular.

En cuanto al varicocele, una excesiva presión en la realización de la ecografía clínica puede reducir el diámetro venoso y aumentar el flujo sanguíneo, provocando un falso negativo.

Limitaciones. Errores comunes.





Bibliografía

- Bertolotto M, Salomon G, Pavan N, Martino P, Dogra VS, Sidhu P, et al. Testicular torsion: an avascular testis at color Doppler ultrasound is not enough to prove the diagnosis. *Minerva Urol Nephrol.* 2023; 75(3): 289-96.
- Goh SY. Emergency of acute scrotal trauma ultrasound. *Ultrasound Med Biol.* 2019; 45: S91.
- Hansen W, Mitchell CE, Bhattarai B, Ayutyanont N, Stowell JR. Perception of point-of-care ultrasound performed by emergency medicine physicians. *J Clin Ultrasound.* 2017; 45(7): 408-15.
- Laher A, Ragavan S, Mehta P, Adam A. Testicular torsion in the emergency room: A review of detection and management strategies. *Open Access Emerg Med.* 2020; 12: 237-46.
- Park JS, Kim D, Chun MK, Choi SJ, Lee JS, Ryu J-M, et al. Implementing point-of-care ultrasound for acute scrotal pain in the pediatric emergency department: Screening testicular torsion and patient flow analysis. *J Ultrasound Med.* 2023; 42(12): 2757-64.
- Rebik K, Wagner JM, Middleton W. Scrotal ultrasound. *Radiol Clin North Am.* 2019; 57(3): 635-48.
- Schwarze V, Marschner C, Rübenthaler J, Negrão de Figueiredo G, Clevert D-A. Overview of ultrasound applications for assessing scrotal disorders: Ultrasound in Scrotal Disorders. *J Ultrasound Med.* 2020; 39(6): 1047-56.
- Teurneau-Hermansson K, Zindovic I, Jakobsson J, Navntoft A, Nozohor Ekmark A, Salö M, et al. Doppler ultrasound improves diagnostic accuracy for testicular torsion. *Scand J Urol.* 2021; 55(6): 461-5.
- Villén Villegas T, Campo Linares R, Alonso Viladot JR, Martínez Mas R, Luque Hernández MJ, Ruiz Durán M, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias.* 2022; 34: 377-87.
- Wright S, Hoffmann B. Emergency ultrasound of acute scrotal pain. *Eur J Emerg Med.* 2015; 22(1): 2-9.





19

Ecografía clínica aplicada en situaciones concretas

Disnea, hipotensión/*shock*,
parada cardiorrespiratoria

Pablo Barberá Rausell, Marta Torres Arrese, Leticia Serrano Lázaro,
Ana Beltrán Sánchez y Beatriz Arnao Recuenco



Objetivos del tema

→ Comprender la utilidad de la ecografía en el manejo de la disnea aguda en el servicio de urgencias:

- Identificar los patrones ecográficos característicos de las principales causas de disnea, como el edema pulmonar, el neumotórax, el derrame pleural, y las enfermedades intersticiales.
 - Integrar la ecografía como herramienta complementaria para guiar el diagnóstico diferencial en pacientes con disnea de etiología indeterminada.
 - Reconocer la importancia de la ecografía en la evaluación rápida y segura del paciente con disnea, facilitando la toma de decisiones clínicas inmediatas.
-

→ Aplicar la ecografía en la evaluación y manejo del paciente en *shock*:

- Describir los protocolos ecográficos utilizados para la evaluación del *shock* (p. ej., Protocolo RUSH), y cómo estos guían la identificación del tipo de *shock* (hipovolémico, cardiogénico, obstructivo, distributivo).
 - Evaluar la función cardíaca, el estado de llenado vascular y la integridad vascular a través de la ecografía, para orientar las intervenciones terapéuticas adecuadas en situaciones de *shock*.
 - Mejorar la capacidad de monitorizar la respuesta del paciente en *shock* a las terapias instauradas, utilizando la ecografía como parte del seguimiento continuo en urgencias.
-

→ Integrar la ecografía en el abordaje inicial del paciente en parada cardiorrespiratoria (PCR):

- Conocer cómo la ecografía puede ser empleada durante la reanimación cardiopulmonar (RCP) para identificar causas reversibles de la PCR, como taponamiento cardíaco, neumotórax a tensión, embolia pulmonar masiva, y disfunción ventricular severa.
 - Reconocer el papel de la ecografía en la guía de procedimientos durante la RCP.
 - Promover el uso de la ecografía como parte de un enfoque multimodal en la evaluación del paciente en PCR, mejorando las posibilidades de diagnóstico y manejo oportuno.
-



Paciente con disnea

La disnea es uno de los motivos más frecuentes de consulta en Urgencias, representando en numerosas ocasiones un reto diagnóstico (TABLA 19-1) y terapéutico.

El uso de la ecografía a pie de cama en pacientes con disnea acelera el diagnóstico, permitiendo optimizar el tratamiento y evitando retrasos o errores terapéuticos que están estrechamente vinculados con un aumento de la mortalidad.

En la valoración inicial del paciente con disnea se realizará como mínimo una ecografía pulmonar y una ecocardiografía básica, que podrá ser extensible a la valoración de otros territorios en función de la sospecha diagnóstica. En el algoritmo de la FIGURA 19-1 se muestra una secuencia de utilización de la ecografía ante un paciente disneico.

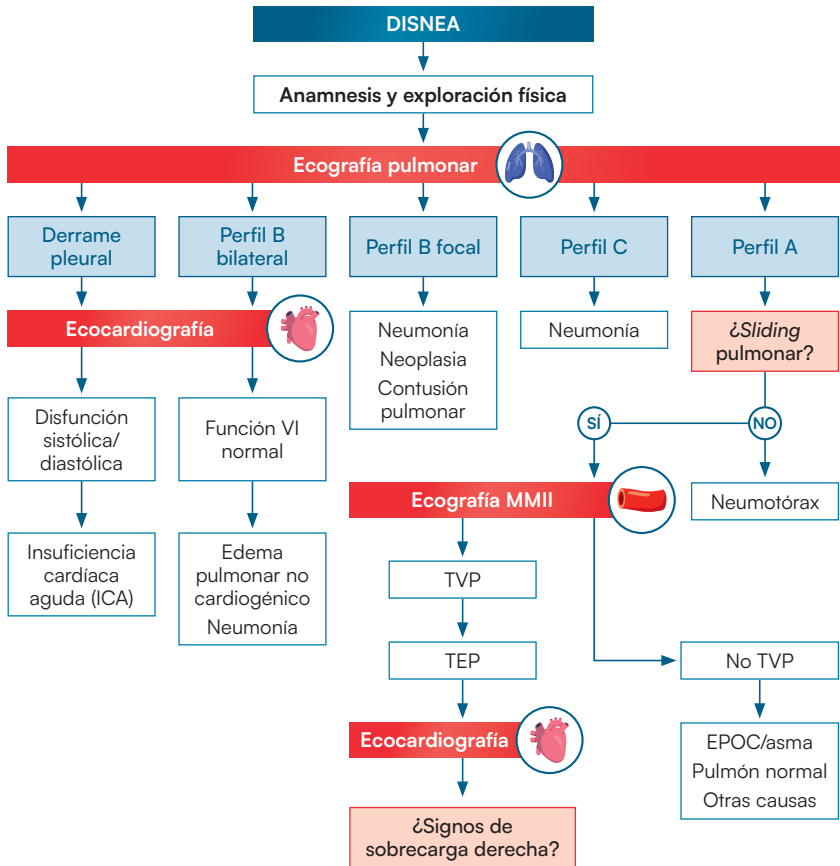
TABLA 19-1.		
DISNEA DE ORIGEN CARDIOVASCULAR	DISNEA DE ORIGEN RESPIRATORIO	OTRAS ETIOLOGÍAS
		
• Cardiopatía izquierda: → Disfunción sistólica. → Disfunción diastólica. → Valvulopatías. • Enfermedades del pericardio: → Derrame/ taponamiento cardíaco. → Pericarditis constrictiva. • Vascular: → TEP. → HTP.	• Enfermedades pulmonares crónicas: → EPOC. → Asma. • Patología pleural: → Derrame pleural. → Neumotórax. • Enfermedades parenquimatosas: → Neumonía. → Neoplasia. → SDRA. → Edema pulmonar.	• Anemia. • Ansiedad. • Neuromuscular. • Toximetabólicas. • Sepsis. • Etc.

Causas más frecuentes de disnea aguda.

TEP: tromboembolismo pulmonar; HTP: hipertensión pulmonar; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; SDRA: síndrome de distrés respiratorio del adulto.



FIGURA 19-1.



Algoritmo de uso de la ecografía clínica ante un paciente con disnea.

Perfil A (normal); **Perfil B** (≥ 3 líneas B/campo); **Perfil C** (patrón de hepatización).

VI: ventrículo izquierdo; **TVP**: trombosis venosa profunda; **TEP**: tromboembolismo pulmonar.

RECOMENDACIONES PARA LA INTERPRETACIÓN DE HALLAZGOS EN LA ECOGRAFÍA MULTIÓRGANO EN PACIENTES CON DISNEA

- **Líneas A como indicadores de exclusión.** La presencia de líneas A en ambos hemitórax durante la ecografía pulmonar sugiere la ausencia de patologías como edema pulmonar agudo o neumonía extensa. Por lo tanto, este hallazgo es principalmente útil para **descartar** ciertos procesos graves a nivel pulmonar.



- **Interpretación contextual de las líneas B.** Las líneas B deben ser interpretadas en el contexto de la historia clínica del paciente y su localización anatómica. Por ejemplo, en un paciente que presenta disnea tras un traumatismo torácico, la detección de líneas B focales en la zona de la contusión sugiere una contusión pulmonar. Por el contrario, en un paciente con fiebre y disnea, la presencia de líneas B focales en el ápice de un hemitórax es indicativa de una neumonía localizada. En ambos casos, aunque las líneas B se observan en la ecografía, es la información clínica la que permite hacer el diagnóstico correcto.
- **Limitaciones de la ecografía pulmonar.** La ecografía pulmonar permite detectar únicamente las patologías en contacto directo con la pleura. Las lesiones alejadas de la pleura no serán visibles mediante ultrasonidos.
- **Cautela en la interpretación de la vena cava inferior (VCI).** Aunque la VCI es un indicador de la presión venosa central (PVC), su valoración aislada no es confiable, debido a su variabilidad ante diversas situaciones clínicas, especialmente cuando está dilatada y no colapsable. Se recomienda precaución en su uso diagnóstico.
- **Diagnóstico de tromboembolismo pulmonar (TEP) mediante ecografía.** La ecografía multiórgano es diagnóstica en casos de TEP únicamente si se visualiza el trombo en tránsito o en la arteria pulmonar, situaciones que son poco frecuentes. En la mayoría de los casos, la ecografía revelará signos de sobrecarga del ventrículo derecho en lugar de una visualización directa del trombo.
- **Diagnóstico de insuficiencia cardíaca aguda (ICA).** La ecografía cardiopulmonar focalizada permite diagnosticar la insuficiencia cardíaca aguda con alta precisión en pacientes con disnea aguda. De hecho, ofrece mayor sensibilidad que la radiografía simple de tórax y el pro-BNP para este diagnóstico.

Paciente con hipotensión/shock

La insuficiencia circulatoria puede ser causada por factores obstructivos (2%), cardiogénicos (16%), distributivos (62%) o hipovolémicos (16%), y no es raro que estén presentes de manera combinada. El pronóstico del paciente depende críticamente de un tratamiento precoz, preciso y adaptado a la etiología específica, lo que hace fundamental la identificación temprana de la causa subyacente. Con el tiempo, los protocolos diagnósticos como el protocolo RUSH (*Rapid Ultrasound in Shock*; **TABLA 19-2**) se han enriquecido con más vistas ecográficas, evolucionando hacia un enfoque de ecografía multiórgano integral.



TABLA 19-2.				
PROTOCOLO RUSH	SHOCK HIPO-VOLÉMICO	SHOCK CARDIO-GÉNICO	SHOCK OBSTRUCTIVO	SHOCK DISTRIBUTIVO
Bomba	• Corazón hipercontráctil. • Cámaras cardíacas pequeñas.	• Corazón hipocontráctil. • Corazón dilatado.	• Corazón hipercontráctil. • Derrame pericárdico. • Taponamiento cardíaco. • Distensión del VD. • Trombosis cardíaca.	• Corazón hipercontráctil (sepsis temprana). • Corazón hipocontráctil (sepsis tardía).
Tanque	• VCI delgada. • Venas yugulares delgadas. • Líquido peritoneal o pleural (pérdida de líquido).	• VCI distendida. • Venas yugulares distendidas. • Patrón B bilateral (edema pulmonar). • Derrame pleural. • Líquido peritoneal (ascitis).	• VCI distendida. • Venas yugulares distendidas. • Ausencia de deslizamiento pulmonar (neumotórax).	• VCI normal o delgada (sepsis temprana). • Líquido peritoneal o pleural (origen de la sepsis).
Tuberías	• Aneurisma Aorta. • Abdominal. • Disección aórtica.	• Normal.	• Trombosis venosa profunda (TVP).	• Normal.

Evaluación ultrasonográfica rápida en el estado de shock (Protocolo RUSH).

Esta tabla resume los hallazgos ecográficos característicos asociados con los diferentes tipos de shock. Los parámetros evaluados incluyen la función cardíaca ("Bomba"), la capacidad venosa y presencia de líquidos en cavidades ("Tanque") y la integridad vascular ("Tuberías").
VD: ventrículo derecho; **VCI:** vena cava inferior; **TVP:** trombosis venosa profunda.

DETECCIÓN DE LA CAUSA

La ecografía muestra una sensibilidad adecuada para detectar los distintos tipos de shock, con valores que rondan el 80%, alcanzando su máxima precisión en los casos de shock hipovolémico y obstructivo. Por lo tanto, estas dos variantes son las más fiables de diagnosticar mediante ecografía.



Aunque no existe un consenso definitivo sobre el orden óptimo para realizar la evaluación ecográfica multiórgano en pacientes con *shock*, se sugiere iniciar el estudio con la ventana subxifoidea (Sx), dada la facilidad para identificar el *shock* obstructivo, que cuenta con excelente sensibilidad y especificidad. Esta proyección permite una rápida identificación de derrame pericárdico con signos de **taponamiento** (colapso de la aurícula derecha en sístole y ventrículo derecho en diástole), así como signos indicativos de **tromboembolismo pulmonar masivo** (ventrículo derecho dilatado y disfuncional, con desplazamiento septal hacia el ventrículo izquierdo), observándose en ambos casos una VCI pletórica.

Una vez descartadas estas dos causas de *shock* obstructivo, la evaluación de la VCI en plano longitudinal se vuelve fundamental para guiar el siguiente paso:

En caso de una **VCI pletórica**:

- Se debe realizar una visualización en los planos apical 4 cámaras y paraesternal eje largo, con el objetivo de detectar **valvulopatías y disfunción sistólica grave**. Es crucial aplicar el *Doppler* color en esta fase, ya que podría revelar una rotura mitral como causa subyacente.
- Posteriormente, se llevará a cabo una ecografía pulmonar, evaluando al menos dos puntos clave: el campo anterosuperior a nivel medio clavicular y el campo posterobasal a nivel axilar. El primero es útil para descartar la presencia de **neumotórax** si se observa deslizamiento pleural, mientras que el segundo ayuda a identificar **derrames pleurales**, que podrían indicar hemotórax o insuficiencia cardíaca.

En caso de que la **VCI** mida **menos de 2 cm** con un **colapso superior al 50%** durante la inspiración profunda o mayor al 20% en la inspiración espontánea, se recomienda proceder de la siguiente manera:

- Aunque no es con fines diagnósticos, de cara a ser prácticos y ahorrar tiempo, se realizará una evaluación rápida de la **integral velocidad-tiempo** (VTI), que dará una referencia para el control de la resucitación (ver más adelante).
- A continuación, se procederá a valorar el abdomen siguiendo el protocolo FAST para detectar la presencia de **líquido libre abdominal**, así como para descartar un aneurisma aórtico abdominal roto. No obstante, es importante tener en cuenta que un resultado FAST negativo no descarta completamente un aneurisma debido a la menor sensibilidad del ultrasonido en la valoración del retroperitoneo, por lo que, si la sospecha clínica es alta, debe considerarse un estudio adicional. Además, en mujeres en edad fértil, se debe incluir la posibilidad de un embarazo ectópico roto como parte del diagnóstico diferencial.



- En ausencia de líquido libre, y si no se observan signos de sangrado externo, deben **considerarse otras causas** como la sepsis o entidades que pueden simular un cuadro séptico, tales como crisis tiroideas, golpes de calor, anafilaxia, *shock* neurogénico o insuficiencia suprarrenal, entre otros.
- Si se sospecha una **sepsis**, la ecografía puede ayudar a **identificar la fuente de la infección**, dependiendo del contexto clínico (como endocarditis, piodermosis, abscesos cutáneos, celulitis, abscesos abdominales o en áreas otorrinolaringológicas).

DETECCIÓN DE PACIENTES RESPONDEDORES A VOLUMEN

La ecografía es fundamental para la detección del ***shock* cardiogénico y el obstructivo**, los cuales no van a responder a volumen, pues la causa fisiopatológica subyacente es el bajo gasto cardíaco izquierdo o derecho. En estos casos, medidas terapéuticas dirigidas, como la fibrinólisis, la pericardiocentesis, la toracocentesis o el drenaje torácico, y el empleo de fármacos vasoactivos van a ser cruciales.

El ***shock* distributivo e hipovolémico** sí va a responder a volumen, pues la clínica se deriva de una depleción absoluta o relativa del volumen intravascular. En el caso de la sepsis, la reacción inadecuada y explosiva a la infección hace que sólo alrededor del 50% respondan a volumen. Es importante destacar que la sobrecarga de fluidos puede aumentar la mortalidad y agravar el daño renal, lo que subraya la necesidad de una administración cuidadosa de líquidos en estos casos.

En este capítulo se repasan **dos técnicas específicas** a modo de resumen: la VTI del tracto de salida del ventrículo izquierdo (y/o derecho) y la prueba de elevación de miembros inferiores, por su relevancia en la evaluación de la perfusión tisular y la respuesta a la reanimación en estos pacientes críticos.

La VTI del tracto de salida del ventrículo izquierdo

En el contexto del ***shock*** y la hipotensión, la VTI de la válvula aórtica se utiliza como un indicador indirecto del gasto cardíaco y de la perfusión tisular. Una medición baja (VTI <17-18 cm) sugiere una disminución en el gasto cardíaco y la necesidad de intervención para mejorar la perfusión.

- En el ***shock* hipovolémico**, la VTI puede estar reducida debido a la disminución del llenado ventricular y la disminución del gasto cardíaco. Una baja precarga se reflejará en una VTI reducida, lo que indica la necesidad de reanimación con fluidos intravenosos para aumentar el volumen circulante o con fármacos vasoactivos y mejorar la perfusión tisular.



- En el *shock* **cardiogénico**, la VTI puede estar reducida debido a la disfunción sistólica o diastólica del corazón. Una baja contractilidad o una mala relajación ventricular pueden resultar en una VTI disminuida, indicando la necesidad de intervenciones dirigidas a mejorar la función cardíaca, como la administración de fármacos inotrópicos o la optimización del volumen circulante.

La prueba de elevación de miembros inferiores

Es una técnica simple y rápida que se utiliza para evaluar la capacidad del paciente para aumentar su volumen circulante mediante la redistribución de la sangre de las extremidades inferiores al tronco y la cabeza. En pacientes con *shock* o hipotensión, esta prueba puede ayudar a predecir si el paciente será respondedor a los fluidos intravenosos.

- **Protocolo de la prueba:** se realiza partiendo de una situación semisentada (a unos 45°) y pasando a posición supina con elevación pasiva de las piernas durante al menos 30-60 segundos. Alternativamente pueden administrarse unos 250-300 ml de suero salino fisiológico al 0,9% en bolo intravenoso.
- **Interpretación de la prueba:**
 - Respuesta clínica: se observa un aumento en la presión arterial sistólica de al menos 10 a 20 mmHg después de la elevación de las piernas, lo que indica una respuesta positiva a la prueba y sugiere que el paciente es respondedor a los fluidos.
 - Respuesta ecográfica: si hay un aumento de la VTI de más del 10-15% entre el medido antes y el medido tras 1-2 minutos de la administración del fluido o elevación de piernas, sugiere que el paciente es respondedor a los fluidos.

357

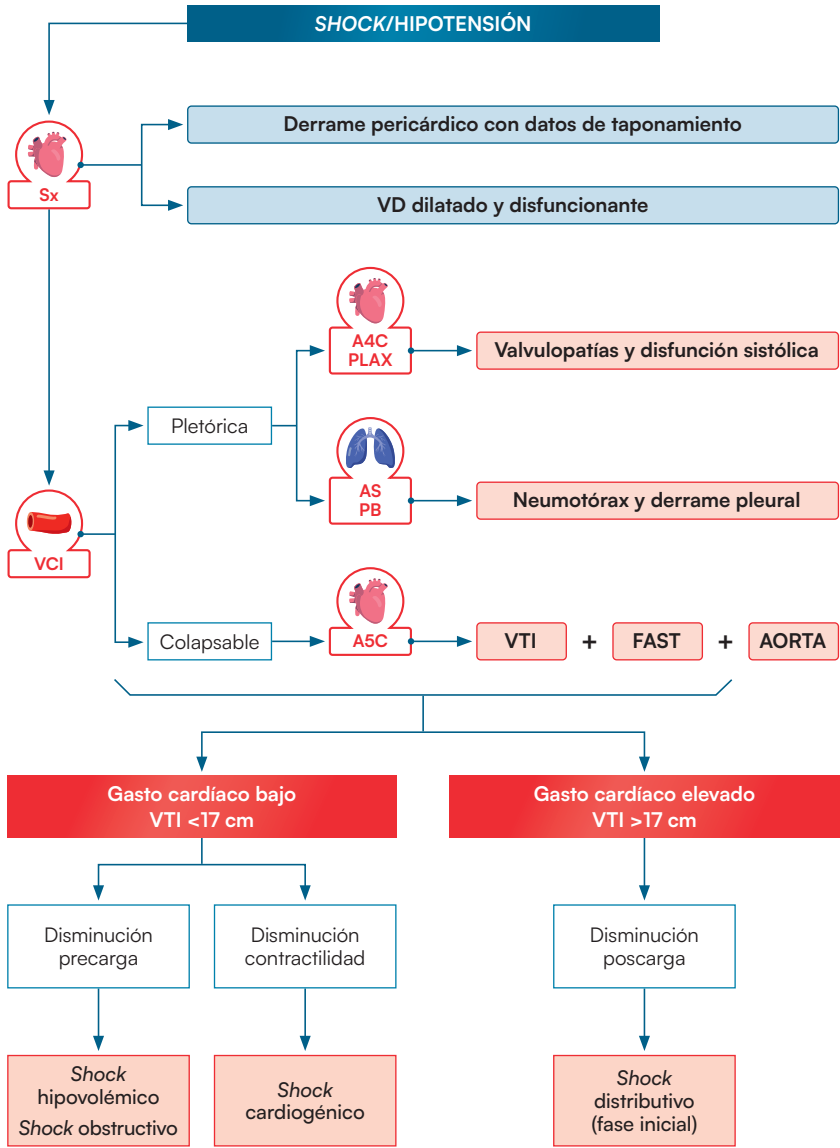
Este mismo parámetro también ha sido evaluado en la salida del ventrículo derecho, por encima de la válvula pulmonar en un plano subxifoideo eje corto.

Una respuesta positiva sugiere que el paciente es probablemente respondedor a volumen en ese momento, aunque esta condición puede cambiar con el tiempo. Por lo tanto, se recomienda monitorizar al paciente de manera continua siempre que sea posible. Si no se observa una respuesta favorable a la terapia con fluidos, la administración de fármacos vasoactivos se convierte en la siguiente intervención más apropiada.

El algoritmo de la **FIGURA 19-2** proporciona una secuencia lógica de pasos a seguir para identificar y abordar de manera efectiva las diferentes etiologías del deterioro hemodinámico.



FIGURA 19-2.



Algoritmo uso de la ecografía clínica ante un paciente en shock.

Sx: ventana subxifoidea; VCI: vena cava inferior; A4C: apical 4 cámaras; A5C: apical 5 cámaras; PLAX: plano paraesternal eje largo; AS: campos anterosuperiores; PB: campos posterobasales.



Paciente en parada cardiorrespiratoria (PCR)

El **uso de la ecografía** se incluye en las recomendaciones de soporte cardiovascular avanzado en adultos con PCR desde el año 2015, siendo considerada una herramienta complementaria en las guías publicadas por el *European Resuscitation Council* (ERC) y la *American Heart Association* (AHA).

Las compresiones torácicas de alta calidad y la desfibrilación precoz siguen siendo una prioridad en el manejo de estos pacientes, recomendándose que la fracción de compresión torácica sea superior al 80% durante la reanimación cardiopulmonar (RCP). Es por ello que ambas sociedades consideran que se debe contar con un profesional entrenado y altamente cualificado para considerar su uso.

El estudio ecográfico en estos pacientes en urgencias y emergencias se realizará en situaciones de inestabilidad clínica pre-parada, durante la parada cardíaca y tras recuperar la circulación espontánea.

Durante la realización del estudio ecográfico se recomienda el registro mediante grabación de video, de forma que el explorador podrá revisar las imágenes obtenidas posteriormente sin interrumpir las maniobras de resucitación cardiopulmonar para su interpretación.

TÉCNICA DE ESTUDIO ECOGRÁFICO EN LA PARADA CARDIORRESPIRATORIA (TABLA 19-3)

359

TABLA 19-3.

Posición del paciente	• Decúbito supino.
Sonda	• Sectorial. • Convex si no está disponible la anterior.
Plano ecográfico /ventanas	• Ecografía clínica (sin interrupción de las compresiones): 1. Subxifoideo, como primera opción. 2. Apical cuatro cámaras, como segunda opción. La exploración de la ventana paraesternal eje corto y largo precisa de la interrupción de las compresiones. 3. Pulmonar (con interrupción de las compresiones): evaluar la presencia de deslizamiento pleural. 4. FAST (sin interrupción de las compresiones).
Modo	• Modo B (bidimensional)

Técnica de estudio ecográfico en la parada cardiorrespiratoria.



La ecografía durante la parada cardiorrespiratoria ofrece información vital al instante, y entre sus **aplicaciones** encontramos:

- Confirmar la PCR.
- Visualizar la actividad cardíaca, definida como cualquier movimiento visible del miocardio, excluyendo el movimiento de sangre dentro de las cámaras cardíacas o el movimiento de la válvula aislada.
- Identificar la ausencia total de movimiento cardíaco.
- Confirmar el ritmo de parada: diferenciar el ritmo cardíaco organizado de la asistolia y la verdadera actividad eléctrica sin pulso de la pseudoactividad eléctrica sin pulso. Permite diferenciar la asistolia de la fibrilación ventricular fina (**TABLA 19-4**).
- En la asistolia se observará un corazón completamente inmóvil, sin contracciones cardíacas, debido a la ausencia total de actividad eléctrica del corazón. No debe confundirse con la fibrilación ventricular fina, ya que su actividad eléctrica es de baja amplitud y puede pasar desapercibida. En estos casos, la ecografía permite distinguir entre estas dos condiciones.
- En la fibrilación ventricular fina, se observa un movimiento caótico y descoordinado de las paredes cardíacas, que indica la presencia de actividad eléctrica desorganizada y por tanto, el requerimiento de una intervención inmediata con desfibrilación, a diferencia de la asistolia en la que se administrará adrenalina y se iniciarán maniobras de RCP.
- En la AESP se podrá observar actividad eléctrica organizada en el ECG, pero no habrá actividad mecánica suficiente del corazón para generar un pulso. En la ecografía, esto se evidencia como ausencia de contracciones cardíacas. En cambio, en la pseudoAESP habrá actividad eléctrica en el ECG y contracciones débiles o esporádicas en la ecografía, que a veces no son lo suficientemente fuertes como para generar un pulso, pero indican que existe algún grado de función cardíaca residual.
- Confirmar la posición adecuada del tubo endotraqueal.
- Evaluar en tiempo real la calidad de las compresiones mediante la visualización directa de la contractilidad cardíaca y de la ubicación correcta de las manos durante las compresiones torácicas. El método ideal para ello es la ecocardiografía transesofágica, con la ventaja de que no interfiere en la reanimación y no genera interrupciones.
- Comprobar el pulso entre ciclos.
- Ayudar a identificar las causas potencialmente reversibles de PCR (**TABLA 19-5**).
- Realizar procedimientos terapéuticos ecoguiados.
- Apoyo en la toma de decisiones de finalizar las maniobras de RCP.

La **FIGURA 19-3** muestra el algoritmo de uso de la ecografía ante un paciente en PCR.



TABLA 19-4.

	ASISTOLIA	FV FINA	AESP	pAESP
			Actividad eléctrica organizada (distinta de FV/TVSP) sin pulso.	
	Ausencia de contracción.	Contracciones caóticas y descoordinadas.	Ausencia de contracciones.	Contracciones débiles o esporádicas.
	Adrenalina.	Desfibrilación.	Causas reversibles.	Optimizar maniobras de reanimación.

Criterios para diferenciar el ritmo de PCR.

TABLA 19-5.

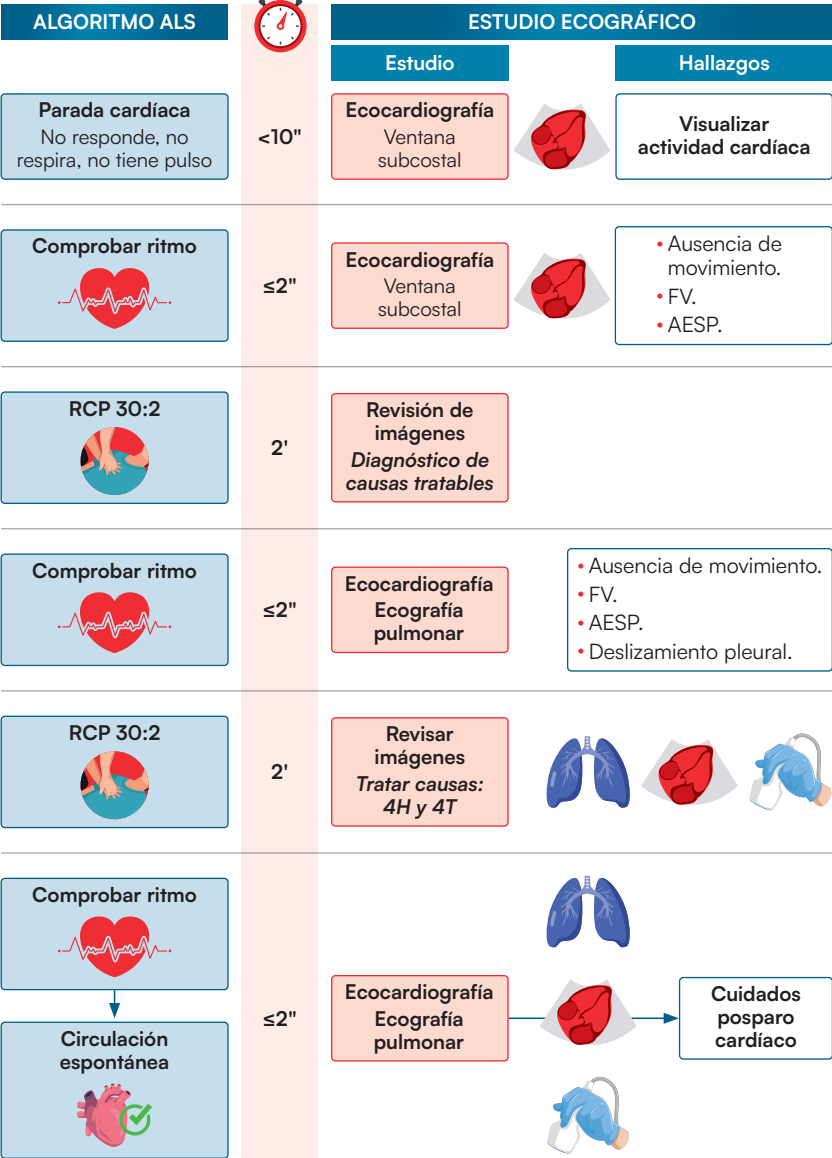
CAUSAS	HALLAZGOS ECOGRÁFICOS
Las 5 H	
Hipovolemia	• Diámetro de la VCI <2 cm. • Colapso de ventrículos.
Hipoxemia	
Hipotermia	
Acidosis (H ⁺)	
Hipo/hiperpotasemia	
Las 5 T	
Taponamiento cardíaco	• Derrame pericárdico. • VCI dilatada.
Trombosis pulmonar	• Trombo cardíaco derecho. • Dilatación del VD. • Signo D del VI. • Trombosis venosa profunda.
Neumotórax a tensión	• Ausencia de deslizamiento pleural.
Trombosis coronaria	• Alteraciones segmentarias de la contractilidad.
Tóxicos	

Signos ecográficos de causas tratables del paro cardíaco.

VCI: vena cava inferior; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.



FIGURA 19-3.



Algoritmo de uso de la ecografía clínica ante un paciente en parada cardiorrespiratoria.
ALS: Advanced Life Support; RCP: reanimación cardiopulmonar; FV: fibrilación ventricular; AESP: actividad eléctrica sin pulso.



Es importante tener en cuenta las siguientes **limitaciones de la ecografía en la PCR**:

- No debe interferir ni provocar interrupciones en las maniobras prioritarias de la resucitación cardiopulmonar.
- La decisión de interrumpir las maniobras de resucitación no debe tomarse basándose únicamente en los hallazgos de la ecografía; los hallazgos de ésta pueden respaldar la decisión, pero no deben ser el único criterio.
- El diagnóstico de embolia pulmonar como causa tratable del paro cardíaco se debe realizar teniendo en cuenta los síntomas y signos previos, no se debe realizar únicamente por los hallazgos ecocardiográficos. Esto es debido a que en los primeros minutos tras la parada cardiorrespiratoria se produce la dilatación del VD, siendo ésta mayor cuando más tiempo ha transcurrido. Además, también se visualiza ante otras situaciones, como la hipovolemia, la hiperpotasemia, las arritmias primarias y la dilatación del ventrículo derecho crónica preexistente.
- Ante la sospecha clínica de tromboembolismo pulmonar podemos apoyarnos en la exploración venosa de miembros inferiores en busca de trombosis para iniciar la fibrinólisis durante la RCP.
- Aunque ningún estudio actual muestra una disminución en la mortalidad con su uso, la ecografía es útil con fines diagnósticos y pronósticos en el paro cardíaco.



Bibliografía

- Ávila-Reyes D, Acevedo-Cardona AO, Gómez-González JF, et al. Point-of-care ultrasound in cardiorespiratory arrest (POCUS-CA): narrative review article. *Ultrasound J.* 2021; 13: 46.
 - Baid H, Vempalli N, Kumar S, et al. Point of care ultrasound as initial diagnostic tool in acute dyspnea patients in the emergency department of a tertiary care center: diagnostic accuracy study. *Int J Emerg Med.* 2022; 15(1): 27.
 - L'Hermitte N, Markarian T, Grau-Mercier L, et al. Diagnostic performance of a clinical ultrasound-based algorithm for acute heart failure in patients presenting to the emergency department with dyspnea. Rendimiento diagnóstico de un algoritmo basado en ecografía clínica para el diagnóstico de insuficiencia cardiaca aguda en pacientes que consultan en urgencias por disnea. *Emergencias.* 2024; 36(2): 109-15.
 - Olsen K, Palmer LJ. POCUS in undifferentiated shock. *J Clin Anesth.* 2023; 91: 111277.
 - Polyzogopoulou E, Parissis J, Bistola V. Ultrasound-based diagnosis of acute heart failure in the emergency department. Diagnóstico de la insuficiencia cardiaca aguda en urgencias mediante ecografía. *Emergencias.* 2024; 36(2): 85-7.
 - Sweeney DA, Wiley BM. Integrated Multiorgan Bedside Ultrasound for the Diagnosis and Management of Sepsis and Septic Shock. *Semin Respir Crit Care Med.* 2021; 42(5): 641-9.
 - Wong A, Vignon P, Robba C. How I use ultrasound in cardiac arrest. *Intensive Care Med.* 2023; 49: 1531-4.
 - Yoshida T, Yoshida T, Noma H, Nomura T, Suzuki A, Mihara T. Diagnostic accuracy of point-of-care ultrasound for shock: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2023;27(1):200.
 - Zaki HA, Iftikhar H, Shaban EE, et al. The role of point-of-care ultrasound (POCUS) imaging in clinical outcomes during cardiac arrest: a systematic review. *Ultrasound J.* 2024; 16: 4.
 - Zamarrón-López EI, Guerrero-Gutiérrez MA, Pérez NOR, et al. Ultrasonido Point-Of-Care (POCUS) durante la reanimación cardiopulmonar para el diagnóstico de causas reversibles de arresto cardíaco. *Med Crit.* 2022; 36(5): 312-7.
-





— 20 —

Ecografía en la valoración del paciente politraumatizado

Protocolo EFAST

Rafael Carbonell Vayá, Andrés Cortés Troncoso,
María Bóveda García, Gabriela Zabala Capilla y Javier Millán Soria



Introducción

La atención al paciente politraumatizado exige la utilización y coordinación de numerosos recursos técnicos y humanos que, de forma rápida, deben permitir detectar lesiones graves o potencialmente graves y con riesgo vital, mientras se inician las medidas de reanimación. Esos hallazgos van a condicionar la toma de decisiones, que también deben producirse en el menor tiempo posible.

Desde la introducción y desarrollo del protocolo *Focused Assessment with Sonography for Trauma* (FAST) en 1996 y, posteriormente el *Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma* (EFAST) en la valoración del paciente politraumatizado, hoy en día la ecografía se ha extendido y ha adquirido un papel fundamental, a muchos niveles, dentro de la evaluación, manejo y toma de decisiones que siguen el esquema de la reanimación (**TABLA 20-1**).

Se recomienda la realización del protocolo EFAST a todo paciente con trauma grave, dada su elevada reproducibilidad, precisión y rentabilidad para detectar la presencia de líquido libre abdominal y/o pericárdico, que determina una decisión clínica *in situ* y, especialmente, en el despistaje de neumotórax y hemotórax, con una sensibilidad, una especificidad y valor predictivo positivo próximos al 100%.

Es importante la ejecución adecuada y rápida de la técnica, no debiendo invertirse más de 3-5 minutos. Debe realizarse tanto en pacientes hemodinámicamente estables como inestables, y no debe entorpecer ni retrasar las medidas de soporte vital que se hayan iniciado. El protocolo EFAST puede repetirse periódicamente y siempre que se produzca algún empeoramiento en el estado clínico del paciente. Se trata de un procedimiento rápido, no invasivo, que no necesita preparación previa y que se puede realizar en cualquier paciente sin necesidad de movilización.

TABLA 20-1.	
VÍA AÉREA	
Intubación orotraqueal	• Ayuda en la IOT: visualización directa del avance del TET a través de las cuerdas vocales (o del esófago). • Comprobación de la correcta colocación de TET: localización del extremo distal del TET.
Abordaje quirúrgico de la vía aérea	• Localización de las estructuras anatómicas y del punto de punción mediante la identificación de la membrana cricotiroides.
RESPIRACIÓN / VENTILACIÓN	
Neumotórax	• Ecografía pulmonar diagnóstica. • Guía en el drenaje pleural.
Hemotórax	• Ecografía pulmonar diagnóstica. • Guía en la toracocentesis. • Comprobación de ausencia de neumotórax iatrógeno tras el drenaje.

Continúa ►





► Continuación

CIRCULACIÓN Y CONTROL DE HEMORRAGIAS	
Derrame pericárdico	• Ecografía clínica diagnóstica. • Identificación de signos ecográficos de taponamiento cardíaco. • Guía en la pericardiocentesis.
Líquido libre abdominal	• Detección de líquido libre abdominal.
Accesos venosos	• Guía en la canalización de accesos venosos periféricos y centrales.
Shock asociado al trauma grave	• Ayuda en la identificación de los diferentes patrones de shock asociados al trauma grave: hipovolémico (el más frecuente), obstructivo (taponamiento cardíaco, neumotórax a tensión), distributivo (shock medular), etc. • Valoración de la respuesta al tratamiento.
DÉFICIT NEUROLÓGICO	
Valoración de signos de HTIC	• Valoración de la PIC mediante medición del DVNO.
EXPOSICIÓN	
Sondajes	• Guía en el sondaje vesical y en la punción suprapúbica.

Integración de la ecografía en la valoración y manejo inicial del paciente politraumatizado.

IOT: intubación orotraqueal; TET: tubo endotraqueal; HTIC: hipertensión intracraneal; PIC: presión intracraneal; DVNO: diámetro de la vaina del nervio óptico.

367

Objetivos del tema

- Explicar la sistemática de la exploración mediante ecografía multiventana en el contexto del paciente politraumatizado.
- Establecer los conceptos básicos para la exploración mediante el protocolo EFAST (sonda, plano, modo ecográfico y ajustes adecuados), para identificar de forma correcta las estructuras del tórax y el abdomen.
- Describir las estructuras y patrones de normalidad.
- Valorar la presencia o ausencia de patología torácica que pueda comprometer de forma inmediata la vida del paciente.
- Evaluar de forma correcta la presencia o ausencia de líquido libre abdominal.
- Detallar las limitaciones del protocolo EFAST, los errores más frecuentes y sus posibles soluciones.



Competencias básicas

TABLA 20-2

COMPETENCIAS BÁSICAS

Ser capaz de realizar un protocolo EFAST completo en la valoración inicial de todo paciente politraumatizado en menos de 5 minutos.

Reconocer la presencia o ausencia de deslizamiento pleural, líneas B, punto pulmón y pulso pulmón en el despistaje del neumotórax.

Identificar el órgano diana y conocer las estructuras anatómicas normales en cada una de las ventanas ecográficas que incluye el protocolo EFAST.

Conocer en qué zonas debemos buscar la presencia de líquido libre para poder dar la exploración como negativa.

Evaluar la presencia de derrame pericárdico y los signos de taponamiento.

Conocer las limitaciones del protocolo y saber cuándo es necesario realizar un examen más completo.

368

Técnica de exploración: protocolo EFAST

El protocolo EFAST tiene como objetivo fundamental detectar, en el contexto de un paciente politraumatizado, la presencia de:

- **Neumotórax o hemotórax**, mediante la exploración pulmonar.
- **Líquido pericárdico**, mediante la exploración del espacio subxifoideo.
- **Líquido libre abdominal**, mediante la exploración de los recessos hepatorenal, esplenorenal y pélvico (**FIGURA 20-1**).

RECUERDO ANATÓMICO

La cavidad peritoneal forma varios recessos o gotieras, que son espacios virtuales en condiciones normales. Estos se crean por la disposición de los órganos abdominales y las membranas que los cubren, formando bolsas anatómicas comunicadas. Cuando hay sangrado o acumulación de líquido en la cavidad abdominal, éste tiende a acumularse en estos espacios, pudiendo detectarse de forma precoz mediante ecografía.

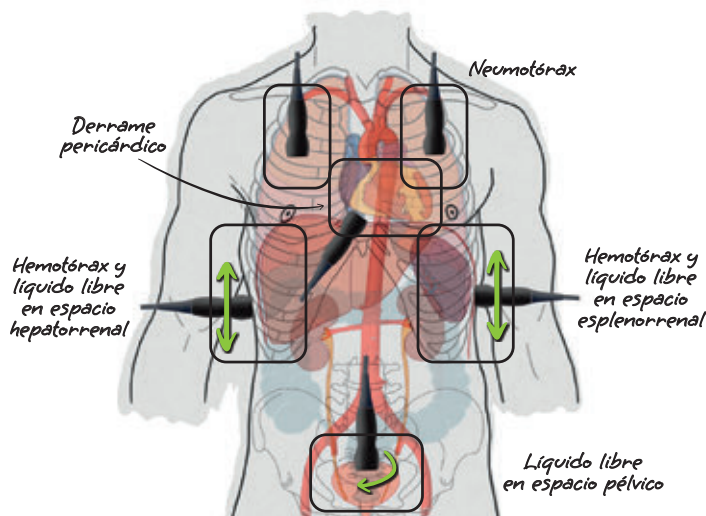
POSICIÓN Y PREPARACIÓN DEL PACIENTE

La exploración ecográfica se desarrolla con el paciente en decúbito supino, teniendo en cuenta que todos los pacientes con traumatismo grave deben movilizarse en bloque y únicamente en caso necesario, para prevenir una posible lesión medular.





FIGURA 20-1.



Objetivos del protocolo EFAST.

No se deben realizar cambios posturales para explorar los campos pulmonares posteriores u otras localizaciones diferentes a la anterior y lateral. Además, en caso de que el paciente presente un neumotórax, dado que el aire tiene tendencia a desplazarse hacia arriba, será más fácil identificarlo en la exploración de los campos pulmonares anteriores.

Por el contrario, el líquido tiende a situarse en zonas declives y posteriores, por lo que se identificará con facilidad en los campos pulmonares laterales inferiores y, en el abdomen, en las gotieras anatómicas (espacio hepatorenal, pélvico y esplenorrenal, por este orden de frecuencia).

SONDAS, MODOS ECOGRÁFICOS Y AJUSTES

La exploración incluye diferentes territorios anatómicos, y en cada uno de ellos es necesario alcanzar niveles de profundidad distintos. Debido a que el tiempo invertido en la exploración debe ser lo más breve posible, no se recomienda cambiar de sonda según la localización anatómica ni la patología sospechada.

Se utilizará durante toda la exploración una sonda tipo cóncav multifrecuencia de entre 3,5 y 5 MHz como primera opción (o, en su defecto, una sonda sectorial). Si surgen dudas para identificar el deslizamiento pleural y descartar la existencia de neumotórax, se optaría por la sonda lineal.

Se utilizará el modo B, tanto en la exploración abdominal como en la pulmonar.



Para la obtención de imágenes en los planos abdominales, se ajustará la profundidad para visualizar al menos 20 centímetros, y se reducirá en la exploración pulmonar para tratar de identificar mejor el deslizamiento pleural.

SISTEMÁTICA DE EXPLORACIÓN, OBTENCIÓN DE PLANOS E IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS ECOGRÁFICAS

No existe un consenso claro sobre cuál debe ser la **secuencia de examen** para explorar los diferentes espacios, pero parece lógico, especialmente en el paciente inestable, comenzar por los campos pulmonares para el despistaje de neumotórax.

En cualquier caso, se recomienda que el explorador siga siempre el mismo orden y que complete todas y cada una de las ventanas y planos, para evitar errores por omisión.

Exploración pulmonar

Se recomienda colocar la sonda en posición longitudinal con el marcador orientado hacia la cabeza del paciente, con independencia del lado que se esté explorando (derecho o izquierdo). El corte ecográfico será sobre el plano sagital cuando exploremos los campos pulmonares anteriores y en un plano coronal cuando exploremos los campos pulmonares laterales.

Deben explorarse al menos dos campos anteriores (superior e inferior) a nivel medio-clavicular y dos campos laterales a nivel de la línea axilar-media (superior e inferior).

- Las **estructuras que hay que identificar** en cada campo pulmonar son:
 - Dos costillas con sus sombras acústicas posteriores, delimitando el campo a ambos lados.
 - Línea pleural: valorar la existencia de *sliding*, localizar el punto pulmón en caso de neumotórax.
 - Patrón de artefactos bajo la línea pleural: líneas A o B.
- Los **signos ecográficos de neumotórax** (especificidad y valor predictivo positivo cercano al 100%) incluyen:
 - Presencia del punto pulmón.
 - Ausencia de deslizamiento pleural.
 - Ausencia de líneas B.
 - Ausencia de pulso pulmón.

Ventana subxifoidea

La sonda se debe colocar en el epigastrio, justo por debajo de la apófisis xifoides, en un plano transversal con la marca orientada hacia la derecha del paciente. Posteriormente, se dirige hacia el hombro izquierdo y en sentido craneal, con





la superficie de la sonda prácticamente paralela a la corporal, para que los ultrasonidos se dirijan hacia el corazón por debajo de la parrilla costal.

En la imagen resultante, el hígado, de ecogenicidad homogénea, aparecerá en la parte superior izquierda, mientras que las cavidades cardíacas se visualizarán por debajo y hacia la derecha. Entre ambas estructuras se identificará una línea hiperecogénica, que corresponde al pericardio. Si la ventana subxifoidea no resulta valorable, se obtendrá un plano paraesternal eje largo como alternativa.

- Las **estructuras que se deben identificar** en la exploración del espacio subxifoideo son (**FIGURA 20-2**):
 - Corazón 4 cámaras (órgano diana).
 - Pericardio.
 - Hígado.

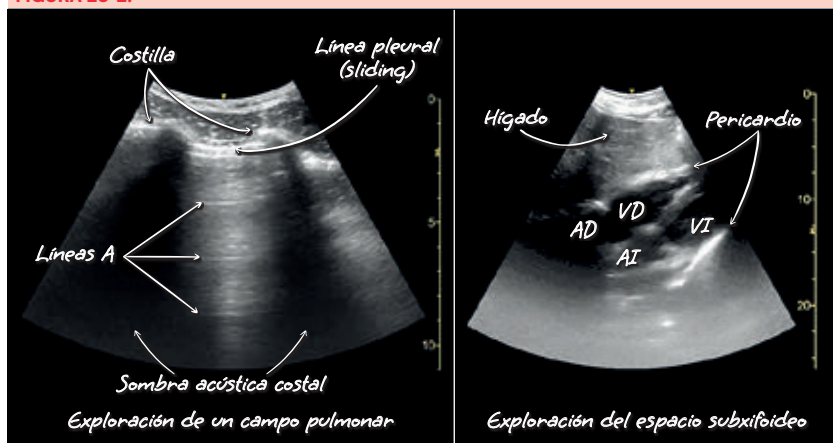
Espacio hepatorenal (cuadrante superior derecho)

La sonda se coloca en dirección longitudinal, con la marca orientada hacia la cabeza del paciente, en un plano inicialmente coronal a nivel de la línea axilar media derecha y entre el 7º y el 9º espacios intercostales. En ocasiones será necesario desplazar la sonda hacia campos más posteriores (según las características del paciente), en sentido craneal para visualizar mejor el diafragma y la base pulmonar derecha, o caudal para visualizar mejor el polo inferior del riñón derecho, fundamental para completar la exploración de este espacio.

Para evitar el artefacto de las costillas se debe rotar entre 10 y 20 grados en sentido antihorario, con la marca en posición ligeramente posterior, colocando la sonda paralela a las costillas y entre los espacios intercostales.

371

FIGURA 20-2.

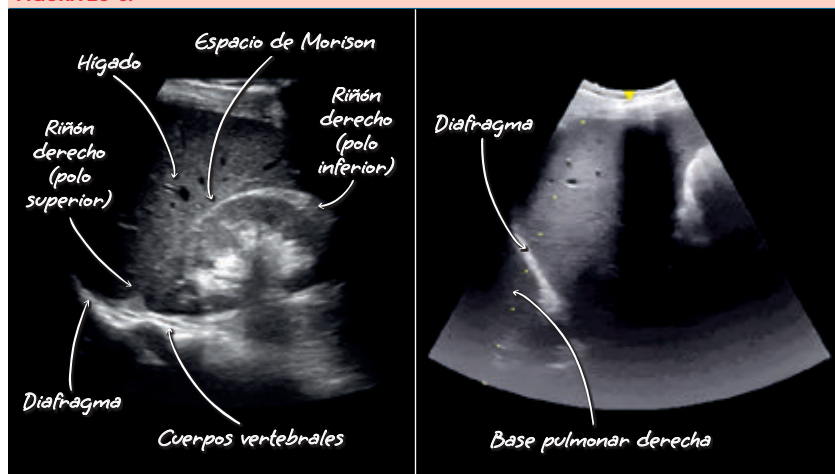


Identificación de estructuras en la ventana pulmonar (A) y el espacio subxifoideo (B).



- **Las estructuras que se deben identificar**, partiendo de la localización del órgano diana, que es el **riñón derecho** (**FIGURA 20-3**), son:
 - Riñón derecho en su totalidad, desde el polo superior al polo inferior.
 - Hígado.
 - Receso hepatorenal o espacio de Morison, que hay que explorar en toda su extensión, para buscar la presencia de líquido.
 - Diafragma. Valorar la existencia de líquido por encima de él (hemotórax) o a nivel subdiafragmático (hemoperitoneo).
 - Base pulmonar derecha: identificación de deslizamiento pleural o imagen en espejo (descarta un hemotórax a ese nivel) o, por el contrario, presencia de derrame pleural como hallazgo patológico y sospecha de hemotórax en el paciente con trauma grave.

FIGURA 20-3.



Identificación de estructuras en el espacio hepatorenal y en la base pulmonar derecha.

Espacio esplenorenal (cuadrante superior izquierdo)

La sonda se coloca con la marca orientada hacia la cabeza del paciente, en un plano inicialmente coronal sobre la línea axilar posterior izquierda, a nivel del 7.º espacio intercostal, debido a la posición ligeramente superior del riñón izquierdo. Al igual que en el estudio del espacio hepatorenal, hay que desplazar la sonda en sentido craneal o caudal para visualizar todas las estructuras. Para evitar el artefacto de las costillas, se rota la sonda entre 10 y 20 grados en sentido de las agujas del reloj, colocando la marca ligeramente posterior para poner la sonda paralela a las costillas y entre los espacios intercostales.

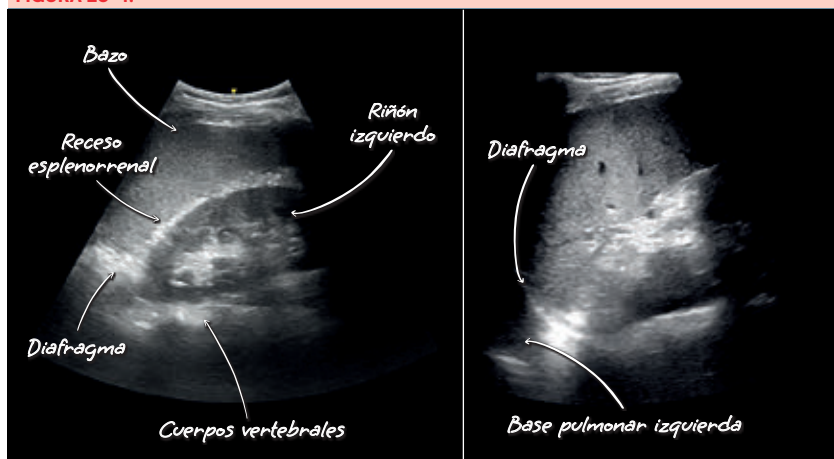




Los órganos que se deben buscar en primer lugar son el riñón izquierdo (órgano diana) y el bazo, debiendo localizar el diafragma y, si es posible, los cuerpos vertebrales.

- **Las estructuras que se deben identificar** (FIGURA 20-4) partiendo de la localización del **riñón izquierdo** (órgano diana), son:
 - Riñón izquierdo completo, desde el polo superior al polo inferior.
 - Bazo y espacio periesplénico.
 - Receso esplenorrenal, que hay que explorar en toda su extensión en busca de la presencia de líquido.
 - Diafragma. Valorar la existencia de líquido por encima de él (hemotórax) o a nivel subdiafragmático (hemoperitoneo), que en este caso es una localización muy frecuente.
 - Base pulmonar izquierda, de igual modo que en el lado derecho.

FIGURA 20-4.



373

Identificación de estructuras en el espacio esplenorrenal y en la base pulmonar izquierda.

Ventana pélvica

Para el estudio del espacio pélvico (o ventana suprapúbica) deben obtenerse dos planos: transversal y longitudinal.

Plano transversal: se coloca la sonda 2 cm por encima de la sínfisis púbica, con la marca dirigida hacia el lado derecho del paciente. Una vez en esta posición, se balancea la sonda para dirigir el haz de ultrasonidos en sentido caudal por detrás del pubis, para estudiar los órganos y zona pélvica. Realizar un barrido de arriba abajo para explorar toda la pelvis.

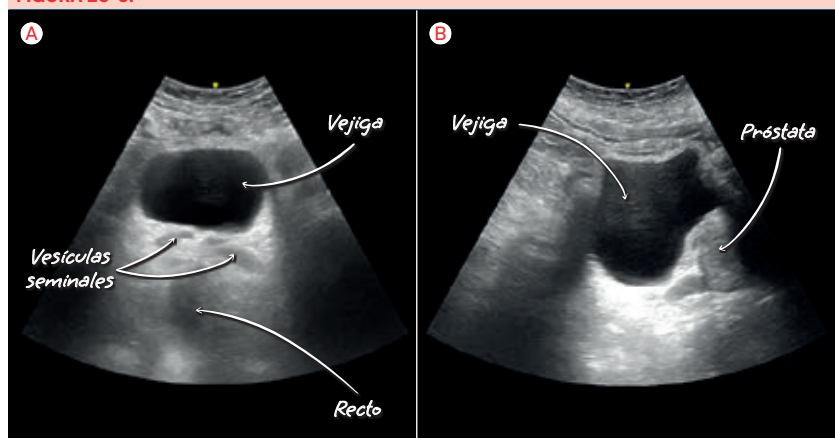


Plano longitudinal: desde el plano anterior, se retoma la posición inicial y se realiza una rotación de la sonda de 90 grados en sentido de las agujas del reloj (marca en cefálica), hasta situarse en un plano sagital medio en el área suprapúbica para inclinar la sonda orientando el haz de ultrasonidos en sentido caudal. Balancear la sonda a la derecha e izquierda para “barrer” todo el espacio perivesical.

• **Identificar las siguientes estructuras (FIGURA 20-5)**, localizando la **vejiga** (órgano diana):

- Vejiga. Realizar un barrido de toda la vejiga en ambos planos para descartar la presencia de líquido libre perivesical.
- Próstata y espacio rectovesical en el varón.
- Útero y fondo de saco de Douglas en la mujer.
- Recto.

FIGURA 20-5.



Identificación de estructuras en el espacio pélvico.

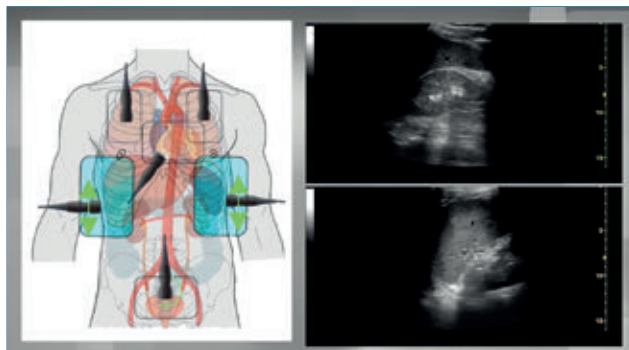
Plano transversal (A) y longitudinal (B).

En el varón pueden verse las vesículas seminales, de localización retrovesical bilateral y de aspecto hipoeoico, que no deben ser confundidas con líquido libre. La localización más frecuente de líquido libre en el espacio pélvico en el varón es en el espacio rectovesical.

En mujeres en edad fértil es posible observar una pequeña cantidad de líquido libre en el fondo de saco de Douglas de forma fisiológica. La localización más frecuente de líquido libre en el espacio pélvico en la mujer es el fondo de saco de Douglas (rectouterino).

El **VÍDEO 20-1** muestra la realización del protocolo EFAST en un paciente.





VÍDEO 20-1
Protocolo EFAST.



Escanee el código QR
para visualizar el vídeo

Identificación e interpretación de hallazgos patológicos

NEUMOTÓRAX

Lo primero que se debe valorar es la presencia o ausencia de deslizamiento pleural (*sliding*) en los campos pulmonares anteriores. La presencia de deslizamiento pleural o de líneas B descarta la existencia de neumotórax.

Sin embargo, **los signos ecográficos de neumotórax** incluyen la presencia del punto pulmón y la ausencia de deslizamiento pleural, de líneas B y de pulso pulmón.

En el caso de observar ausencia de deslizamiento pleural en los campos anteriores, y al menos en uno de los laterales, se podría concluir que el neumotórax es extenso y se debe valorar la necesidad de colocar un tubo de drenaje, especialmente si el paciente está inestable. Cuanto más lateral e inferior/posterior se visualice el punto pulmón, mayor es la extensión del neumotórax, de tal forma que, si no se visualiza y no hay deslizamiento pleural en los campos anteriores y los dos laterales, se puede afirmar que el paciente sufre un neumotórax masivo.

LÍQUIDO EN EL ESPACIO PLEURAL

La exploración para la búsqueda de líquido pleural se realiza desde la ventana pulmonar, situando la sonda en los espacios intercostales posterolaterales más inferiores o desde la posición de exploración de los espacios hepatorenal y esplenorrenal, dirigiendo la sonda en sentido craneal para valorar la base pulmonar de cada lado.

En la imagen se identifican los cuerpos vertebrales y el diafragma, y entre ambas estructuras se observará una zona anecoica (derrame pleural/hemotórax) de tamaño variable y con la imagen del pulmón colapsado, formando en conjunto la llamada “imagen en medusa”. En ocasiones, el área anecoica puede ser hipoecoica, o se pueden identificar ecos en su interior, sugiriendo con alta



probabilidad la presencia de sangre. También es posible observar una imagen heterogénea, sugestiva de contusión pulmonar.

Aunque hay métodos para estimar la cantidad del derrame pleural y hemotórax, durante la realización del EFAST es más útil una valoración cualitativa para agilizar la toma de decisiones.

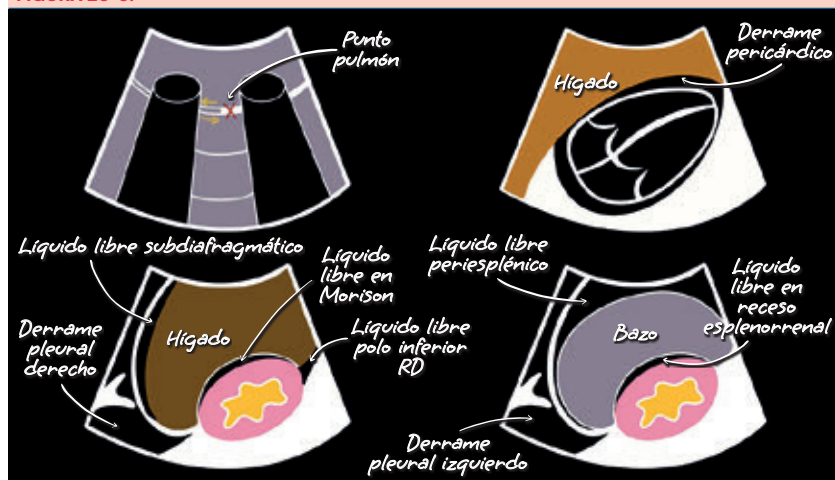
DERRAME PERICÁRDICO Y SIGNOS ECOGRÁFICOS DE TAPONAMIENTO

Se valora desde la ventana subxifoidea. Si existe derrame pericárdico, se observará una zona anecoica alrededor del corazón, variable en su localización dependiendo de su cuantía. El líquido puede visualizarse entre el hígado y las cavidades cardíacas derechas cuando es leve; si es moderado, se observará tanto entre el hígado y las cavidades derechas como junto a las cavidades izquierdas. En casos de derrame masivo, se apreciará el corazón flotando en una zona anecoica (se observará el fenómeno de *swimming heart*). Es importante determinar si hay colapso de la aurícula derecha durante la sístole o del ventrículo derecho durante la diástole, así como la existencia de una vena cava inferior dilatada y no colapsable, que, junto con la clínica compatible, apoyará el diagnóstico de taponamiento cardíaco.

LÍQUIDO LIBRE ABDOMINAL. HEMOPERITONEO

Se valora desde las tres ventanas abdominales, y se recomienda iniciar la exploración en el espacio hepatorenal (ya que es el primer sitio donde se deposita el líquido libre), seguido del espacio pélvico y, posteriormente, del esplenorenal (**FIGURA 20-6**).

FIGURA 20-6.



Hallazgos patológicos en la exploración multiventana del protocolo EFAST (I).

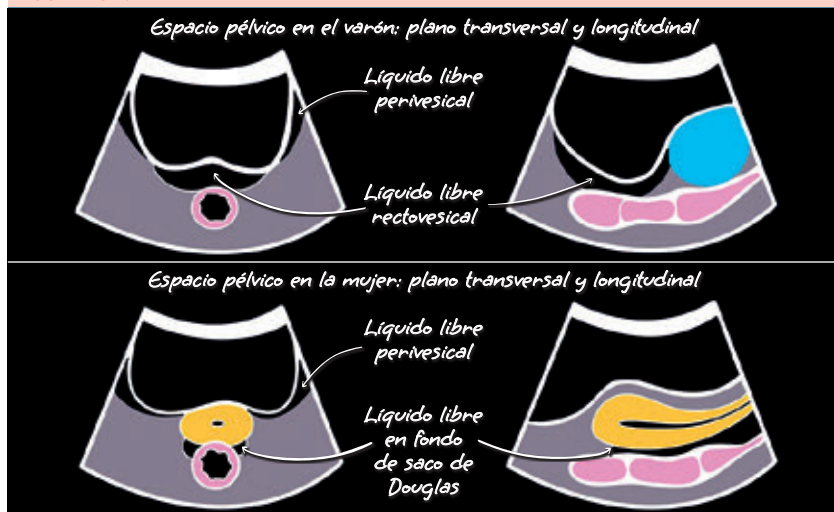




Una vez localizados el riñón derecho y el hígado, hay que fijarse en el espacio entre ambos órganos (**espacio de Morison**), sin olvidar valorar la gotera parietocólica, ya que es zona frecuente de acúmulo de líquido. También es importante visualizar los dos polos renales (superior e inferior), de modo que, hasta que no se visualicen por completo, no se podrá excluir la presencia de líquido libre. No olvidar explorar el espacio entre el diafragma y el hígado.

En el espacio pélvico en el plano transversal, el líquido se acumulará en las partes profundas y laterales a la vejiga, mientras que en el corte longitudinal se observará entre la vejiga, la próstata o el útero (según el género) y el recto, acumulándose en los espacios rectovesical, en el caso de los varones, o en el fondo de saco de Douglas (rectouterino), en el caso de las mujeres (**FIGURA 20-7**).

FIGURA 20-7.



Hallazgos patológicos en la exploración multiventana del protocolo EFAST (II).

En el espacio esplenorrenal se puede valorar la presencia de líquido libre a nivel subdiafragmático, periesplénico y en el receso esplenorrenal, que mostraría una imagen anecoica entre el bazo y el riñón.

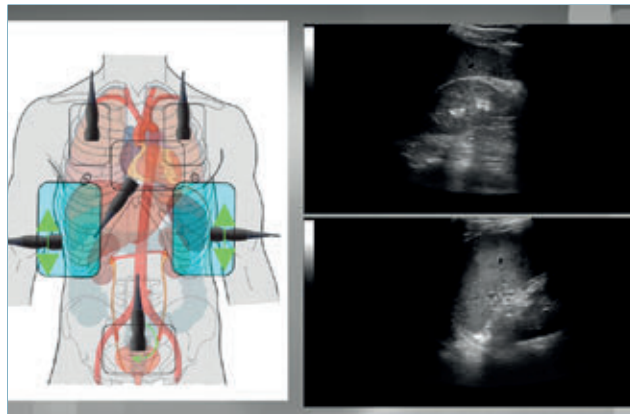
La localización del líquido libre no orienta hacia cuál es el órgano lesionado. Para ello es necesario realizar una tomografía computarizada (TC).

En cualquier caso, para poder descartar la presencia de líquido libre, es importante que en la exploración se visualicen claramente las vísceras claves y órganos diana, según el corte ecográfico (diafragma, hígado, bazo, riñones,



vejiga, útero y recto...), así como los espacios subdiafrmáticos, ya que es fácil que pequeños sangrados pasen inadvertidos en una exploración subóptima.

En el **VIDEO 20-2** se muestran diversas imágenes patológicas que pueden observarse durante la realización del protocolo EFAST.



VIDEO 20-2
Imágenes
patológicas.
Protocolo EFAST.



Escanee el código QR
para visualizar el video

Limitaciones

TABLA 20-3.

No podemos identificar cantidades de líquido libre inferiores a 100 ml.

No se valora si hay perforación de viscera hueca, contusión visceral o lesiones del pedículo renal.

La localización del líquido libre (cuando existe) no permite determinar el origen o el punto del sangrado.

No detecta lesiones retroperitoneales ni diafragmáticas.

En pacientes obesos, con enfisema subcutáneo, traumatismo abierto o neumoperitoneo por perforación de viscera hueca, no suele existir una buena ventana ecográfica, apareciendo múltiples artefactos que dificultan la exploración.

No se puede movilizar al paciente para explorar territorios alternativos.

Si el plano subxifoideo ofrece mal acceso acústico, se debe sustituir por un plano paraesternal eje largo para valorar la presencia de derrame pericárdico.

La vejiga vacía dificulta la visualización de las estructuras pélvicas.

Limitaciones del protocolo EFAST.





Errores comunes y consejos

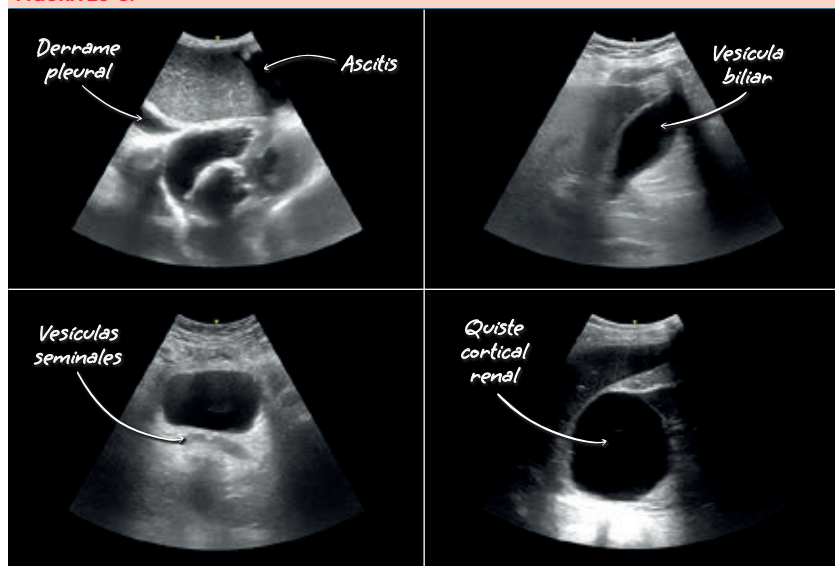
TABLA 20-4.

ERRORES COMUNES	CONSEJOS
Realizar un examen incompleto	Adquirir el hábito de realizar la exploración siempre en el mismo orden. Recordar que la exploración del espacio pélvico incluye los planos longitudinal y transversal. Siempre evaluar la exploración de forma dinámica.
Afirmar que la exploración es negativa sin haber valorado...	• Polo inferior del riñón derecho. • Espacios subdiafragmáticos. • Cara inferior del bazo. • Ambos planos pélvicos.
Identificar la ausencia de <i>sliding</i> pleural exclusivamente como sinónimo de neumotórax	La ausencia de <i>sliding</i> puede estar asociada con otras patologías.
Descartar neumotórax sin haber explorado al menos...	Dos campos pulmonares anteriores y laterales en ambos hemitórax.
Confundir grasa epicárdica con derrame pericárdico	El derrame pericárdico se ve generalmente anecoico, mientras que la grasa suele ser más ecogénica y se mueve junto con el movimiento del corazón.
Confundir derrame pleural con derrame pericárdico	Valorar las bases pulmonares en busca de derrame y valorar obtener un plano paraesternal eje largo del corazón para tomar como referencia la aorta descendente.
Confundir derrame pericárdico con ascitis	La ascitis se visualiza fuera del pericardio y es visible en otras localizaciones del abdomen. Valorar los antecedentes del paciente.
El acúmulo de líquido no siempre ofrece una imagen anecoica	En ocasiones, la sangre se visualiza hipoeica e incluso con trombos en su interior.
Confundir el líquido libre con...	• Vena cava inferior. • Vesícula biliar. • Estómago y asas intestinales. • Vesículas seminales. • Hematomas subcapsulares, quistes renales corticales o hidronefrosis.

Errores comunes y consejos.



FIGURA 20-8.



Errores comunes en la interpretación de las imágenes.

Conclusiones. Puntos clave

- La exploración debe realizarse en los primeros minutos de la valoración del paciente politraumatizado, sin invertir más de 5 minutos en completarla.
- La exploración debe ser sistemática y siempre en el mismo orden.
- Se deben explorar completamente todas las estructuras en cada plano anatómico.
- Una exploración negativa no descarta lesiones parenquimatosas.
- El examen debe realizarse de forma seriada durante la estancia del paciente en observación y siempre que se produzca un deterioro agudo en un paciente previamente estable o cualquier cambio en su evolución clínica.
- La exploración ecográfica no debe interrumpir ni retrasar las medidas de reanimación.
- Todo paciente con trauma grave, hemodinámicamente estable, debe someterse a una TC aunque el protocolo EFAST no muestre hallazgos patológicos.





Bibliografía

- Carrera Sieiro J, González Salas N, García Saiz S, Foo Gil KA. Utilidad del Ultrasonido FAST-E en la monitorización del paciente traumático. *EuroEco*. 2020; 9(4): 35-43.
- European Union of Medical Specialist (UEMS) 2024. European training requirements for the specialty of emergency medicine. Disponible en: <https://eusem.org/education/curriculum/european-curriculum-of-emergency-medicine>
- Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, Liu D, Rowan K, Ball CG, Hameed SM, Brown R, Simons R, Dulchavsky SA, Hamilton DR, Nicolaou S. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *J Trauma*. 2004; 57(2): 288-95.
- Lobo V, Hunter-Behrend M, Cullnan E, et al. Caudal Edge of the Liver in the Right Upper Quadrant (RUQ) View Is the Most Sensitive Area for Free Fluid on the FAST Exam. *West J Emerg Med*. 2017; 18(2): 270-80.
- Patel NY, Rihard JM. Focused assessment with sonography for trauma: methods, accuracy, and indications. *Surg Clin North Am*. 2011; 91: 195-207.
- Richards J, McGahan J. Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) in 2017: What Radiologists Can Learn. *Radiology*. 2017; 283(1): 30-48.
- Rozycki GS, Ballard RB, Feliciano DV, Schmidt JA, Pennington SD. Surgeon-performed ultrasound for the assessment of truncal injuries: lessons learned from 1540 patients. *Ann Surg*. 1998; 228: 557-67.
- Savoia P, Jayanthi SK, Chammass MC. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST). *J Med Ultrasound*. 2023; 31(2): 101-6.
- Segura-Grau E, Afonso A. Ecografía clínica en el manejo de paciente politraumatizado en la práctica diaria del anestesiólogo. *Rev Esp Anestesiología Reanim*. 2019; 66(8): 434-8.
- Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al; International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICCLUS). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012; 38: 577-91.
- Villén T, Campo R, Alonso JR, et al. Competencias básicas de la ecografía clínica en los servicios de urgencias y emergencias. *Emergencias*. 2022; 34: 377-87.





AVALADO POR:



COLABORAN:

