

## **PROCEDIMIENTOS ECOGUIADOS**

*Ignacio Oulego Erruz. UCIP. Complejo Asistencial Universitario de León.*

*Ángela Ferrer Barba. UCIP. Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña*

*Javier Gil Antón. Hospital Universitario de Cruces.*

*Alberto Salas Ballestín. UCIP. Hospital Son Espases de Palma de Mallorca*

*Olivia Pérez Quevedo. UCIP. C. H. U. Materno-infantil Insular de Las Palmas de Gran Canaria.*

*José Manuel López Álvarez. UCIP. C. H. U. Materno-infantil Insular de Las Palmas de Gran Canaria.*

*Jorge López. Hospital general Universitario Gregorio Marañón.*

*Coordinador: Ignacio Oulego. Complejo Asistencial Universitario de León*

*Revisado: José Luis López-Práts Lucea. Hospital Clínico Universitario de Valencia.*

## **ÍNDICE**

1. Canalización vascular ecoguiada:
  - 1.1. Fundamentos del acceso vascular guiado por ecografía (Ignacio Oulego, Ángela Ferrer)
  - 1.2. Canalización venosa central y central de acceso periférico (Javier Gil)
  - 1.3. Control del CVC post-procedimiento con ecografía (Ignacio Oulego)
  - 1.4. Canalización arterial (Alberto Salas)
  - 1.5. Entrenamiento y simulación en canalización vascular eco-guiada: modelos para práctica del acceso vascular (José Manuel López)
2. Drenaje torácico (Javier Gil)
  - 2.1. Exploración el derrame y selección del lugar para punción
  - 2.2. Técnica de drenaje torácico eco-guiado
3. Procedimientos abdominales: (Ángela Ferrer)
  - 3.1. Paracentesis, inserción de catéter de diálisis peritoneal
  - 3.2. Punción suprapública
  - 3.3. Colocación de sondas
4. Otros procedimientos ecoguiados
  - 4.1. Punción lumbar (Ignacio Oulego, Jorge López)
  - 4.2. Pericardiocentesis (Jorge López)



## CANALIZACIÓN VASCULAR GUIADA POR ECOGRAFÍA

### 1.1 FUNDAMENTOS DE LA CANALIZACIÓN VASCULAR GUIADA POR ECOGRAFÍA

Autores: Ignacio Oulego Erroz<sup>a</sup>, Ángela Ferrer Barba<sup>b</sup>.

<sup>a</sup>Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Complejo Asistencial Universitario de León. <sup>b</sup>Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña.

## INTRODUCCIÓN

La canalización vascular es una técnica esencial en el niño crítico. Las guías clínicas internacionales recomiendan la canalización vascular guiada por ecografía de cualquier vena central siempre que esté disponible tanto en niños como en adultos. Además, hoy en día se reconoce que no existe un acceso vascular ideal o de primera elección en niños y que este debe elegirse tras la valoración clínica del paciente, de la indicación del catéter y la realización de una exploración vascular completa con ecografía. En este texto vamos a revisar los fundamentos básicos sobre la canalización vascular central eco-guiada. El objeto de este texto es simplemente servir como punto de base para iniciar la práctica de la canalización vascular central y aclarar algunos conceptos fundamentales y nomenclatura específica. En ningún caso sustituye a la realización de cursos prácticos y la práctica supervisada en pacientes.

## EQUIPO

**Ecógrafo:** El ecógrafo ideal para la canalización vascular eco-guiada, debe ser sencillo de manejar, ligero, resistente, con un tiempo de encendido rápido y debe tener al menos la posibilidad de realizar exploración en modo 2D. La mayoría de los ecógrafos portátiles que se utilizan en anestesia o emergencias son adecuados para este fin. Adicionalmente es muy útil que el ecógrafo disponga de la posibilidad de hacer doppler color.

**Sondas:** Es el elemento fundamental del equipo. La sonda ideal para la canalización eco-guiada en niños es una sonda de alta frecuencia con gran definición en planos superficiales que tenga una huella pequeña y cuya manipulación comprometa el menor espacio posible. La sonda que más se aproxima a las características ideales es la hockey-stick lineal (Figura, 1a). Como segunda opción están las sondas lineales de huella pequeña (< 6-7cm) y en su defecto sondas lineales convencionales (Figura 1b). Las sondas microconvex de alta frecuencia son una buena alternativa, seguida por las sondas convex de tipo abdominal. No recomendamos usar sondas de ecocardiografía phased array (Figura, 1c) ya que la calidad de imagen en planos superficiales es muy pobre.



Figura 1: Distintas sondas. Sonda "hockey-stick" (a), de izquierda a derecha (sonda microconvex, lineal y convex (b), sonda phased array cardiaca (c)

**Botonología:** Uno de los aspectos que más preocupa al operador inexperto es conocer los botones del ecógrafo. Los conocimientos sobre modificación de la imagen que necesitamos manejar para realizar la canalización vascular eco-guiada son pocos y sencillos. Fundamentalmente deberemos saber ajustar los siguientes parámetros:

### Profundidad:

La profundidad de escaneo es un parámetro fundamental. Cuanta menor profundidad “más grande” veremos las estructuras en la pantalla pero sólo veremos las más superficiales. Debemos seleccionar la profundidad mínima que nos permita ver las estructuras de interés. Por ejemplo en el caso del abordaje de la yugular interna con que veamos la carótida y el tiroides será suficiente. En general en niños con una profundidad de 2-3 cm (según la edad) es suficiente.

### Ganancia general

La ganancia es la cantidad de ecos que recibe la sonda. A modo práctico lo vemos como “brillo” que tienen las estructuras en la ecografía. En general seleccionaremos una ganancia que nos permita distinguir adecuadamente los músculos de los vasos.(figura 2b). Demasiada ganancia (figura 2c) puede hacer que la imagen del interior del vaso sea poco clara y que no se distingan los tejidos en la superficie lo que puede dificultar mucho la visualización de la aguja. Una ganancia demasiado baja hace que exista poco contraste entre estructuras (figura 2a) y tampoco es adecuada. Además de la ganancia general, puede ser útil ajustar la ganancia en profundidad que nos permite dar diferentes ganancias a distintas profundidades de la imagen, si está disponible en nuestro ecógrafo.

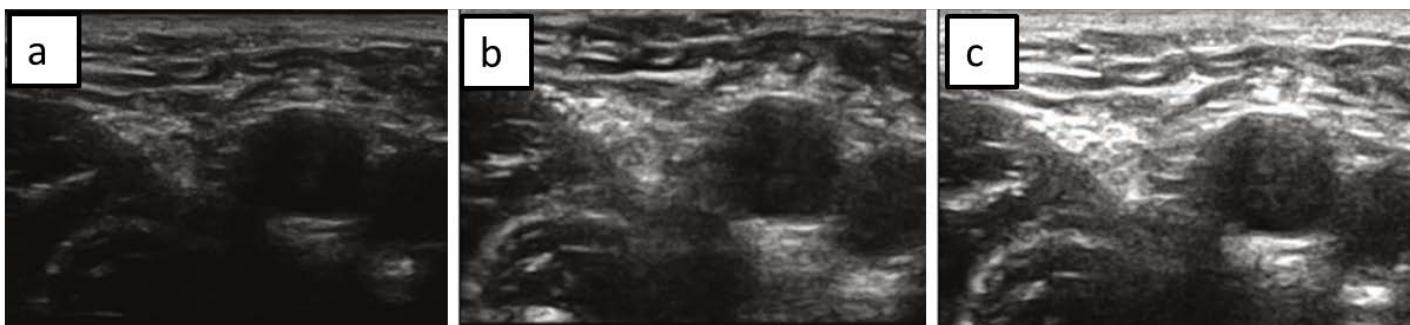


Figura 2: Regulación de la ganancia. Ganancia escasa (a), ganancia adecuada (b), exceso de ganancia (c)

### Zoom

Algunos ecógrafos permiten seleccionar una zona de interés y hacer un zoom de esa zona. Ello puede ser útil cuando realicemos canalizaciones de vaso en niños muy pequeños en lactantes o neonatos. Hay que tener en cuenta si se utiliza el zoom para la canalización, que la imagen obtenida en la pantalla es solo la correspondiente a una parte de la obtenida por la sonda, y por lo tanto, podemos perder las referencias que nos permiten localizar el vaso con respecto a la aguja.

### Escala del color y el doppler

Si utilizamos color deberemos ajustar la escala de velocidades doppler a la velocidad del flujo sanguíneo que estamos explorando. Si estamos explorando venas la escala debe ser baja (<30-40 cm/seg) para poder detectar el flujo venoso, mientras que para el flujo arterial es mejor escalas mas altas (50-80 cm/seg) para evitar el fenómeno de aliasing (generación de artefactos en la imagen de doppler color).

### Ganancia del color

Este es un parámetro que deberemos contralrar si usamos doppler-color. Aumentando la ganancia del color conseguiremos que el vaso se “llene de color”, de forma que parecerá más grande en color que en 2D. Si la bajamos iremos detectando una señal de color cada vez más pequeña centrada en el vaso hasta desaparecer. La ganancia ideal es aquella que una vez seleccionada la escala de velocidad correcta permite ver el vaso lleno de color sin sobrepasar sus límites (es decir sin sobreestimar el tamaño) y sin que aparezcan destellos (como chispas de color) alrededor del vaso.



### Rango dinámico y compresión

Estos parámetros permiten ajustar el contraste y la definición de tejido de la imagen. No son imprescindibles. Puede ser útil manejarlos en caso de que el paciente tenga mala ventana y precisemos mejorar la imagen.

### **ASEPSIA**

Las normas de asepsia deben mantenerse estrictamente durante el procedimiento de canalización eco-guiada. No se debe tener prisa en este punto. No tendría mucho sentido utilizar una técnica como la ecografía para incrementar la seguridad del paciente si la comprometemos por otro lado con una asepsia inadecuada. Lo ideal es tener un método de barrera que aisle por completo el transductor y el cable. Para ello pueden utilizarse mangas o fundas estériles específicamente diseñadas a tal efecto (figura 3a). Estas fundas están diseñadas para evitar que el transductor o el cable contaminen el campo. Se puede consultar la técnica en este video de youtube [https://www.youtube.com/watch?v=9h\\_57JjmDQk](https://www.youtube.com/watch?v=9h_57JjmDQk). Los sistemas caseros como guantes o sábanas estériles no son adecuados. Se suele usar un gel no estéril convencional en contacto directo con la sonda (por dentro de la funda) y un gel estéril en contacto con el exterior de la funda y la piel. Es importante utilizar la mínima cantidad de gel necesario para evitar embadurnar la zona de punción lo cual puede hacer que se nos resbalen los dedos (especialmente al introducir la guía y el catéter) durante la canalización. En caso de no disponer de gel estéril pueden utilizarse suero fisiológico, lubricante quirúrgico o betadine en crema (esto último yo no lo recomiendo). La preparación del campo estéril del ecógrafo debe realizarse en general tras la preparación del campo estéril del paciente (que debe ser lo más amplio posible) ya que esto nos permitirá depositar la sonda y el cable enfundados sobre el campo estéril y maniobrar con total libertad. Es útil fijar el cable de la sonda en el borde del campo para evitar que al movilizar la sonda se desplace el campo o se introduzca la parte del cable no estéril dentro del campo (figura 3b). Se puede ver la técnica completa de canalización eco-guiada con las precauciones de asepsia en la siguiente simulación [https://www.youtube.com/watch?v=6ttoYJ\\_7](https://www.youtube.com/watch?v=6ttoYJ_7)

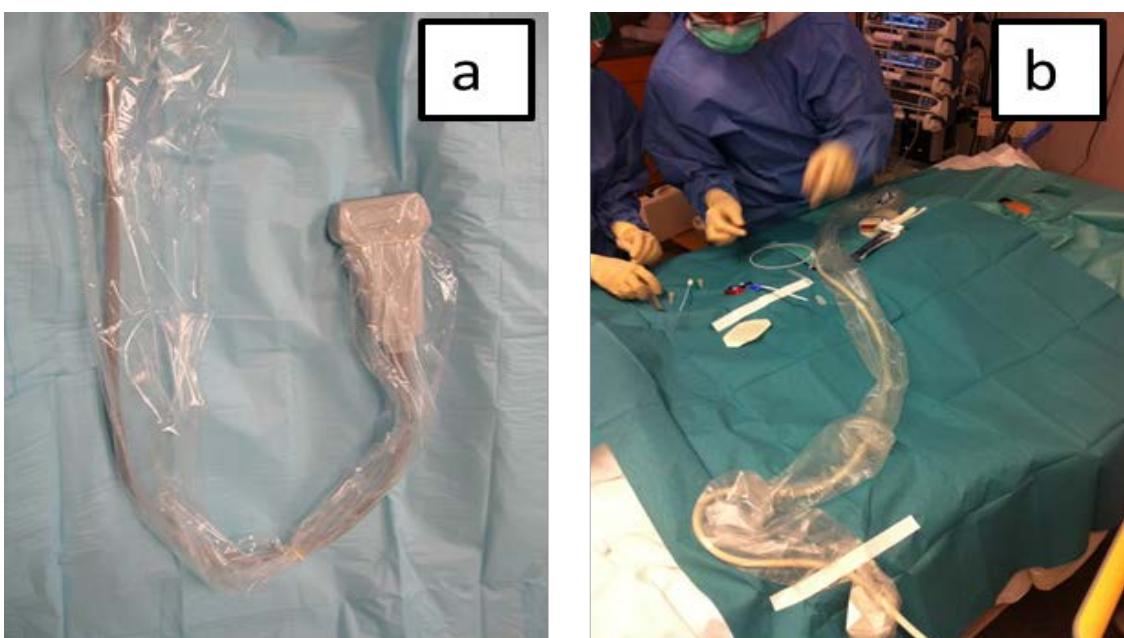


Figura 3: Asepsia del transductor. Funda estéril plástica (a). Campo estéril con el cable fijado al borde para evitar su movilización.

### **OBTENCIÓN DE LA IMAGEN: ORIENTACIÓN ESPACIAL**



Para obtener la imagen adecuada del vaso a canalizar es fundamental que estemos bien orientados en la imagen. Hay dos principios que debemos observar siempre en la canalización vascular eco-guiada: a) debemos obtener una imagen anatómica en la pantalla y b) nuestro transductor, el vaso del paciente y la pantalla del ecógrafo deben estar en el mismo eje de visión (es decir mirando hacia el frente debemos verlo todo), para lo que es ideal colocar el ecógrafo en el lado opuesto al paciente en el que nos encontremos nosotros.

#### Orientación anatómica

Con esto queremos decir que la lateralidad izquierda-derecha del paciente, del transductor y de la pantalla debe ser la misma. Si nos colocamos a la cabecera para canalizar la vena yugular interna del lado derecho mirando de frente a la pantalla del eco debemos ver la yugular a nuestra derecha y la carótida a nuestra izquierda. Para ello la marca de la pantalla y la muesca del transductor deben estar hacia el mismo lado respecto a nosotros (para ello se debe colocar la muesca de la sonda siempre a nuestra izquierda, al igual que la marca en la pantalla, tanto si pinchamos desde craneal o desde caudal respecto al paciente (figura 4). En caso de que utilicemos una visión longitudinal del vaso, la muesca del transductor puede colocarse en cualquier posición pero para evitar equivocaciones nosotros recomendamos colocar la muesca del transductor siempre hacia posición craneal del paciente.

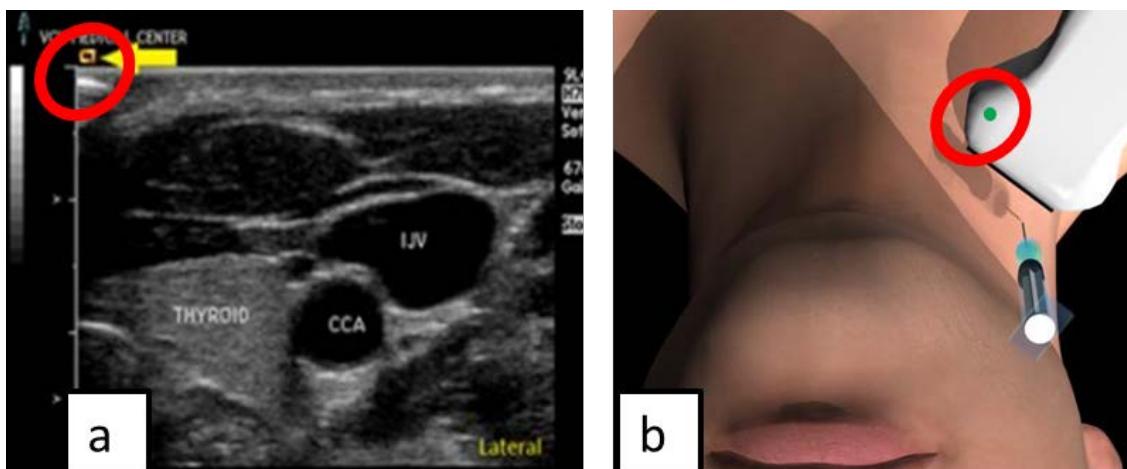


Figura 4: Orientación anatómica de la imagen. La marca de la pantalla y la muesca del transductor deben estar colocados a nuestra izquierda según miramos al paciente y al ecógraso (círculos rojos)

#### Mantener el transductor, el vaso y la pantalla en el mismo eje de visión:

Para realizar la canalización de forma cómoda y sencilla debemos evitar tener que girar el cuello hacia un lado. Por ejemplo si canalizamos yugular pondremos el eco en un lateral del paciente alineado con nuestra visión y si canalizamos femoral lo pondremos en la cabecera del paciente. Así evitaremos tener que girar el cuello lo cual puede hacer que nos desorientemos fácilmente (figura 5).



Figura 5: Eje de visión correcto para la canalización ecoguiada (flecha)

## FUNDAMENTOS DE LA EXPLORACIÓN Y CANALIZACIÓN VASCULAR POR ECOGRAFÍA

En la canalización vascular ecoguiada debemos poner en relación tres elementos: el plano ecográfico, la vena y la aguja. Las relaciones entre el plano pueden ser transversal, longitudinal u oblicua mientras que las relaciones entre el plano y la aguja pueden ser fuera de plano o en plano. La combinación de la relación plano-vena-aguja define el abordaje.

### Relación entre el plano ecográfico y la vena

La relación entre el plano del haz de ultrasonidos y el eje mayor de la vena puede ser transversal, longitudinal u oblicua. En general empezaremos siempre con el plano transversal y posteriormente haremos el longitudinal.

#### Transversal

En transversal el haz de ultrasonidos corta al vaso en sentido perpendicular al eje mayor del vaso obteniéndose en la imagen una sección circular del vaso (figura 6a). Cuando se explora un vaso en sentido transversal debe colocarse el centro de la sección circular del vaso en el centro de la imagen. La principal ventaja de este plano es que permite obtener una visión amplia y panorámica de la vena y de las estructuras adyacentes. Esto es importante en la canalización vascular ya que permite evitar la punción indeseada de estructuras de riesgo como arterias, nervios u órganos. Además es más fácil orientarse y es más intuitivo para el operador con poca experiencia

#### Longitudinal:

Se obtiene rotando 90º desde el plano transversal (figura 6b). El haz de ultrasonidos corta al vaso en sentido paralelo al eje mayor del vaso obteniéndose una imagen cilíndrica del vaso. Cuando se explora un vaso en longitudinal debe intentarse colocar el plano justo en la parte media del vaso que corresponde, como en toda circunferencia con la zona más ancha (diámetro). Esto puede ser difícil. Un truco sencillo es explorar el vaso en transversal colocando el centro del vaso en el centro de la pantalla y luego rotar 90º el transductor para obtener el plano longitudinal. La ventaja de esta visión es que permite la canalización en plano (ver abajo) con visualización de la aguja en todo su recorrido. Los inconvenientes son que es más difícil orientarse y no se observan las estructuras adyacentes al vaso explorado, sólo las localizadas inmediatamente por encima o por debajo del vaso.



### Oblicuo

El haz de ultrasonidos se coloca en “diagonal” respecto al eje mayor del vaso con un ángulo aproximado de 45º (figura 6c). Este abordaje se utiliza menos. Aúna las ventajas de los abordajes transversal y longitudinal. Por un lado permite visualizar la vena y la arteria en el mismo plano, así como estructuras adyacentes. Además permite introducir la aguja en plano con el vaso.

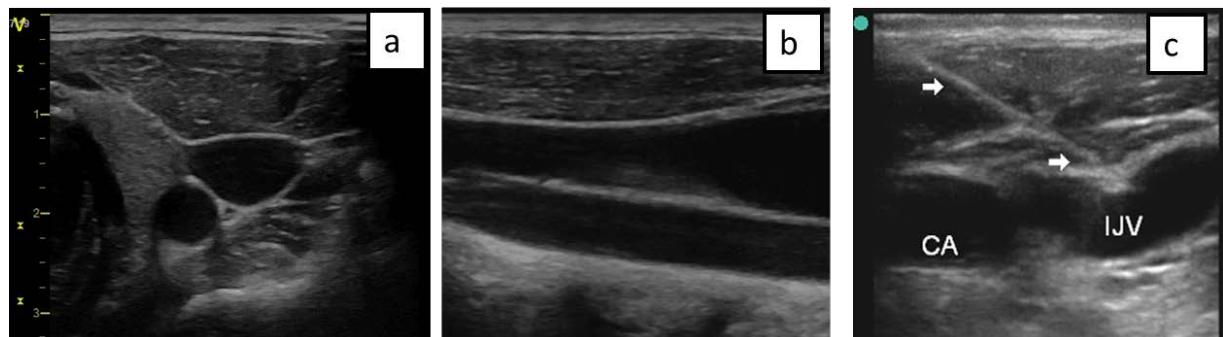


Figura 6: Relación plano-vena transversal (a). Relación plano-vena longitudinal (b). Relación plano-vena oblicua.

### **Relación entre la aguja y el plano:**

#### Fuera de plano

El plano de ultrasonidos “corta” la aguja. Es decir existe un cierto ángulo (diferente 0-180º) entre el plano y la aguja. Esto quiere decir que obtenemos una imagen de la aguja como un punto en la pantalla (Figura 7). La principal desventaja es, a priori, que no podemos saber qué punto de la aguja estamos visualizando. La consecuencia es que para localizar la punta de la aguja deberemos realizar una serie de maniobras de búsqueda de la aguja que veremos más adelante.

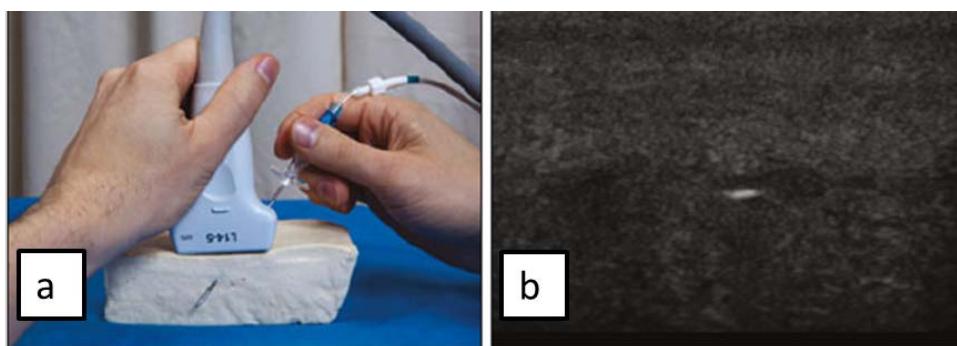


Figura 7: Relación fuera de plano (a), visión de la aguja como un punto ecogénico (b)

#### En plano:

La aguja y el plano de ultrasonidos coinciden. Obtendremos una imagen completa de la aguja lo que nos permite visualizar la punta de la aguja a medida que avanza en el tejido durante todo su trayecto (figura 8). Es más difícil de obtener ya que exige más coordinación entre la mano que sujet el transductor y la mano que introduce la aguja. Sin embargo al permitir la introducción de la aguja “en plano” es considerado, en general, el abordaje de elección para las técnicas eco-guiadas.



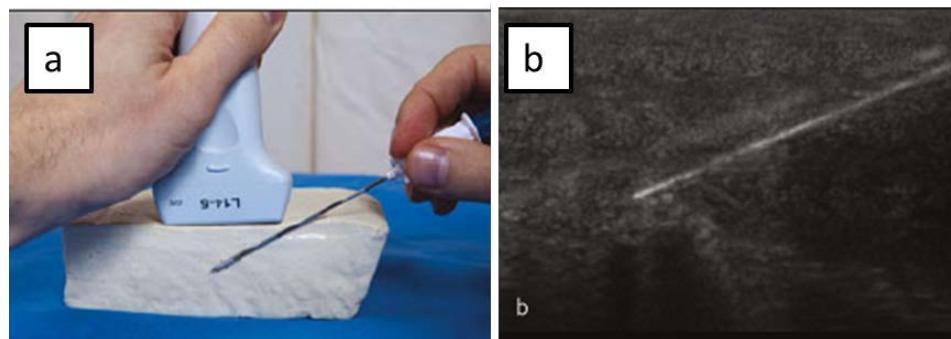


Figura 8: Relación plano-aguja en plano (a). Visión de la aguja en plano

#### Relación plano-aguja-vaso: abordaje

Se define por la combinación entre de la relación plano-vaso y plano-agua. **Es la forma en que definimos de forma precisa el abordaje para la canalización eco-guiada.** Los más utilizados son el abordaje transversal fuera de plano y el longitudinal en plano.

##### Abordaje transversal fuera de plano

Se obtiene un corte transversal del vaso y la aguja se introduce fuera de plano (figura 9). Es el abordaje más habitual para la canalización eco-guiada de la vena yugular interna y el más recomendado cuando el operador tiene poca experiencia (figura 9b). La principal ventaja es la seguridad ya que tenemos una visión de las estructuras alrededor de la vena (principalmente la arteria). La principal desventaja es que no visualizamos más que una sección de la aguja (un punto ecogénico en la pantalla) (figura 9c). Si queremos mantener un control de la punta de la aguja durante su introducción deberemos realizar una serie de maniobras con el transductor para “seguir la punta de la aguja” a medida que avanza en el tejido.

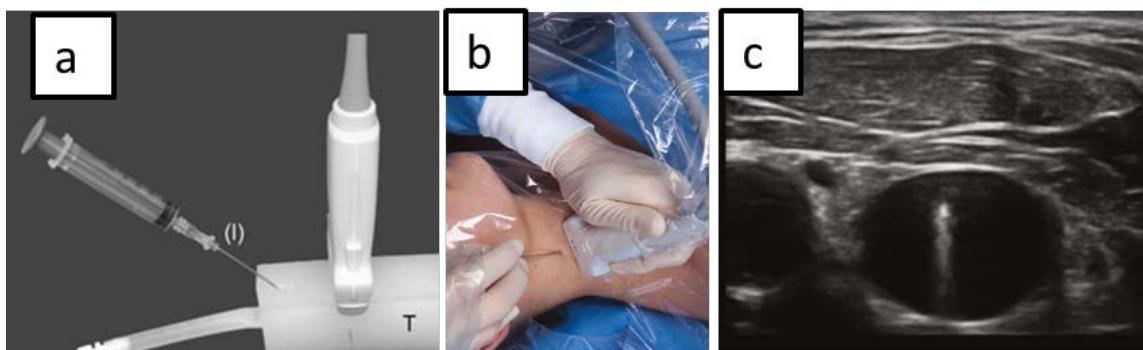


Figura 9: Abordaje transversal fuera de plano. La vena se corta en transversal (a) y la aguja se introduce fuera de plano (b) Se obtendrá una sección circular del vaso y la aguja aparecerá como un punto ecogénico en la pantalla (c).

##### Abordaje longitudinal en plano:

Se obtiene un corte longitudinal del vaso y la aguja se introduce en plano con control directo de la punta de la aguja en todo momento. Suele ser el abordaje más utilizado por las personas con experiencia. Exige más destreza manual. En este abordaje el transductor se mantiene fijo y centrado en el vaso y la trayectoria de la aguja se modifica para penetrar el vaso en el punto deseado. La desventaja de este abordaje es que no tenemos un control visual de la arteria y otras estructuras. Ante pequeñas desviaciones del plano del transductor o de la trayectoria de la aguja, podemos perder el control de la punta de la aguja y puncionar sin querer otra estructura. Por ello es muy importante mantener la dirección de la aguja siempre alineada con el plano del haz de ultrasonidos.

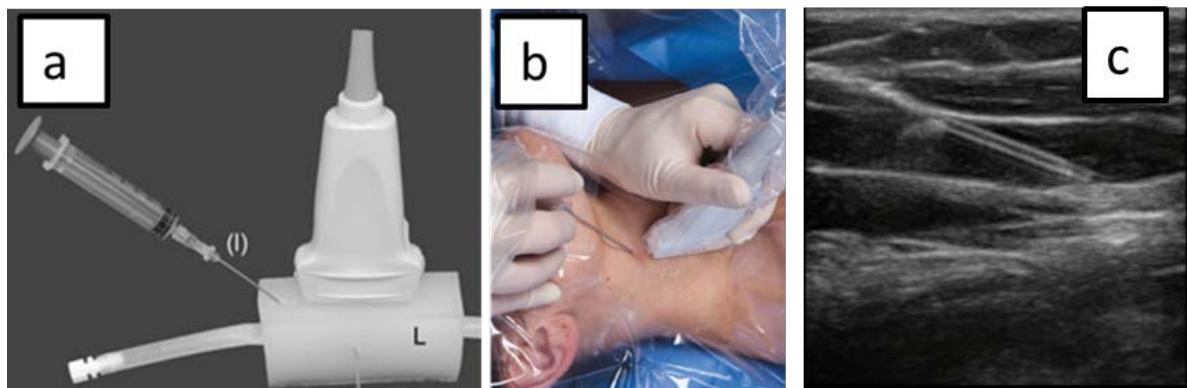


Figura 10: Abordaje longitudinal en plano. La vena se “corta” en longitudinal (a), y la aguja se introduce en plano observándose en toda su longitud (c).

#### Abordaje transversal en plano.

Se obtiene una imagen transversal del vaso pero la aguja se introduce desde un lateral del transductor en plano (figura 11). Este abordaje es útil cuando existe una relación supero-inferior de la arteria respecto a la vena o existe otra estructura superficial que debemos evitar como un nervio etc.... El problema de este abordaje es que la guía entra en el vaso dirigida hacia la pared, lo que puede dificultar su introducción especialmente en venas de pequeño calibre, por lo que no se suele utilizar mucho en niños pequeños.

#### Oblicuo en plano:

Se obtiene una imagen oblicua de la vena y la arteria y la aguja se introduce en plano (figura 11). Este abordaje aúna las ventajas del transversal fuera de plano y del longitudinal en plano. Ha mostrado muy buenos resultados en la canalización de la yugular interna en adultos, aunque existe menos experiencia en niños.

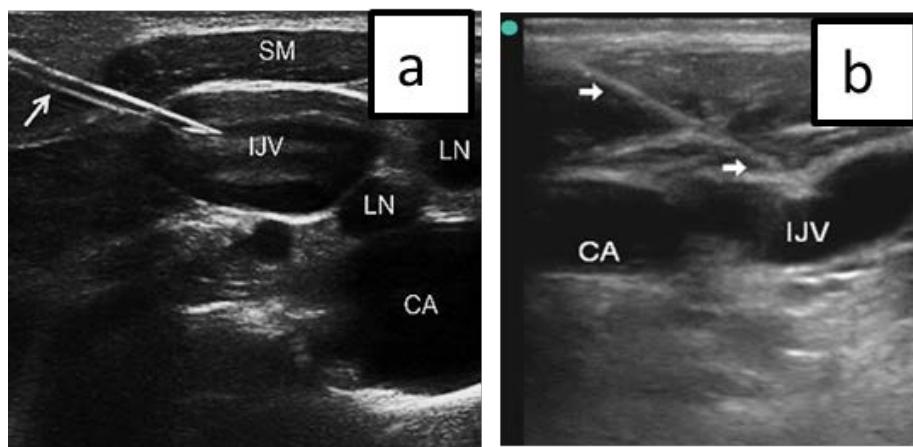


Figura 11: Inserción de la aguja en transversal en plano (a). Inserción de la aguja en oblicuo en plano

#### Abordaje “combinado”:

Transversal fuera de plano + longitudinal en plano. Se trata de puncionar la piel en transversal fuera de plano para asegurarnos que estamos centrados en la vena y acto seguido rotar el transductor 90º y proseguir con la canalización en longitudinal en plano. Esto es muy útil cuando el vaso a canalizar es de pequeño tamaño ya que en este caso resulta difícil entrar centrado en el vaso si utilizamos directamente el abordaje en plano.

## Técnica de inserción de la aguja fuera de plano

### Elección del punto para pinchar: principio de triangulación.

Cuando utilizamos el abordaje transversal fuera de plano (en el que no visualizamos todo el trayecto de la aguja), podemos calcular en base al teorema de Pitágoras el lugar de punción en la piel. Utilizando un ángulo de entrada en la piel de 45º la distancia al transductor será aproximadamente la misma que la profundidad a la que se encuentra el vaso. Utilizando este sencillo principio podremos puncionar el vaso con éxito en muchas ocasiones aunque no controlemos exactamente la trayectoria de la aguja. El inconveniente es que si el cálculo del ángulo y la profundidad no son exactos podemos errar la trayectoria adecuada de la aguja y puncionar estructuras no deseadas, lo cual será más frecuente en niños pequeños donde el margen de error es menor.

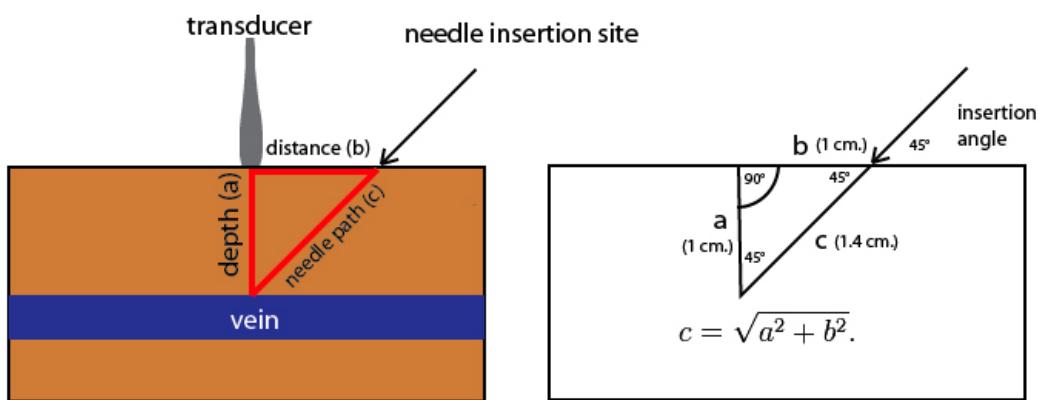


Figura 12: Principio de triangulación. Si la distancia al transductor se hace coincidir con la profundidad del vaso, un punción con un ángulo de entrada de 45º debe entrar en el vaso aproximadamente en el plano .

### **Maniobras para seguir la aguja fuera de plano**

Consisten en la maniobra de deslizamiento y la inclinación o basculación del transductor. Estas maniobras sirven para conseguir un seguimiento visual de la punta de la aguja durante el abordaje transversal fuera de plano. Permite solucionar las imprecisiones de la técnica anterior, y es lo que utilizan los operadores que tienen experiencia en el uso de las técnicas eco-guiadas.

#### Maniobra de deslizamiento:

Se obtiene un plano transversal del vaso según lo explicado anteriormente. Se elige el punto teórico de punción en base a la maniobra de triangulación antes descrita. Una vez que la punta de la aguja se introduce en la piel, en vez de avanzar la aguja en este momento desplazamos el transductor y lo ponemos pegado a la aguja. La imagen de la aguja obtenida en este punto corresponderá a la punta de la aguja. Ahora podemos avanzar conjuntamente transductor y aguja (el transductor se desliza por la piel a la vez que la aguja profundiza en el tejido) de forma que conseguiremos seguir la punta de la aguja hasta verla penetrar en el vaso. Esta técnica es muy útil cuando el vaso es profundo y disponemos de cierto espacio para maniobrar.

#### Maniobra de basculación:

Esta maniobra es similar a la anterior pero en vez de mover el transductor hacia la aguja lo que haremos es bascular el transductor siguiendo la punta de la aguja a medida que avanza. Esta técnica es la preferida por muchos y es útil especialmente cuando hemos de puncionar muy cerca del transductor y el espacio para maniobrar es escaso (figura 13).

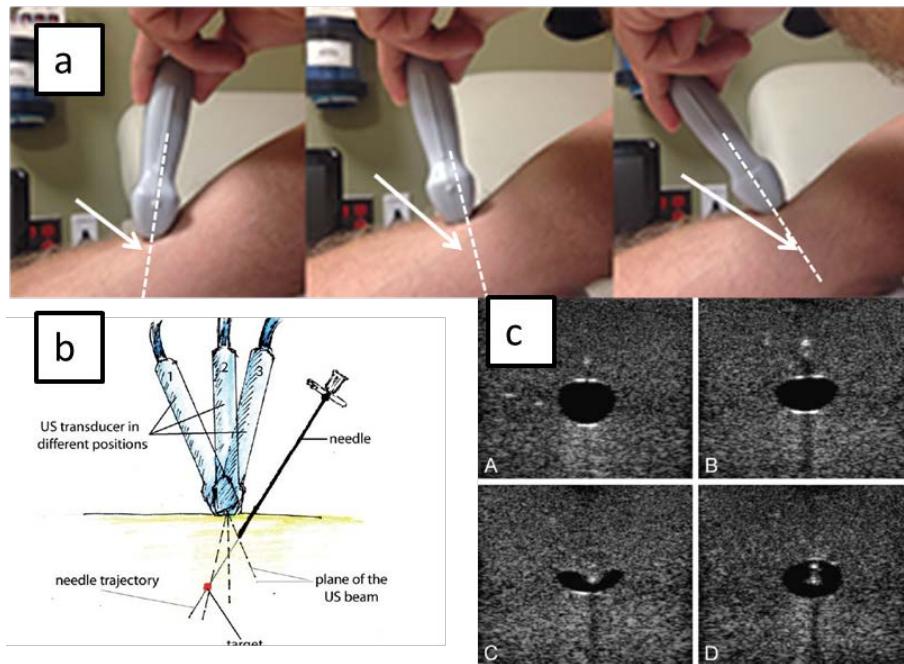


Figura 13. Maniobra de basculación. Se realiza un movimiento de basculación desde proximal a distal a medida que introducimos la aguja en la piel (a,b). Debemos ser capaces de seguir la punta de la guja hacia el vaso (c)

#### Técnica de inserción en plano

Usando el abordaje longitudinal en plano podremos obtener un control directo y continuo de la aguja pero deberemos tener mayor destreza manual. En principio se obtendrá un plano longitudinal de la vena lo más centrado posible en el vaso. Se introduce la aguja por un lateral del transductor justo pegado al borde del mismo. En este caso no hay una distancia del transductor recomendada para puncionar ya que esta variará dependiendo de la longitud de la huella de nuestro transductor y de la profundidad del vaso. Lo que es fundamental es mantener centrado y no mover la mano del transductor durante la inserción. La única mano que debemos mover es la de la aguja y conseguir que entre en la piel completamente alineada con el centro de nuestro transductor. Si durante la inserción no somos capaces de ver la aguja lo más probable es que hayamos movido el transductor o el plano de inserción de la aguja. En este caso nunca deberemos seguir avanzando la aguja sino retirar y reposicionar el plano y la aguja antes de avanzar de nuevo. Un factor fundamental, que a veces se olvida, cuando utilizamos la inserción en plano es que la visualización de la aguja será tanto mejor cuanto más tangencial incida el ultrasonido en la aguja (más cercano a un ángulo de 90º entre el haz de ultrasonido y la aguja) Por ello para esta técnica conviene pinchar con la aguja más tumbada desde un punto más alejado del objetivo, siempre que el espacio disponible nos lo permita.

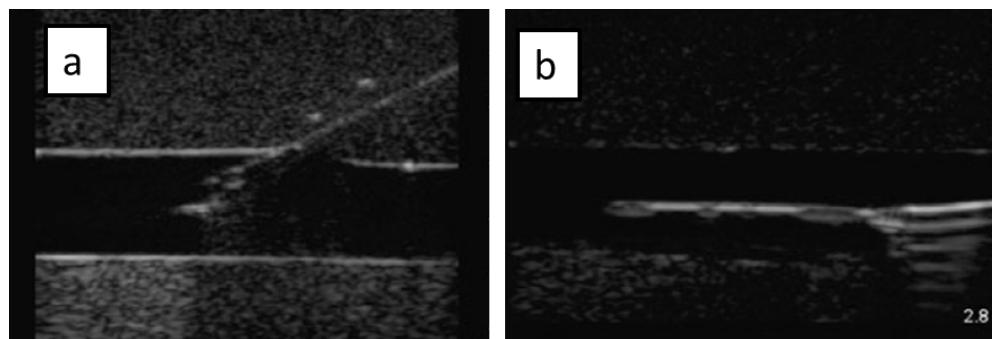


Figura 14: Modificación de la visión de la aguja según el ángulo de inserción. Cuanto más se aproxime a un ángulo de 90º mejor se visualiza en la pantalla.

### **Canalización del vaso e introducción de la guía:**

Para la canalización del acceso vascular podemos emplear una aguja rígida metálica (que puede ser ecorrestringente) o bien un angiogatéter. Ambos podremos usarlos con o sin jeringa. El no usar jeringa nos permite un control manual más preciso de la aguja al introducirla en la piel. En caso de canalización de venas centrales en pacientes en respiración espontánea es preferible la colocación de una jeringa con suero para evitar el embolismo gaseoso. Si empleamos un angiogatéter debemos comprobar previamente que tiene el calibre adecuado para que luego pase la guía del catéter que vamos a emplear. Siguiendo el abordaje elegido insertaremos la aguja/angiogatéter visualizando en la pantalla la entrada de la punta en el vaso; al mismo tiempo aspiraremos de manera que la sangre refluja en la jeringa cuando la punta este en el vaso. En ese momento, si estamos empleando la aguja retiraremos la jeringa con cuidado de no movilizar la aguja de su posición e introduciremos la guía en el vaso a través de la aguja. En caso de emplear un angiogatéter podemos hacer progresar dentro del vaso la camisa de plástico retirando la aguja para posteriormente hacer pasar la guía a través del angiogatéter.

### **BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA**

- 1 Pittiruti M. Ultrasound guided central vascular access in neonates, infants and children. Curr Drug Targets. 2012;13:961-9.
- 2: Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. Intensive Care Med. 2012;38:1105-17.
- 3 : Moureau N, Lamperti M, Kelly LJ, Dawson R, Elbarbary M, van Boxtel AJ et al. Evidence-based consensus on the insertion of central venous Access devices: definition of minimal requirements for training. Br J Anaesth. 2013
- 4: AIUM Practice Guideline for the Use of Ultrasound to Guide Vascular Access Procedures (disponible en [www.aium.org](http://www.aium.org))
- 5: Bukhari A, Kitaba A, Koudela S. Postgraduate educational pictorial review: Ultrasound-guided vascular access. Anesth Essays Res. 2010 Dec;4(2):57–63.



## **1.2 CANALIZACIÓN VENOSA CENTRAL Y CENTRAL DE ACCESO PERIFÉRICO**

**Ignacio Oulego Erroz<sup>a</sup>, Javier Gil Antón<sup>b,c</sup>.**

<sup>a</sup>UCIP. Complejo Asistencial Universitario de León.

<sup>b</sup>UCIP. Hospital de Cruces, Baracaldo. <sup>c</sup>Universidad Autónoma del País Vasco.

### **INTRODUCCIÓN**

La canalización venosa central y periférica consta de dos fases: la exploración pre-procedimiento y la técnica de canalización. La exploración pre-procedimiento tiene como objetivo final identificar el acceso venoso más adecuado. A continuación se detallan las características ideales de un acceso venoso central.

### **CARACTERÍSTICAS IDEALES DE UN ACCESO VENOSO CENTRAL**

- Mayor calibre posible
- Poca variación respiratoria del diámetro o con la presión del transductor
- Poco riesgo de complicaciones mecánicas
- Menor riesgo de trombosis o infección
- Canalización eco-guiada en plano
- Sitio de salida cómodo para el paciente y el manejo del catéter
- Fácil de aprender y con altas tasas de éxito

### **EXPLORACIÓN DE LAS VENAS PRE-PROCEDIMIENTO**

Una primera visualización de los posibles vasos a canalizar nos va a permitir localizar el mejor acceso para cada paciente, identificar las anomalías anatómicas y conocer el calibre y la profundidad de las venas, así como la presencia de trombos o hematomas.

A la hora de realizar el escaneo de cada vena, lo más importante es ser sistemático. Si la canalización no es urgente, lo ideal es realizar una exploración lo más exhaustiva posible de todo el capital venoso del paciente antes de preparar el campo estéril. Lo habitual es empezar con una visión transversal de cada vena. En esta visión podemos identificar las características de la vena y diferenciarla de la arteria. En visión transversal nos haremos una idea del tamaño de la vena, sus variaciones con la respiración, su compresibilidad y sus relaciones con las estructuras adyacentes. Posteriormente podemos obtener una visión longitudinal del vaso rotando 90º el transductor.

La selección del vaso más adecuado a canalizar depende de diversos factores que podemos dividir en dependientes del paciente y dependientes de la vena.

- Factores dependientes del paciente: la edad, la indicación y duración prevista del catéter, el estado de la hemostasia, si el paciente está en ventilación mecánica o en respiración espontánea etc...
- Factores dependientes de la vena: tamaño, permeabilidad, riesgo de punción de estructuras adyacentes, posición de la vena relativa a la arteria.

A continuación se detallan los aspectos específicos que deben evaluarse durante la visualización pre-procedimiento.

#### **Diferenciar vena de arteria**

Las características más importantes de una vena cuando la visualizamos por ecografía son su forma ovalada e irregular, su variación de tamaño con la respiración, la presencia de valvas venosas y su fácil compresibilidad con una ligera presión del transductor. Las arterias por el contrario son circunferencias prácticamente perfectas, con pared más gruesa y son menos compresibles que las venas (incluso arterias centrales podrían ser compresibles aplicando la suficiente presión en pacientes hipotensos). Ambas pueden ser pulsátiles y no debemos basarnos únicamente en esto para diferenciarlas, especialmente en los niños más pequeños.



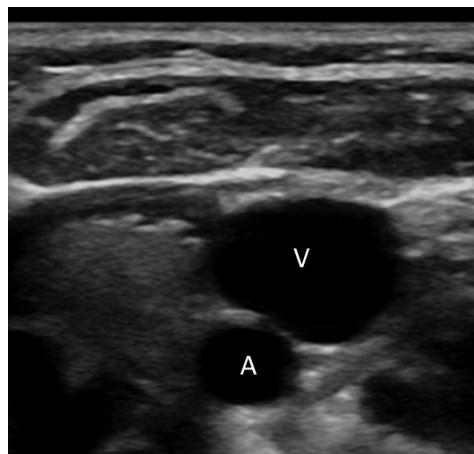


Figura 1: Visión transversal de la vena yugular interna en posición habitual (anterolateral) respecto a la carótica.

Si existen dudas es muy útil obtener un doppler pulsado del vaso para ver el tipo de flujo. El flujo arterial (figura 2<sup>a</sup>) es fundamentalmente sistólico y de alta velocidad. El flujo venoso (figura 2b) es de baja velocidad, bifásico (en sístole y diástole) y a veces se observa una onda retrógrada. El color azul o rojo de la imagen sólo indica la dirección del flujo (rojo si se acerca al transductor y azul si se aleja) y no sirve para diferenciar la arteria de la vena.



Figura 2: Doppler pulsado arterial mostrando el típico flujo sistólico de alta velocidad (a), y el doppler de una vena central con su flujo sistodiastólico de baja velocidad (b)

#### Medición del vaso a canalizar y elección del tamaño del catéter

La previsualización de los venas es también muy útil para estimar el tamaño del catéter. La medición puede hacerse del diámetro transversal o del diámetro anteroposterior (figura 3). El primero suele ser algo mayor y es menos susceptible a la compresión con el transductos por lo que algunos autores lo recomiendan. Es aconsejable que el catéter no tenga un grosor mayor a 1/3 del diámetro de la vena ya que ello previene el riesgo de trombosis venosa asociada al catéter. Recordad que 1 French equivale a 0.33 mm por lo un CVC de 3F tiene un diámetro de 1 mm y es adecuado para una vena de 3 mm. **Una regla adecuada es que el diámetro de la vena en mm debe ser igual o mayor al tamaño del CVC en French.** En la canalización de venas periféricas para acceso central el diámetro de la vena debe medirse antes de colocar el compresor.

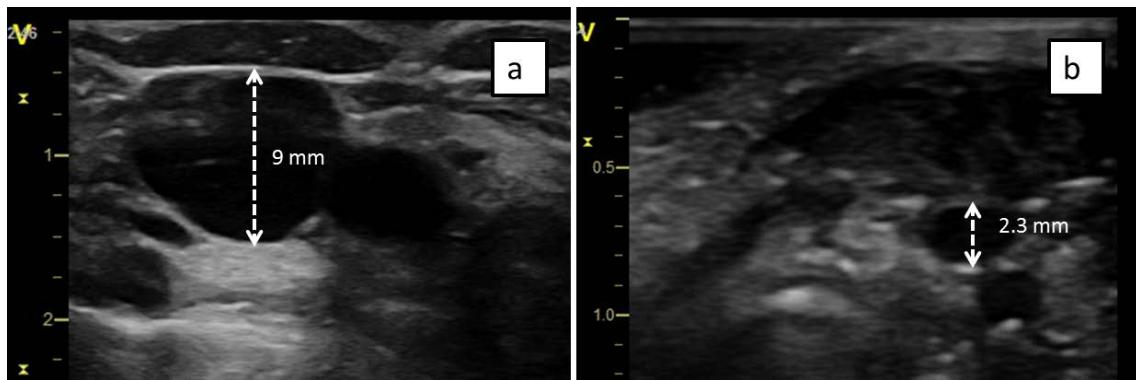


Figura 3: Comparación entre el diámetro antero-posterior de la VYI de un niño de 8 años (a) y un neonato de bajo peso (b)

#### Detección de trombos, hematomas y flaps venosos

La previsualización también nos permitirá detectar trombosis preexistente en la vena. ***El signo fundamental de la trombosis venosa es la incapacidad para comprimir completamente la vena con una presión normal del transductor.*** Muchas veces visualizaremos el trombo como una formación ecogénica en el interior del vaso, que puede ser completa o parcial a veces pediculada e irregular que en ocasiones puede movilizarse con las pulsaciones venosas. Si se utiliza color lo habitual es detectar un defecto de replección del vaso (figura 4a). Como norma general nunca debe canalizarse una vena que no se comprime con el transductor. Los hematomas se visualizan como formaciones más o menos redondeadas ecogénicas superficiales o laterales al vaso que en ocasiones lo comprimen o desplazan (figura 4b). Lo habitual es que se hayan formado por punciones venosas o arteriales fallidas. Es importante su detección ecográfica ya que nos permitirá evitar puncionar esa zona y elegir una trayectoria de la aguja alejada del hematoma. A veces tras intentos previos de canalización se observa que las venas tienen discontinuidades en la pared vascular o la apariencia de tener una doble pared con estenosis y reducción del flujo (figura 4c). Esto corresponde a flaps de la pared del vaso y ocurre especialmente en las venas periféricas. Estas alteraciones pueden impedir la canalización o el paso de la guía por lo que si se visualizan debe puncionarse otra vena o al menor realizar la punción en una zona más proximal.

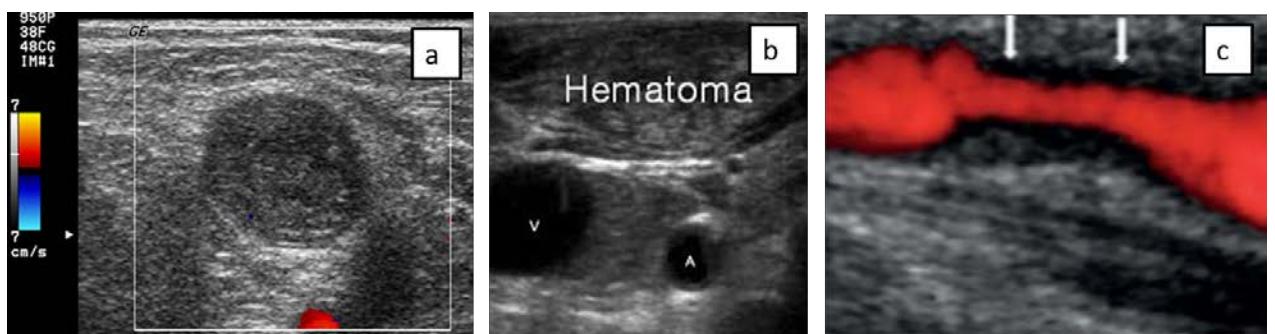


Figura 4: a) trombosis total de una vena con ausencia de la señal doppler. b) hematoma entre la vena y la arteria que las desplaza lateralmente. c) estenosis de la vena basílica con reducción del flujo en doppler secundaria a daño de la pared vascular por punciones repetidas

#### Variaciones de la relación vena-arteria

La relación entre la vena y la arteria puede variar de un paciente a otro y en función de la edad. Las mayores variaciones anatómicas se encuentran en el neonato y en el lactante pequeño tanto en el territorio yugular como en el femoral. Lo más relevante a la hora de la canalización es el

grado de solapamiento entre la vena y la arteria ya que es un factor directamente implicado en el riesgo de punción arterial accidental (figura 5)

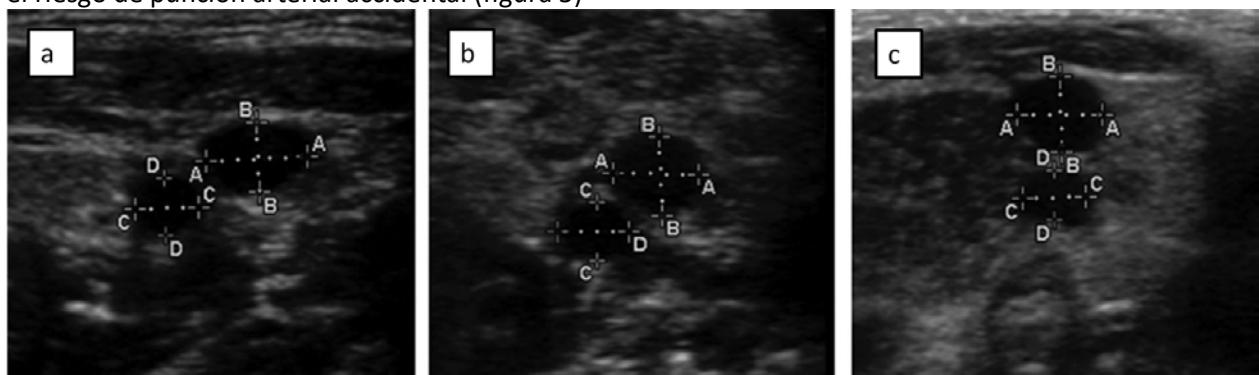


Figura 5: Grado de solapamiento entre la arteria carótida y yugular interna observadas en neonatos y lactantes de bajo peso. a) posición normal; b) solapamiento parcial; c) solapamiento completo con posición antero-anterior.

Así mismo, cambiando levemente la posición del paciente, la arteria y la vena cambian de relación, por lo que si es posible elegiremos la postura en la que la arteria se separe más de la vena. La postura que resulte más satisfactoria en la exploración preprocedimiento debe mantenerse posteriormente durante la canalización. En la figura 6 se muestran las variaciones anatómicas más habituales de la yugular y carótida internas. Según algunos autores la mayoría de las veces la VYI se localiza en posición anterolateral a la carótida siendo la posición del cuello la responsable de la mayoría de las posiciones “falsamente anteriores o laterales”.

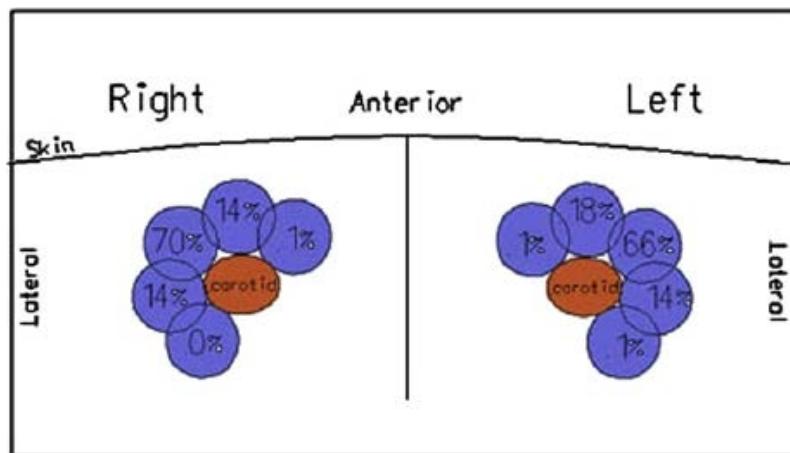


Figura 6: Variaciones anatómicas descritas y su frecuencia relativa en la vena yugular interna

## EXPLORACIÓN DE LAS DISTINTAS VENAS CENTRALES Y ABORDAJE PARA LA CANALIZACIÓN ECOGUIADA

### Vena yugular interna (VYI) derecha

Es la vena en la que existe más experiencia. Situándonos a la cabecera del paciente, rotando su cabeza hacia el lado contralateral, se localiza el vértice del triángulo formado por la unión del fascículo esternal y clavicular del esternocleidomastoideo y se coloca el transductor en transversal con la muesca hacia medial (más o menos a las 9 horas). La VYI se localiza en posición antero-lateral respecto a la carótida en aproximadamente el 80-90% de los pacientes pediátricos fuera del periodo neonatal. La excesiva extensión y rotación del cuello hacia el lado



contralateral puede aumentar el grado de solapamiento con la arteria carótica y debe evitarse. Rotando el transductor 90% se obtendrá el eje longitudinal. La VYI aumenta su grosor a medida que nos acercamos al tórax. Teniendo en cuenta este factor la canalización ecoguiada puede realizarse en una localización cervical baja donde la probabilidad de éxito es mayor, idealmente utilizando una técnica longitudinal u oblicua en plano si el tamaño del transductor y del paciente lo permite. La VYI derecha es habitualmente de mayor calibre que la izquierda. Además su curso directo hacia la vena cava superior minimiza la posibilidad de malposición de la guía por lo que en general es de elección respecto a la VYI izquierda. La VYI izquierda se visualiza de la misma forma que la derecha pero en este caso la muesca del transductor se sitúa hacia lateral. Si la situación hemodinámica y respiratoria del paciente lo permite, colocándolo en posición de Trendelenburg se maximiza el calibre de la vena y se minimiza la posibilidad de embolismo aéreo. En el neonato la VYI se encuentra frecuentemente solapada a la arteria carótida con una relación antero-anterior, lo cual junto con el pequeño tamaño del vaso dificulta la canalización y aumenta el riesgo de punción arterial accidental. Además debido a la baja presión venosa es un vaso que se colapsa ante la mínima presión del transductor. Por todo ello la canalización de la VYI en el neonato no es tan favorable como en otros grupos de edad.

#### Canalización de la VYI fuera de plano

Es el abordaje tradicional y el más utilizado en la práctica clínica. Para la canalización de la VYI derecha fuera de plano, nos situamos a la cabecera del paciente, sujetando el transductor con nuestra mano izquierda (en caso de que seamos diestros). Se obtiene una imagen transversal. Se puncia el vaso con un ángulo aproximado de 45º a una distancia del transductor equivalente a la profundidad estimada (figura 7a). En el momento que punctionemos el vaso observaremos la aguja en su interior como un punto hiperecogénico, a veces con artefactos a modo de reverberaciones (figura 7b). Otra opción es realizar la maniobra de basculación o seguimiento de la aguja como se explicó en un epígrafe anterior.

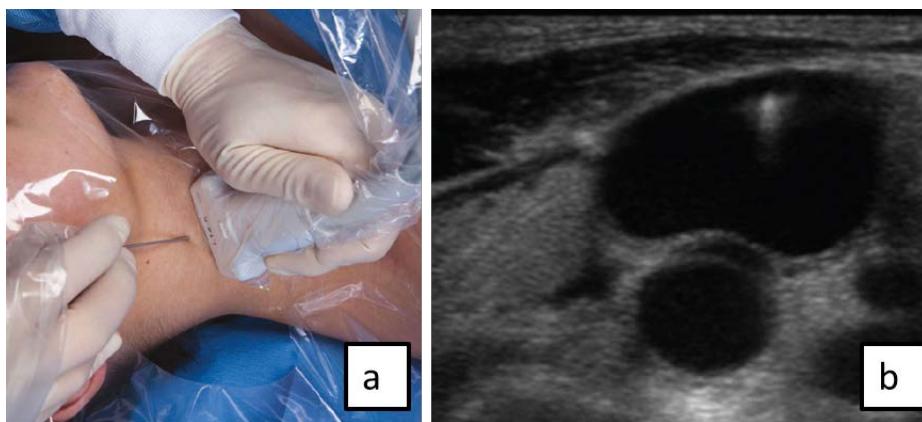


Figura 7: Canalización de la vena yugular interna. Posición del cuello y sujeción correcta del transductor (a). Visualización de la aguja en el interior del vaso como un punto ecogénico (b)

#### Canalización de la VYI en plano

Desde una visión transversal se rota 90º el transductor con la muesca hacia la cabeza del paciente (figura 8a) Se introduce la aguja en plano con el transductor en el punto medio del transductor de forma que veamos toda la aguja (figura 8b). No se debe avanzar la aguja si no se visualiza en la pantalla. El ángulo de penetración vendrá marcado por la visualización ecográfica, haciendo las modificaciones pertinentes para penetrar el vaso con un ángulo no demasiado agudo que evite que la guía choque contra la pared posterior del vaso. Si el paciente está en ventilación mecánica puede ser más cómodo pinchar con la aguja sin conectar a una jeringa para tener un mayor control de la trayectoria.

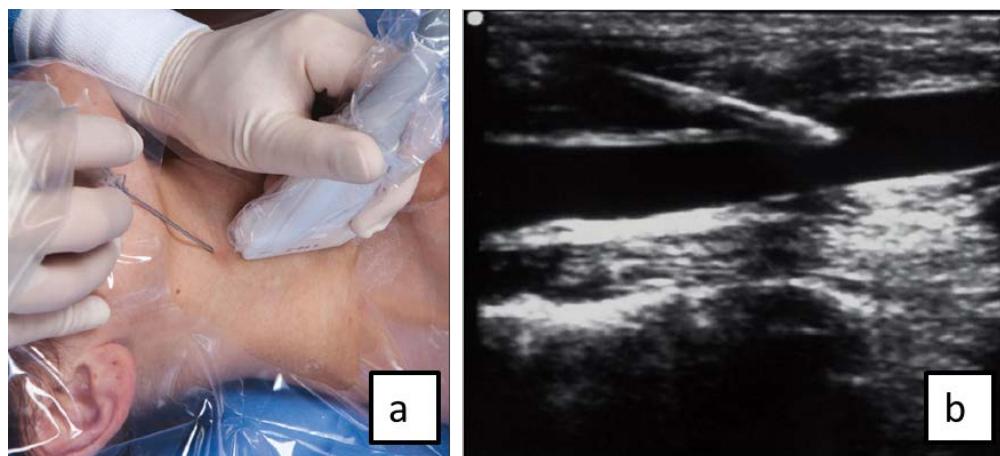


Figura 8: Canalización de la VYI derecha longitudinal fuera de plano.

Canalización de la vena yugular interna en oblicuo en plano:

Aunque este abordaje no se ha popularizado en pediatría, estudios en adultos sugieren que puede aumentar el porcentaje de canalización al primer intento y reducir las complicaciones mecánicas respecto al acceso en longitudinal en plano o transversal fuera de plano. La principal ventaja es que permite la inserción de la aguja en plano a la vez que se mantiene una visión de la arteria carótica y las estructuras adyacentes en todo momento.

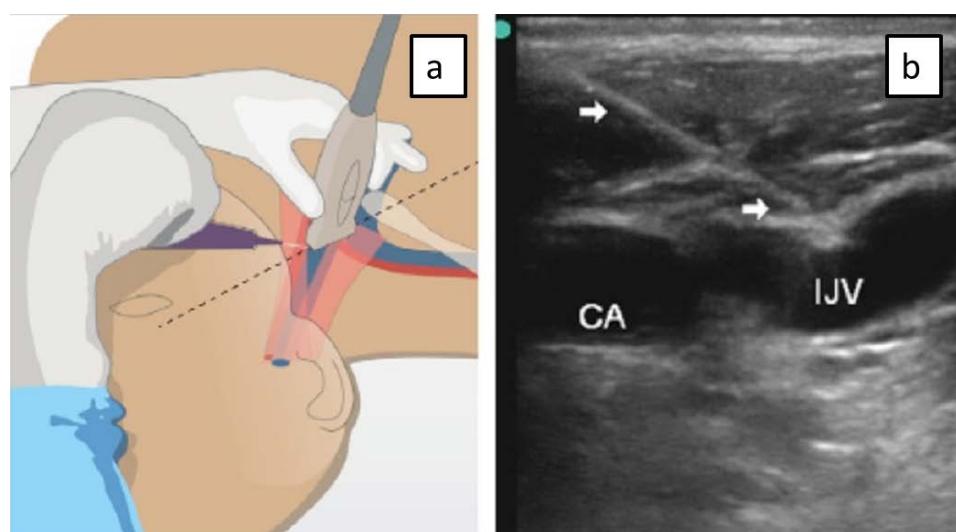


Figura 9: Canalización de la VYI derecha en oblicuo en plano. Posición del transductor respecto a la vena yugular y arteria arteria (a). Visualización de la entrada de la aguja en plano mientras se mantiene la visualización de la arteria carótida (b).

**Vena subclavia-tronco braquiocefálico (TBC) por abordaje supraclavicular:**

Esta vena se visualiza muy bien en eje longitudinal. En la figura se muestra la sistemática para la localización del tronco braquiocefálico. Si nos desplazamos hacia lateral (hacia el hombro) obtendremos una visualización más clara de la subclavia y si nos desplazamos hacia medial veremos únicamente el tronco braquicefálico.

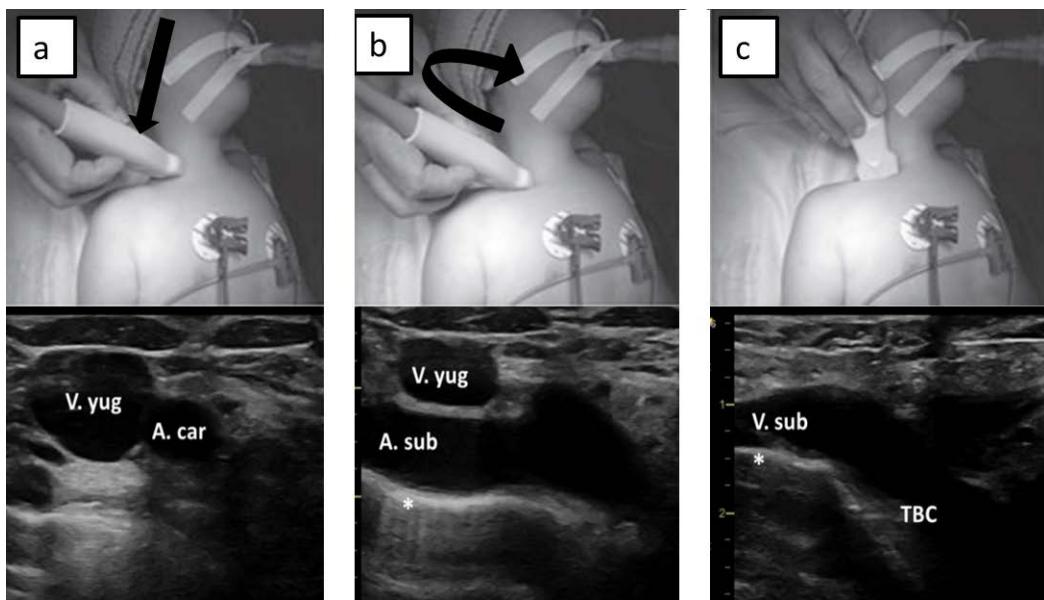


Figura 10: Maniobra para la visualización correcta del tronco braquiocefálico. Movimiento descendente con el transductor en transversal a lo largo del cuello manteniendo en el centro la VYI (a). Movimiento de inclinación hacia anterior al llegar a la zona supraclavicular visualizándose la arteria subclavia (b). Posición final del transductor en la fosa supraclavicular con visualización en eje longitudinal de la unicón entre la vena subclavia y el tronco braquiocefálico derecho (c).

#### Canalización del tronco braquicefálico supraclavicular en plano

La canalización del TBC desde la zona supraclavicular es un acceso de reciente incorporación que ha demostrado tasas de éxito muy altas especialmente en casos de canalización habitualmente complicada por otros abordajes como la canalización en neonatos y niños de bajo peso. El tronco braquiocefálico es la vena más gruesa accesible a la canalización ecoguiada. Debido a que se encuentra fijada a las estructuras subyacentes no es susceptible de la compresión externa ni varía de diámetro con los movimientos respiratorios, por lo que supone un acceso ideal para la canalización durante la respiración espontánea o pacientes con distress respiratorio, casos en los que la yugular puede colapsarse totalmente durante la respiración. Algunos trabajos muestran tasas de éxito superiores al 95% incluso en neonatos de bajo peso. En un trabajo de nuestro grupo la tasa de canalización al primer intento fue mayor con este acceso que con la yugular interna en niños que precisaban canalización venosa central urgente. Otra de las ventajas de este abordaje es que el sitio de salida del catéter es muy cómodo para el paciente y facilita el trabajo de enfermería. A diferencia del acceso infraclavicular se puede realizar hemostasia por compresión directa de la zona de punción, por lo que la presencia de diátesis hemorrágica no es una contraindicación para su utilización.

El abordaje del TBC izquierdo tiene la ventaja de que su dirección es más directa hacia la vena cava superior y de que pasa más alejada de la arteria subclavia. Además suele ser bastante cómodo para el operador diestro, ya que se puede realizar desde el lado izquierdo de la cama sin necesidad de ponerse a la cabecera del paciente. Por el contrario tiene la contrapartida de que el conducto torácico desemboca en la unión del tronco braquiocefálico izquierdo y la subclavia por lo que en podría puncionarse, aunque esto es infrecuente. Para la canalización es muy importante que localicemos claramente la línea plural del apex pulmonar (señalada con \* en la figura 10), para evitar su punción producir un neumotórax. La posición del paciente y para la canalización, en este caso del lado derecho se muestra en la figura 11.



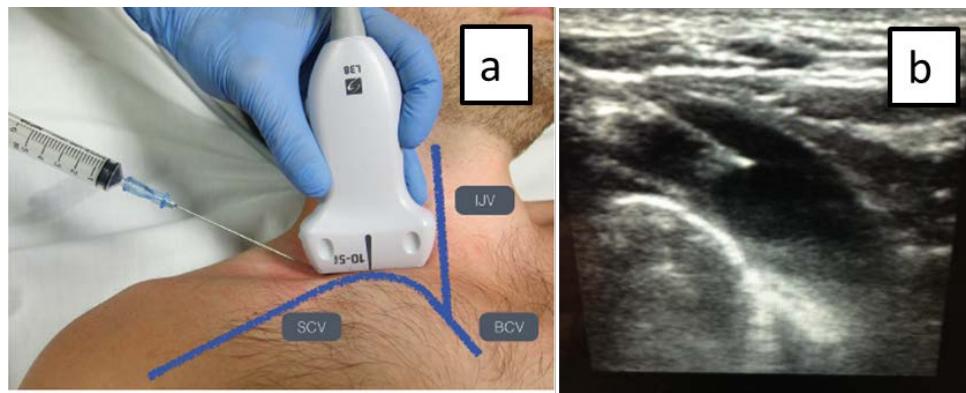


Figura 11. Posición del paciente y abordaje para la canalización del TBC derecho en plano desde zona supraclavicular. La aguja se introduce desde el lateral del tránsductor (a). Visualización de la entrada en la unión de la subclavia con el TBC manteniendo en todo momento una visión de toda la longitud de la guía (b)

#### Vena subclavia abordaje infraclavicular

La imagen puede obtenerse en longitudinal. El tránsductor se coloca como se muestra en la figura 12a. Es menos recomendable que el abordaje anterior, ya que la clavícula es un obstáculo al ultrasonido que dificulta la visualización de la vena e inevitablemente hace que perdamos un trayecto de la aguja (figura 12b). Además la entrada de la guía en la vena es de abajo arriba a diferencia del abordaje supraclavicular por lo que el riesgo de malposición de la guía y el catéter es mayor. En nuestra opinión no ofrece ventajas significativas respecto al abordaje supraclavicular.

#### Canalización de subclavia por abordaje infraclavicular en plano

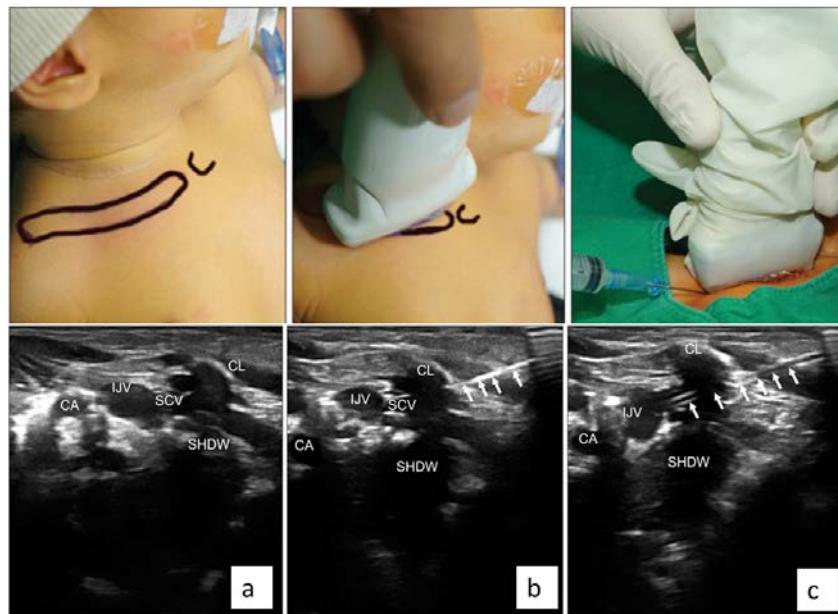


Figura 12. Canalización infraclavicular en plano de la subclavia derecha. Nótese la posición del transductor respecto a la clavícula (a y b paneles superiores). La aguja se introduce en plano (c panel superior). La clavícula (cl) produce una sombra que impide la visualización de una porción de la aguja (b panel inferior) y del catetér (c panel inferior)

### Vena axilar

Es la denominación de la vena subclavia fuera del tórax. Puede visualizarse en transversal (figura 13 a) y en longitudinal (figura 13b) desde la zona de la línea axilar anterior

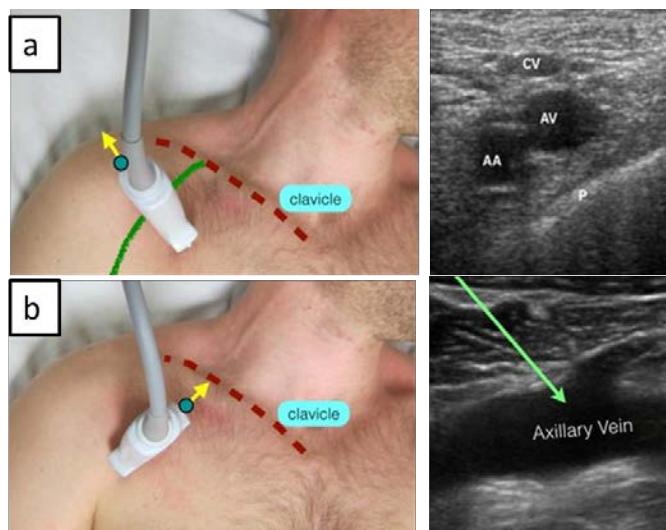


Figura 13: Posición del transductor y visualización de las vena y arteria en transversal (a) y de la vena axilar en longitudinal (b)

### Canalización de la vena axilar

La técnica es similar a la anterior, con la ventaja de que se evita la clavícula. Además se puede realizar tanto un abordaje transversal fuera de plano como longitudinal en plano. No obstante hay que tener en cuenta la proximidad a la arteria axilar y el nervio y localizar la pleura (figura 13b, señalada con un p)

### Vena femoral

Se localiza en la unión del tercio interno y tercio medio de la línea que une la síntesis pubiana y la espina iliaca anterosuperior (figura 14a). Debemos deslizar el transductor en transversal desde el ligamento inguinal hacia distal e identificar la vena femoral (medial) y la arteria femoral (lateral). Si desplazamos el transductor distalmente observaremos como la arteria se bifurca en arteria femoral común y arteria femoral superficial, y la vena se va situando cada vez más profunda, por lo que la punción arterial inadvertida será más frecuente cuanto más distal nos coloquemos (figura 14b).

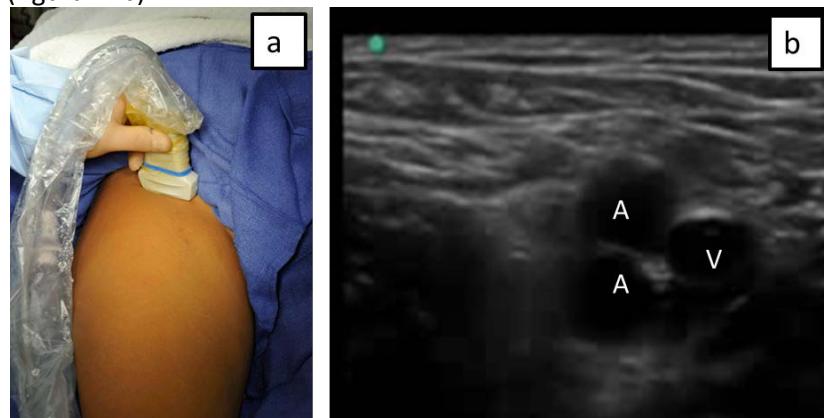


Figura 14: Posición del transductor para la canalización fuera de plano de la vena femoral derecha (a). Visualización de la arteria femoral superficial y profunda con la vena femoral localizada medialmente (b).

### Canalización de la vena femoral

En el niño mayor se suele colocar la pierna con abducción y rotación externa de la cadera. En el neonato esta maniobra puede ser contraproducente habiéndose demostrado que aumenta el grado de solapamiento de la vena y la arteria. En el neonato y lactante pequeño es preferible realizar la punción lo más próxima al ligamento inguinal donde el grado de solapamiento es menor y el tamaño de la vena es más amplio. En general debemos tener en cuenta que la vena femoral es un vaso de menor diámetro comparada con la VYI o el TBC en neonatos y lactantes (aproximadamente un 40% menor) y que el tamaño se iguala al de la VYI hacia los 3 años de edad. Generalmente se utilizará un abordaje transversal fuera de plano. No obstante algunos grupos prefieren el abordaje longitudinal en plano, con un tercio del transductor colocado distal al ligamento inguinal y dos tercios proximal (figura 15a) para realizar la canalización en los casos más complicados como los neonatos (figura 15b).

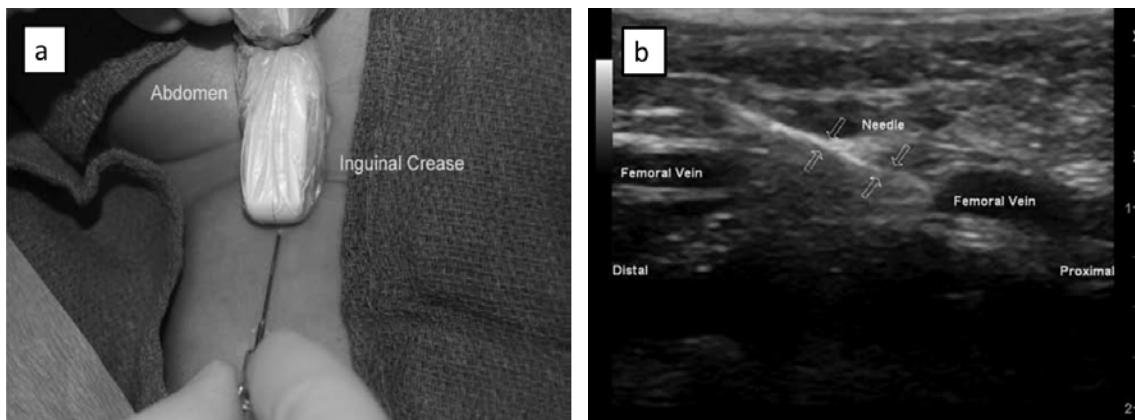


Figura 15: Posición del transductor y la aguja para la canalización de la vena femoral usando un abordaje longitudinal en plano. Nótese la localización de la mayor parte del transductor por encima del ligamento inguinal (a). Entrada de la aguja en plano con colapso de la pared de la vena femoral en el momento de penetración en el vaso (b).

### **SISTEMÁTICA PARA LA EXPLORACIÓN DE LAS VENAS DE CUELLO Y TÓRAX:**

Se han publicado distintas aproximaciones para la realización de la evaluación sistemática del capital venoso central más o menos exhaustivas. Evidentemente el tiempo disponible según la urgencia del procedimiento puede limitar una evaluación minuciosa.

El **protocolo RaCeVa (Rapid Central Vein assessment)** se utiliza para una evaluación rápida de las venas centrales. Este protocolo ha sido específicamente estudiado en niños. Se centra únicamente en la evaluación de venas del tórax y cuello

- 1) VYI en zona central del cuello (transversal)
- 2) VYI en zona distal del cuello (transversal)
- 3) Tronco braquiocefálico supraclavicular (longitudinal)
- 4) Subclavia supraclavicular (longitudinal)
- 5) Subclavia-axilar infraclavicular (transversal)
- 6) Subclavia-axilar infraclavicular (longitudinal)

Los aspectos a evaluar en cada uno de los territorios son: tamaño, permeabilidad, variación respiratoria, relación con la arteria y proximidad a la pleura o a otras estructuras de riesgo

### **ELECCIÓN DEL ABORDAJE VENOSO MÁS ADECUADO**

Hasta ahora hemos realizado una descripción de los abordajes más utilizados para la canalización de las principales venas centrales. La elección del abordaje más adecuado depende

de la vena a canalizar, la experiencia del operador, el transductor usado y el espacio disponible para operar. Si tenemos suficiente espacio para colocar el transductor y destreza en la técnica, **el abordaje longitudinal en plano es de elección**. Si por el contrario hay un compromiso de espacio, bien porque no disponemos de una transductor con una huella lo suficientemente pequeña o porque el niño es muy pequeño, usaremos el abordaje transversal fuera de plano. En caso de que tengamos mucha experiencia o fallemos con los abordajes más frecuentes podemos utilizar otros abordajes alternativos. En la siguiente tabla se resumen exponen algunos abordajes recomendados en función de la vena a canalizar.

**Tabla 1: Resumen de los abordajes recomendados en las distintas localizaciones anatómicas**

Vena	Aproximación	Abordaje elección	Abordaje alternativo
<b>VYI (Vena yugular interna)</b>	Cervical alto Cervical bajo	Transversal fuera de plano	Longitudinal en plano (cervical bajo) oblicuo en plano, combinado
<b>TBC (tronco braquiocefálico)</b>	Supraclavicular medial	Longitudinal en plano	-
<b>Vena subclavia</b>	Supraclavicular lateral	Longitudinal en plano	Subclavicular en plano
<b>Axilar</b>	Infraclavicular	Transversal en plano/Longitudinal en plano	-
<b>Femoral</b>	Ligamento inguinal	Transversal en plano	Longitudinal en plano

Hoy en día no existe una recomendación clara sobre cuál es el acceso eco-guiado de elección en niños. El más utilizado es la canalización de la vena yugular interna por ser el que más experiencia acumula y para el cual la evidencia en el adulto es más sólida. Sin embargo en pediatría existen una serie de circunstancias que hacen que esta recomendación no siempre sea acertada. En base a lo comentado a lo largo del capítulo se exponen a continuación una serie de sugerencias para la elección del acceso eco-guiado. Por supuesto, estas sugerencias no pueden tomarse como recomendaciones. El acceso se elegirá tras valorar todos los aspectos relevantes tanto de la patología del paciente como del estado del sistema venoso.

**Tabla 2: Sugerencias para la elección del acceso eco-guiado**

	Neonato y lactante <5 kg	Niño pequeño	Niño mayor
<b>Ventilación mecánica</b>	Elección: TBC supraclavicular Alternativa: VYI, femoral	Elección: VYI o TBC supraclavicular Alternativa: TBC supraclavicular, femoral	Elección: VYI fuera de plano Alternativa: TBC y femoral
<b>Respiración espontánea</b>	Elección: TBC Alternativa: Femoral en plano, VYI	Elección: TBC Alternativa: Yugular, femoral	Elección: VYI Alternativa: TBC, femoral



## CANALIZACIÓN VENOSA CENTRAL DE ACCESO PERIFÉRICO

A continuación se describen las venas utilizadas para la canalización venosa central de acceso periférico.

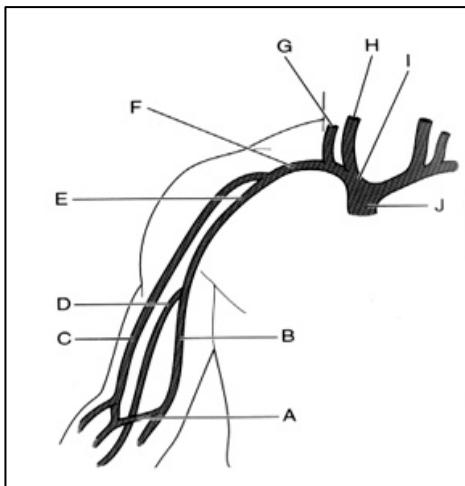


Figura 16: Venas de miembro superior y cuello accesibles a la canalización ecoguiada. A: venas braquiales, B: vena basílica C: vena cefálica, F: vena axilar-subclavia, I, tronco braquicefálico, H jugular interna, G jugular externa.

### Vena basílica

Desde la flexura se asciende con el transductor en transversal a lo largo de la zona medial. Para visualizarla mejor la vena basílica conviene supinar el brazo para exponer la zona lateral. Una vez localizada en la flexura se asciende con el transductor por la zona medial observando como la vena basílica se hace más gruesa, más medial y profunda. Suele ser la vena más gruesa del brazo. En la canalización guiada por ecografía se puede canalizar la zona más profunda en la zona media del brazo que no es accesible a la palpación. Este es el lugar ideal para la canalización, y se debe considerar de elección en general para la colocación de Pica. La punción en esta localización ha demostrado mejorar la durabilidad y reducir el riesgo de trombosis, además de ser más cómoda para el paciente ya que no limita la flexión del brazo.

### Vena braquial y paquete vasculonervioso braquial:

Se observará la típica imagen en Mickey Mouse con las dos venas braquiales en posición superficial-lateral (orejas) y a los lados de la arteria braquial (cara). En la zona medial se observará la vena basílica (amarillo). Esta es una vena poco adecuada para la canalización de un PICCs por su estrecha proximidad a la arteria y nervio braquial, por lo que también es una alternativa a la vena basílica.

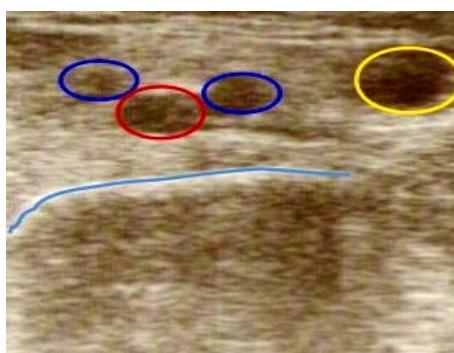


Figura 17: Relación anatómica entre la arteria braquial (rojo), venas braquiales (azul) y vena basilica (amarillo). Las venas y arteria braquiales conforman la imagen típica en Mickey Mouse. La línea azul indica el periostio humeral.



### Vena cefálica

Es la vena superficial y más lateral en el brazo. Su canalización eco-guiada también es habitual pero su recorrido hasta la circulación central es menos favorable con más dificultad para una correcta colocación de la punta del catéter por lo que debemos considerarla como una alternativa a la vena basílica. Su posición relativa al paquete vascular braquial se muestra en la figura 19

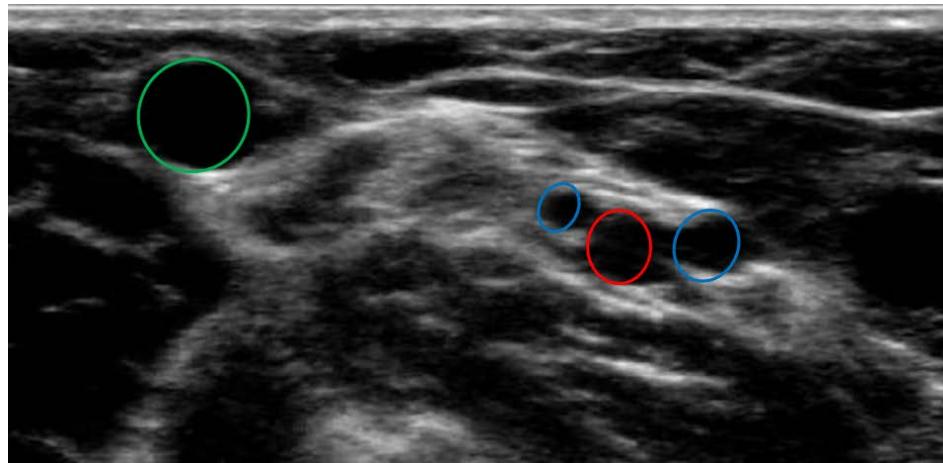


Figura 18: Posición relativa de la vena cefálica del brazo derecho. La vena basílica (verde) se encuentra superficial y lateral respecto a la arteria (rojo) y venas braquiales (azul).

### Safena

Es una vena que raramente se canaliza con eco ya que no ofrece ventajas respecto a los accesos en miembro superior. Puede ser útil en pacientes con accesos vasculares crónicos y múltiples trombosis o para la colocación de una vena periférica en lactantes pequeños con fracaso de otros accesos. Se puede canalizar sobre el maleolo tibial.

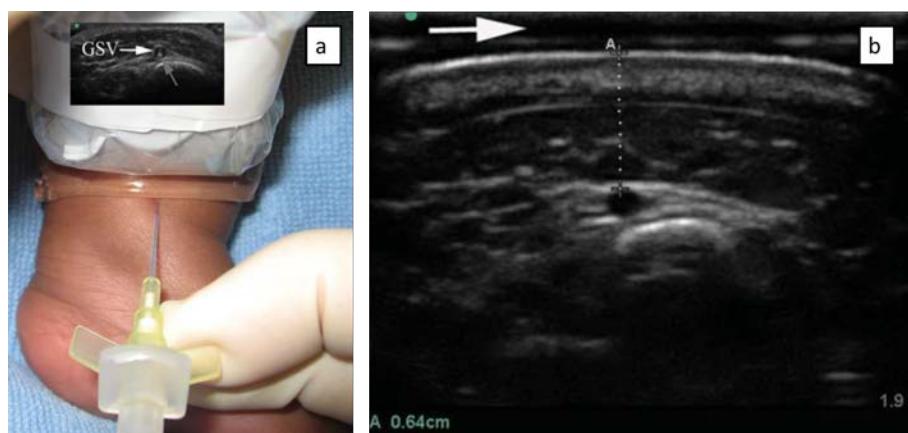


Figura 19: Posición del pie para la canalización de la vena safena con un angiocatéter de 24G (a). Visualización de la vena safena en plano transversal. La flecha indica la colocación de un gel semisólido para mejorar la visualización

### Tecnica de canalización central de acceso periférico:

La canalización venosa central de acceso periférico es generalmente un procedimiento electivo. No existe una sistemática establecida para la exploración del capital venoso periférico. Lo ideal

sería elegir venas de al menos 4 mm de diámetro y con una profundidad inferior a 1.5 cm ya que venas más profundas son mucho mas complejas de canalizar con éxito.

Habitualmente la colocación de PICCs guiada por ecografía se realiza en las venas profundas del brazo. La punción eco-guiada se realiza en la zona media del brazo donde las venas son más profundas y gruesas salvando la flexura. Esto permite por un lado una mayor comodidad del paciente, un menor cizallamiento del catéter con los movimientos y se reduce la posibilidad de trombosis. Una punción demasiado alta cercana a la axila debe evitarse por la posibilidad de daño nervioso y por los mismos motivos que debe evitarse la flexura del antebrazo

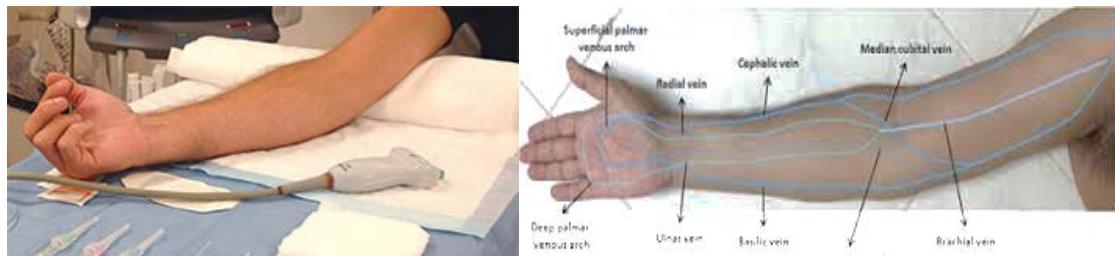


Figura 20: Colocación adecuada del brazo para la canalización de PICC

Se coloca al paciente con el brazo en abducción de 90º. Se inicia la exploración en la flexura en la zona lateral y se van localizando las venas en el siguiente orden desplazando el transductor en transversal de lateral al medial. **En general se realizará un abordaje transversal fuera de plano**, punctionando el vaso con la aguja sin conectar a una jeringa. La colocación de PICCs utilizando angiogatéter para la punción habitualmente no es adecado ya que la profundidad del vaso hace necesaria una punción con un ángulo aproximado de 45º algo poco adecuado para la punción con angiogatéter. Sin embargo en caso de colocar PICCs en lactantes pequeños, algunos prefieren punctionar el vaso con angiogatéter ya que los vasos superficiales y pequeños se benefician de una punción con un ángulo menor ya que el paso de la guía a traves del angiogatéter puede ser más sencillo. En la siguiente table se resume la distancia aproximada a la que se debe introducir la en angiogateter y la longitud de este en función del tamaño y profundidad del vaso.

**Tabla 3: Recomendaciones para elegir la distancia de punción y la ongitud del angiogatéter en el acceso venoso periférico ecoguiado.**

DEPTH OF VEIN (CM)	ENTRY DISTANCE AWAY FROM PROBE (CM) FOR PROPER VISUALIZATION	TRUE DISTANCE TO VEIN (CM)	SUGGESTED CATHETER LENGTH (CM)
0.5	0.5	0.6	2.4
1.0	1.0	1.2	3.2
1.5	1.5	1.8	6.35
2.0	2.0	2.4	6.35

Independientemente del método de punción, lo habitual es completar la colocación del PICC con una técnica microseldinguer. El vaso se punctiona con una aguja fina (o angiogatéter) por la que se pasa una guía recta corta. A traves de la guía, se coloca un microintroductor que puede ser pelable o no montado en un dilatador. Una vez colocado el introductor el cateter con un fiador metálico en su interior se avanza a través del introductor. El catéter ha debido ser previamente cortado hasta la distancia determinada (punto de punción hasta 2-3 espacio intercostal paraesternal derecho) Una vez colocado se retira el fiador y se extrae o “pela” el introductor. Generalmente en niños pequeños se utilizará un cateter de 3F (requerirá una vena de al menos 3 mm), mientras que en niños mayores se suele colocar un catéter de 4F.





Figura 21: Canalización de PICC en basílica. a: zona de exploración de la basílica en la zona medial del antebrazo. b: medición de la vena y canalización en transversal fuera de plano. c: colocación correcta en tercio inferior de VCS/tercio superior de aurícula derecha.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Menéndez JJ, Verdú C, Calderón B, Gómez-Zamora A, Schüffelmann C, de la Cruz JJ, et al. Incidence and risk factors of superficial and deep vein thrombosis associated with peripherally inserted central catheters in children. *J Thromb Haemost JTH*. 2016 Nov;14(11):2158–68.
2. Frankel HL, Kirkpatrick AW, Elbarbary M, Blaivas M, Desai H, Evans D, et al. Guidelines for the Appropriate Use of Bedside General and Cardiac Ultrasonography in the Evaluation of Critically Ill Patients-Part I: General Ultrasonography. *Crit Care Med*. 2015 Nov;43(11):2479–502.
3. Bhatia N, Sivaprakasam J, Allford M, Guruswamy V. The relative position of femoral artery and vein in children under general anesthesia--an ultrasound-guided observational study. *Paediatr Anaesth*. 2014 Nov;24(11):1164–8.
4. Tailounie M, Mcadams LA, Frost KC, Gossett J, Green J, Bhutta AT, et al. Dimension and overlap of femoral and neck blood vessels in neonates. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2012 May;13(3):312–7.
5. P Souza Neto E, Grousson S, Duflo F, Tahon F, Mottolese C, Dailler F. Ultrasonographic anatomic variations of the major veins in paediatric patients. *Br J Anaesth*. 2014 May;112(5):879–84.
6. Batllori M, Urra M, Uriarte E, Romero C, Pueyo J, López-Olaondo L, et al. Randomized comparison of three transducer orientation approaches for ultrasound guided internal jugular venous cannulation. *Br J Anaesth*. 2016 Mar;116(3):370–6.
7. Rhondali O, Attof R, Combet S, Chassard D, de Queiroz Siqueira M. Ultrasound-guided subclavian vein cannulation in infants: supraclavicular approach. *Paediatr Anaesth*. 2011 Nov;21(11):1136–41.
8. Breschan C, Platzer M, Jost R, Stettner H, Beyer A-S, Feigl G, et al. Consecutive, prospective case series of a new method for ultrasound-guided supraclavicular approach to the brachiocephalic vein in children. *Br J Anaesth*. 2011 May;106(5):732–7.
9. Oulego-Erroz I, Muñoz-Lozón A, Alonso-Quintela P, Rodríguez-Nuñez A. Comparison of ultrasound guided brachiocephalic and internal jugular vein cannulation in critically ill children. *J Crit Care*. 2016 Oct;35:133–7.
10. Alten JA, Borasino S, Gurley WQ, Law MA, Toms R, Dabal RJ. Ultrasound-guided femoral vein catheterization in neonates with cardiac disease\*. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2012 Nov;13(6):654–9.
11. Moureau N, Lamperti M, Kelly LJ, Dawson R, Elbarbary M, van Boxtel AJH, et al. Evidence-based consensus on the insertion of central venous access devices: definition of minimal requirements for training. *Br J Anaesth*. 2013 Mar;110(3):347–56.
12. de Carvalho Onofre PS, da Luz Gonçalves Pedreira M, Peterlini MAS. Placement of peripherally inserted central catheters in children guided by ultrasound: a prospective

randomized, and controlled trial. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* 2012 Sep;13(5):e282-287.

13. Benkhadra M, Collignon M, Fournel I, Oeuvard C, Rollin P, Perrin M, et al. Ultrasound guidance allows faster peripheral IV cannulation in children under 3 years of age with difficult venous access: a prospective randomized study. *Paediatr Anaesth.* 2012 May;22(5):449–54.

14. Triffterer L, Marhofer P, Willschke H, Machata AM, Reichel G, Benkoe T, et al. Ultrasound-guided cannulation of the great saphenous vein at the ankle in infants. *Br J Anaesth.* 2012 Feb;108(2):290–4.

15. Perin G, Scarpa M-G. Defining central venous line position in children: tips for the tip. *J Vasc Access.* 2015 Apr;16(2):77–86.



### **1.3 COMPROBACIÓN INTRAPROCEDIMIENTO Y DETECCIÓN DE COMPLICACIONES**

Ignacio Oulego Erroz

*UCIP. Complejo Asistencial Universitario de León*

#### **COMPROBACIÓN DE LA GUÍA**

Una vez canalizada la vena, podemos comprobar con la ecografía intraprocedimiento que la guía se aloja en el vaso y si discurre hacia el objetivo deseado (especialmente si encontramos resistencia en la introducción) Esto último es especialmente importante en la canalización de accesos en el cuello, subclavia o PICCs donde la malposición de la guía y del CVC al lado contralateral o hacia la vena yugular en casos de PICCs en el brazo es relativamente frecuente. Cuando canalicemos la vena yugular interna, primero comprobaremos la posición intravascular de la guía con un plano transversal y posteriormente longitudinal. Es importante realizar ambos planos ya que si la guía hace un bucle lo visualizaremos mejor con un plano transversal.

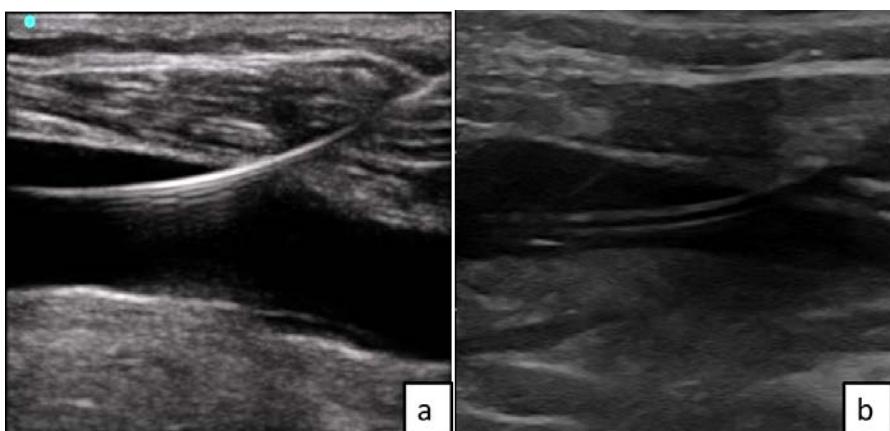


Figura 1: Comprobación del paso de la guía (a) y del catéter (b) en plancos longitudinal y transversal en la vena yugular interna

Cuando canalicemos la subclavia, podemos comprobar fácilmente la posición de la guía en un plano supraclavicular longitudinal. También deberemos comprobar la posición de la guía y descartar que se aloje en las venas yugulares o tronco braquiocefálico contralateral. Para evitarlo es fundamental rotar el cuello en sentido ipsilateral antes de avanzar la guía.

Para la canalización de la femoral, bastará comprobar la posición intravascular de la guía.

Una vez que se compruebe la posición intravascular de la guía se puede avanzar dentro del vaso con seguridad y posteriormente comprobar el paso del catéter.

#### **COMPROBACIÓN DEL CVC**

La comprobación de la posición de la punta del catéter es esencial tras la canalización de CVCs y PICCs. Aunque no existe un completo consenso, la localización de la punta en el tercio inferior de la vena cava superior se considera la posición ideal ya que se asocia a menos riesgo de complicaciones (trombosis e infección) y permite una medición adecuada de la PVC o la obtención de muestras para saturación venosa central. La posición intraauricular aunque asegura un buen retorno de sangre en la aspiración y una medición correcta de la PVC se desaconseja por el riesgo de taponamiento, arritmias y mediciones falsas de la saturación venosa central si el catéter recoge la sangre del seno coronario. Se reserva para la colocación de las cánulas de ECMO por la necesidad de altos flujos y ocasionalmente en los catéteres para técnicas de reemplazo renal. Posiciones más altas de la punta del catéter en la vena cava superior puedes ser aceptables pero aumentan el riesgo de derrame pericárdico si se sitúan a la altura del receso pericárdico. En cualquier caso debe evitarse siempre la colocación de la punta en una bifurcación vascular o en una curvatura vascular (ej.: unión del TBC con la vena cava) ya que aumenta el riesgo de lesión del endotelio vascular. En el caso de los CVC o PICCs colocados en miembro

inferior, la posición ideal es justo por encima del diafragma en la unión cavo-atrial. No obstante es aceptable la introducción de una pequeña porción del catéter en la aurícula derecha especialmente si es necesario medir la PVC para asegurar la posición entro-torácica del CVC. Hasta hace pocos años, la radiografía de tórax se consideraba la técnica de elección para la comprobación de la punta del catéter. No obstante la radiografía supone exponer al paciente a radiación y tiene importantes limitaciones para la localización precisa de la unión cavo-atrial incluso cuando es interpretada por un radiólogo experimentado. Además la obtención de la radiografía de tórax en la UCIP normalmente tiene una importante demora. La ecografía puede ser una alternativa a la radiografía. Las ventajas de la ecografía en esta aplicación son la ausencia de radiación, la rápida disponibilidad y una mejor definición de la unión cavo-atrial respecto a la radiografía de tórax.

Existen evidencias sólidas de que la ecografía puede detectar fácilmente la posición de la punta de los CVC colocados por vía femoral (figura 2). La porción superior de la vena cava inferior y la aurícula se visualizan fácilmente desde un plano subcostal longitudinal.

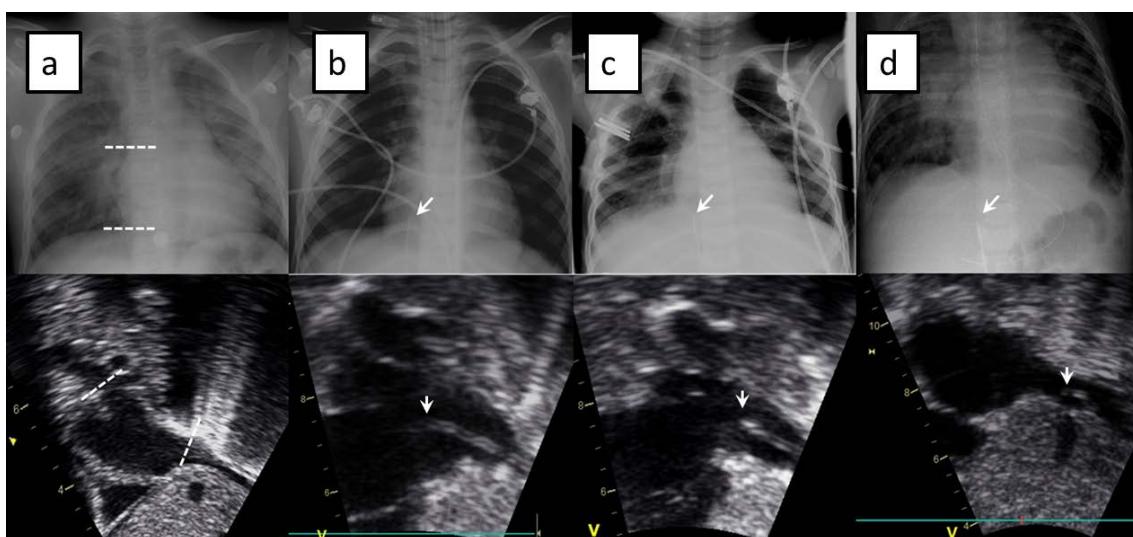


Figura 2: Comprobación de catéteres femorales desde plano subcostal (eje de cavas) y correspondencia con la imagen radiográfica a: Localización de la unión cavo-atrial. B: catéter intra-atrial. C: Catéter en localización correcta en la unión cavo-atrial. D: Localización del catéter demasiado bajo.

Estudios en CVC umbilicales en neonatos demuestran que la concordancia con la radiografía es alta incluso en CVC de escaso grosor. Es nuestra opinión que la ecografía puede evitar la mayoría sino todas las radiografías de comprobación de CVC femorales. Además si se aplica entra-procedimiento por otro operador nos permitirá dejar el CVC a la altura deseada con una alta precisión.

Los catéteres colocados en la parte superior del cuerpo son más difíciles de visualizar por ecografía que los localizados en vena cava inferior.

Existen dos aproximaciones ecográficas para la localización del CVC: 1) Descartar de forma indirecta la malposición (protocolo CVC SONO) 2) Intentar visualizar la localización concreta de la punta del CVC

#### Protocolo CVC SONO:

En adultos se considera que la porción inferior de la vena cava superior no se puede visualizar por ecografía transtorácica. No obstante, existe una aproximación a la posición del CVC mediante el protocolo CVC SONO ("C", de complication; "V", de intra"v"neous tip y "C" de intra"c"ardiac position) describo por...

Este protocolo consta de tres fases:



**Primero: "C" (*Complications*):** Se obtiene una ecografía torácica con sonda lineal en 2-4 espacio intercostal anterior torácica para descartar neumotórax

**Segundo: "V" (*intraVenous*):** Se realiza un escaneo de las venas yugulares, subclavia-innominada bilateral y con transductor lineal y de la vena cava inferior con transductor cardíaco. Se trata de descartar la posición fuera de la vena cava mediante la visualización de los sitios plausibles de migración del CVC. Por ejemplo si se canaliza la VYI derecha la presencia del CVC en VYI y vena innominada ipsilateral con ausencia en subclavia ipsilateral, yugular e innominada contralateral y vena cava inferior define la posición correcta. Si se canaliza subclavia la presencia del CVC en innominada ipsilateral y su ausencia en yugular bilateral, innominada bilateral y vena cava inferior se considera adecuada.

**Tercero: "C" (*intraCardiac*):** Finalmente se realiza un plano subcostal 4 cámaras o paraesternal corto del corazón para descartar la posición intracardíaca del CVC.

Siguiendo este protocolo los autores fueron capaces de localizar un 71% de los CVC en una población de 81 adultos ingresados en una UCI de traumatología. Hubo 10 malposiciones en la radiografía y sólo 5 fueron localizadas adecuadamente por el protocolo CVC SONO. De estos 5, 3 tenían varios CVC lo que dificultó la visualización y los otros dos tenían malposiciones infrecuentes (1 bucle del CVC en la yugular ipsilateral y una malposición de un CVC insertado en VYI derecha en la innominada contralateral). Todos los CVC adecuadamente colocados menos 1 fueron detectados por el protocolo CVC SONO. Evidentemente los resultados del estudio aunque meritarios fueron subóptimos. La principal limitación de este protocolo es que no visualiza la punta del CVC en la vena cava si no simplemente descarta su posición en otra estructura vascular.

#### **Localización de la punta del CVC con ecografía:**

En niños la visualización de la vena cava superior es una parte rutinaria de la ecocardiografía transtorácica. Esto indica que en teoría tenemos la opción de realizar una visualización directa de la punta del CVC en la vena cava superior. Además en niños pequeños es posible visualizar una parte importante de la vena cava superior, la aurícula derecha y la vena cava inferior simultáneamente desde un único plano subcostal (plano eje de cavas) siguiendo el recorrido teórico del catéter.

Nuestro grupo ha desarrollado y testado una sistemática para la localización de la punta CVC tanto femorales como insertados en territorio superior. Nuestro protocolo se basa en la utilización del plano subcostal para visualización de cavas y aurícula derecha complementado con plano paraesternal derecho y supraesternal para la visualización de la vena cava superior si no se consigue desde subcostal. Si el CVC no se puede localizar en estas posiciones se escanea yugulares y tronco braquiocefálico para confirmar la malposición en este nivel.



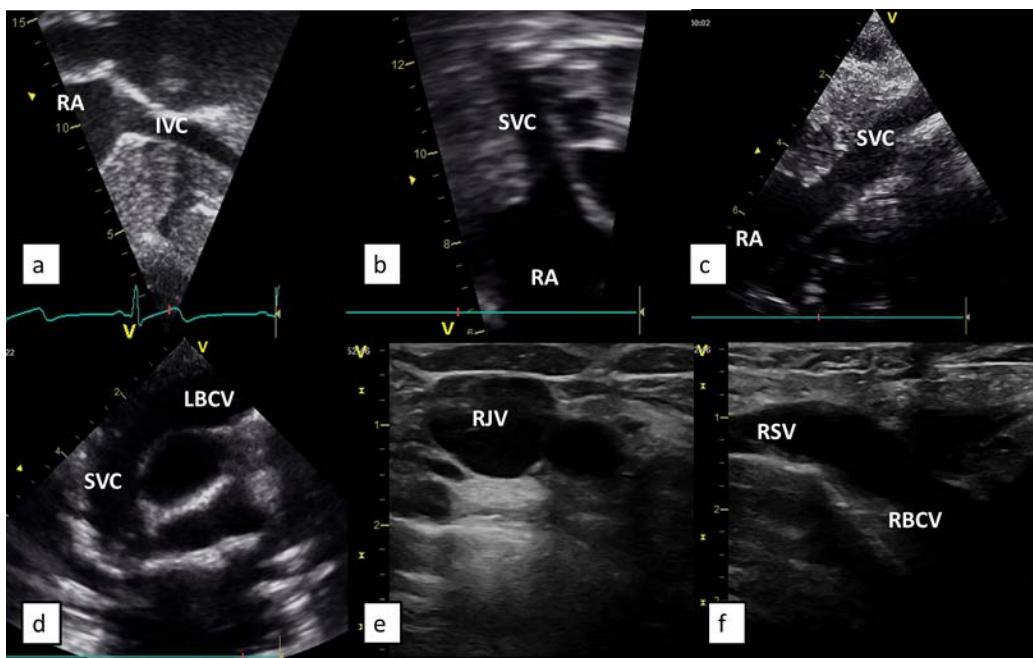


Figura 3: Planos utilizados para la localización de catéteres. a: plano longitudinal de VCI y aurícula derecha. b: Planos subcostal de la VCS, c: plano para esternal derecho de la vena cava superior y aurícula derecha, d: plano coronal de TNC izquierdo y VCS, e: plano transversal de vena yugular, f: plano longitudinal de vena subclavia derecha y TBC derecho.

Primero se realiza el plano subcostal (eje largo y corto). Si la CVC se sitúa en la cava se considera correcto y se mide la distancia a la unión cavo-atrial. Si el CVC se localiza en aurícula se diagnostica la posición intracardiaca y debe retirarse hasta dejarlo en posición correcta.

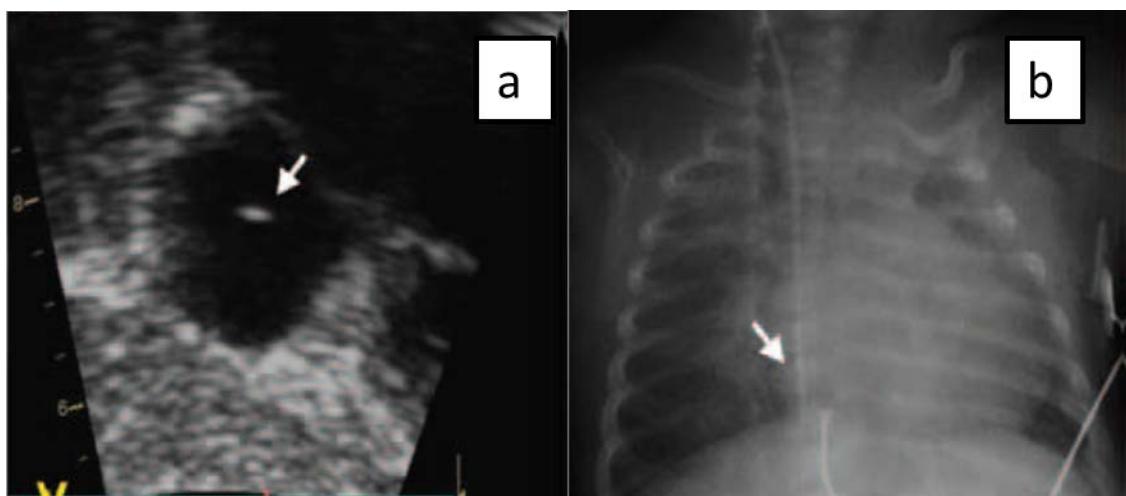


Figura 4: Localización de catéter yugular derecho en posición intra-atrial (a). Correspondencia con la radiografía de tórax (b).

En caso de CVC superiores si no se visualiza el CVC en vena cava superior desde subcostal se escanea la vena cava superior en paraesternal derecho y supraclavicular. Esto permite la visualización de CVC en la parte proximal de la VCS y en innominada.

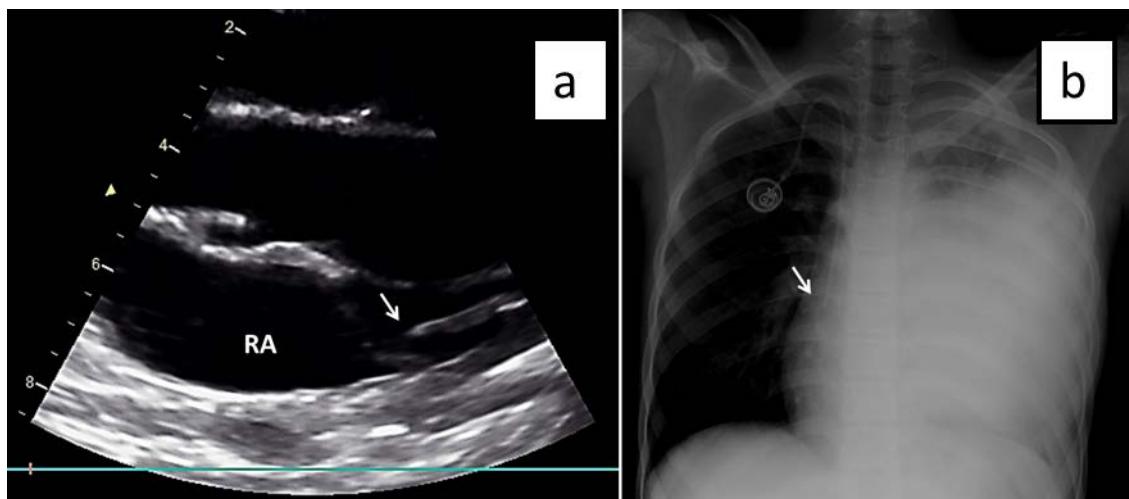


Figura 5: Eje paraesternal derecho mostrando un CVC totalmente implantado de 6.5F correctamente colocado en el tercio inferior de la VCS (a). Correspondencia con la radiografía (b)

Si no se localiza el CVC en esta posición se considera malposición y se intenta localizar el CVC mediante escaneo de yugulares y subclavia/vena innominada bilateral. El orden en que se realiza la exploración del cuello y su interpretación está dictado por el lugar concreto de inserción. Se testó el algoritmo en 52 procedimientos en 40 pacientes comparando los hallazgos con la radiografía. Hubo una concordancia del 92% entre las técnicas. Gran parte de los catéteres se pudieron visualizar desde subcostal. La ecografía localizó mejor los CVC en posición intracardíaca. Nuestro estudio estaba limitado por la edad de los pacientes que eran fundamentalmente niños pequeños con buenas ventanas y la mayoría sólo portaban un único CVC. A medida que la calidad de los ecógrafos portátiles en la UCI mejore y que el adiestramiento en ecografía del personal sea mayor creemos que la ecografía podrá evitar muchas de las radiografías que se realizan para localizar catéteres.

#### BIBLIOGRAFÍA:

1. Matsushima K, Frankel HL. Detection of central venous catheter insertion-related complication using bedside ultrasound: the CVC sono. *J Trauma*. 2011 Jun;70(6):1561–3.
2. Alonso-Quintela P, Oulego-Erroz I, Rodriguez-Blanco S, Muñiz-Fontan M, Lapeña-López de Armentia S, Rodriguez-Nuñez A. Location of the Central Venous Catheter Tip With Bedside Ultrasound in Young Children: Can We Eliminate the Need for Chest Radiography? *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2015 Nov;16(9):e340-345.
3. Perin G, Scarpa M-G. Defining central venous line position in children: tips for the tip. *J Vasc Access*. 2015 Apr;16(2):77–86.
4. Fletcher SJ, Bodenham AR. Safe placement of central venous catheters: where should the tip of the catheter lie? *Br J Anaesth*. 2000 Aug;85(2):188–91.
5. Wirsing M, Schummer C, Neumann R, Steenbeck J, Schmidt P, Schummer W. Is traditional reading of the bedside chest radiograph appropriate to detect intra-atrial central venous catheter position? *Chest*. 2008 Sep;134(3):527–33.

## **1.4 CANALIZACIÓN ARTERIAL**

*Alberto Salas Ballestín. UCIP. Hospital Son Espases, Palma de Mallorca. Unidad de Transporte Pediátrico de Baleares.*

La canalización arterial es un procedimiento realizado frecuentemente en las Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos, para monitorización de la tensión arterial de forma invasiva o para extracción de muestras de gasometría arterial.

Tradicionalmente la técnica se realizaba localizando la arteria por palpación de pulso, lo cual puede ser complicado cuando hay inestabilidad hemodinámica o deshidratación. En niños pequeños también aumenta la dificultad por la mayor proporción de grasa subcutánea y el menor diámetro de la arteria. La ecografía ayuda en la identificación y canalización de los accesos arteriales, siendo de especial utilidad en pacientes con baja perfusión sistémica, edematosos, obesos, con variantes anatómicas, o aquellos en los que ya se ha intentado canalizar sin éxito por palpación.

Cualquier arteria puede canalizarse con ecografía si es visible al ultrasonido. De la misma manera que si usamos la palpación y localización anatómica, debe elegirse la arteria en función de las características del vaso. Idealmente deben elegirse arterias con circulación colateral o con calibre suficiente para permitir el flujo marginal de sangre alrededor del catéter sin compromiso de la perfusión distal. La identificación de espasmo arterial, hematomas o el calibre del vaso permite escoger la localización más deseable.

Debe elegirse el lugar de punción guiado por ecografía antes de la preparación del campo estéril, identificando y diferenciando arterias de venas, así como estructuras adyacentes. Para diferenciar las arterias de las venas, las primeras habitualmente no se colapsan con la presión (o son menos compresibles que ya que podrían colapsarse en situación de deplección de volumen o deshidratación), tienen flujo pulsátil, son de forma redondeada (frente a las venas ovaladas) y de pared más gruesa.

Antes de iniciar el procedimiento hay que asegurarse de que el lugar a puncionar, el transductor y la pantalla del ecógrafo se sitúan en la misma línea visual. Despues se esteriliza la zona a puncionar y se coloca el transductor en una funda estéril, previa colocación de una pequeña cantidad de gel conductor en la sonda. El operador también debe seguir las medidas de esterilidad habituales.

El procedimiento es similar a la canalización venosa. En general la inserción del catéter con guía ecográfica en tiempo real es preferida a la imagen estática.

Puede utilizarse la canalización fuera de plano, colocando la sonda en transversal, o puede utilizarse la visualización transversal para identificar el vaso y posteriormente canalizarlo en plano con la sonda en longitudinal.

En la canalización en plano se sitúa el transductor 2-3 cm proximalmente al lugar elegido para realizar la punción, sujetando la sonda con la mano no dominante de forma perpendicular a la piel. Se introduce la cánula o aguja con la mano dominante y se observa avanzar el catéter durante todo el procedimiento, hasta que se introduce en la arteria, refluviendo sangre por el catéter, momento en el que se avanza este retirando la guía (o introduciendo la guía en el caso de utilizar la técnica de Seldinger). La limitación más importante a la hora de realizar la técnica en este plano suele ser la falta de espacio para colocar el transductor en el lugar adecuado.

En la canalización fuera de plano se centra la arteria en la mitad de la pantalla. Se punctiona a la altura de la mitad de la sonda, observando el movimiento de los tejidos. Se puede bascular el transductor para visualizar la punta de la aguja durante todo el procedimiento. Se va



redirigiendo la aguja hasta que se obtiene salida de flujo sanguíneo, momento en el que se introduce la cánula o la aguja en el vaso.

#### Canalización de la arteria radial:

Es la arteria más comúnmente canalizada ya que suele ser fácilmente accesible, dispone de circulación colateral y el procedimiento en esta localización suele tener una baja tasa de complicaciones durante su acceso y monitorización, aunque no está exenta de ellas. Las más frecuentes son los hematomas, las trombosis y las infecciones. Estas complicaciones aumentan con el número de intentos.

Según la evidencia actual, al realizar el procedimiento guiado por ecografía se aumenta la probabilidad de canalizar la arteria radial en el primer intento comparado con la canalización exclusivamente por palpación, disminuye el número de hematomas, la duración del procedimiento y el número de intentos.

Antes de realizar el procedimiento debería realizarse el test de Allen para comprobar la circulación colateral.

Inicialmente se posiciona la muñeca es con una extensión aproximada de 45º (una mayor extensión favorece la compresión del vaso) aunque mediante la visualización ecográfica elegiremos el grado de extensión en el que el vaso tenga mayor calibre. Utilizaremos la visualización transversal o longitudinal para guiar el procedimiento. Es útil presionar ligeramente con el transductor para intentar fijar la arteria. La canalización se puede realizar con aguja y guía (técnica de Seldinger clásica) o por punción directa con angiocatéter, avanzando la cánula sobre la aguja. Esta última técnica es la preferida por muchos para la canalización de la arteria radial, sobre todo en niños pequeños, ya que en estos casos el vaso es de menor calibre y muy superficial por lo que en general puede ser más fácilmente canalizada de esta manera. Se introduce el catéter con un ángulo de 15-30º respecto a la piel ajustando la posición hasta visualizar que contacta con la pared arterial. Debe avanzarse hasta que se observa como la arteria se colapsa y se expande de nuevo o hasta que refluya sangre por el catéter. En este momento debe retirarse el transductor o disminuir la presión para no dificultar el avance del catéter. La ecografía nos permitirá confirmar que el catéter está introducido en la luz del vaso y no atraviesa la pared posterior.

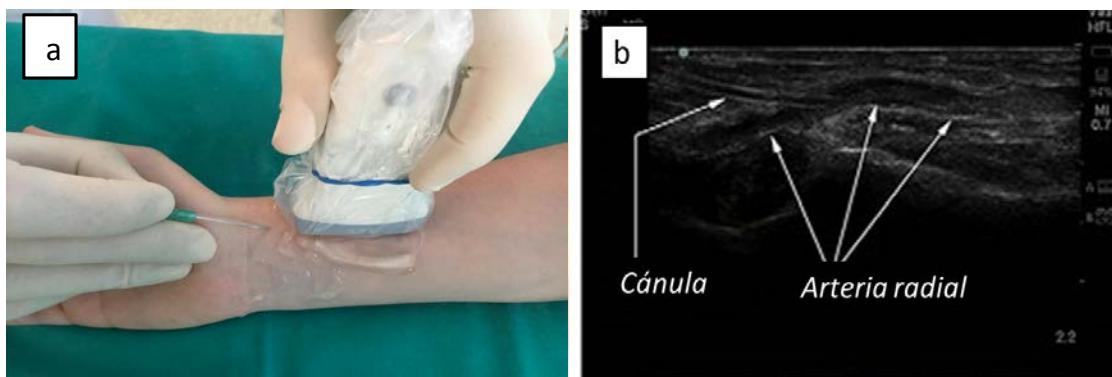


Figura 1: Canalización de la arteria radial en plano con angiocáteter (a). Confirmación de la posición intravascular del angiogatéter (b).

#### Canalización de la arteria femoral:

La arteria femoral, aunque no dispone de circulación colateral, es de suficiente calibre para permitir el flujo y suele ser una alternativa sobre todo en niños en los que la canalización radial sea difícil.

La punción se realiza con el paciente en decúbito supino, con la pierna ligeramente flexionada, en abducción y rotación externa.

Se coloca el transductor en el pliegue inguinal donde se observa el triángulo femoral, que se sitúa distalmente al ligamento inguinal. El paquete vaso-nervioso está compuesto (de lateral a medial) por el nervio, la arteria y la vena femorales. Si continuamos visualizando la arteria desplazándonos hacia distal observaremos la bifurcación de la arteria femoral en arteria femoral superficial y profunda. El lugar de punción será proximalmente a esta bifurcación. En los pacientes en los que esta bifurcación se produce más proximal la canalización ecoguiada ha demostrado mayor tasa de éxito en el primer intento.

La técnica puede realizarse, tras tomar las medidas de esterilidad, con el transductor en transversal o longitudinal a la arteria (en este último caso la principal limitación se encuentra en la falta de espacio en pacientes pequeños). Se realiza el procedimiento con la cánula fuera de plano o en plano, con una inclinación de aproximadamente 45º y continuando el procedimiento de forma similar a la canalización de la arteria radial.

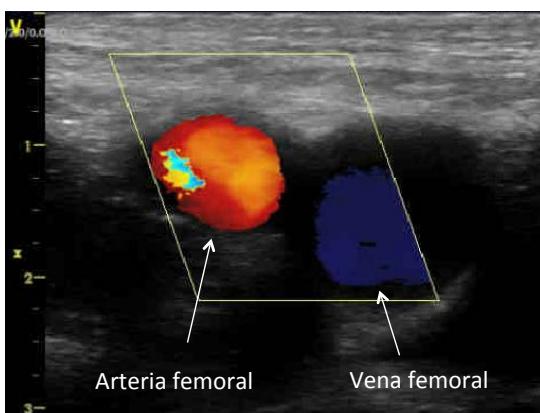


Figura 2. Arteria y vena femorales en visión transversal (proximalmente a bifurcación de arteria femoral).

Otras alternativas son la arteria dorsal pedia, la arteria axilar o la arteria braquial, aunque esta última se desaconseja por la ausencia de circulación colateral.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kantor DB, Su E, Milliren CE, Conlon TW. Ultrasound Guidance and Other Determinants of Successful Peripheral Artery Catheterization in Critically Ill Children. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* 2016 Dec;17(12):1124–30.
2. Gu W-J, Wu X-D, Wang F, Ma Z-L, Gu X-P. Ultrasound Guidance Facilitates Radial Artery Catheterization: A Meta-analysis With Trial Sequential Analysis of Randomized Controlled Trials. *Chest.* 2016 Jan;149(1):166–79.
3. Gu W-J, Tie H-T, Liu J-C, Zeng X-T. Efficacy of ultrasound-guided radial artery catheterization: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care Lond Engl.* 2014 May 8;18(3):R93.
4. White L, Halpin A, Turner M. Ultrasound-guided radial artery cannulation in adult and paediatric populations: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2016 May;116(5):610-7.
5. Aouad-Maroun M, Raphael CK, Sayyid SK, et al. Ultrasound guided arterial cannulation for paediatrics (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2016 Sep;14;9:CD011364.
6. AIUM practice guideline for the use of ultrasound to guide vascular access procedures. *J Ultrasound Med.* 2013 Jan;32(1):191-215.

7. Roberts J, Manur R. Ultrasound-guided radial artery acces. Cardiac interventions today. 2013;39-44.
8. Seto AH, Abou-Fadel M, Sparling JM. Real-Time Ultrasound Guidance Facilitates Femoral Arterial Access and Reduces Vascular Complications. *JACC Cardiovasc Intervent.* 2010 Jul;3(7):751-8.
9. Troianos CA, Hartmann GS, Glass KE. Guidelines for Performing Ultrasound Guided Vascular Cannulation: Recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011 Dec;24(12):1291-318.
10. Ueda K, Bayman EO, Johnson E, et al. A randomised controlled trial of radial artery cannulation guided by Doppler vs. palpation vs. ultrasound. *Anaesthesia* 2015 Sep;70(9):1039-44.



## **1.5 ENTRENAMIENTO EN CANALIZACIÓN VASCULAR GUIADA POR ECOGRAFÍA: MODELOS PARA PRÁCTICA DEL ACCESO VASCULAR.**

*Olivia Pérez Quevedo, José Manuel López Álvarez. UCIP. Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-Infantil de Las Palmas.*

### **INTRODUCCIÓN**

La simulación ha sido definida como la representación de algo como real, es decir, una situación en la que se crean artificialmente una serie de condiciones que asemejan a la realidad ya sea para estudiar algo o para servir como entrenamiento en la práctica de un nuevo procedimiento médico. A la hora de implantar una técnica, como puede ser la canalización vascular guiada por ecografía en el paciente pediátrico, se necesitan adquirir una serie de destrezas que servirán para alcanzar las aptitudes necesarias para la canalización vascular.

Estas habilidades abarcan: a) el conocimiento y la comprensión del dispositivo empleado, en nuestro caso el aparato de ecografía en su totalidad; b) la visualización y optimización de la imagen vascular y de la aguja, y; c) la capacidad para adquirir la destreza necesaria en la utilización de la sonda de ecografía y la inserción de la aguja al realizar el procedimiento de canalizar un vaso guiado por ecografía.

El uso de modelos de simulación que sirvan como entrenamiento para procedimientos diagnósticos o terapéuticos: a) mejora la calidad asistencial de los pacientes, sobre todo si estas técnicas no están desprovistas de complicaciones y riesgos; b) disminuyen el estrés que puede producir la realización de una nueva técnica directamente en el paciente y; c) pueden ser usadas tantas veces como se reproduzca el modelo sirviendo también como método para la resolución de algunos problemas que puedan aparecer relacionados con la técnica *in vivo*.

La evidencia demuestra que la simulación juega un papel importante en la adquisición de habilidades para la realización de los procedimientos invasivos. El uso de la ecografía en los accesos vasculares ya sean periféricos o centrales, arteriales o venosos, mejora la tasa de éxito en la canalización y reducen las complicaciones derivadas de la técnica. Sin embargo la curva de aprendizaje que toda técnica invasiva requiere, junto a la preparación del ecógrafo para esta técnica (la esterilización de la sonda, selección del “preset” adecuado, plano de punción, etc...) hace que la canalización vascular eco-guiada se desplace muchas veces a un segundo plano y se mantenga la técnica clásica “a ciegas” asumiendo las complicaciones asociadas a ella que se incrementan en determinadas situaciones críticas (coagulopatía, plaquetopenia, obesidad,...) sobre todo en el paciente pediátrico dada la variabilidad de la profundidad y diámetro de sus vasos con respecto a la población adulta.

### **TIPOS DE MODELOS.**

Es sorprendente que los modelos no humanos, de simulación o experimentales se utilicen poco para el aprendizaje de las técnicas invasivas como puede ser la canalización vascular guiada por ecografía. Cualquier proceso de entrenamiento en un modelo de simulación supone una oportunidad para practicar la técnica sin riesgo y lleva consigo el aprendizaje del uso de los ultrasonidos. Todo ello, factible para mejorar la seguridad de los pacientes a la hora de realizar procedimientos invasivos en el niño.

Los modelos de entrenamiento pueden ser excesivamente caros, de difícil acceso o bien no transmiten de forma óptima los ultrasonidos.

Dentro de los modelos experimentales o de entrenamiento que permitan la simulación vascular para el entrenamiento en la canalización vascular eco-guiada, la mayoría de ellos son sintéticos o biológicos. Algunos están disponibles de forma comercial y otros pueden ser fabricados de forma manual por cualquier persona. Existen: a) modelos “*in vivo*” realizados en animales de experimentación; b) modelos artificiales comerciales como el Blue Phantom® o modelos de



silicona o látex y; c) modelos artesanales sintéticos fabricados manualmente con gelatina/agar o modelos animales tisulares realizados en muslos de pollo, pavo o pechuga de pollo. Cada uno de estos modelos debe tener unas estructuras tubulares en su interior, ya sean de plástico, látex o goma, rellenas de líquido, asemejando los vasos sanguíneos que queremos canalizar.

Así mismo los modelos se pueden dividir en modelos de punción-canalización o bien de punción-localización según la utilidad de los mismos.

#### **Características de un modelo de entrenamiento ideal.**

Un modelo de entrenamiento ideal utilizado para la realización de procedimientos de canalización vascular guiados por ecografía debería:

- reproducir la textura y la resistencia del tejido humano;
- tener la suficiente superficie de penetración para transmitir bien los ultrasonidos;
- poder identificar y localizar las distintas estructuras tisulares;
- obtener una imagen óptima;
- permitir diferentes niveles de dificultad y complejidad a la hora de realizar el procedimiento;
- evitar, en la medida de lo posible, que no se marque el trayecto de la aguja;
- poder visualizar la aguja;
- mantener una larga vida media;
- ser fácilmente transportable, y reproducible en cualquier medio;
- tener fácil accesibilidad y ser económicamente asequible.

#### **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MODELOS DE ENTRENAMIENTO PARA LA CANALIZACIÓN VASCULAR ECOGUIADA.**

**1.- Blue Phantom<sup>®</sup>:** simulador comercial disponible como modelo de entrenamiento para procedimientos donde utilicemos los ultrasonidos como guía para el acceso vascular (Figura1).

Son económicamente caros, inicialmente fijos y no cambiables, aunque los últimos modelos permiten incluso la simulación del latido arterial (Figura 2). Suele quedar marcado el trayecto de la aguja. Al pinchar no se tiene la sensación real de los tejidos humanos. Requieren un mantenimiento y se deterioran tras múltiples punciones. No están fácilmente disponibles ni al alcance de todos.



Figura 1: Modelo Blue Phantom<sup>®</sup>

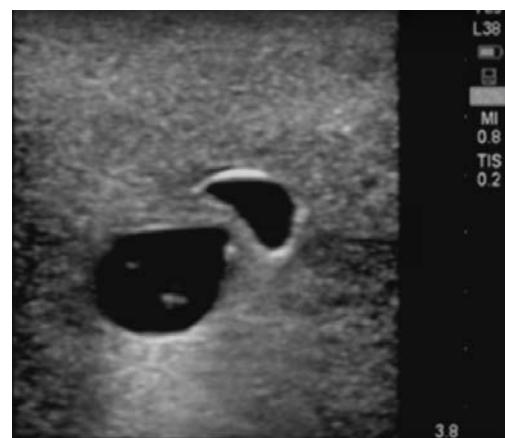


Figura 2: Imagen ecográfica Vena yugular interna y Arteria carótida (Modelo Blue Phantom<sup>®</sup>)

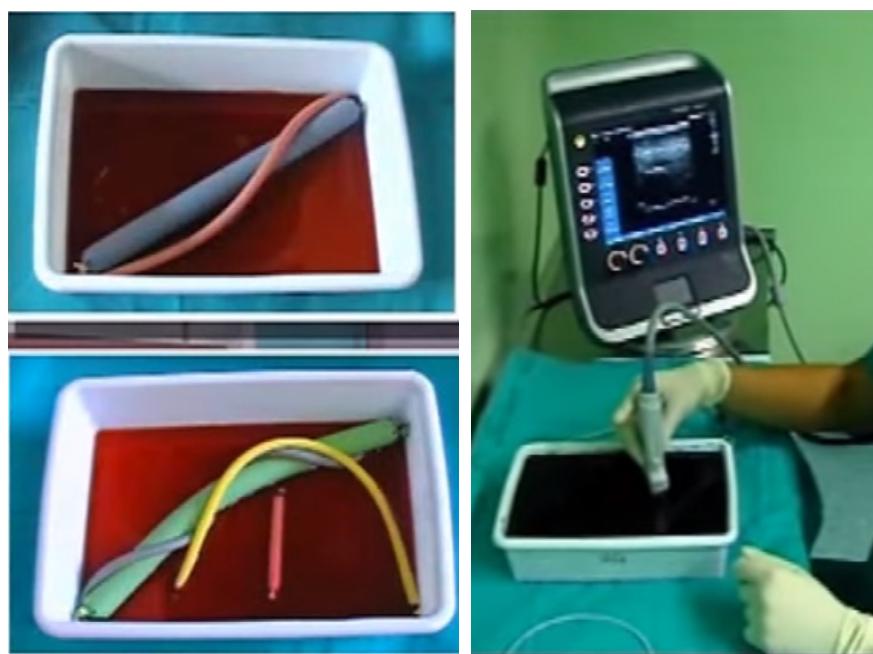
**2. Modelos de silicona:** son modelos comerciales compuestos por un molde de silicona y en su interior una estructura tubular que permite la simulación del acceso vascular que se puede ir

rellenando tras su punción. Tienen larga vida media y son fácilmente transportables, pero suelen tener poca área de superficie al no ser de gran tamaño, su precio es elevado, y no están disponibles para todo el mundo. El trayecto de la aguja queda marcado después de muchos usos (Figura 3).



*Figura 3: Modelo de Silicona para simulación en punción vascular eco-guiada.*

**3. Modelos de gelatina/agar:** consta de un molde de gelatina o agar en el que se introduce una estructura elástica tubular (en algunas ocasiones drenajes quirúrgicos tipo Penrose de distinto tamaño) Han sido utilizados por radiólogos para el aprendizaje y la docencia de procedimientos guiados por ecografía (Figura 4). Son fáciles de construir con productos de cocina al alcance de todos y son ideales para aprender y mejorar la coordinación mano-ojo.



*Figura 4: Modelo de Gelatina: Drenajes tipo Penrose rellenos con distintos colorantes hidrosolubles, anclados en varias capas de Gelatina. (Cortesía del Dr. Vicente Roqués)*

Sin embargo: a) suelen dar una apariencia uniforme de la imagen ecográfica (Figura 5) sin objetivarse diferentes estructuras musculares o tendinosas (salvo que la preparación se realice



asociando algún componente tipo mucilago); b) dejan marcado el trayecto de la aguja después de varios intentos; c) no se tiene la sensación de pinchar un tejido real; d) dependiendo de la concentración de gelatina usada en la fabricación del modelo puede ser muy fácilmente dañable y; e) los movimientos de la aguja hacia los lados al introducirse en la gelatina/agar pueden que no sean fácilmente controlables al intentar pinchar el vaso.

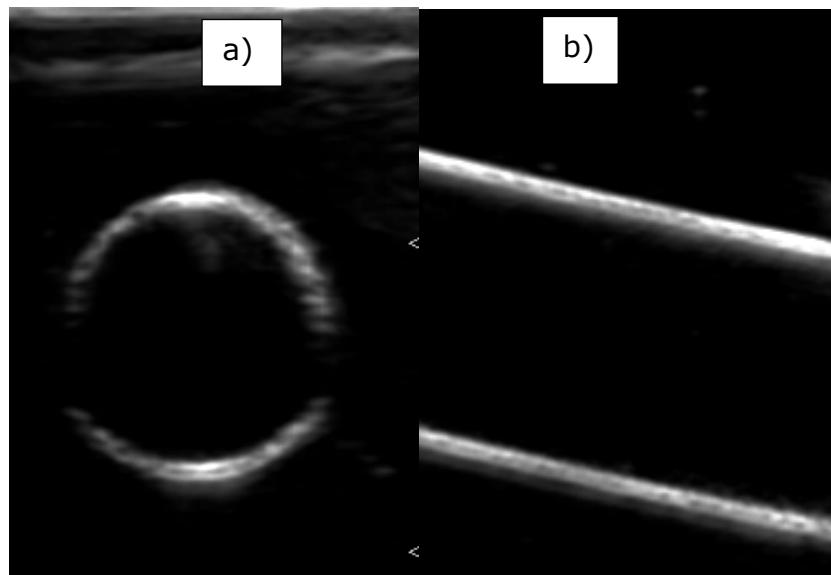


Figura 5: Visión ecográfica de los ejes transverso (a) y longitudinal (b) en el modelo de Gelatina.

#### 4.-Modelo animal:

a) “*in vivo*”: utilizando animales de experimentación, lo que supone un coste y una preparación laboriosa para su realización en condiciones óptimas (sedación, ventilación mecánica, monitorización, etc) y una limitación en el número de punciones;

b) “*artificiales*”: fabricados de forma manual utilizando como *estructura muscular*, muslos de pollo, pavo o cerdo, pork-belly, bloque de embutido o tofu y como *estructura vascular* distintos componentes elásticos (sondas urinarias, drenajes torácicos, trocar metálico, sistemas de infusión de sueros, etc.). Con ellos se consigue una sensación real de los distintos tejidos tanto desde el punto de vista de la visión ecográfica como de la sensación al pinchar y proceder a la canalización. Son asequibles en su preparación aunque precisan de un mínimo de tiempo para su construcción. Además el coste económico es bajo, siendo fácilmente, manejables y transportables. Permiten en su diseño diferentes grados de complejidad, según diámetro y profundidad del vaso, pudiendo aumentar el nivel de dificultad a medida que va avanzando en el proceso de entrenamiento. Por otra parte y como desventajas necesitan de la refrigeración para su conservación, su vida media es de unas semanas por deteriorarse la estructura muscular y presentan la posibilidad de introducir aire en la estructura vascular durante su preparación por lo que hay que manejarla con cuidado.

Las principales ventajas e inconvenientes de los modelos de punción-canalización se presentan en la Tabla 1.

<b>Tabla 1.</b> Modelos de entrenamiento de punción vascular eco-guiada: "pros y contras". <b>Modelos de simulación</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
<b>Blue Phantom®</b>	Transportable Larga vida media Gran área de superficie	No reproduce textura de tejido humano Marcado trayecto de la aguja Imagen muscular y vascular poco real Caros
<b>Silicona</b>	Trasportable Larga vida media	Pobre área de superficie Caros Marcado trayecto de la aguja
<b>Gelatina/Agar</b>	Transportable Barato Fácil construcción	Apariencia uniforme de imagen ecográfica No reproduce textura de tejido humano Marcado trayecto de la aguja Fácilmente dañable Posibilidad de artefactos por aire en la estructura vascular
<b>Animal "in vivo"</b>	Gran semejanza con la realidad Gran área de superficie	No transportable Gran coste Precisa gran infraestructura para su disponibilidad Limitación en nº de punciones
<b>Animal "artificial"</b>	Transportable Fácil construcción Económico Reproduce textura de tejido humano Fidelidad imagen muscular y vascular	Vida media corta Tiempo para su preparación Posibilidad de artefactos por aire en la estructura vascular



**5.- Modelos de punción-localización:** Son modelos artificiales utilizados habitualmente por los radiólogos para el entrenamiento en localización y punción de estructuras quísticas o nodulares a nivel hepático, mamario y tiroideo principalmente. Se utilizan para la familiarización con el ecógrafo, y la técnica de punción en procedimientos eco-guiados. El *componente muscular/tisular* puede ser: porciones de tofu, hígado o pechuga animal, bloques de embutidos o dilución de agua tibia con espesante alimenticio introducido dentro de un guante quirúrgico. El *componente vascular/nodular* también es variado, desde aceitunas con/sin hueso, bolitas-tacos de queso, pastillas de goma-geminalas, alambre-aguja de punto, etc., incluidas en el interior del componente muscular/tisular (Figura 6).



*Figura 6: Componentes de distintos modelos de punción-localización*

#### **MONTAJE Y DESCRIPCIÓN DE UN MODELO ANIMAL.**

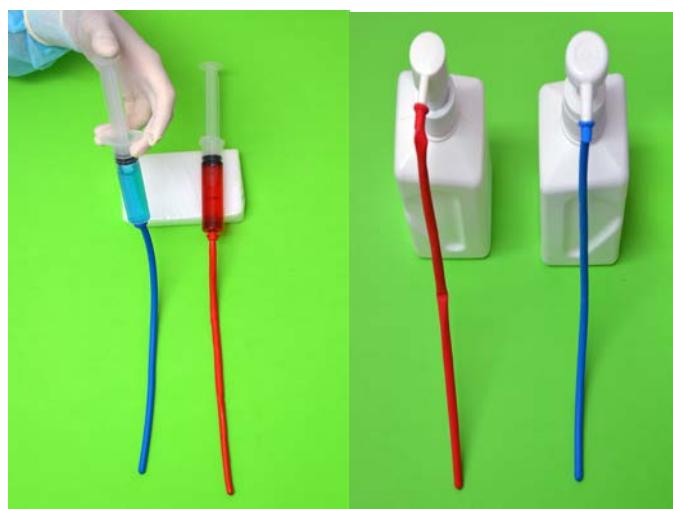
El modelo de entrenamiento que vamos a describir consta de:

a) **componente muscular:** Porción de músculo pectoral aviar de unas medidas aproximadas (largo, ancho, alto) de: 10 cm x 10 cm x 3cm que se puede adquirir en cualquier tienda de comestibles (figura 7)



**Figura 7:** Medidas del componente muscular del modelo de entrenamiento

**b) componente vascular:** Estructura tubular (globo de modelaje) de material elástico (látex de caucho natural biodegradable) de distintos colores (obtenidos con pigmentos orgánicos) de 27 cm de longitud y 0,7 cm de diámetro que se conecta a una jeringa de conexión luer-lock de 20 cc y se rellena con 8 ml de agua con colorante hidrosoluble, sellando posteriormente ambos extremos mediante un nudo. El llenado se puede realizar también con un dosificador, aunque puede ser menos exacto el volumen a introducir en el interior de la estructura tubular (Figura 8). Es importante extraer el aire que puede quedar en el interior de la estructura tubular colocando ésta en posición vertical realizando una suave presión sobre la misma para que el exceso de aire se elimine, ya que este puede interferir en la visualización ecográfica.



**Figura 8:** Llenado de la estructura vascular con colorante hidrosoluble, mediante jeringa (izda) o mediante dosificador (drcha)

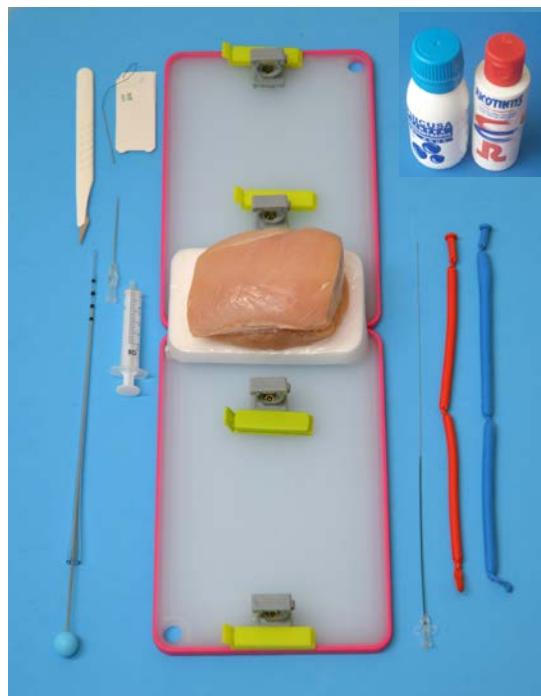
Posteriormente la longitud inicial se divide por la mitad realizando un nudo en la misma, quedando 2 estructuras tubulares de aproximadamente 12 cm de longitud y 3 zonas de anudamiento (proximal, distal, y media) de aproximadamente 1 cm de longitud cada una (Figura 9).





**Figura 9:** Estructura vascular inicial de 27 cm (izda) dividida en dos porciones de aproximadamente 12 cm de longitud cada una (drcha)

Ambos componentes simulan la estructura muscular y vascular del paciente pediátrico que se presenta en la Figura 10, junto al resto de componentes del modelo de simulación.

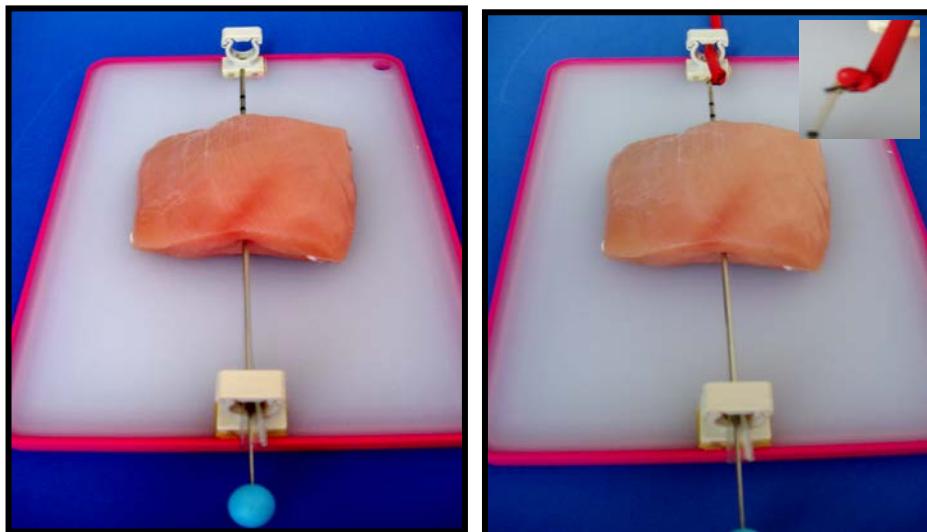


**Figura 10.-** Componentes del modelo de entrenamiento para la CVE

El desarrollo del modelo se fundamenta en introducir un drenaje torácico de 8 Fr junto a su trocar de punción atravesando longitudinalmente la porción muscular (Figura 11) a diferentes niveles de profundidad asemejando las distintas profundidades a la que se encuentran los vasos en los niños según edad, talla y peso.

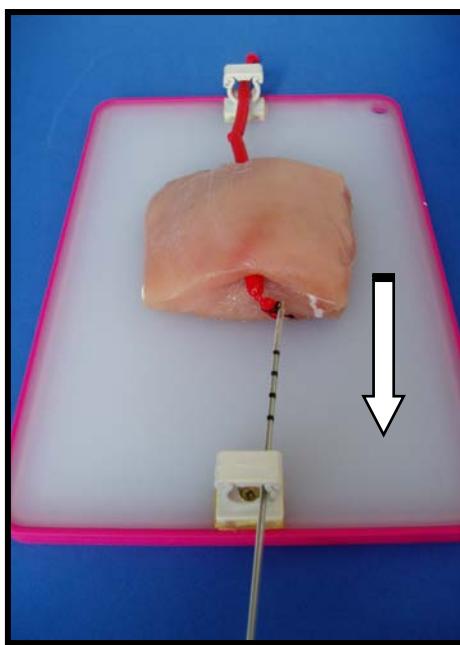
A continuación se retira el trocar quedando el tubo de drenaje en el interior de la estructura muscular. En la porción distal del drenaje se sutura el extremo proximal de la estructura tubular elástica pasada la zona del nudo, evitando así la punción de la estructura tubular y la pérdida del contenido líquido de su interior suturándose al extremo distal de la estructura vascular distal al nudo (Figura 11).





**Figura 11:** Izda: Trocar de punción atravesando longitudinalmente la porción muscular del modelo; Drcha: Sutura del drenaje al extremo de la estructura vascular distal al nudo realizado (detalle ángulo superior)

Al traccionar del drenaje y la estructura tubular en sentido opuesto, ésta quedaría insertada dentro de la estructura muscular simulando la estructura vascular que intentaremos visualizar y canalizar de forma ecoguiada en el modelo experimental (Figura 12).

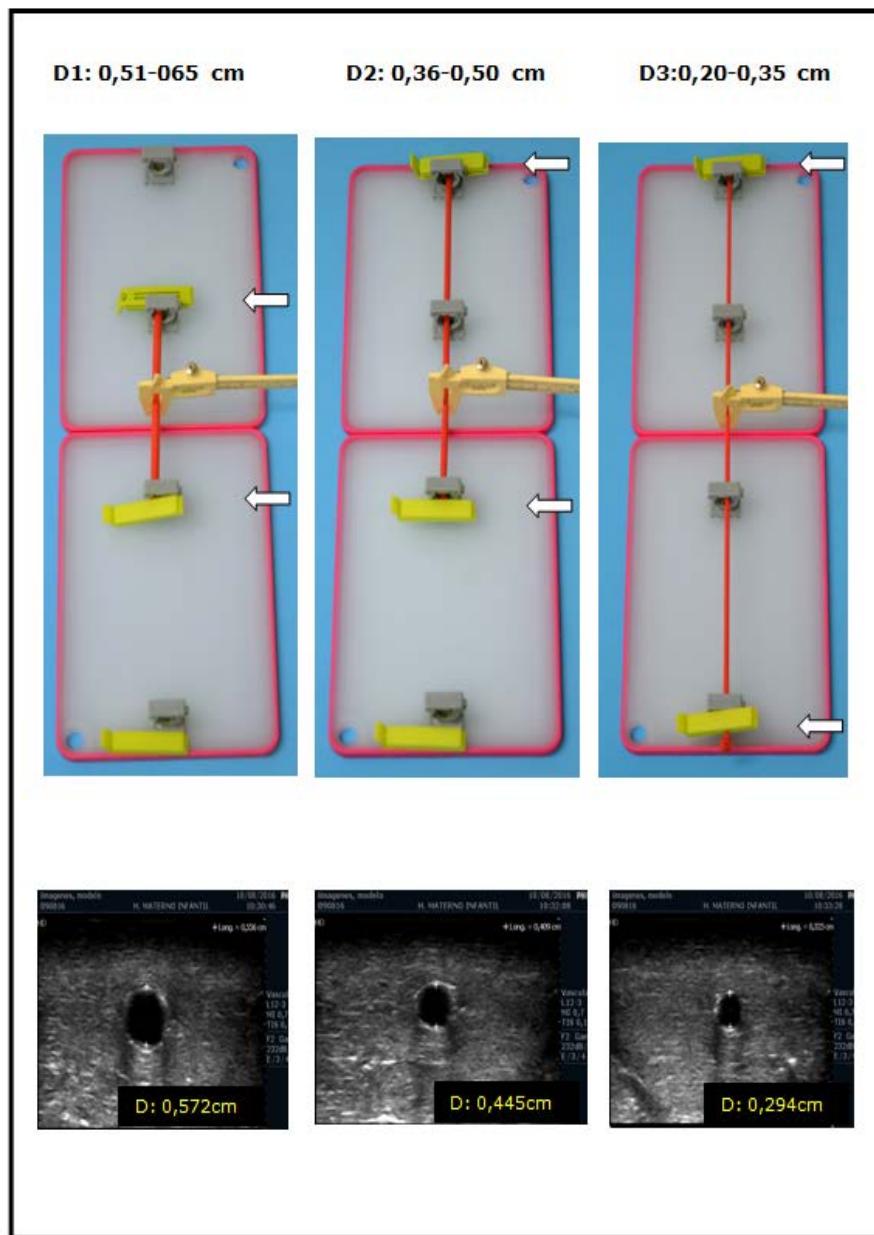


**Figura 12:** Ubicación en el interior de la estructura muscular de la estructura vascular, tras traccionar del drenaje suturado a ella

Para mantener la fijación de la estructura vascular a la muscular como ocurre en los pacientes pediátricos debido a los tejidos que rodean al sistema vascular, se utilizará un sistema de clamps que se aclarán a unos soportes (Figura 13).

Según la tensión aplicada sobre la estructura elástica mediante el sistema de clamps fijados a distinta longitud, conseguimos tres rangos de diámetros diferentes, equiparables a los diámetros de los vasos de los pacientes pediátricos obteniendo así diferentes niveles de dificultad para la CVE (Figura 13).



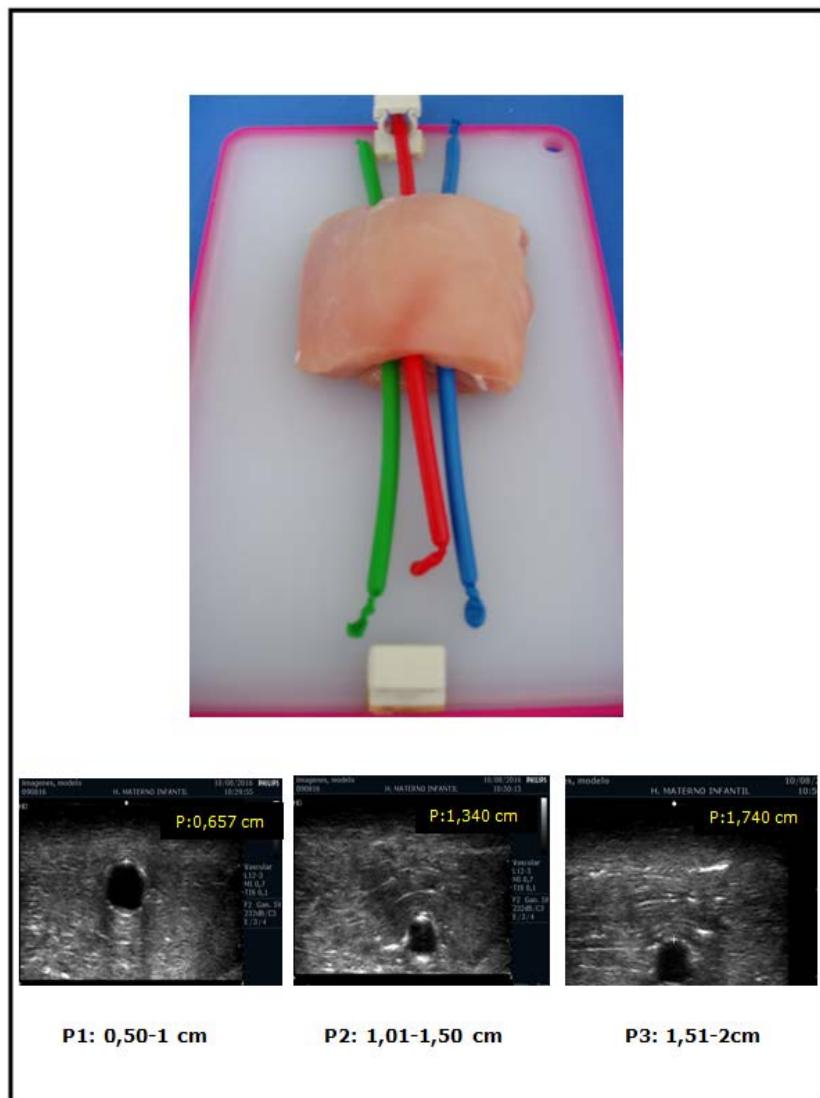


**Figura 13:** Diámetros vasculares (D1-D3) según el grado de estiramiento de la estructura elástica con los clamps (flechas) y su representación ecográfica

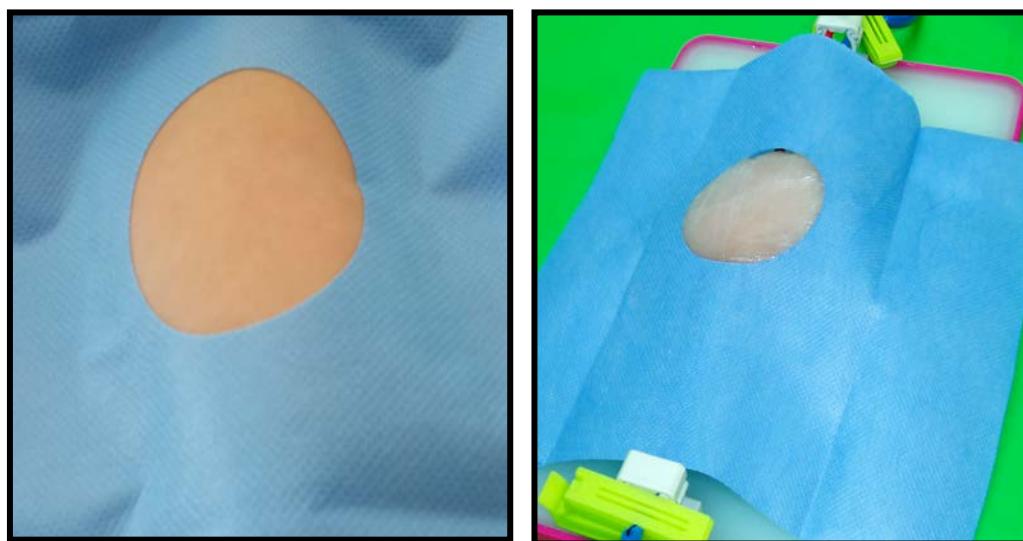
Los distintos rangos de profundidad de la estructura vascular se consiguen introduciendo el trocar en la estructura muscular a distintos niveles de profundidad (Figura 14).

Para la punción y canalización utilizaremos una aguja de 55 mm de longitud y una guía radiopaca de 30 cm, de un catéter de calibre 3 Fr y 11 cm de longitud (Figura 10). La visión de la estructura muscular del modelo se asemeja a la visión “*in vivo*” de la región femoral o yugular del paciente pediátrico (Figura 15).





**Figura 14:** Profundidades vasculares (P1-P3) según el nivel de profundidad a la que se introduce la estructura vascular desde la superficie de la estructura muscular

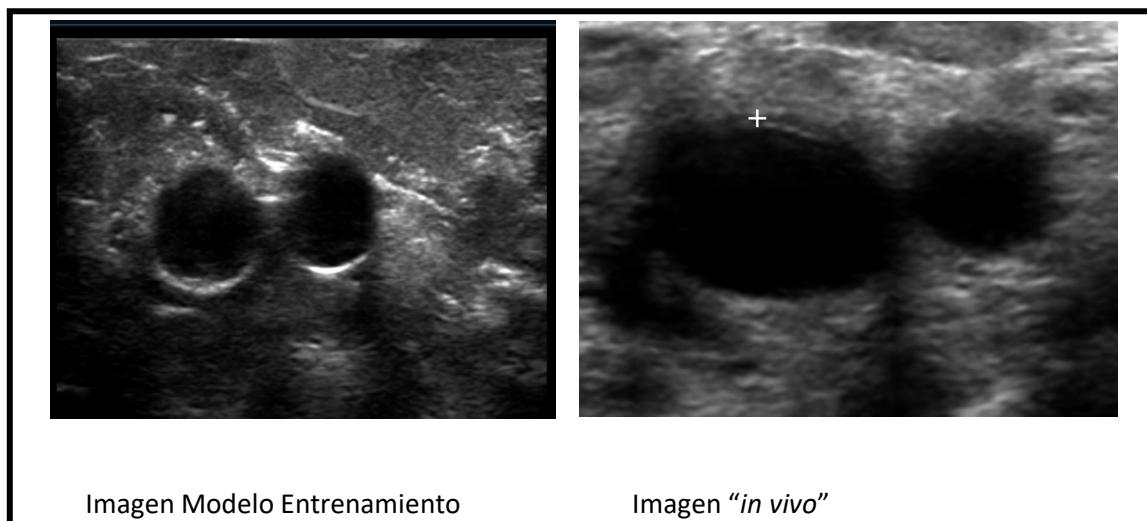


**Figura 15:** Drcha: Visión "in vivo" de la región femoral de un lactante de 5 meses; Izda: Visión de la estructura muscular en el modelo diseñado

El tiempo de montaje del modelo es de aproximadamente 10 minutos.

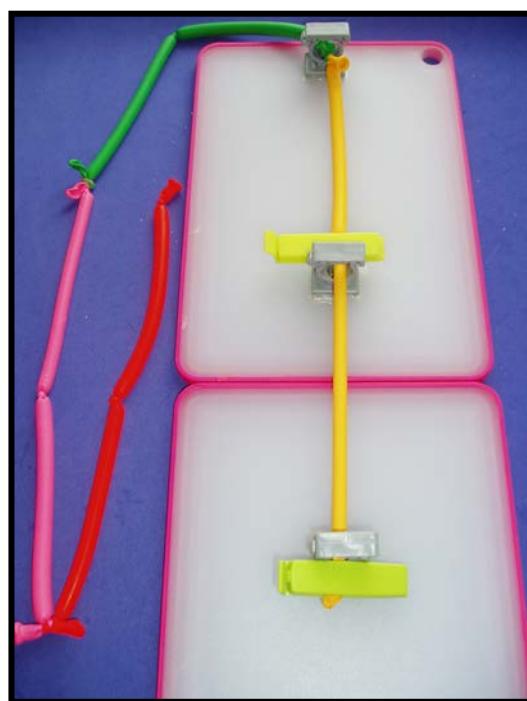
El coste del modelo es de alrededor de 3 €, permitiendo, la unión de múltiples estructuras tubulares, la realización de más de 100 punciones sin deterioro del modelo.

Mediante la utilización de un ecógrafo con una sonda lineal, seleccionando la “configuración vascular”, con una profundidad de 3 cm podemos visualizar la estructura vascular en el modelo de entrenamiento y su correlación con la imagen real *“in vivo”* en el paciente (Figura 16)



**Figura 16:** Imagen en el modelo diseñado, respecto a la imagen real *“in vivo”*

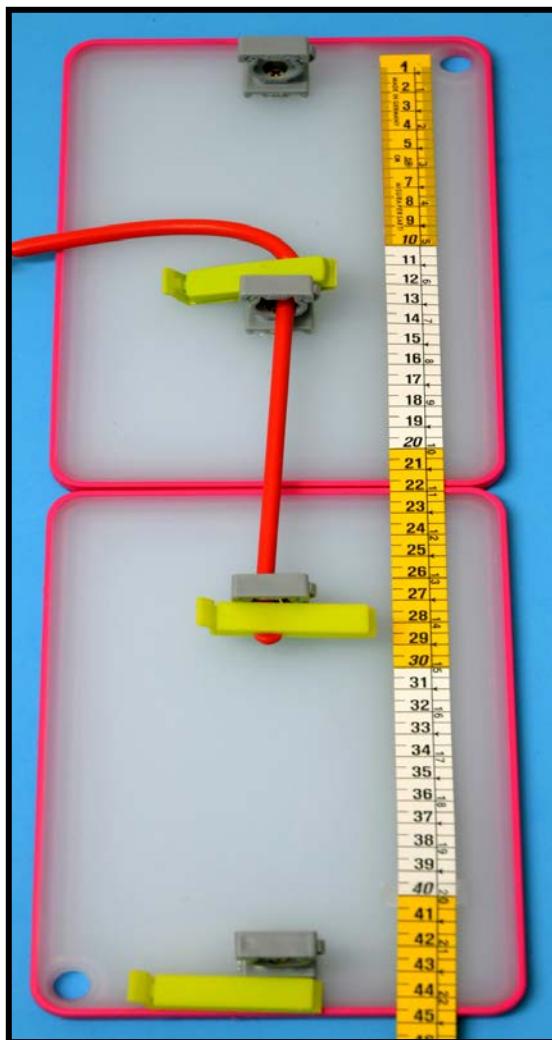
En el extremo distal de la estructura vascular se pueden ir anudando sucesivamente mas estructuras vasculares para poder realizar la técnica de CVE de forma indefinida (Figura 17).



**Figura 17:** Estructuras vasculares unidas mediante un nudo, permitiendo la utilización del modelo en múltiples punciones

La tensión aplicada sobre la estructura elástica mediante un sistema de fijación y clamps con distinto grado de separación de los mismos permitió establecer tres rangos de diámetros

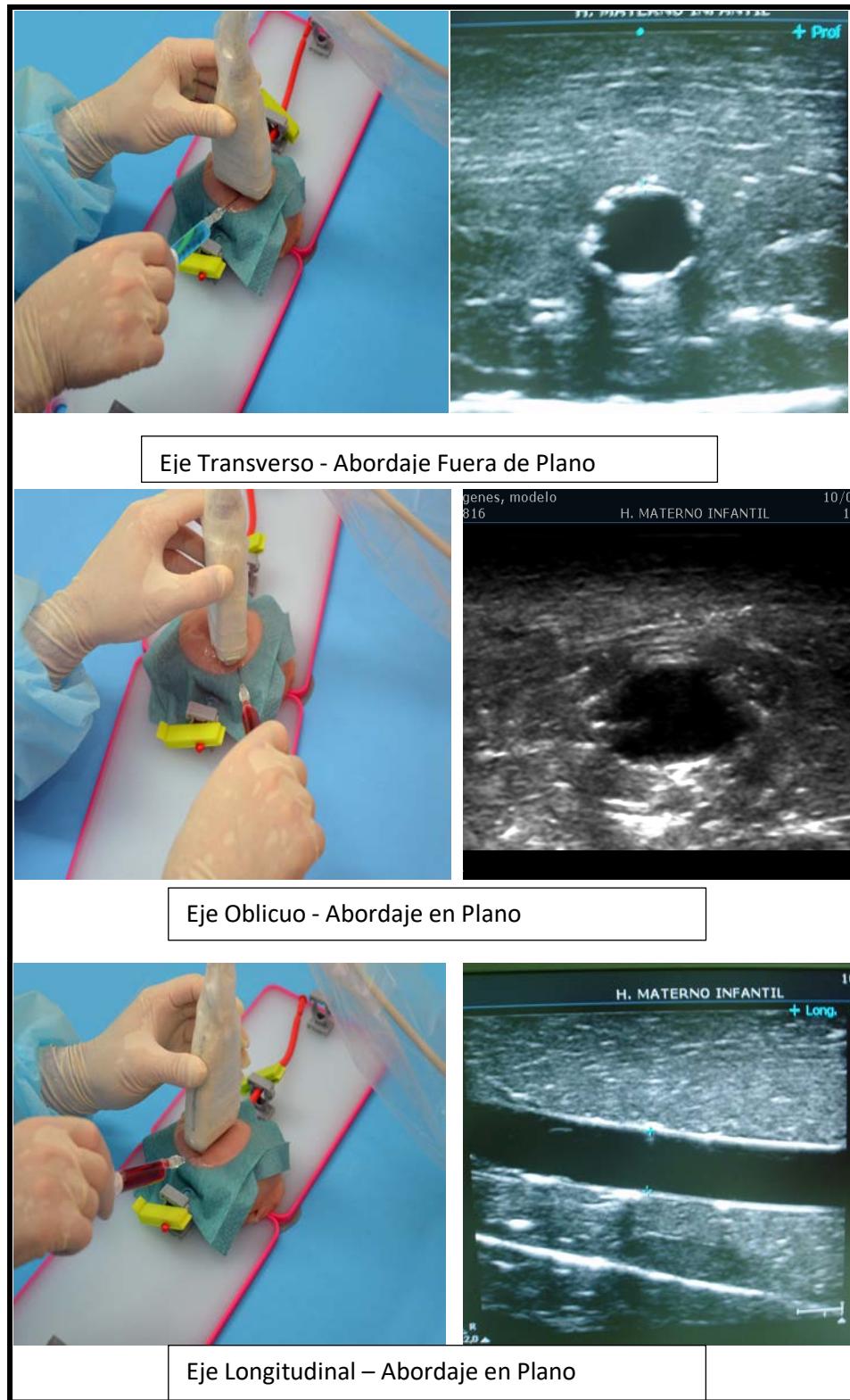
diferentes, equiparables a los diámetros de los vasos de los pacientes pediátricos obteniendo así diferentes niveles de dificultad para la CVE. Esto permitirá situar los puntos de fijación de los clamps, para poder simular los diámetros a estudiar (Figura 18).



**Figura 18:** Distancia de separación de los soportes de fijación y clamps de la estructura vascular para conseguir los rangos de diámetro vascular analizados.

La imagen ecográfica del modelo, en los tres ejes de visualización más comunes se presenta en la Figura 19.

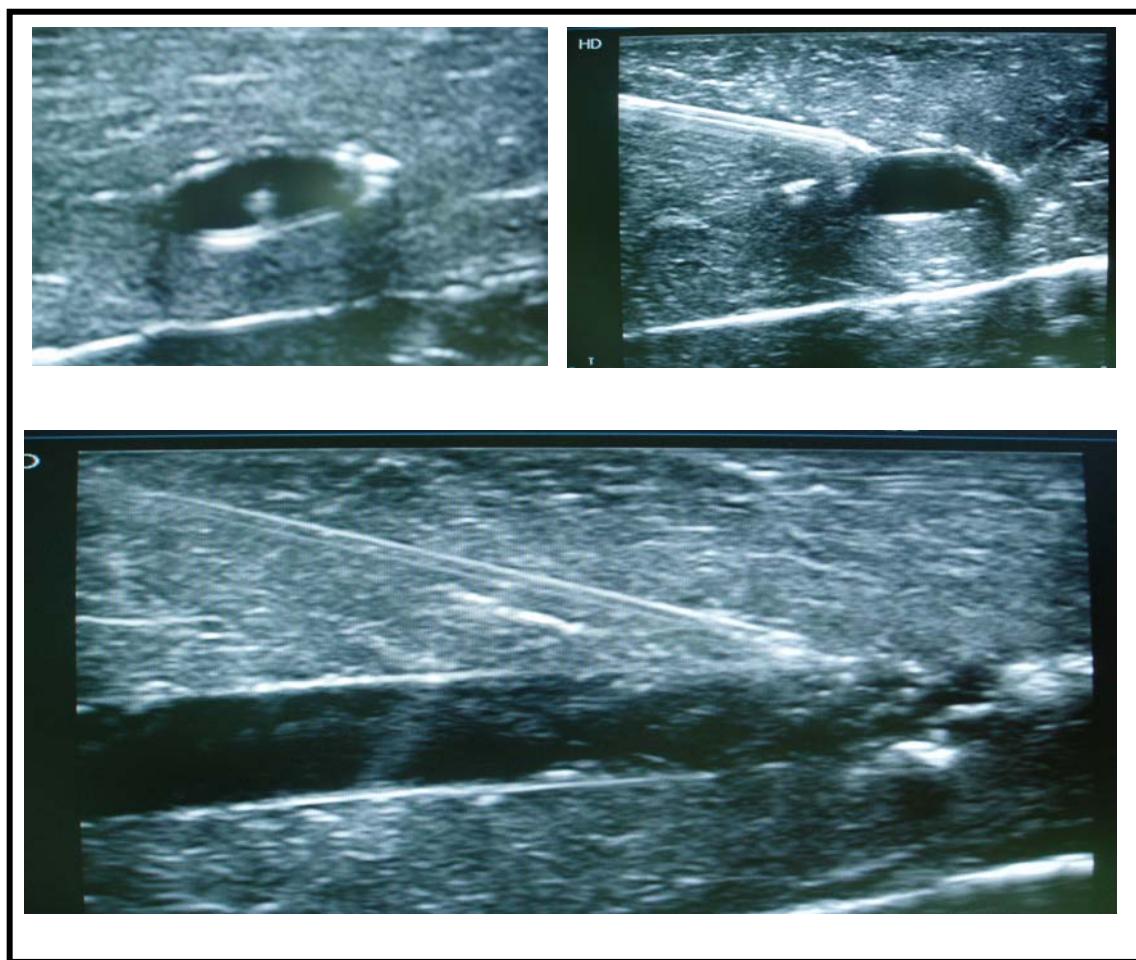




**Figura 19.-** Visión de la estructura muscular y vascular en los Ejes ecográficos estudiados, en el modelo diseñado

La visión de la aguja de punción en los distintos ejes analizados en el modelo de entrenamiento diseñado se presentan en la Figura 20.





**Figura 20:** Visualización de la aguja de punción en los tres ejes estudiados en el modelo de entrenamiento en CVE

#### **CONSIDERACIONES QUE DESTACAR EN LOS MODELOS DE ENTRENAMIENTO PARA LA PUNCIÓN VASCULAR ECOGUIADA.**

La canalización vascular guiada por ecografía es una medida para reducir el número de fallos en la canalización vascular, las complicaciones y el número de pinchazos necesarios para canalizar el vaso.

Esta técnica precisa de un adecuado entrenamiento para optimizar la curva de aprendizaje de todo procedimiento invasivo.

Cualquier modelo de simulación, por rudimentario que sea, siempre será una forma útil de mejorar los resultados en la canalización vascular eco-guiada, permitirá reducir el número de complicaciones y aumentará la confianza en la realización de la técnica por parte de los profesionales que la han de realizar.

El modelo de simulación descrito por nuestro grupo para la canalización vascular eco-guiada, ha sido utilizado en más de 800 punciones. Después de probar la mayoría de los modelos previamente descritos, podemos afirmar que asemeja y refleja con relativa similitud las estructuras musculares y vasculares del paciente pediátrico así como la anatomía, la profundidad y diámetro de los vasos en relación al peso de los niños. Mejora la curva de aprendizaje para adquirir la destreza que la técnica precisa ya sea utilizada tanto por médicos entrenados en la canalización vascular según la clásica técnica a ciegas por referencia anatómica, por médicos residentes que aún no han empezado a canalizar accesos venosos o por Enfermería para la canalización de catéteres centrales de inserción periférica (PICC). Es de bajo coste, fácil preparación, transportable, permite la visibilidad de las estructuras vasculares, la medición de

dichas estructuras, la canalización eco-guiada, la visualización de la aguja en los diferentes ejes ecográficos, la posibilidad de maniobras ante dificultad en el acceso como la reubicación de la aguja así como la comprobación de la correcta canalización mediante la visualización de la guía dentro de la estructura vascular. Así mismo reproduce los distintos rangos de profundidad y diámetro de los vasos de los niños sirviendo, cada una de las simulaciones que se realizan, para desarrollar las habilidades necesarias para la canalización vascular guiada por ecografía.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Schmidt GA, Kory P. Ultrasound-guided central venous catheter insertion: teaching and learning. *Intensive Care Med.* 2014;40:111-3.
- 2.- Rothschild JM. Ultrasound guidance of central vein catheterization. Making health care safer: a critical analysis of patient safety practices. Evidence Report /Technology Assessment: Number 43. AHRQ Publication No.1-E058, July 2001: Chapter 21. Rockville, MD: Agency for. Healthcare Research and Quality; 2001.
- 3.- Ault MJ, Rosen BT, Ault B. The use of tissue models for vascular access training. *J Gen Intern Med.* 2006;21:514-7.
- 4.- Kendall JL, Faragher JP. Ultrasound-guided central venous access: a homemade phantom for simulation. *CJEM.* 2007;9:371-3
- 5.- Pérez Quevedo O, López Alvarez JM, Limiñana Cañal JM, Loro Ferrer JF. Design and application of model for training ultrasound-guided vascular cannulation in pediatric patients. *Med Intensiva.* 2015 (in press). <http://dx.doi.org/10.1016/j.medint.2015.11.005>
- 6.- Baddoo H, Djagbletey R, Owoo C. A simple tissue model for practicing ultrasound guided vascular cannulation. *Ghana Med J.* 2014;48:47-9.
- 7.- Syed Farjad S. et al. Simulators for training in ultrasound guided procedures. *Med Ultrasound.* 2013;15 (2):125-31.
- 8.- Rippey JCR, Blanco P, Carr PJ. An affordable easily constructed model for training in ultrasound-guided vascular access. *J. Vasc Access* 2015; 16 (5): 422-7.
- 9.- Hocking, et al. A review of the benefits and pitfalls of phantoms in ultrasound-guided regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med.* 2011; 36: 162-170
- 10.- Vieira RL, Gallagher RA, Stack AM, Werner HC, Levy JA. Development and evaluation of a program for the use of Ultrasound for Central Venous Catheter Placement in a Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care.* 2013; 29:1245-8
- 11.- Moureau N, et al. Evidence-based consensus on the insertion of central venous access devices: definition of minimal requirements for training. *Br J Anaesth.* 2013;110:347-56.
- 12.- López Álvarez JM, Pérez Quevedo O, Santana Cabrera L, Escot CR, Loro Ferrer JF, Lorenzo TR, Limiñana Cañal JM. Vascular ultrasound in pediatrics: estimation of depth and diameter of jugular and femoral vessels. *J Ultrasound.* 2017 Nov 14;20(4):285-292. doi: 10.1007/s40477-017-0272-3.
- 13.- López Álvarez JM, Pérez Quevedo O, Santana Cabrera L, Rodríguez Escot C, Ramírez Lorenzo T, Limiñana Cañal JM, Loro Ferrer JF. Vascular ultrasound in pediatrics: utility and application of location and measurement of jugular and femoral vessels. *J Med Ultrason* (2001). 2018 Jul;45(3):469-477. doi: 10.1007/s10396-017-0853-y.
- 14.- López Álvarez JM, Pérez Quevedo O, Ramírez Lorenzo T, Limiñana Cañal JM, Loro Ferrer JF. Ultrasound-guided vascular cannulation. Experience in critically-ill pediatric patients. *Arch Argent Pediatr.* 2018 Jun 1;116(3):204-209. doi: 10.5546/aap.2018.eng.204.



## DRENAJE TORÁCICO

Javier Gil-Antón. UCIP. Hospital Universitario Cruces. Departamento de Pediatría. Universidad del País Vasco UPV/EHU.

### INTRODUCCIÓN

La inserción de una aguja para obtención de líquido pleural (toracentesis) y la colocación de un tubo de drenaje pleural son técnicas invasivas que conllevan riesgo de hemotórax, neumotórax y punción visceral (hígado, bazo). La guía ecográfica se ha mostrado útil para seleccionar el punto de inserción más adecuado, permitir la obtención de muestras ante fracasos con la técnica anatómica, reducir el riesgo de complicaciones y facilitar la comprobación inmediata de la eficacia del procedimiento.

Al igual que para el acceso vascular la ecografía puede utilizarse para hacer un marcaje previo del lugar de punción realizando posteriormente la técnica sin guía ecográfica (técnica estática). Aunque útil, esta técnica obliga a que el paciente permanezca en la misma posición anatómica durante el marcaje y posterior punción con el fin de evitar modificaciones en la posición del líquido pleural, algo que no siempre es posible asegurar. La sincronización de la punción y la observación ecográfica en tiempo real (técnica dinámica) aporta ventajas permitiendo la elección óptima de la dirección de inserción hacia el objetivo y la selección un punto adecuado de drenaje que sea adecuado para las características particulares del paciente de UCIP (posición en decúbito, colecciones loculadas, coagulopatía, ventilación mecánica, etc...). Todas estas características del paciente crítico aumentan los riesgos del abordaje clásico anatómico y son argumentos a favor de la técnica eco-guiada.

#### 2.1 exploración del derrame y selección del lugar para punción: previsualización

Nosotros utilizamos una sonda lineal de 13-6MHz, para todo el rango de edades pediátricas. Al igual que en el resto de las técnicas eco-guiadas, el transductor se posiciona con la muesca hacia la izquierda de la imagen para la visión transversal o bien orientado a craneal cuando se utiliza un corte longitudinal

El paciente se coloca en la misma posición que para el método convencional, y se mantendrá esta posición de exploración (previsualización) para la punción posterior. Para una toracocentesis simple en el paciente despierto y colaborador se puede posicionar al paciente sentado hacia delante con los brazos apoyados sobre una superficie, ya el mayor espesor de líquido se encontrará en las zonas basales y posteriores del tórax, habitualmente en la zona subescapular. Sin embargo debemos acostumbrarnos a explorar el área completa desde axila a paravertebral descendiendo hasta el diafragma.

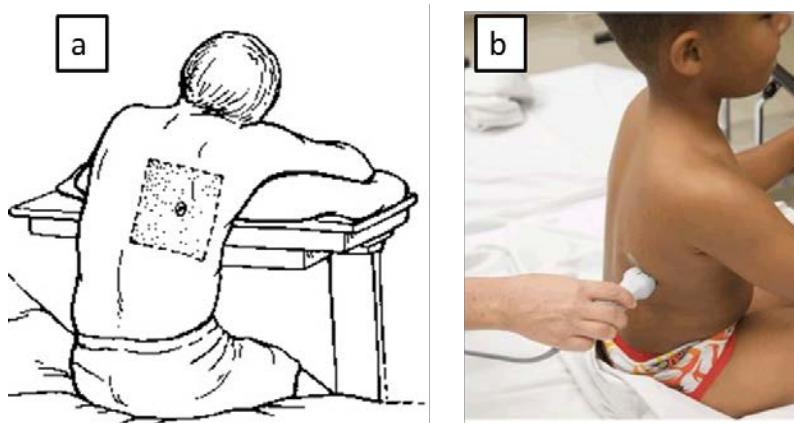


Figura 1: Posición del paciente despierto y colaborador para la toracocentesis. La zona de mayor acumulación de líquido en la zona subescapular (a). El transductor se colocará inicialmente en esa zona para posteriormente buscar el mayor espesor de líquido (b)



Para la inserción de un drenaje pleural en decúbito supino se colocará al paciente con leve rotación lateral con el hemitórax afecto elevado. El brazo del lado afecto se eleva y cruza por encima de la cabeza y la cabecera de la cama se eleva unos 30-45º. La zona de exploración inicial será la línea media axilar. La visión directa de la anatomía por ecografía nos permite desplazarnos a lo largo de los espacios intercostales para seleccionar el punto óptimo de punción, pero también hacia anterior o posterior de la línea medioaxilar según las necesidades sin estar sujetos a las restricciones de la técnica clásica por referencias anatómicas. El límite pulmonar con el hígado y el bazo son las referencias anatómicas más importantes para elegir un punto seguro de punción. Como es evidente, en la posición de decúbito la exploración de las zonas posteriores del tórax estará limitada. Conviene explorar toda la superficie pulmonar disponible ya que en caso de colecciones loculadas la zona óptima de punción puede no corresponder con la zona teórica de mayor acumulación de líquido.

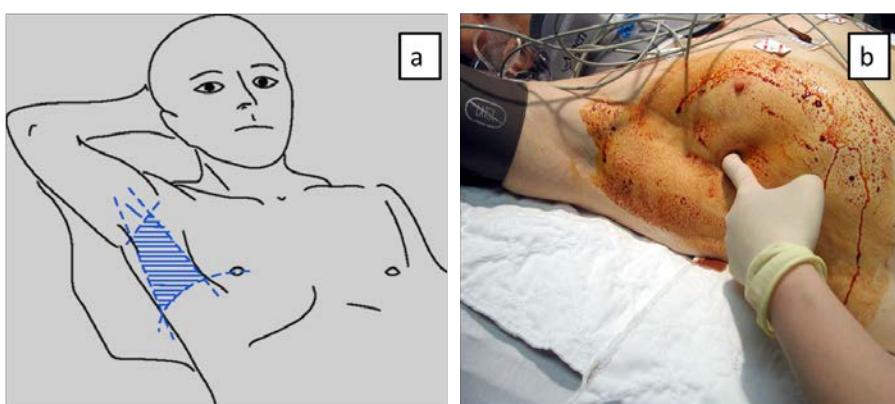


Figura 2: Posición del paciente para el drenaje pleural en decúbito.

Como en todos los procedimientos invasivos se habrá de garantizar las condiciones de asepsia incluyendo la cobertura de la sonda con funda estéril

La semiología ecográfica de los derrames pleurales es sencilla e intuitiva. En modo 2D las colecciones pleurales aparecen como acúmulos hipo o anecoicos entre las hojas pleurales de apariencia hiperecoica, lineal y delgada. Con el calíper del ecógrafo podemos obtener una medición precisa del espesor máximo del derrame (figura 3).



Figura 3: Exploración del derrame en 2D. En este caso se visualiza un derrame simple de aproximadamente 1.5 cm de espesor máximo.

Estas colecciones si están libres presentarán cambios dinámicos con el movimiento y la respiración, disminuyendo de diámetro en inspiración en relación a la expansión pulmonar (video). En modo M se pone de manifiesto la aproximación de ambas pleuras con cada inspiración, lo que se define como signo del sinusoides (figura 4).

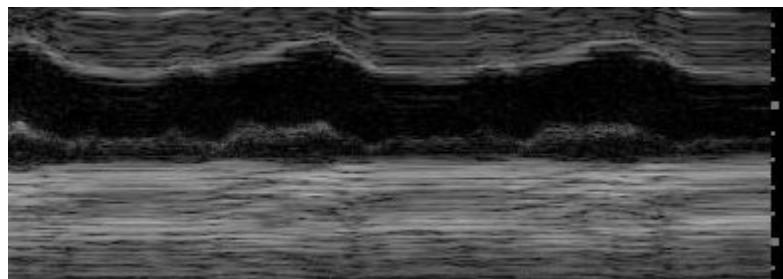


Figura 4: Signo del sinusoide.

Un abordaje subxifoideo también permite valorar derrames, por lo que se pueden diagnosticar durante la realización de ecocardiografía (figura 5).



Figura 5: Visión del derrame pleural desde subcostal en la ecocardiografía

El signo de la medusa alude a la imagen del pulmón atelectasiado flotando en el interior del derrame cuando este es de cierta magnitud (video). En caso de exudados pleurales, se pueden observar tabiques, apreciándose imágenes hiperecogénicas en el seno del derrame que pueden ir desde tractos aislados de fibrina con movimiento respiratorio hasta un derrame organizado que produce restricción en la movilidad pulmonar y una imagen en panal de abejas (figura 6).

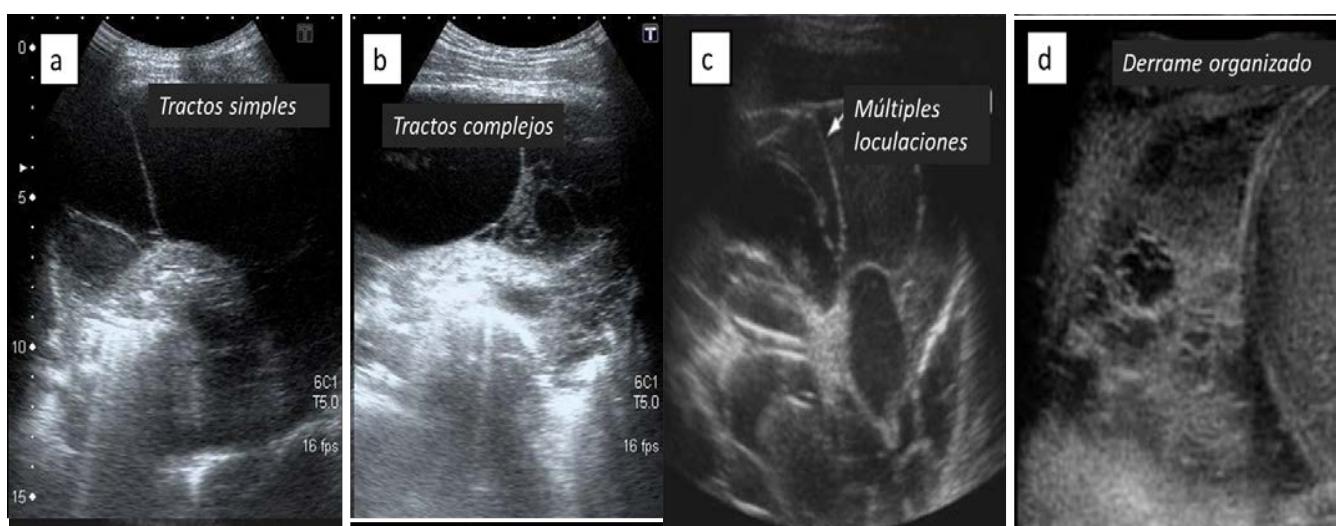


Figura 6: Distintos grados de derrame complicado.

## 2.2 TÉCNICA DE DRENAJE TORÁCICO ECOGUIADO



Una vez visualizado el derrame es preciso localizar adecuadamente los órganos abdominales (bazo, hígado) y el diafragma para evitarlos. Se realizará una medición de profundidad de la pleura visceral y parietal en torno al derrame. Deberemos evitar los procedimientos sobre colecciones de menos de 10 mm de espesor por el riesgo de punción pulmonar. Así mismo, se desaconseja el abordaje si el pulmón o el diafragma “invaden” la ventana ecográfica durante el ciclo respiratorio.

En la técnica estática (solo marcaje) se elige el lugar de punción y se marca con un rotulador quirúrgico (alternativamente utilizamos un minúsculo corte en la piel con una aguja intramuscular). Mediante la basculación del transductor se valora el ángulo de inclinación más adecuado. Sin mover la paciente, se realiza el procedimiento utilizando para ello los datos de lugar de punción, angulación y profundidad obtenidos previamente.

La técnica dinámica, más recomendable, nos permite observar en tiempo real el avance de la aguja y permite evitar lesionar otros órganos, así como colocar el drenaje en el sitio indicado (inferior y posterior). Una vez identificado el lugar de punción, colocamos el transductor en posición longitudinal introduciendo la aguja por el lado más anterior del tórax (en el lado derecho del paciente la aguja se observará aparecer por el lado contrario al “punto”) y se avanzara hasta la zona de profundidad media del derrame (abordaje en plano). Figura 7

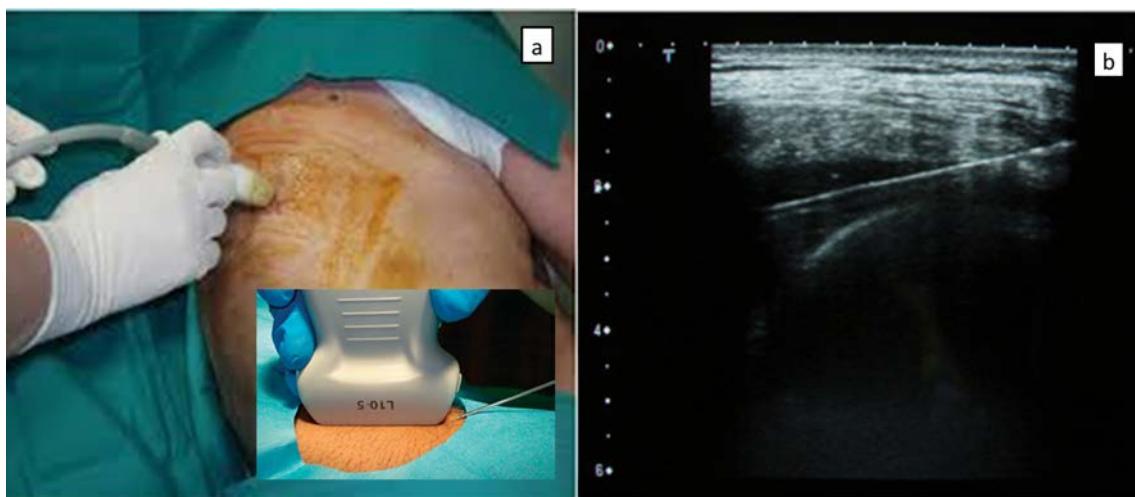


Figura 7: Posición del transductor para la inserción en plano de la aguja en el drenaje pleural eco-guiado  
(a). Visualización de la aguja en el espacio pleural (b)

Esta orientación ya favorece un posicionamiento de la guía hacia la zona posterior y basal del derrame. Si además basculamos la base de la aguja hacia craneal conseguiremos que la guía tome el deseado camino hacia caudal. Para continuar visualizando la aguja habrá de bascularse sincrónicamente el transductor con la aguja. El avance de la guía a través de la punta de la aguja puede ser también monitorizado con el ecógrafo (video). Una vez colocado el tubo de drenaje, el eco nos permitirá descartar compilaciones (neumotórax), comprobar su posición y valorar la eficacia del procedimiento cuantificando el posible derrame residual.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Mercaldi CJ, Lanes SF. Ultrasound guidance decreases complications and improves the cost of care among patients undergoing thoracentesis and paracentesis. *Chest.* 2013 Feb;143(2):532–8.
2. Krackov R, Rizzolo D. Real-time ultrasound-guided thoracentesis. *JAAPA Off J Am Acad Physician Assist.* 2017 Apr;30(4):32–7.

3. Liang S-J, Tu C-Y, Chen H-J, Chen C-H, Chen W, Shih C-M, et al. Application of ultrasound-guided pigtail catheter for drainage of pleural effusions in the ICU. *Intensive Care Med.* 2009 Feb;35(2):350–4.
4. Shojaee S, Argento AC. Ultrasound-guided pleural access. *Semin Respir Crit Care Med.* 2014 Dec;35(6):693–705.



## PROCEDIMIENTOS ABDOMINALES ECOGUIADOS

Ángela Ferrer Barba UCIP. Complejo Asistencial Universitario de A Coruña.

### INTRODUCCIÓN:

El diagnóstico ecográfico abdominal es de uso habitual. Existe, además, la posibilidad de realizar ciertos procedimientos guiados por ecografía. Estos procedimientos, habituales en las unidades de críticos pediátricos, pueden llevarse a cabo, de una forma más segura y rápida, con la ayuda de la ecografía a pie de cama. Estos procedimientos incluyen la paracentesis y colocación de catéter de diálisis peritoneal, la punción suprapública y el control de colocación de sondas: vesical, nasogástrica y transpilórica.

### 3.1 PARACENTESIS Y COLOCACIÓN DE CATÉTER DE DIÁLISIS PERITONEAL.

La ascitis tiene una etiología muy diversa, siendo el fallo hepático la causa más común en la población general, mientras que en la población pediátrica las causas más frecuentes son la insuficiencia renal y cardiaca. Otras posibles causas son el trauma abdominal, los tumores abdominales, tuberculosis, malnutrición, déficit de proteínas o enfermedades pancreáticas.

La paracentesis puede estar indicada con propósitos diagnósticos, como en el caso del trauma abdominal o la sospecha de peritonitis. También se utiliza de forma terapéutica en el caso de compromiso respiratorio, compresión mecánica abdominal o para colocación de un catéter de diálisis en el caso de la necesidad de realizar tratamiento de reemplazo renal.

### MATERIAL NECESARIO:

- Ecógrafo
- Sonda convex 3 - 7 Hz (puede usarse la microconvex 7 - 10 Hz para lactantes pequeños).
- Material necesario para cubrir la sonda de forma estéril con gel de ecografía estéril.
- Material para campo estéril (paños, gasas, compresas, solución antiséptica).
- Agujas para punción 18 a 22G y jeringas.
- Catéter de diálisis peritoneal (según peso del paciente) para técnica de Seldinger, si es el caso.
- Anestésico local (lidocaína 1 o 2 %)

### VISUALIZACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE PUNCIÓN:

La localización de la ascitis en el abdomen es sencilla. Se coloca al paciente en decúbito supino y con el transductor se explora el abdomen, hacia las partes más declives, que son los cuadrantes inferiores. En general la ascitis se visualizará como un material anecoico (completamente negro), por encima de las asas intestinales (Figuras 1). Si el líquido es exudativo (purulento, hemoperitoneo) lo veremos más ecogénico., aunque es importante tener en cuenta que la apariencia ecográfica del líquido abdominal es un dato poco fiable como indicador de la naturaleza de la ascitis, a diferencia de lo que sucede en el líquido pleural.



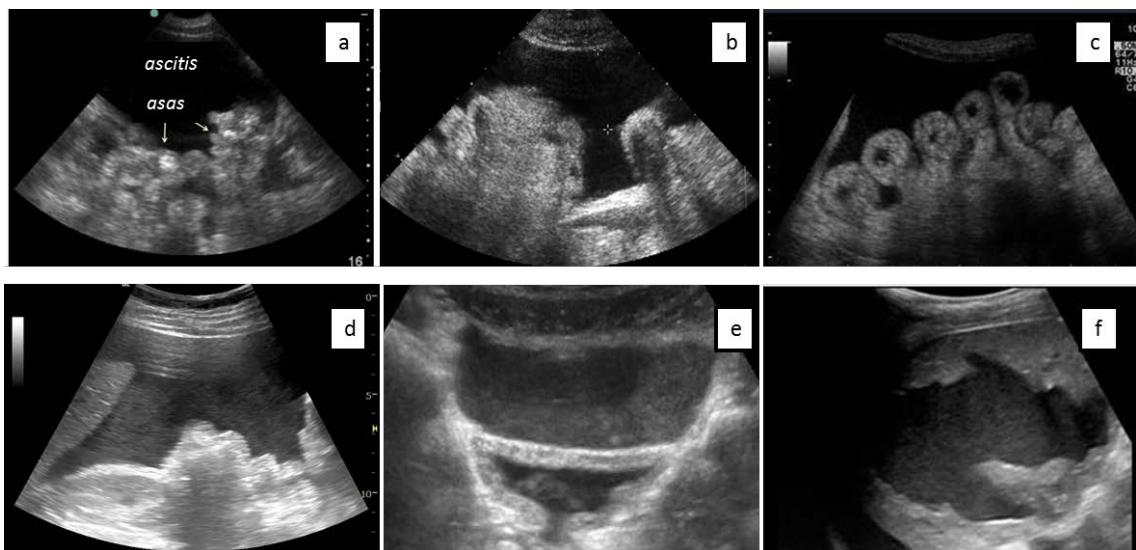


Figura 1: Visión típica de la ascitis como un líquido anecoico situado por encima de las asas intestinales (a) y entre ellas (b,c). Apariencia de un hemoperitoneo como un líquido de ecogenicidad intermedia y aspecto granulado en FID (d), retrovesical (e) o esplénico en caso de rotura traumática del bazo (f)

Las zonas de punción más adecuadas son: la línea media infraumbilical, entre el tercio superior y los dos tercios inferiores, o en la unión del tercio inferior con los dos tercios superiores de la línea que une el ombligo con la espina ilíaca anterosuperior izquierda en el lado derecho. Estas zonas serán, por tanto, las que exploraremos para elegir la más adecuada para la punción.

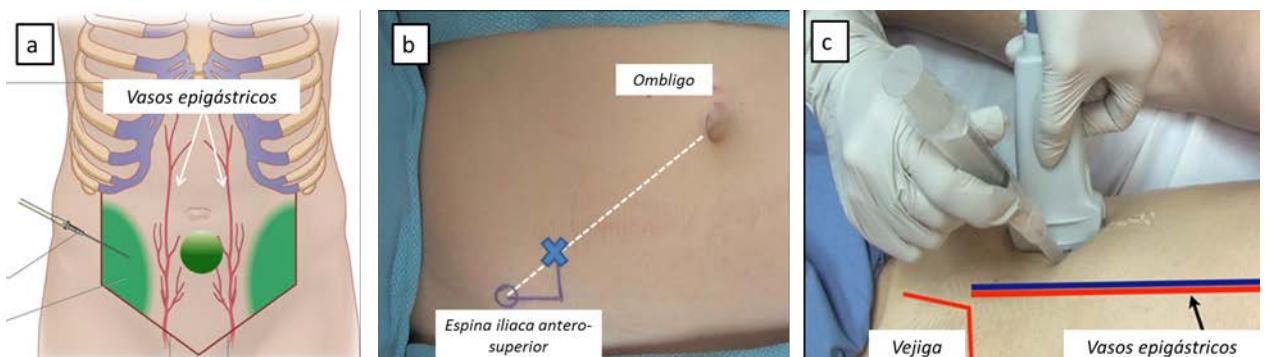


Figura 2: Puntos de punción para la paracentesis (zonas verdes en imagen a). Localización del punto de punción en cuadrante abdominal inferior derecho como el punto entre el 1/3 inferior y 2/3 superiores de la línea entre la espina iliaca anterosuperior y el ombligo (b). Localización del punto de punción en transversal respecto a la vejiga y los vasos epigástricos.

Los planos de visualización pueden realizarse tanto en corte longitudinal como transversal del abdomen en las zonas descritas, teniendo en cuenta que lo más adecuado para la orientación anatómica es mantener la lateralidad del cuerpo con respecto al transductor y a nosotros mismos; para ello la marca de la sonda la colocaremos siempre a nuestra izquierda y a la izquierda en la pantalla. De esta forma, en un eje transversal, lo que visualicemos a la izquierda en la pantalla, corresponderá con el lado derecho del paciente. Si estamos realizando un corte longitudinal, lo que veamos a la izquierda en la pantalla será craneal al paciente.

Durante la visualización es importante localizar la arteria epigástrica inferior (AEI) mediante el uso del Doppler color en los cuadrantes inferiores (sobre todo si la punción la vamos a realizar en el cuadrante inferior izquierdo) (Figura 3). Su punción puede ser una complicación

importante durante esta técnica, por lo que hay que evitarla. Anatómicamente la AEI sale de la arteria iliaca externa por encima del ligamento inguinal y posteriormente asciende medialmente al recto anterior del abdomen; posee muchas modificaciones anatómicas y su trayecto puede, además, verse modificado en pacientes con ascitis importante. Su localización mediante ecografía con Doppler color es fácil, debiendo asegurarnos durante la elección del punto de punción, que no pasa por esa zona.

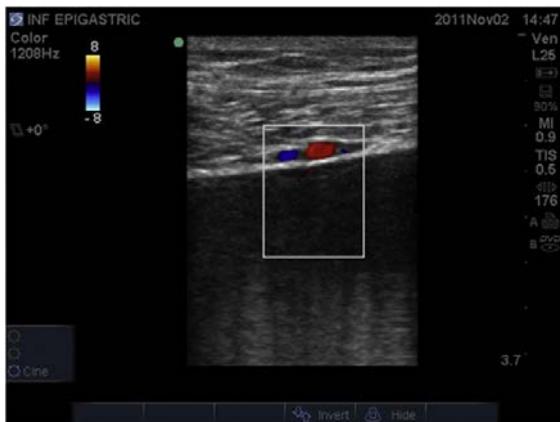


Figura 3: Vasos epigástricos: arteria y vena.

### **PREPARACIÓN DEL CAMPO Y ASEPSIA.**

Tras la localización de la ascitis y el punto de punción más adecuado, procederemos a la preparación del campo para la punción, para ello debemos hacerlo de forma estéril, manteniendo las medidas de asepsia adecuadas. Se limpiará la zona de punción con jabón antiséptico y se procederá a la colocación del campo estéril. En este momento prepararemos el transductor, también de forma estéril, para la punción eco-guiada.

### **REALIZACIÓN DE LA TÉCNICA.**

#### **Medidas previas**

Antes de puncionar el abdomen, procederemos a la administración de anestésico local en la zona de punción elegida. En general, también será necesario sedar y analgesiar al paciente de forma moderada para llevar a cabo el procedimiento con mayor seguridad y confort. Así mismo antes de puncionar, tenemos que vaciar la vejiga, para evitar su punción durante la técnica y tener mejor campo de imagen, bien con un sondaje de descarga o mediante la colocación de una sonda vesical permanente, si es preciso.

#### **Técnica de punción**

A la hora de puncionar, podemos hacerlo de forma directa, es decir, de forma perpendicular al abdomen. Otra opción es en forma de Z; para ello traccionaremos de la piel lateralmente y puncionaremos el abdomen de forma perpendicular, soltando dicha tracción cuando hayamos sobrepasado la dermis. Con esta técnica evitamos, sobre todo en las paracentesis, la fuga posterior de líquido por la zona de punción.



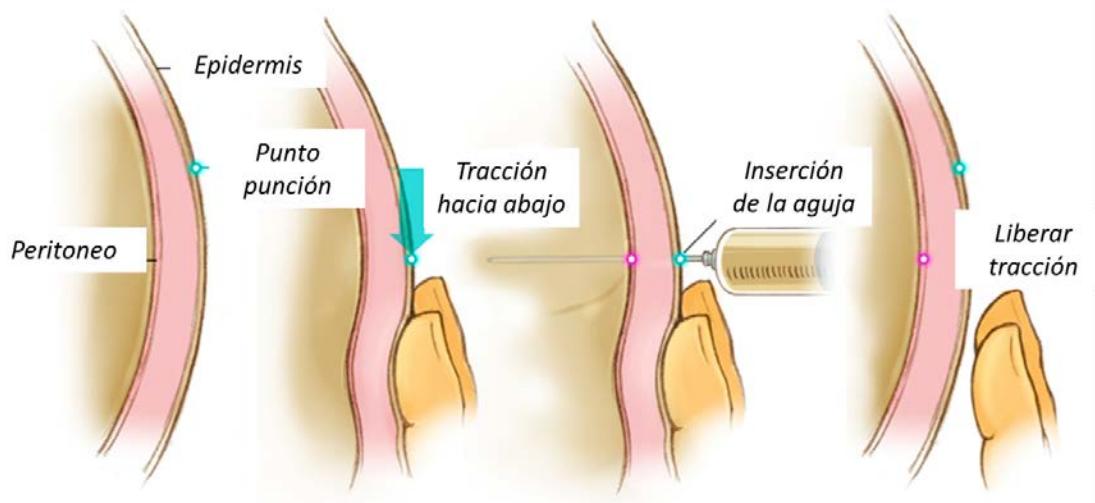


Figura 4: Paracentesis, técnica de punción en Z.

La punción siempre la realizaremos con presión negativa, con una jeringa conectada para la extracción de muestras. Si el objetivo es, además, colocar un catéter de diálisis, lo haremos según técnica de Seldinger.

#### Relación entre la aguja y el plano

A la hora de puncionar guiados por ecografía, podemos hacerlo de dos formas, con la aguja fuera de plano, existe un ángulo entre el plano y la aguja (Figura 5a), por lo que el haz de ultrasonidos corta la aguja, en este caso veremos la aguja como un punto, sin saber de qué zona de la aguja se trata; o con la aguja en plano, la aguja y el haz de ultrasonidos coinciden (Figura 5b y 5c). La forma ideal será en plano, ya que nos permitirá visualizar la aguja en todo su trayecto, punctionando de forma más segura, ya que visualizaremos las estructuras abdominales y la aguja al mismo tiempo, evitando así complicaciones. En ocasiones nos veremos obligados a puncionar fuera de plano, o incluso en oblicuo, en general como consecuencia de la falta de espacio en el abdomen, sobre todo, en niños muy pequeños. En estos casos, deberemos movilizar el transductor para seguir la trayectoria de la aguja.



Figura 5: Inserción de la aguja fuera de plano (a), inserción en plano (b) visualización del catéter de drenaje en plano dentro del fluido ascítico.

#### Comprobación

La comprobación la realizaremos al obtener líquido ascítico en la jeringa, si existen dudas, tras la obtención de muestras, podemos instilar suero a través de la aguja, esto lo visualizaremos con la ecografía. Si lo que vamos a colocar es un catéter para diálisis mediante técnica de Seldinger, podremos comprobar el posicionamiento tanto de la guía como del catéter hacia el fondo de

saco de Douglas mediante la ecografía, tal y como se visualiza en la ecografía FAST del trauma. También puede ser útil la monitorización por ecografía de la posición del catéter en el transcurso de la diálisis, para comprobar su correcta posición o en caso de mal funcionamiento, por posibles obstrucciones u otras complicaciones.

## **COMPLICACIONES**

Las complicaciones durante la paracentesis son poco frecuentes y aún menos si se realiza guiada por ecografía, se estiman <1-2%. La más frecuente es el hematoma en la pared abdominal, generalmente de poca importancia. Otra complicación es la fuga de líquido ascítico, que, como ya hemos comentado, podemos minimizar mediante la técnica de punción en Z. El sangrado es una de las complicaciones que pueden aparecer, que también se minimizan evitando la arteria epigástrica inferior. Incluso en aquellos pacientes trombopénicos o con alteraciones de la coagulación leves-moderadas, el uso de la ecografía hace de la paracentesis una técnica bastante segura, sin precisar trasfusión de hemoderivados. Otras complicaciones incluyen perforación de otras vísceras, sobre todo intestino, lo cual es extremadamente inusual cuando nos guiamos con ecografía; hipotensión por descompresión brusca del abdomen (se minimiza evacuando el líquido a velocidad lenta) o alteraciones electrolíticas en relación con la variación de la homeostasis peritoneal (sobre todo hiponatremia).

## **3.2 PUNCIÓN SUPRAPÚBLICA**

La punción suprapública es una técnica que se realiza sobre todo en los lactantes pequeños y neonatos, para la obtención de muestras estériles. Otra indicación es su realización para posteriormente colocación de un catéter suprapúbico, como es el caso de los traumatismos uretrales o en algunos casos de disfunción vesical de causa neurológica (esclerosis múltiple, lesión medular). En general es una técnica sencilla y segura realizada a ciegas, pero no exenta de complicaciones, que van desde la hematuria, que puede ser importante, hasta la lesión intestinal por punción. El uso de la ecografía, para localizar la vejiga llena y puncionarla guiada por la misma, ha demostrado minimizar las complicaciones y aumentar la tasa de éxito.

## **MATERIAL NECESARIO**

- Ecógrafo
- Sonda convex 3 - 7 Hz (puede usarse la microconvex 7 - 10 Hz para lactantes pequeños).
- Material necesario para cubrir la sonda de forma estéril con gel de ecografía estéril.
- Material para campo estéril (paños, gasas, compresas, solución antiséptica).
- Agujas para punción 18 a 22G y jeringas.
- Catéter para sondaje vesical suprapúbico, tipo Foley (según peso del paciente) para técnica de Seldinger, si es el caso.
- Anestésico local tipo EMLA

## **REALIZACIÓN DE LA TÉCNICA.**

### **Medidas previas**

Administración de anestésico local tipo EMLA para minimizar el dolor. Puede ser necesaria la sedo-analgésia del paciente, sobre todo cuando se vaya a colocar un catéter.

### **Visualización**

Para visualizar la vejiga colocaremos el transductor justo por encima de la sínfisis del pubis, tanto de forma transversal como longitudinal, aunque para puncionar, la orientación más adecuada



es la transversal. La previsualización en este caso debe ser breve y si es posible con gel precalentado, ya que en ocasiones, si la vejiga este llena, y no hay obstrucción uretral, al posicionar el transductor con el gel desencadenaremos la micción, teniendo que retrasar la técnica (figura 6)

Mantendremos siempre la lateralidad del cuerpo con respecto al transductor y a nosotros mismos para una adecuada orientación anatómica (con la marca del transductor a nuestra izquierda y a la izquierda en la pantalla). El objetivo de la visualización es confirmar la vejiga llena para proceder a la punción.

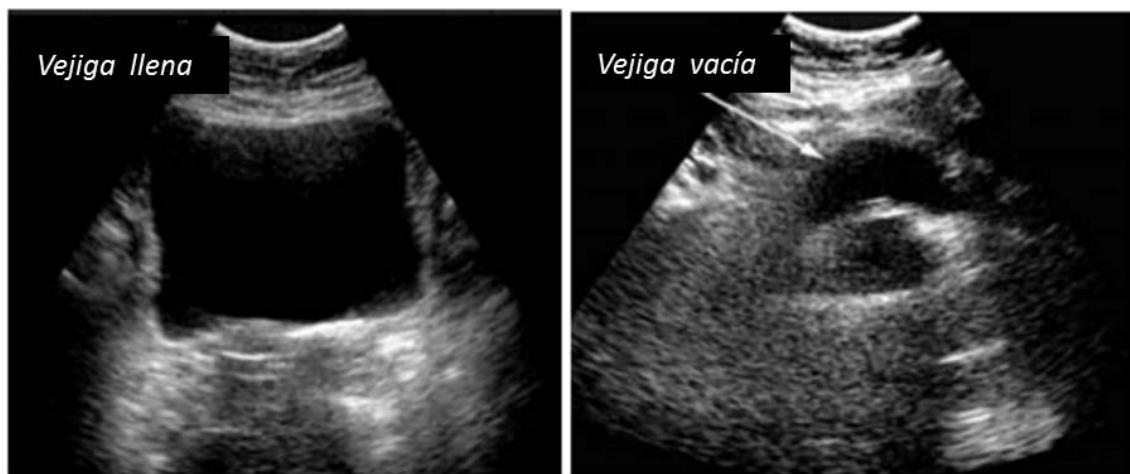


Figura 6. Corte transversal de vejiga llena.

#### Preparación del campo estéril

Limpiamos la zona y procedemos a la colocación del campo estéril manteniendo las medidas de asepsia. Colocación de la cobertura estéril del transductor.

#### Punción eco-guiada

Debemos colocar al paciente en una posición adecuada, con abducción de las caderas y un asistente sujetando las piernas.

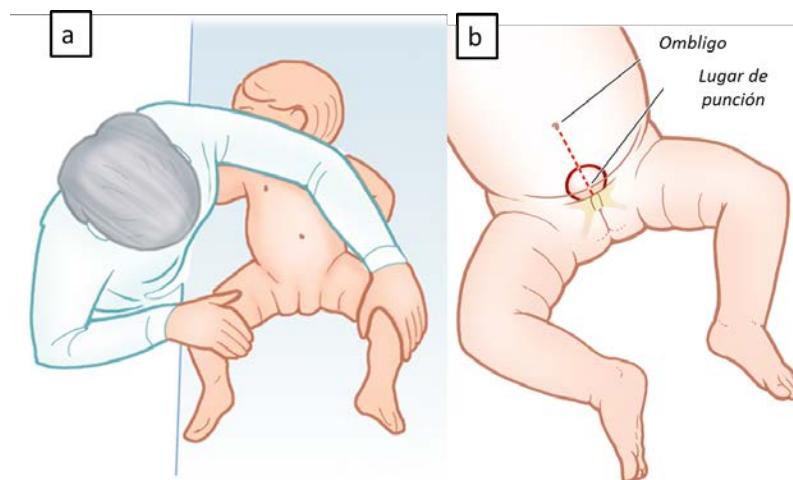


Figura 7: Posición del paciente (a) y lugar para la realización de la punción suprapública (b)

Manteniendo el transductor por encima de la síntesis del pubis en posición transversa, localizando la vejiga llena (con el gel precalentado de forma suave exploración suave, sin

presión), se procede a la punción fuera de plano perpendicular al abdomen, con la aguja conectada a la jeringa, realizando presión negativa una vez que estemos en la cavidad vesical, hasta la obtención de orina (Figura 8a). La punción también puede realizarse en una visión longitudinal en plano aunque es menos utilizado. Durante la visualización descartaremos la presencia de asas intestinales en el campo de punción para evitarlas durante la misma (Figura 8b)

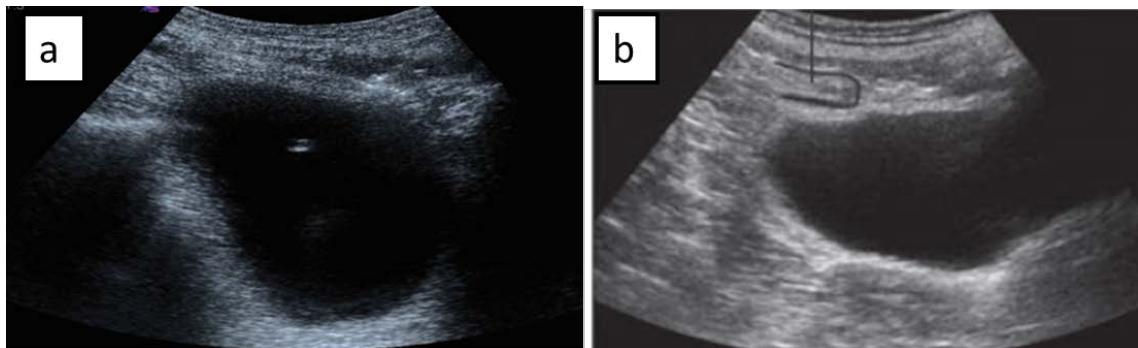


Figura 8: Punción de la vejiga en transversal fuera de plano (a). Interposición de un asa intestinal anterior a la vejiga (b, línea negra)

Si el objetivo de la punción es la colocación de un catéter vesical, se procederá a su inserción mediante técnica de Seldinger. Podemos comprobar mediante la ecografía el paso de la guía a la vejiga y posteriormente la colocación de la sonda con el balón (Figura 9)



Figura 9. Guía en el interior de la vejiga.

### 3.3 COLOCACIÓN DE SONDAS

Podemos utilizar la ecografía para la comprobación del adecuado posicionamiento de sondas a nivel abdominal e incluso para guiarnos durante el procedimiento, sobre todo en el caso de dificultades durante la técnica, sospechas de obstrucción evitando en muchos casos la realización de radiografías para comprobar la colocación.

#### MATERIAL NECESARIO.

- Ecógrafo
- Sonda convex 3 - 7 Hz (puede usarse la microconvex 7 - 10 Hz para lactantes pequeños).
- Sonda adecuada a la técnica y peso del paciente.

#### REALIZACIÓN DE LA TÉCNICA



## Sondaje vesical

Con el transductor en posición transversa lo colocaremos justo por encima de la sínfisis del pubis, localizaremos la vejiga, vacía ya que está sondado, con el balón de la sonda vesical en su interior (Figura 10). Si existe una obstrucción de la sonda, veremos la vejiga llena con el balón en su interior, de esta forma procederemos a su desobstrucción. Minimizaremos por tanto las manipulaciones de la sonda, con el riesgo de infección que conllevan, comprobando que existe una obstrucción y no simplemente una falta de producción de orina. También podemos utilizarlo para guiarnos en la colocación de la sonda cuando existen dificultades. No debemos olvidar mantener la lateralidad para la adecuada orientación anatómica.



Figura 10: Visión transversal de un catéter de Foley funcional (a). Visión transversal de un catéter de Foley obstruido con la vejiga llena (b), Visión longitudinal de un catéter de Foley obstruido (c).

## Sondaje digestivo

La visualización de las sondas en el tracto digestivo a través de la ecografía, así como su uso para la colocación de las mismas, aunque posible, es una de las técnicas más complejas en la zona abdominal. Cuando las cavidades digestivas están vacías, se comportan como espacios virtuales difíciles de localizar por ecografía, mientras que al contrario, si están llenas, el aire dificulta la localización de la sonda por ecografía. Por ello la localización de sondas digestivas requiere un importante entrenamiento y a día de hoy es únicamente una alternativa a la radiografía cuyo rendimiento está por demostrar.

Para localizar la sonda gástrica pondremos al paciente de decúbito supino, ligeramente lateralizado hacia la izquierda para visualizar el esófago abdominal y el estómago. Colocaremos la sonda en plano longitudinal manteniendo la lateralidad, es decir, marca en la sonda y la pantalla hacia craneal, para una adecuada orientación anatómica. Desde esa posición intentaremos localizar el esófago y estómago, por debajo del hígado e intentaremos localizar la sonda en el fundus gástrico. Podemos instilar suero agitado a través de la sonda para orientarnos en su posición (Figura 11). Para localizar la sonda transpílorica procederemos de idéntica forma pero lateralizando al paciente hacia la derecha, de forma que intentemos visualizar el antrum gástrico, el píloro y parte del intestino delgado por debajo del hígado. (Figuras 12 y 13). Aunque es una visualización compleja, que precisa experiencia, puede ser muy útil para sondajes difíciles y también para evitar la exposición a radiaciones de los pacientes.

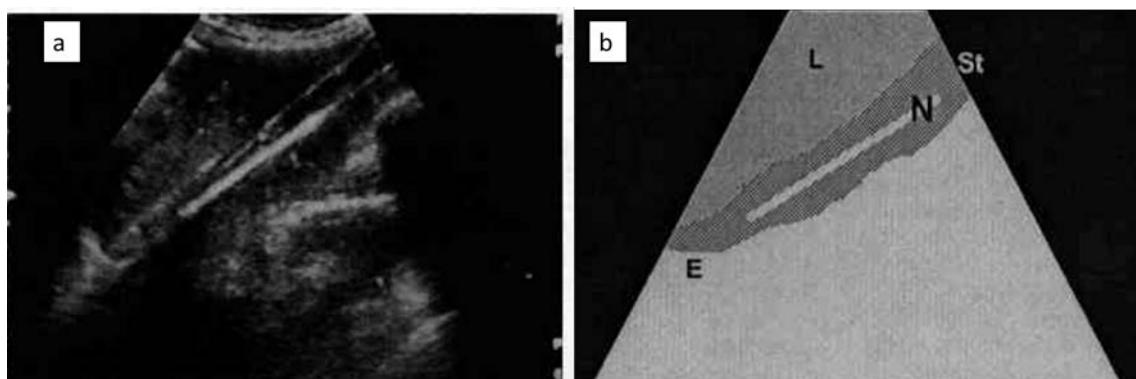


Figura 11. L: hígado, St: estómago, E: esófago, N: sonda gástrica en fundus.

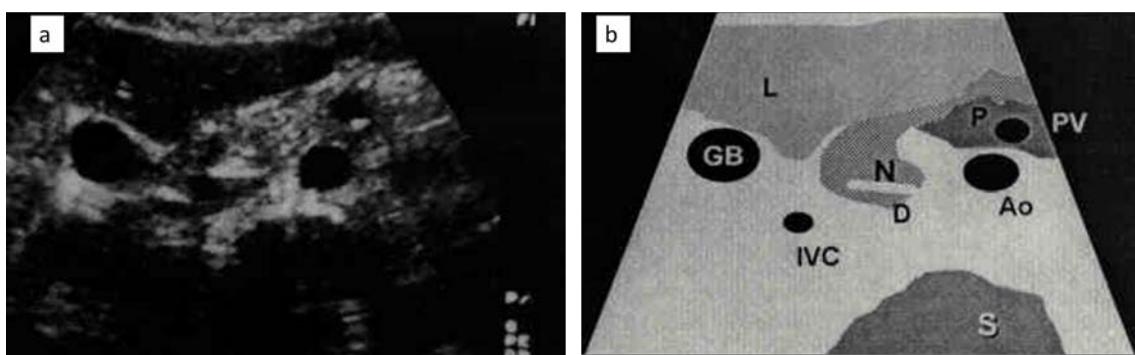


Figura 12. L: hígado, GB: vesícula biliar, P: páncreas, Ao: aorta, IVC: vena cava inferior, S: médula espinal, D: duodeno, N: sonda pasando del píloro al duodeno.

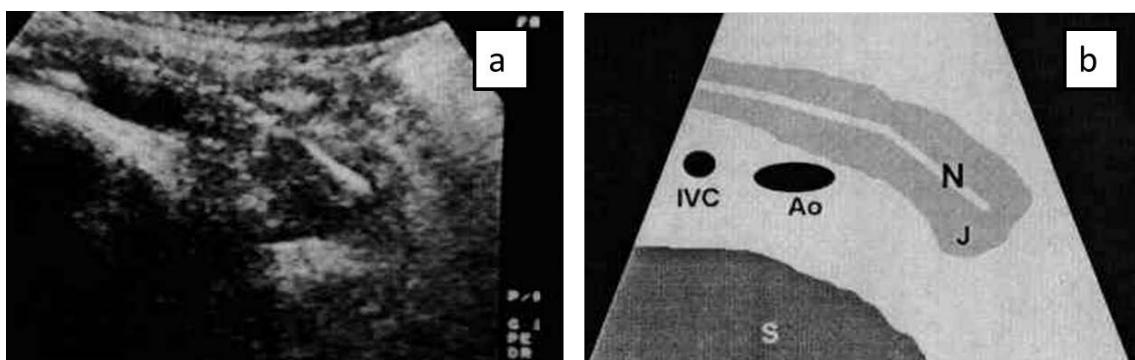


Figura 13. S: médula espinal, IVC: vena cava inferior, Ao: aorta, L: yeyuno, N: sonda posicionada en el yeyuno.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Hatfield A, Bodenham A. Ultrasound: an emerging role in anaesthesia and intensive care. *Br J Anaesth.* 1999; 83 (5): 789–800.
2. Intensive P, Unit C, Hospital HD. Procedures in Pediatric Intensive Care Unit. 1993; 67–80.
3. Nicolaou S, Talsky A, Khashogi K, Venu V. Ultrasound-guided interventional radiology in critical care. *Crit Care Med.* 2007; 35 (5): S186–97.
4. Hatch N, Wu TS. Advanced ultrasound procedures. *Crit Care Clin.* 2014; 30 (2): 306–29.
5. Stone JC, Moak JH. Feasibility of sonographic localization of the inferior epigastric artery before ultrasound-guided paracentesis: A case series. *Am J Emerg Med.* 2015; 33 (12): 1795–8.
6. Nazeer SR, Dewbre H, Miller AH. Ultrasound-assisted paracentesis performed by emergency physicians vs the traditional technique: A prospective, randomized study. *Am J Emerg Med.* 2005; 23 (3): 363–7.
7. Kurup AN, Lekah A, Reardon ST, Schmit GD, McDonald JS, Carter RE, et al. Bleeding Rate for Ultrasound-Guided Paracentesis in Thrombocytopenic Patients. *J Ultrasound Med.* 2015; 34 (10): 1833–8.
8. Tibbles CD, Porcaro W. Procedural applications of ultrasound. *Emerg Med Clin*

- North Am. 2004; 22 (3): 797–815.
- 9. Beaulieu Y, Marik PE. Bedside ultrasonography in the ICU: Part 2. Chest. 2005; 128 (3): 1766–81.
  - 10. Levy J, Bachur R. Bedside ultrasound in the pediatric emergency department. Curr Opin Pediatr. 2008; 20 (3): 242–352.
  - 11. Jacob P, Rai BP, Todd AW. Suprapubic catheter insertion using an ultrasound-guided technique and literature review. BJU Int. 2012; 110 (6): 779–84.
  - 12. Božičnik S, Díez Recinos A, Moreno Cantó MC, Pavlovič S, García-Muñoz Rodrigo F. La punción suprapública guiada por ecografía aumenta el rendimiento de la técnica en menores de 4 meses. An Pediatría. 2013; 78 (5): 321–5.
  - 13. Hernandez\_Socorro C, Marin J, Ruiz\_Santana S, Santana L, Manzano J. Bedside sonographic-guided verus blind nasoenteric feeding tube placement in critically ill patients. Crit Care Med. 1996; 24 (10): 1690–4.
  - 14. Marin JR, Lewiss RE. Point-of-Care Ultrasonography by Pediatric Emergency Medicine Physicians. Pediatrics. 2015; 135 (4): e1113–22.
  - 15. Brown GM, Otremba M, Devine LA, Gray C, Millington SJ, Ma IWY. Defining Competencies for Ultrasound-Guided Bedside Procedures: Consensus Opinions From Canadian Physicians. J Ultrasound Med. 2015; 81–93.
  - 16. Lungren MP, Patel MN, Racadio JM, Johnson ND. Ultrasound-guided interventions in children. Eur J Radiol. 2014; 83 (9): 1582–91.

## OTROS PROCEDIMIENTOS

*Jorge López<sup>a</sup>, Ignacio Oulego Erruz<sup>b,a</sup>UCIP. Hospital Materno Infantil Gregorio Marañón. <sup>b</sup> UCIP. Complejo Asistencial Universitario de León*

### 4.1 PERICARDIOCENTESIS

#### INTRODUCCIÓN

La pericardiocentesis es una técnica poco frecuente en el niño crítico salvo en el postoperatorio de cirugía cardiaca en las que su frecuencia es algo mayor. Clásicamente, era una técnica con alta morbilidad que se realizaba "a ciegas" sólo con control electrocardiográfico y con fluoroscopia. Desde la introducción de la ecocardiografía como guía mediados de los 70's, las complicaciones se han reducido notablemente. Esta técnica se puede realizar en dos tipos de



situaciones: en caso de urgencia (taponamiento cardiaco) o en situaciones no urgentes como pueden ser para el diagnóstico de derrames pericárdicos o para evacuar un derrame pericárdico de instauración subaguda o crónica que empieza a producir repercusión hemodinámica.

## **EQUIPO Y MATERIAL**

Junto con el ecógrafo, es preciso el uso de la sonda adecuada; en este caso es preciso el uso de sondas de baja frecuencia (2-5 MHz) como la usada para ecocardiografía (phased array) o, en su lugar, sondas convex de tipo abdominal ya que es precisa una visualización de zonas más profundas para localizar y situar el derrame a puncionar junto con el corazón y resto de estructuras vitales de la zona.

## **ASEPSIA**

Las normas de asepsia, como siempre en este tipo de procedimientos invasivos, deben mantenerse estrictamente. Es preciso realizar lavado y asepsia de la zona de punción, del personal que va a realizar la técnica, utilizar material estéril para la misma y tener un método de asepsia para el material ecográfico que se va a utilizar: sonda y cable; así como gel estéril.

## **PREVISUALIZACIÓN**

Lo primero, como siempre ante procedimientos eco-guiados, es realizar una primera visualización en modo 2D para establecer un diagnóstico del derrame y de su localización. Generalmente los planos subcostal, apical y paraesternal eje corto y largo, servirán para asegurar la localización, el tamaño, la distribución y la repercusión sobre el llenado cardiaco. Esta pre-visualización debe realizarse previo al procedimiento en la postura e la que éste va a ser realizado, generalmente, decúbito supino y con el cabecero elevado 30-45°.

***El lugar más adecuado para la inserción del catéter es aquel en el que el derrame se vea más próximo al transductor y que presente el acúmulo máximo de líquido evitando la interposición de estructuras vitales (miocardio, pulmones e hígado).*** Lo más frecuente es que el líquido se disponga en las zonas más inferiores del saco pericárdico de tal manera que suelen localizarse rodeando sobre todo a ventrículo derecho o izquierdo (zona apical) salvo derrames loculados.

Como siempre en procedimientos ecoguiados, se puede realizar la técnica:

### **Eco-dirigida (estática)**

Se marcará la zona y la dirección de punción sobre la piel del paciente, realizando la punción y el avance del catéter sin visualización ecográfica en tiempo real.

### **Eco-guiada (dinámica o en tiempo real)**

La punción y el avance del catéter se realizan con visualización en tiempo real del procedimiento. Esta es la más recomendada.

En cualquiera de los casos, el control clínico y electrocardiográfico del paciente son fundamentales junto con una adecuada sedoanalgesia.

## **ABORDAJES**

### **Abordaje subcostal**

Es el más habitual ya que era el que se utilizaba clásicamente antes de la introducción del control ecográfico. Permite un acceso sencillo a los derrames localizados en la zona del ventrículo derecho y tiene la ventaja de que no hay estructuras vitales entre la zona de punción y el saco pericárdico. El saco pericárdico suele situarse a 5-8 cm de la piel dependiendo de edad del niño, punto de entrada y volumen del derrame. Los derrames situados en zona apical (ventrículo izquierdo) con frecuencia no son abordables desde esta localización.



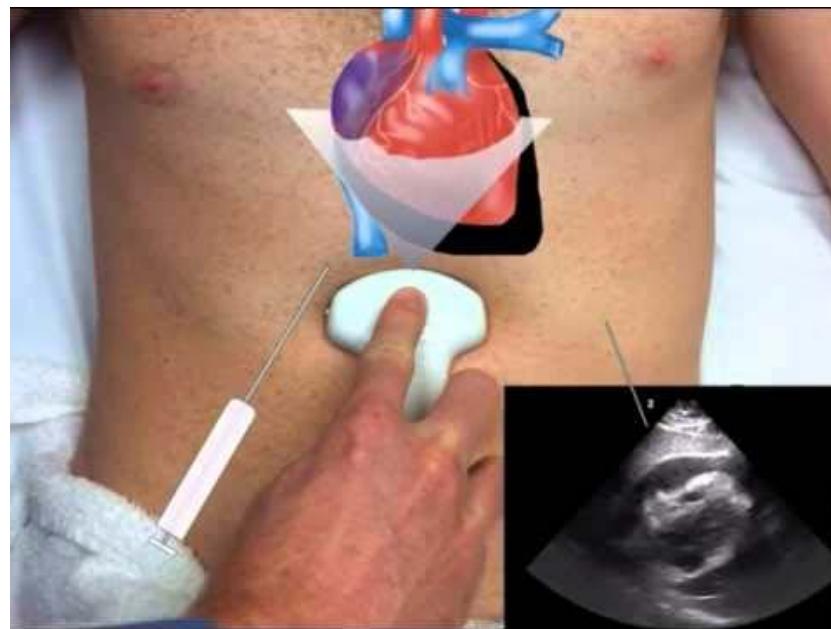


Figura 1: Pericardiocentesis guiada por ecocardiografía desde la zona subcostal.

#### Abordaje apical

Para derrames localizados en ápex y no abordables desde otra localización. Es preciso evitar el paquete vasculo-nervioso costal (en el margen inferior de cada costilla). Facilita la técnica colocar al paciente con la cabecera de la cama elevada 30-45° y en ligero decúbito lateral izquierdo. Requiere una mayor destreza y experiencia no siendo recomendado para personal no entrenado. En caso de que no haya experiencia suficiente, salvo situación de riesgo vital, es preferible la realización de una ventana pericárdica por un cirujano cardiovascular.

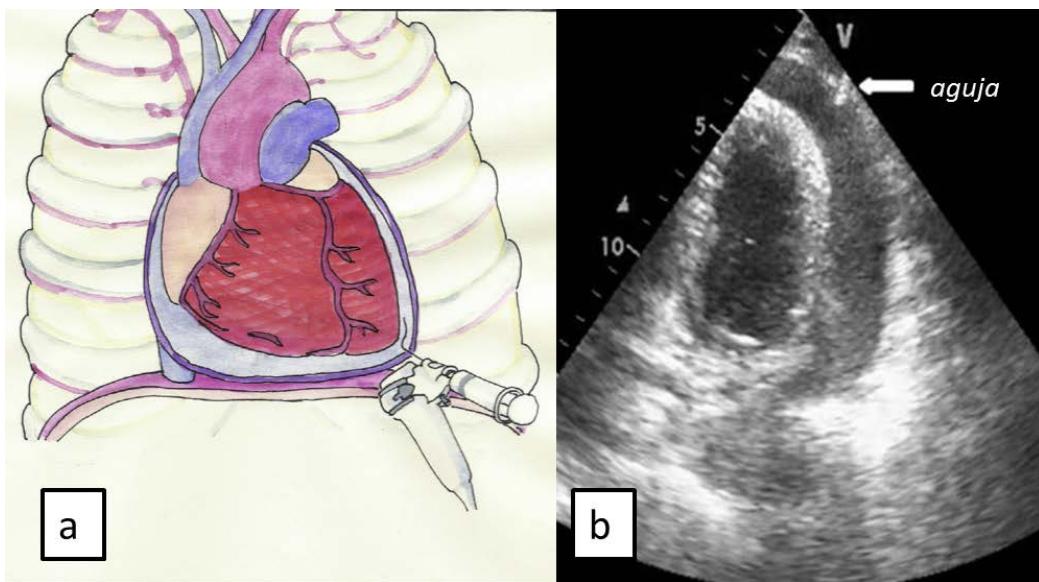


Figura 2: Drenaje pericárdico guiado por ecocardiografía desde visión apical. El transductor se coloca en el ápex (a) obteniendo un plano de dos cámaras. La aguja se puede insertar en plano (b)

#### Abordaje paraesternal (intercostal anterior)



Abordaje descrito para derrames situados en la zona más anterior y en niños más grandes y adolescentes. Tiene la ventaja de facilitar la inserción en plano de la aguja. Requiere visualizar la arteria mamaria interna que está adyacente al borde paraesternal con una sonda lineal de alta frecuencia (6-12 MHz) para evitar su punción.

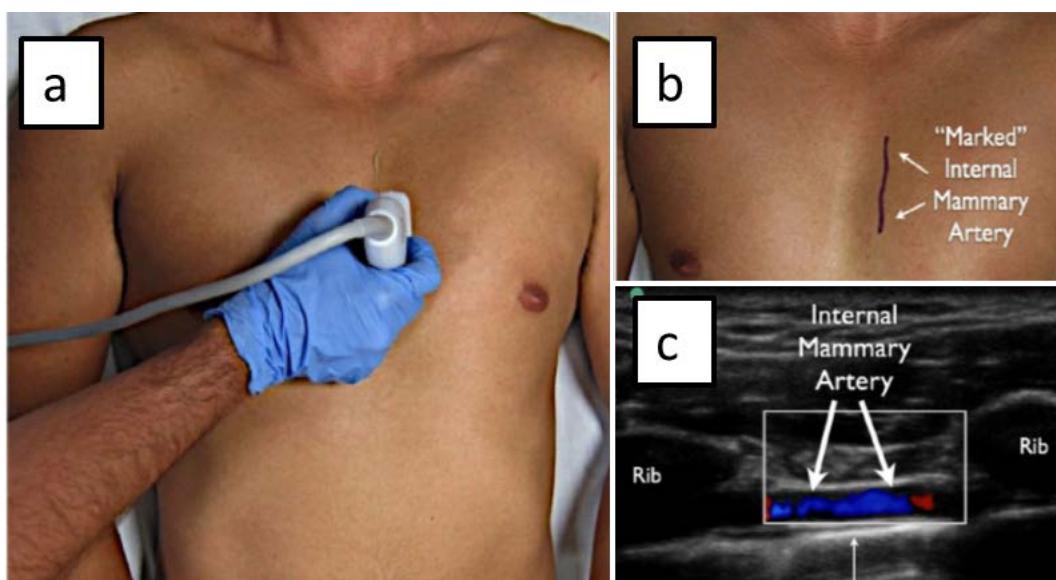


Figura 3: Localización de la mamaria interna antes de la realización de la pericardiocentesis por abordaje paraesternal.

Tras localizarla, realizaremos con la sonda de baja frecuencia un plano paraesternal eje largo punctionando a 3-5 cm del borde esternal evitando así la arteria mamaria interna.

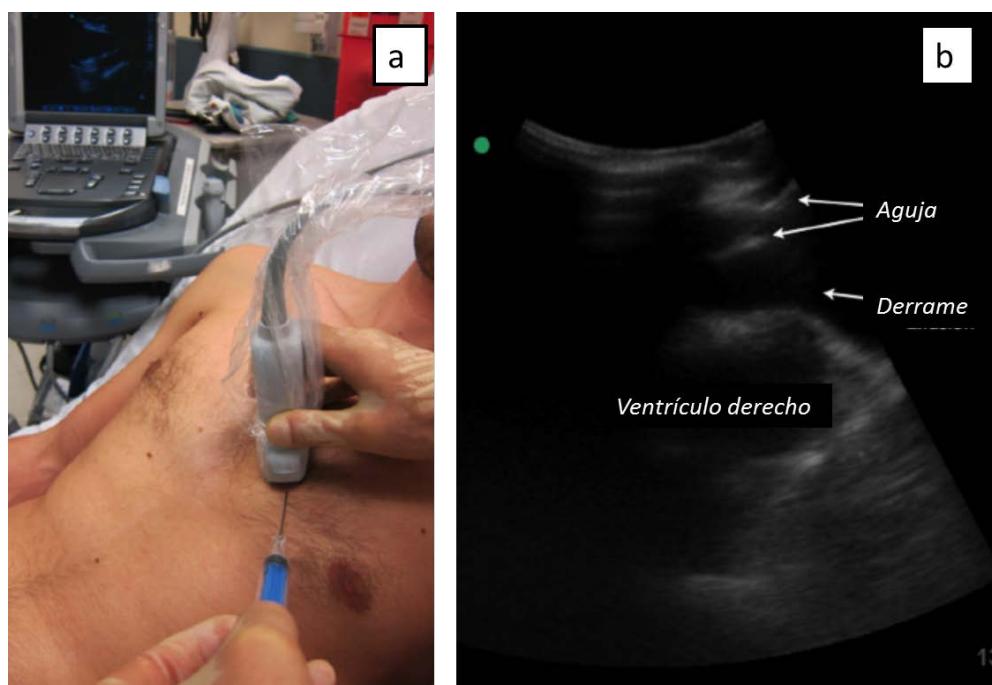


Figura 4. Inserción de la aguja en plano para el drenaje pericárdico eco-guiado desde abordaje paraesternal

En niños pequeños es posible realizar el drenaje pericárdico utilizando una inserción en plano con una sonda lineal, incluso en el plano subcostal. Ello nos brinda una mejor definición de la imagen en superficie y un control más fino de la trayectoria de la aguja.

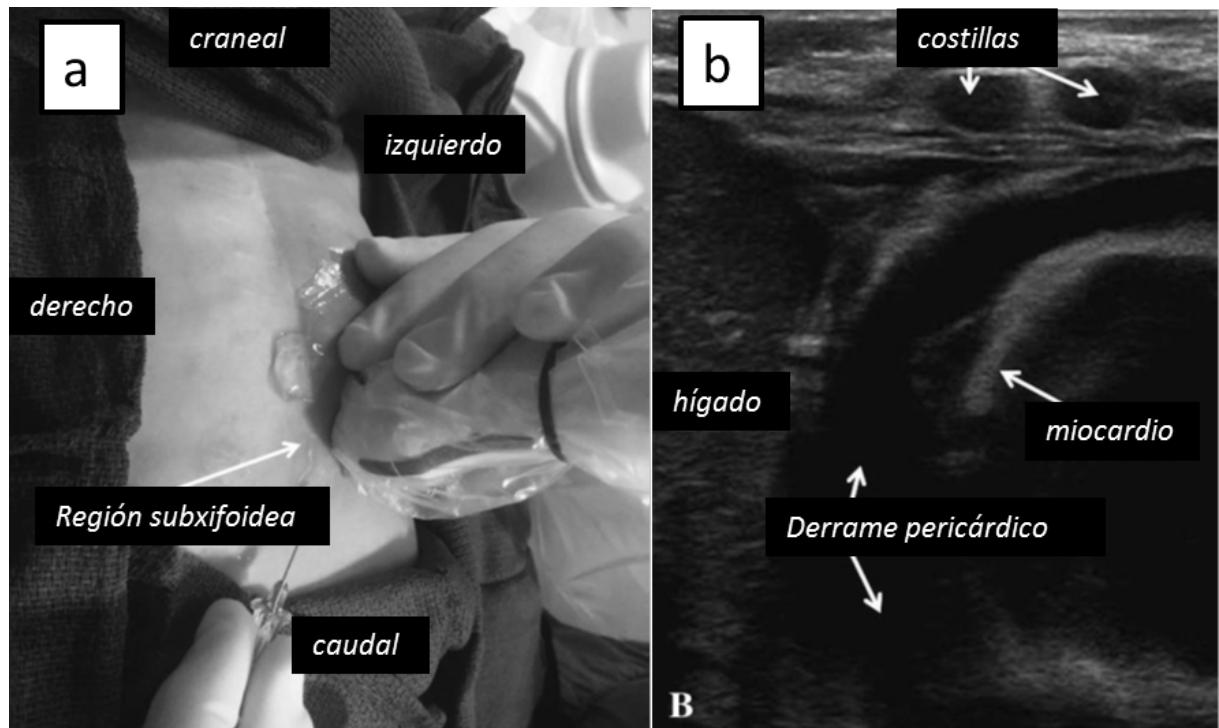


Figura 5: Drenaje pericárdico con sonda lineal en lactantes desde abordaje subcostal con inserción en plano

La elección del abordaje más adecuado depende, como ya se ha expuesto, de la localización del derrame, la experiencia del operador, el transductor usado y el espacio disponible para operar.

#### PROCEDIMIENTO:

Tras la colocación del paciente, la elección del abordaje más sencillo y seguro, una buena sedoanalgesia y monitorización y la asepsia adecuada; se realizará la punción con la aguja bajo visualización directa ecográfica y con control de electrocardiograma. Siempre aspirando, se visualizará la entrada en el saco pericárdico (se nota una resistencia) junto con la salida de contenido líquido seroso o hemático (según la naturaleza del derrame). Se introduce la guía metálica (también visualizada con ecografía) y por técnica de Seldinger se coloca el drenaje pericárdico. Para el drenaje lo más práctico es la utilización de catéteres multipropósito de tipo pigtail de inserción por técnica de Seldinguer. Se puede utilizar un catéter de 5-6 French para niños pequeños y de 8-10 French para niños mayores. El catéter se conectará a una bolsa de recolección estéril. Muchas veces es preciso lavar el catéter con suero para evitar la obstrucción y reacumulación de líquido o sangre en el pericardio. Algunos autores recomiendan mantener una infusión continua (1-3 cc/hora) mediante presurizador (como para una arteria o vena central), con drenajes periódicos a través de una llave de 3 pasos.



Figura 6: Catéter de drenaje multipropósito de tipo pigtail.

### **COMPROBACIÓN INTRAPROCEDIMIENTO Y DETECCIÓN DE COMPLICACIONES**

Una vez colocado el drenaje, se debe comprobar la posición correcta del mismo con los planos anteriormente descritos y/o con radiología convencional. No es infrecuente que con la punción, hay salida de líquido sanguinolento que puede hacer dudar acerca de si el derrame es sangre (hemopericardio) o no. En ciertas ocasiones, la ecogenicidad del derrame en la exploración inicial puede haber indicado la presencia de sangre pero en caso contrario, es de utilidad recordar que en sangrados por punción, la hemoglobina y el pH son idénticos a los de la sangre arterial periférica mientras que en el hemopericardio previamente establecido, la hemoglobina y el pH suelen ser menores que los arteriales. Siempre hay que asegurar en caso de sangrado por punción, que éste no es fruto de haber perforado alguna de las cámaras cardíacas. Una forma de comprobarlo intraprocedimiento es que si el líquido extraído con la punción inicial es hemático, se puede instilar suero agitado bajo visualización ecocardiográfica: si aparece intracardiaco es que hemos introducido la aguja en la cavidad cardiaca.

Las complicaciones principales son la punción de la arteria mamaria interna o de alguna de las coronarias, la punción de alguna de las cavidades cardíacas y la producción de arritmias ventriculares que pueden provocar una parada cardiorrespiratoria; aunque con el control ecográfico y realizando la punción bajo visualización directa, su incidencia ha descendido considerablemente. Por último, las punciones de estructuras cercanas como el pulmón (hemo/neumotórax), hígado, esófago, estómago o intestino (perforación) pueden ocurrir aunque con mucha menor frecuencia que las anteriores.

### **4.2 PUNCIÓN LUMBAR**

#### **INTRODUCCIÓN**

La punción lumbar es una técnica habitual en el paciente pediátrico y neonatal que se puede realizar con fines diagnósticos (sospecha de infección del sistema nervioso central, metabolopatías, hipertensión intracraneal benigna, síndrome de Guillain-Barré, sospecha de infiltraciones del sistema nervioso central) o terapéuticos (quimioterapia intratecal, drenaje de LCR en la hipertensión intracraneal benigna o para colocación de catéteres epidurales).

El uso de la ecografía para la realización de la punción lumbar, es relativamente novedoso. Inicialmente, sólo se utilizaba para la localización de la zona de punción y la optimización de la misma en adultos y niños, pero conforme se ha ganado experiencia y manejo en el uso de la ecografía, la punción bajo visualización directa y a tiempo real es ya una realidad. Además, su uso ha disminuido el número de punciones fallidas o traumáticas y el número de punciones que requerían redirigir la entrada de la aguja.



## EQUIPO Y MATERIAL

Junto con el ecógrafo, es preciso el uso de una sonda adecuada que permita mucha resolución de estructuras que se encuentran superficiales. Para ello se precisan sondas de alta frecuencia (6-12 MHz).

## ASEPSIA

Las normas de asepsia, como siempre en este tipo de procedimientos invasivos, deben mantenerse estrictamente. Es preciso realizar lavado y asepsia de la zona de punción, del personal que va a realizar la técnica, utilizar material estéril para la misma y tener un método de asepsia para el material ecográfico que se va a utilizar: sonda y cable; así como gel estéril.

## PREVISUALIZACIÓN

La visualización del canal espinal, se realiza con el tranductor colocado para obtener un plano longitudinal.



Figura 7: Posición del paciente y del transductor para la exploración previa a la realización de la punción lumbar.

En neonatos y lactantes pequeños, debido a la osificación incompleta de las vértebras, la ecografía permite localizar todas las estructuras anatómicas relevantes para la realización de la punción lumbar, desde la piel y el espacio epidura hasta los cuerpos vertebrales.

- Espacio interespinoso externo: espacio entre la parte externa de dos apófisis espinosas. Es el espacio que nosotros habitualmente identificamos por palpación.
- Espacio interespinoso interno. Es el espacio entre la parte interna de dos procesos espinoso. Es el espacio por el que realmente tiene que entrar la aguja y el cual no se puede explorar por palpación. Debemos buscar el punto de la columna donde este espacio es máximo
- Ángulo de entrada de la aguja: entre la superficie cutánea y el punto medio del espacio epidural. Cuanto más recto sea el ángulo, más sencilla es la técnica.
- Profundidad de inserción: distancia entre la superficie cutánea y el punto medio del espacio subaracnoidal. Permite hacer una idea de cuánto hay que introducir la aguja.
- Espacio subaracnoidal: es la distancia entre la duramadre y el *filum terminale*. Es el lugar donde queremos introducir la aguja. Podemos medir la distancia máxima que será segura al introducir la aguja sin puncionar los nervios para evitar efectos secundarios. Aquella postura del paciente donde el espesor del espacio subaracnoidal sea máximo hará más fácil realizar una punción lumbar con éxito y no traumática.



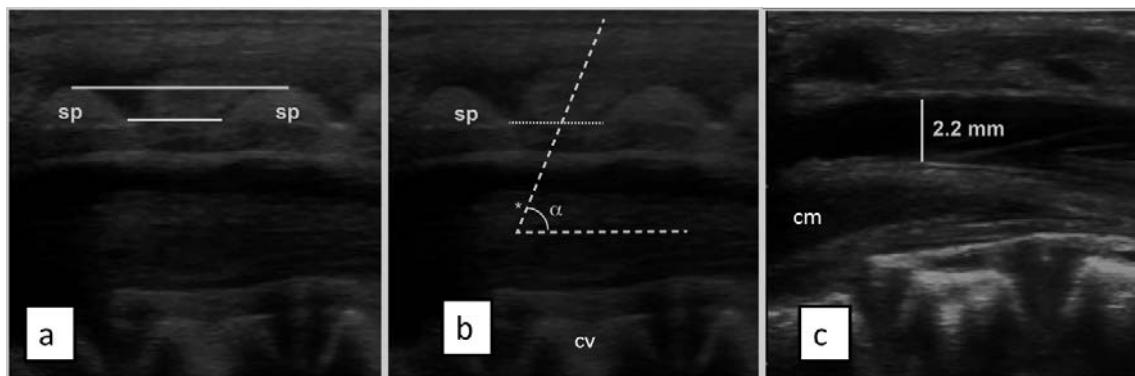


Figura 8: Exploración del canal lumbar para la punción lumbar en el neonato. En a se muestra la distancia interespínosa externa e interna entre dos procesos espinosos (sp). En b se muestra una trayectoria adecuada de la aguja entrando en el espacio epidural aproximadamente en el punto medio de la duramadre. En c se muestra la medición del espacio subaracnoideo a nivel inferior al cono medular (cm).

En neonatos y lactantes pequeños también puede realizarse una exploración transversal del canal medular.

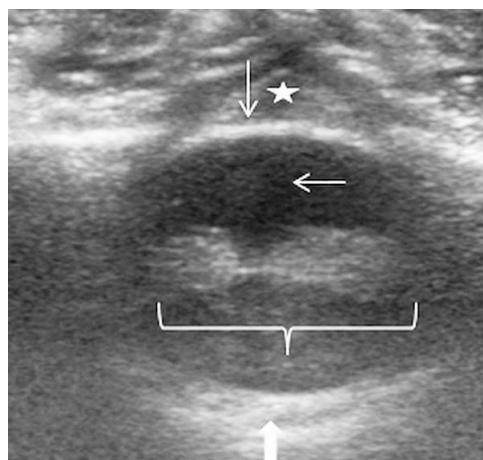


Figura 9: Visión transversal del canal medular en el neonato. La estrella indica el espacio epidura, la fecha delada muestra la duramadre, la flecha horizontal muesra el espesor del espacio subaracnoideo, la llave muestra un corte transversal de dos nervios espinales y la flecha gruesa inferior el cuerpo vertebral

Otra de las utilidades de la ecografía lumbar para la punción lumbar en neonatos y lactantes pequeños es la detección de complicaciones como hematomas subdurales o epidurales fruto de punciones previas que pueden hacer imposible la realización de la punción lumbar ayudándonos a identificar aquellos pacientes en los cuales nuevas punciones son fútiles.

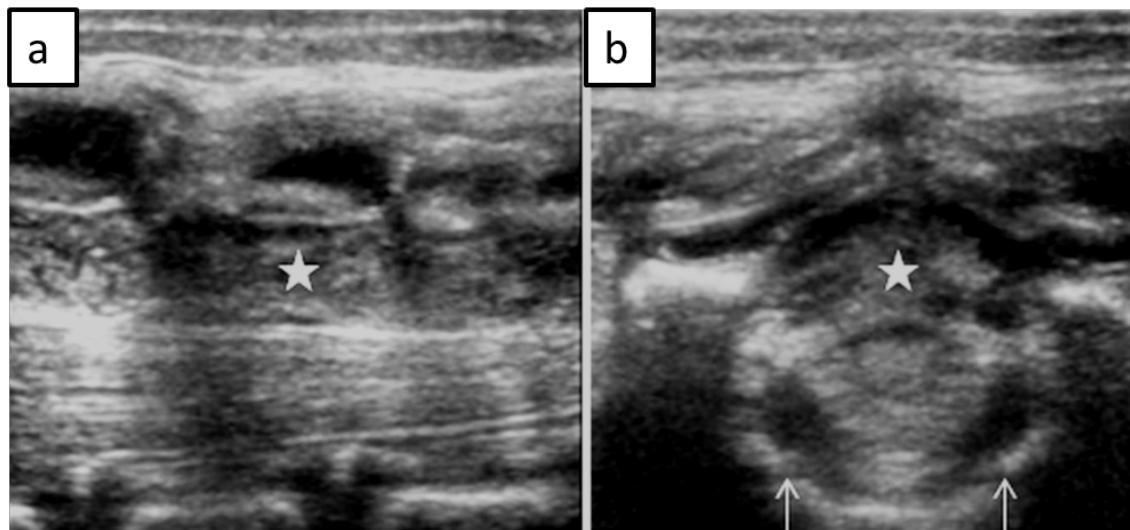


Figura 10: Presencia de una hemorragia subdural (estrella) por punciones previas fallidas que oblitera el espacio subaracnoideo en corte longitudinal (a) y transversal (b). Este hallazgo desaconseja la realización de la punción lumbar

En niños mayores y adultos la ecografía lumbar no puede visualizar más allá de las apófisis espinosas y el espacio epidurar, por tanto en este grupo de edad la mayor utilidad de la ecografía es la localización del espacio interespinoso en casos de palpación dificultosa (ej: obesidad) y la localización del espacio intervertebral donde esta distancia sea más favorable.

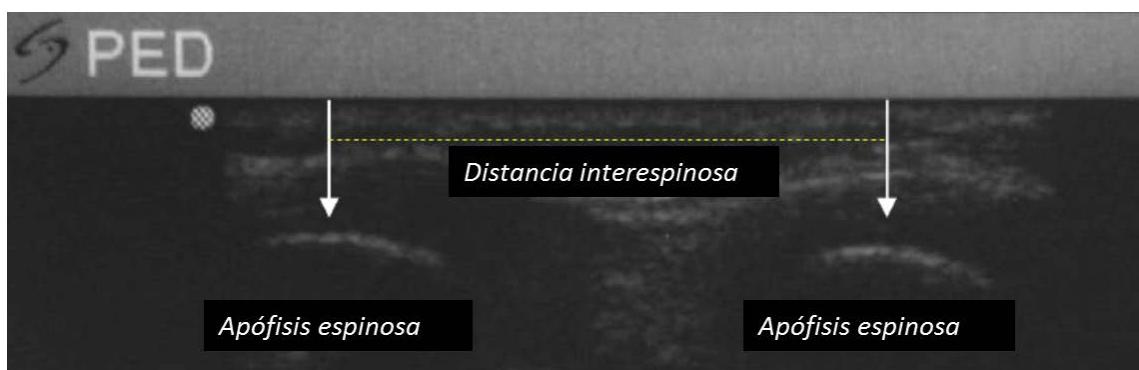


Figura 11: Visión de los espacios interespinosos en un niño mayor.

## PREPARACIÓN Y ABORDAJE

Ante todo, es preciso la adecuada colocación del paciente. En neonatos, la posición de sentado con las piernas flexionadas y la cabeza en posición neutra, demostró en un estudio realizado en 2014 obtener las mejores condiciones anatómicas para la punción lumbar, al aumentar el espacio interespínoso y el espesor del espacio subaracnoideo respecto a las posiciones tumbadas. En dicho estudio se demostró que la flexión cervical no mejor significativamente la apertura del espacio subaracnoideo y es peor tolerada por el paciente con frecuentes desaturaciones y aumento de la frecuencia cardiaca. En niños, también existen evidencias de que la posición sentado con flexión de piernas aumenta el espacio interespínoso medido por ecografía. Sin embargo, muchos prefieren realizar la punción lumbar en decúbito lateral y con flexión de piernas al haber demostrado disminuir el riesgo de síndrome postpunción. En cualquier caso, la colocación del paciente y el grado de flexión pueden ser modificados en función de la exploración ecográfica para intentar maximizar el espacio interespínoso a la altura de L4-L5 o L3-L4.



Como se ha comentado, el procedimiento puede ser:

#### Punción lumbar eco-dirigida (técnica estática)

Se optimiza el lugar de punción con valoración ecográfica, se localiza la zona y la dirección de punción sobre la piel del paciente y se realiza la punción sin visualización ecográfica en tiempo real. Es la técnica más utilizada para la punción lumbar y la que ha demostrado mayor efectividad. Normalmente se localiza el espacio interespinal más ancho, partiendo en sentido ascendente desde el sacro que sirve como punto de referencia para identificar L5. Entre L2 y L5 se elige el espacio interespinal más favorable y se marca la piel el punto medio a cada lado del transductor en la misma posición del paciente en la que luego se realizará la punción. El punto de inserción estará en el medio de las marcas.



Figura 12: Localización y marca del punto óptimo para la punción lumbar en la técnica eco-dirigida

#### Punción lumbar eco-guiada (dinámica o en tiempo real):

Todo el procedimiento se realiza con visualización en tiempo real del mismo. Esta técnica como hemos comentado sólo puede realizarse con garantías en neonatos y lactantes con osificación incompleta, ya que de lo contrario no podremos visualizar la aguja correctamente en tiempo real. Se ha descrito la punción en transversal fuera de plano y la punción transversal en plano desde un lateral. En niños más mayores y adultos existe poca experiencia. El abordaje más utilizado es el oblicuo con punción en plano desde zona parasagital (conocido como abordaje paramediano). En este abordaje se utiliza el ligamento flavum, visible por ecografía como una línea ecogénica en un corte parasagital, como referencia para la punción. Desde este punto se pone el transductor en oblicuo penetrando la aguja en plano desde la zona paramedial.



Figura 13: Punción lumbar eco-guiada por abordaje paramediano. En el diagrama se muestra el abordaje paramediano con una flecha azul (a). Primero se obtiene una visión parasagital longitudinal del canal medular a la altura de las láminas (L) y ligamento flavum (LF). Se rota el transductor en sentido oblicuo pasando por la apófisis espinosa superior y la lámina de la vértebra inferior. La aguja se introduce en plano para penetrar en el espacio subaracnoidal a través del ligamento flavum por lo que se notará un incremento de resistencia seguido de una disminución de la resistencia y salida del LCR.

## PROCEDIMIENTO

Tras la colocación del paciente de acuerdo a las indicaciones de la ecografía pre-procedimiento y la elección del tipo de procedimiento a realizar (eco-dirigido o eco-guiado), se realizará la punción con el bisel de la aguja hacia arriba (hacia el ombligo si se realiza en decúbito lateral y hacia la cabeza si se realiza sentado). Tras notar el cambio de resistencia o visualizar la aguja en el canal, se retirará el fiador comprobando la salida de líquido cefalorraquídeo.

## COMPROBACIÓN INTRAPROCEDIMIENTO Y DETECCIÓN DE COMPLICACIONES

Cuando el procedimiento es eco-guiado, la inserción bajo visualización directa reduce las principales complicaciones: punción traumática por punción del nervio radicular y las parestesias durante la punción a contactar la aguja con los nervios espinales. El efecto secundario más frecuente, la cefalea postpunción, depende directamente relacionada con la cantidad de líquido cefalorraquídeo extraído.

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. Akyuz S, Zengin A, Arugaslan E, et al. Echo-guided pericardiocentesis in patients with clinically significant pericardial effusion. Outcomes over a 10-year period. Herz 2015;40(Supl. 2):153-9.
2. Callahan JA, Seward JB. Pericardiocentesis guided by two-dimensional echocardiography. Echocardiography 1997;14(5):497-504
3. Lindenberger M, Kjellberg M, Karlsson E, Wranne B. Pericardiocentesis guided by 2-D echocardiography: the method of choice for treatment of pericardial effusion. J Intern Med 2003;253(4):411-7.
4. Tsang TSM, Freeman WK, Sinak LJ, Seward JB. Echocardiographically guided pericardiocentesis: Evolution and State-of-the-Art Technique. Mayo Clin Proc 1998;73:647-52
5. Nagdev A, Mantuani D. A novel in-plane technique for ultrasound-guided pericardiocentesis. Am J Emerg Med 2013;31(9):1424e5-9.
6. Johnson M, Vargas S, Mendoza O. Pericardiocentesis. En: López-Herce J, Calvo C, Rey C, Rodríguez A, Baltodano A. Manual de Cuidados Intensivos Pediátricos. 4<sup>a</sup> ed 2013 Publimed (Madrid). Pág 977-80.
7. Law MA, Borasino S, Kalra Y, Alten JA. Novel, Long-axis In-plane Ultrasound-Guided Pericardiocentesis for Postoperative Pericardial Effusion Drainage. Pediatr Cardiol. 2016 Oct;37(7):1328–33.
8. Shaikh F, Brzezinski J, Alexander S, et al. Ultrasound imaging for lumbar punctures and epidural catheterisations: systematic review and meta-analysis. BMJ 2013;346:f1720.
9. Oulego-Erroz I, Mora-Matilla M, Alonso-Quintela P, Rodríguez-Blanco S, Mata-Zubillaga D, Lapeña S. Ultrasound evaluation of lumbar spine anatomy in newborn infants: Implications for optimal performance of lumbar puncture. J Pediatr 2014;165(4):862-5.



- 10.** Kim S, Adler DK. Ultrasound-assisted lumbar puncture in pediatric emergency medicine. *J Emerg Med* 2014;47(1):59-64.
- 11.** Abo A, Chen L, Johnston P, Santucci K. Positioning for lumbar puncture in children evaluated by bedside ultrasound. *Pediatrics* 2010;125(5):e1149-53.
- 12.** López R, Hernández A, González MN, Fuster P. Punción lumbar. En: López-Herce J, Calvo C, Rey C, Rodríguez A, Baltodano A. *Manual de Cuidados Intensivos Pediátricos*. 4<sup>a</sup> ed 2013 Publimed (Madrid). Págs 1013-6.
- 13.** Soni NJ, Franco-Sadud R, Schnobrich D, Dancel R, Tierney DM, Salame G, et al. Ultrasound guidance for lumbar puncture. *Neurol Clin Pract*. 2016 Aug;6(4):358–68.
- 14.** Muthusami P, Robinson AJ, Shroff MM. Ultrasound guidance for difficult lumbar puncture in children: pearls and pitfalls. *Pediatr Radiol*. 2017 Mar 22;
- 15.** Abo A, Chen L, Johnston P, Santucci K. Positioning for lumbar puncture in children evaluated by bedside ultrasound. *Pediatrics*. 2010 May;125(5):e1149-1153.

