

## **Fabricación y técnicas de punción tipo Seldinger en un fantoma vascular guiado por ecografía.**

**Tipo:** Presentación Electrónica Educativa

**Autores:** José Andrés Guirola Ortíz, Victoria Mayoral Campos, Jordi Bosch Melguizo, Miriam Sánchez Ballestín, Joaquín Medrano Peña, Miguel Angel De Gregorio Ariza

### **Objetivos Docentes**

Explicar de una manera sencilla como se realiza una punción guiada por ecografía en la cateterización de la vena yugular interna utilizando la técnica de Seldinger.

Describir la metodología para la construcción de un fantoma vascular (cervical - yugulo/carotídeo) con la utilización de gelatina balística al 10%.

El objetivo principal es que radiólogos sin experiencia en procedimientos intervencionistas puedan conocer las técnicas utilizadas y adecuadas para evitar futuras complicaciones y poder practicar con un fantoma que se asemeje a la anatomía vascular normal en la región cervical.

**Imágenes en esta sección:**



**Fig. 1:** Procedimiento: colocación de reservorio subcutáneo con catéter en la vena yugular derecha.

## Revisión del tema

### Introducción

---

#### Accesos venosos : Vena yugular interna

##### Ventajas

- Vaso de buen calibre.
- Fácil de localizar/anatomía constante.
- Fácil acceso, cercano a piel.
- Corto trayecto a vena cava superior.
- Bajo riesgo de neumotórax (comparado con vena subclavia).
- Sistema libre de válvulas venosas.
- Trayecto recto (v. yugular derecha).

##### Desventajas

- Incómodo para el paciente.
- Difícil cura y mantenimiento.
- Fácil contaminación.
- Dificultad para el mantenimiento en las lesiones de tráquea y cuello.
  - Solución--tunelización del catéter y reservorio subcutáneo.

- Riesgo de punción carotídea.
  - solución --punción guiada por ecografía.

#### Contraindicaciones Acceso Venoso Yugular

- Infección en el sitio de punción.
- Patologías que afecten a la anatomía.

- Cicatrices.
- Masas en cuello.
- Oclusión debido a coagulopatía de vena yugular o subclavia.
- Linfadenectomías ipsilaterales (Ca. Mama).

#### Anatomía

Recibe sangre venosa de la cavidad craneal, región del macizo facial, cavidad orbitarias y porción anterior del cuello. Se inicia en el agujero yugular a continuación del seno sigmoideo con un trayecto vertical con leve inclinación inferoanterior terminando cercano a la articulación esternoclavicular uniéndose a la vena subclavia y formando la vena braquiocefálica. El calibre aumenta de superior a inferior con dos dilataciones conocidas: bulbo yugular (superior) y otro inferior fusiforme llamada bulbo inferior de la vena yugular situado en la extremidad inferior de la vena ([Fig. 2](#)).

#### Anatomía de superficie

La cateterización de la vena yugular se recomienda el abordaje central conociendo esencialmente la anatomía de superficie utilizando la teoría del triángulo de Sedillot. Dicho triángulo se basa en que existe n2 cabezas del músculo esternocleidomastoideo (msclo. ECM) se inserta en la porción esternal (msclo. ECM-E) y otra cabeza que se insertan en el tercio medial de la clavícula (msclo. ECM-C) formando así un triángulo en la base del cuello. Dicho triángulo se puede acentuar en un paciente despierto solicitando la elevación activa de la cabeza. La vena yugular se encuentra inmediatamente posterior al ápice del triángulo de Sedillot con un frecuencia del 97% en la vena yugular derecha y 79% en la izquierda con una profundidad aproximada de 1,0-1,5 cm ([Fig. 3](#)).

#### Variantes en tamaño y localización de la vena yugular

Existen ciertas variaciones anatómicas según la localización y el tamaño de la vena. En la ([Fig. 4](#)) se muestra una representación esquemática de las variantes en la vena yugular derecha con respecto a la arteria carótida común.

#### Diferencia entre arterias y venas en ecografía

##### Arterias

- Pulsátil
- No compresible
- Redonda
- Doppler con ondas sistólica y diastólica sin variabilidad con la respiración

##### Venas

- No pulsátil
- Compresible
- Elíptica
- Doppler continuo que varía con maniobras de Valsalva y respiración

#### Punción venosa yugular utilizando la Técnica de Seldinger

El Dr. Sven Ivar Seldinger de Suecia ([Fig. 5](#)), en el año 1953 introdujo la nueva técnica para la cateterización vascular mediante la utilización de aguja, guía y catéter ([Fig. 6](#)) para realizar arteriografías. Dicha técnica fue publicada en: SELDINGER SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. Acta radiol. 1953 May. Desde entonces ha sido utilizada para la punción venosa o arterial.

#### Punción venosa para el abordaje yugular

- Decúbito supino

- Brazos estirados a los lados y pegados al cuerpo
- Posición de Trendelenburg (si es posible)
- Cabeza girada de 40-60° en dirección contralateral

Porque la punción guiada por ecografía

- Disminuye la tasa de punción arterial
- Tasa de éxito: 100% con US
- Tiempo real (ecografía dinámica)
- Mayor éxito en el primer intento
- Menor riesgo
- Localización de vaso objetivo
- Detección de variantes anatómicas
- Guía en tiempo real
- Detección de trombosis venosa
- Ayuda a descartar complicaciones inmediatas o posteriores al procedimiento

Equipo ecográfico y técnica

- Transductor de ultrasonido con frecuencias entre 5-10 MHz
- Gel
- Protector estéril para la sonda

Guiada por ecografía

- Un operador, tipo dinámica no estática es lo más recomendable
- Transductor — manejo con la mano no dominante
- Aguja — manejo con mano dominante

Tipo de punción

Longitudinal / eje largo ([Fig. 7](#))

- Ventajas:
  - Visión completa del eje del vaso, mayor trayecto sobre el que pinchar
  - Visión completa de la aguja
  - Mejor ángulo de entrada de la aguja ([Fig. 9](#))
- Desventaja:
  - Punción transversal
  - Posibilidad de perder de vista la punta de la aguja y avance inadvertido ([Fig. 10](#))

Transversal / eje corto ([Fig. 11](#))

- Ventajas:
  - Más fácil fijar la diana
  - Visualización corte axial de arteria y vena a la vez ([Fig. 12](#))
  - Mayor comodidad y versatilidad en espacios reducidos
  - Permite punción más baja de la vena yugular
  - Recomendado en pacientes con cuellos cortos
- Desventajas:
  - Requiere mayor coordinación de mano con aguja y mano con transductor
  - Posibilidad de avance inadvertido a planos profundos
  - En manos poco experimentadas, tendencia a ángulos perpendiculares de punción ([Fig. 13](#))

Elección de punto de punción

- Menor riesgo de punción carotídea
- Mayor diámetro de vena yugular

- Evitar en lo posible atravesar planos musculares
- Evitar ángulos agudos en punto de entrada de catéteres tunelizados

### Complicaciones

La complicación más frecuente en la punción yugular guiada por ecografía es la punción arterial de la carótida común. La vena yugular varía según cada paciente en su anatomía y consistencia de la misma. La punción debe de ser con un movimiento corto y rápido para evitar la punción doble de pared y la colapso ([Fig. 14](#)).

Para ello como recomendación personal se sugiere utilizar la punción con guía transversal de la sonda ecográfica realizando la punción con una ligera angulación lateral 45-75° y caudal 45° con respecto a la piel, para evitar la punción arterial y mejor ángulo para la introducción de la guía.

Si existe una punción directa a la carótida común, se recomienda la extracción de la aguja y realizar compresión alrededor de unos 15 minutos.

### Materiales utilizados

1. Contenedor cilíndrico de plástico con un diámetro aproximado de 10-15 cm de diámetro([Fig. 15](#))
2. Vendas de yeso (si se utiliza) ([Fig. 16](#))
3. Gelatina neutra sin sabor ([Fig. 17](#))
4. Termómetro ([Fig. 18](#))
5. Harina fina de maíz (Maizena®) ([Fig. 19](#))
6. Colorantes vegetales ([Fig. 20](#))
7. Globos hinchables para globoflexia ([Fig. 21](#))
8. Nevera o refrigerador
9. Tazas para medir
10. Olla grande

### **Paso 1**

Se puede crear el fantoma de dos formas: la primera es realizar un molde con las vendas de yeso en un modelo delgado preferiblemente mujer debido a las características anatómicas cervicales.

1. Aplicar una fina capa de vaselina a la piel de la modelo.
2. Cubrir cuidadosamente la región cervical incluyendo mandíbula hasta clavículas con tiras de las venda de yeso con una longitud aproximada de 50 cm humedecidas en agua. Se utiliza a la modelo estando de pie o sentada con una ligera rotación de la cabeza hacia la izquierda.
  - Dividir el recubrimiento de yeso en 2 etapas: se empieza por la porción anterior, aplicando 2-3 capas de vendas de yeso y luego se deja secando el molde de yeso unos 15 minutos.
  - A continuación, colocar una fina capa de vaselina en la porción externa de los extremos del molde. Realizar el molde de la porción posterior cervical aplicando pequeñas capas hacia la porción anterior. Así se genera el molde en 2 partes para que sea fácil la extracción de la modelo. Dejar secar los moldes para luego unirlos con más vendas de yeso humedecidas en

agua para generar un solo molde.

- Cubrir toda zona inferior del molde con papel tipo film para dejar el molde impermeable. Cubrir encima del papel film con más vendas de yeso para crear un molde cervical tipo contenedor.

Sin embargo existe otra manera más simple y rápida, utilizando un contenedor plástico cilíndrico (jarra) con aproximadamente 1,5 - 2,0 litros de volumen y/o de 10-15 cm de diámetro máximo. Así se evita realizar todos los pasos anteriormente descritos.([Fig. 15](#))

1. Utilizar los globos hinchables (un total de 4) dos de color rojo y dos de color azul para ayudar a recordar arteria y vena. ([Fig. 21](#))
2. Rellenar los globos hinchables con líquido con colorante rojo en los globos rojos y colorante azul a los globos azules, sin distenderlos demasiado.
3. Hacer un nudo en cada globo y unir 1 globo rojo y 1 globo azul para emparejarlos.
4. Pegar con cinta adhesiva o celo al final del recipiente en parejas, e intentar colocar los globos simulando la configuración normal de arteria y vena del cuello.
5. Utilizar un folio de cartón y recortarlo con la configuración de la tapa del recipiente dejando a cada lado tiras de cartón para luego poder adherirlo con la cinta adhesiva al contenedor ([Fig. 22](#)).

## **Paso 2 (10% Gelatina Balística)**

1. Por cada 100 gramos de gelatina neutra sin sabor se utilizan 900ml de agua (1 parte de gelatina por 9 partes de agua = solución al 10%).
2. Se empieza con 1500 ml de agua a una temperatura aproximada de 40° Celsius y se va agregando la gelatina en pequeñas proporciones para poder remover y generar la mezcla más homogénea, así evitando que aparezcan burbujas. Utilizaremos un total de 166,66 gramos de gelatina neutra para 1500c ml de agua para crear una solución al 10%. Sin embargo ya que en el mercado se utilizan los sobres de 10 gramos, utilizaremos una un total de 180 gramos por la pérdida de gelatina no mezclada.
3. Siempre es necesario mezclar la gelatina al agua y no al revés, porque generamos muchos grumos y burbujas. [Fig. 23](#)
4. Al terminar la solución de gelatina de: 180 gramos de gelatina + 1500 cc agua (40° C) una vez esté correctamente disuelta, se recomienda que se añadan 10 gotas de colorante natural rojo, 5 gotas de colorante natural amarillo y 2 gotas de colorante natural azul. Al teñir la mezcla ayudará a que la gelatina no se transparente, para que el personal que practique con el fantoma vascular no haga trampa al visualizar directamente dónde se sitúan los vasos.
5. Para terminar la solución se sugiere añadir 2 cucharadas (30 ml) de harina fina de maíz (maizena®) e intentar disolver la mezcla lo más homogéneo posible. La harina ayudará a tener un fondo ecográfico más parecido a los tejidos blandos (hiperecogénico)([Fig. 24](#)). Recomendación adicional: al verter la harina fina de maíz en la solución de gelatina, ésta tiende a no mezclarse homogéneamente, por lo que al transcurrir un tiempo, la harina suele precipitarse al fondo. Para evitarlo, es necesario continuar removiendo la mezcla hasta que se vierta en el contenedor de plástico.

## **Paso 3 (fantoma vascular)**

Levantar cuidadosamente la tapa fabricada de cartón y verter 1000 - 1200 cc de la solución líquida de gelatina en el recipiente plástico con los globos llenos de líquido en su interior.

Dejar que se enfríe y cuaje la solución en la nevera a una temperatura aproximada de 5-10°C alrededor de 24 horas.

Después de 24 horas, intentar despegar cuidadosamente la gelatina del recipiente plástico hasta que todo el contenido se pueda retirar en una sola pieza. ([Fig. 25](#))

Mantener en el refrigerador o nevera hasta que se vaya a utilizar.

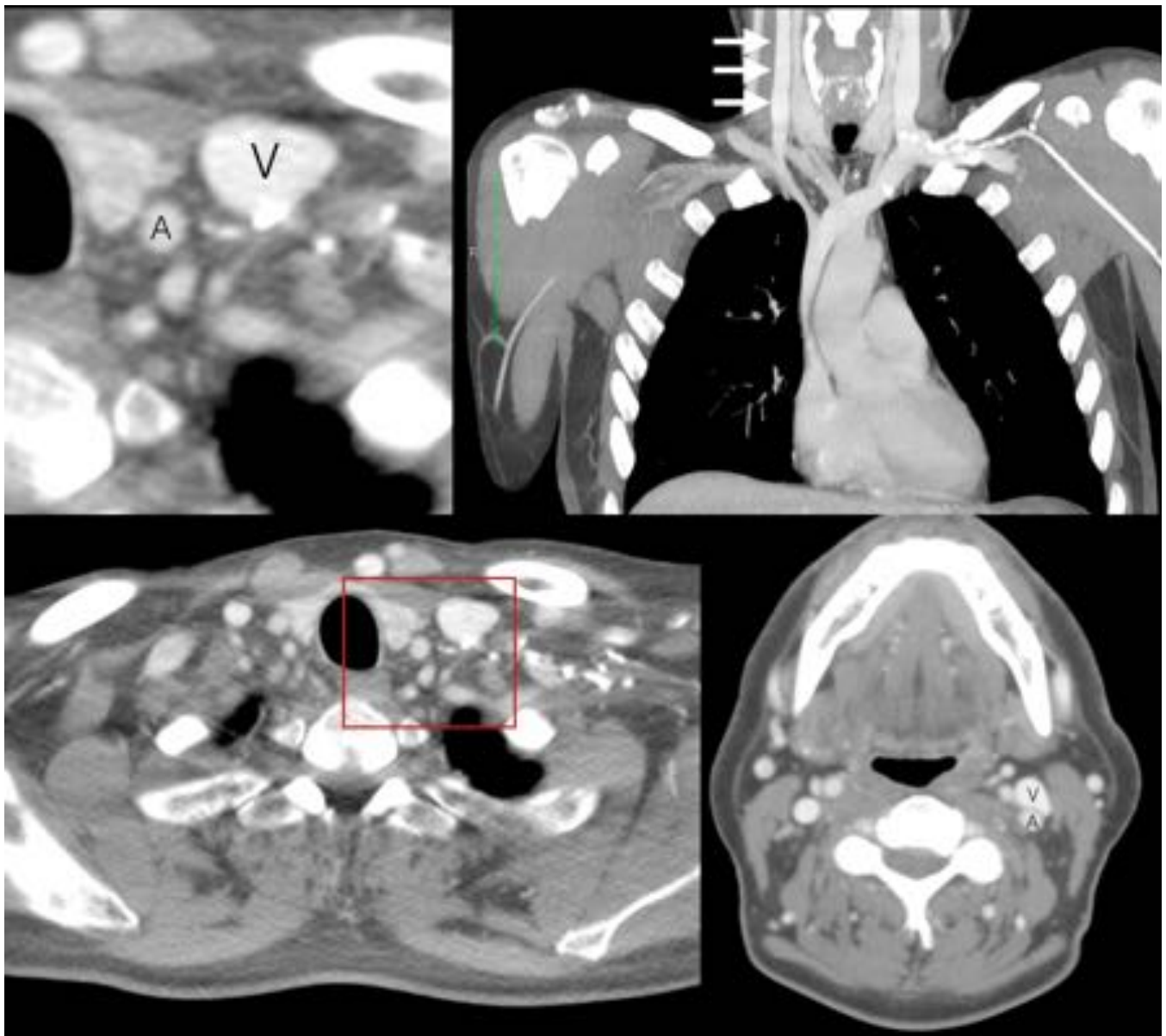
El fantoma está ya preparado para ser utilizada en la punción venosa guiada por ecografía. [Fig. 26](#)

---

#### **Datos extras.**

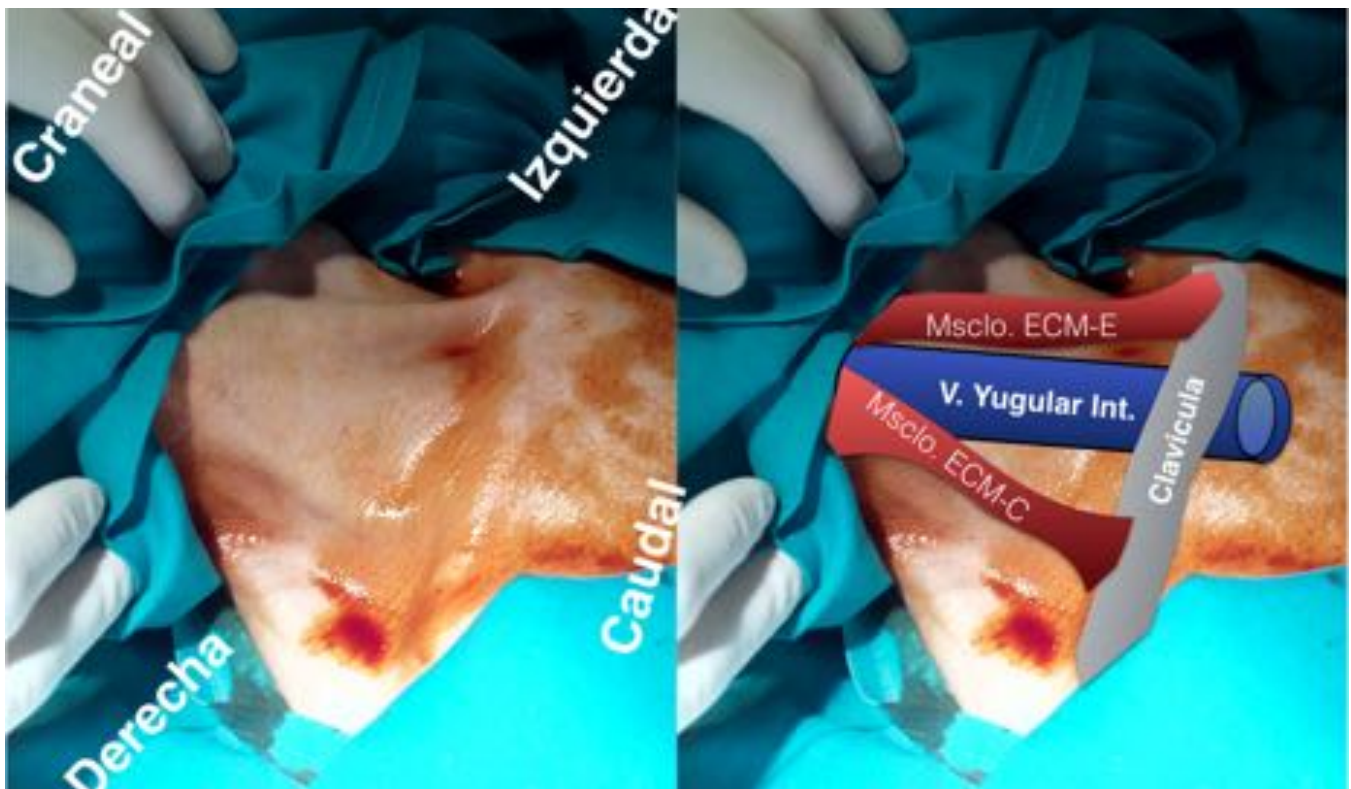
El fantoma, se puede reutilizar la veces que sea necesario. Para ello, es necesario colocar la gelatina en una olla grande e introducirla en una bañera con agua caliente o en un recipiente de mayor volumen donde quepa la misma "Baño María". Dejar que se derrita completamente la gelatina para poder utilizarla de nuevo cuantas veces sea necesario. [Fig. 27](#).

**Imágenes en esta sección:**

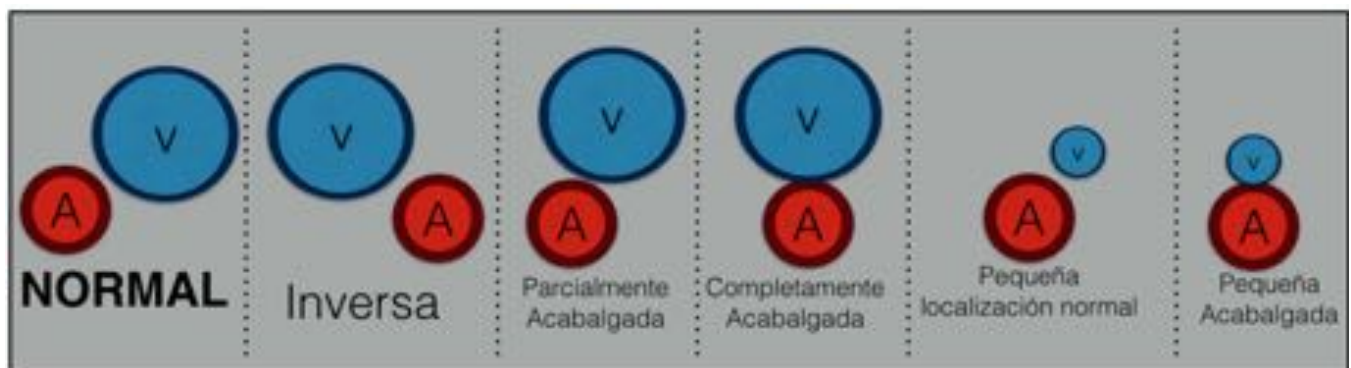


**Fig. 2:** Relación de vena yugular/arteria carótida interna-común en cortes axiales y coronal en TC cervico-torácico.





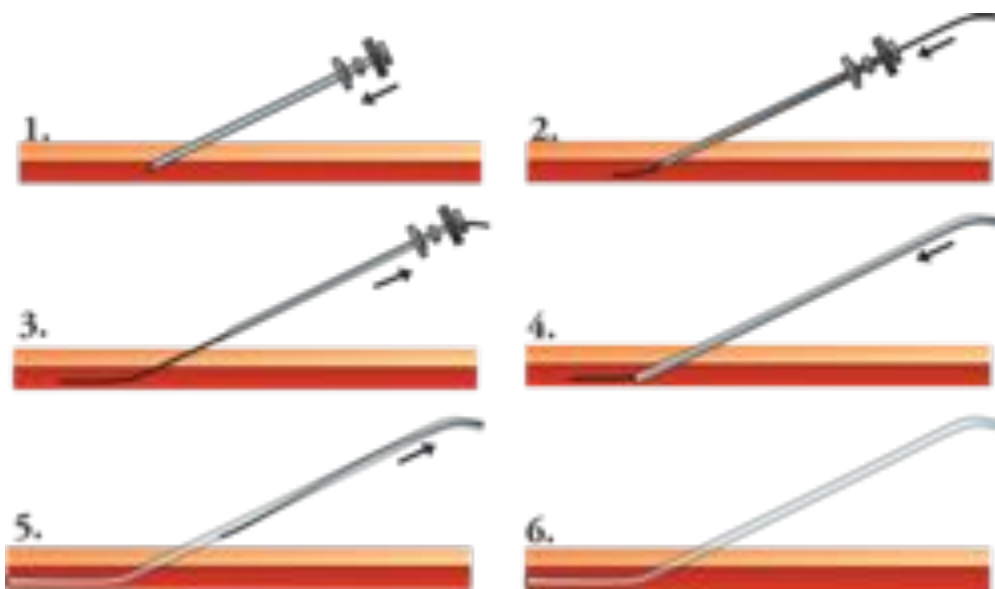
**Fig. 3:** Triángulo de Sedillot existen 2 cabezas del músculo esternocleidomastoideo (ECM) se inserta en la porción esternal (ECM-E) y otra cabeza que se inserta en el tercio medial de la clavícula (ECM-C) formando así un triángulo en la base del cuello. La vena yugular se encuentra inmediatamente posterior al ápice del triángulo de Sedillot con un frecuencia del 97% en la vena yugular derecha y 79% en la izquierda.



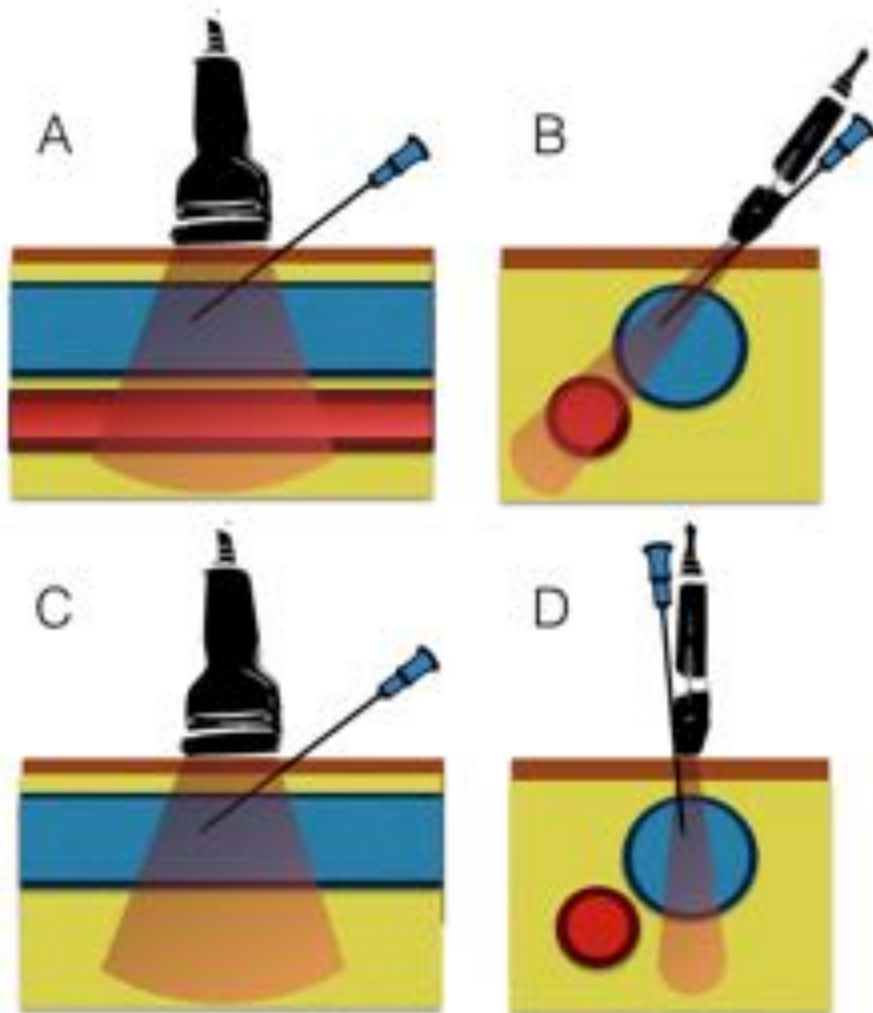
**Fig. 4:** Representación esquemática de las variantes anatómicas de la vena yugular derecha con respecto a la carótida común ipsilateral.



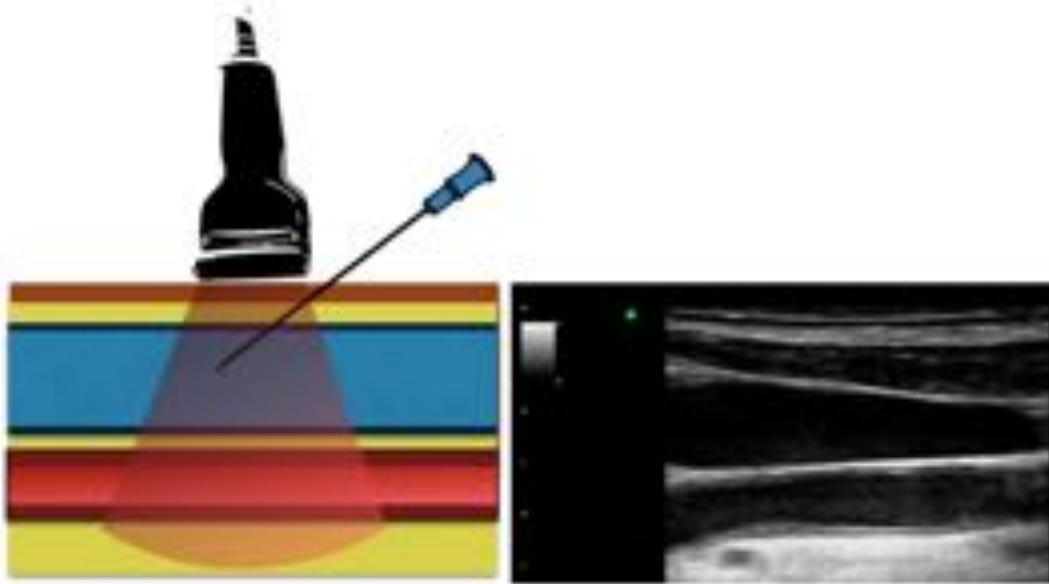
**Fig. 5:** Sven Ivar Seldinger



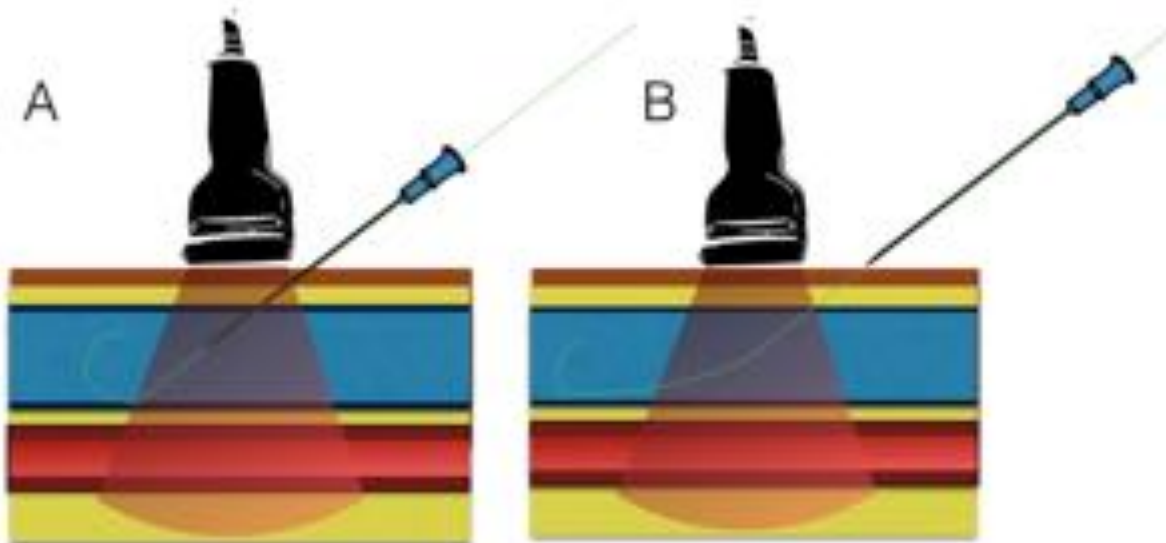
**Fig. 6:** Técnica de Seldinger: aguja, guía y catéter. “needle in-wire in- needle off-catheter on wire-catheter in-wire off”



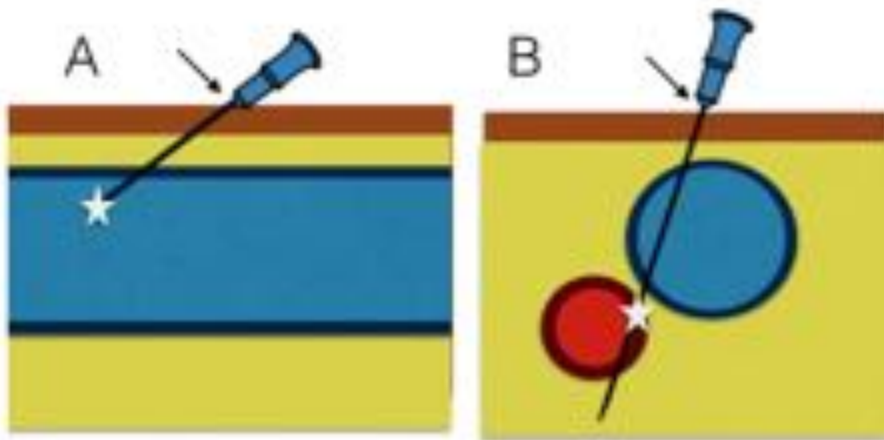
**Fig. 7:** Representación esquemática de la punción venosa guiada por ecografía modo 2D "longitudinal / eje largo". A-B: ligera angulación de la sonda ecográfica para la valoración de arteria y vena a la vez. (A-visión sagital y B- visión transversal). C-D: Ausencia de angulación de la sonda ecográfica, valorando únicamente la vena yugular. (C-visión sagital y D- visión transversal).



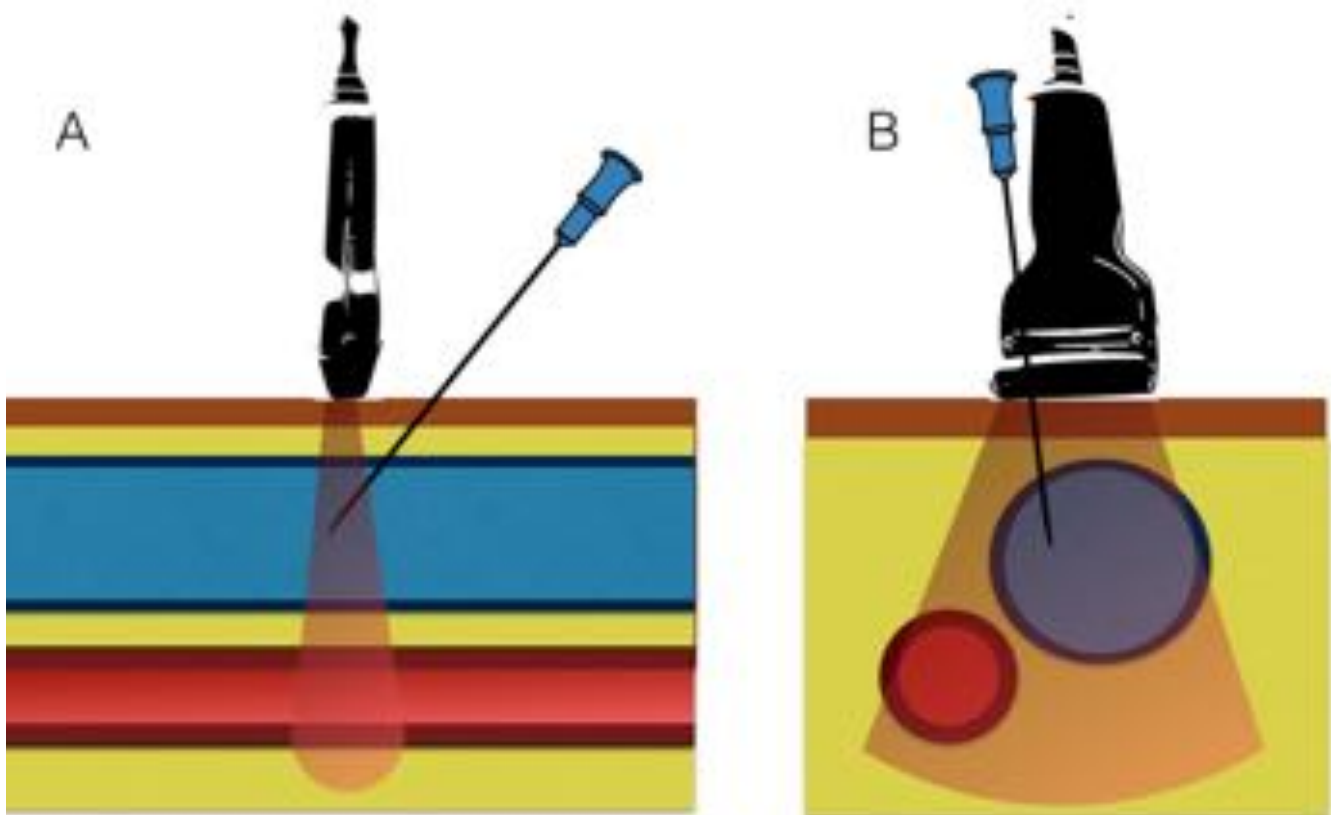
**Fig. 8:** Representación esquemática y visión mediante ecografía en plano "longitudinal / eje largo".



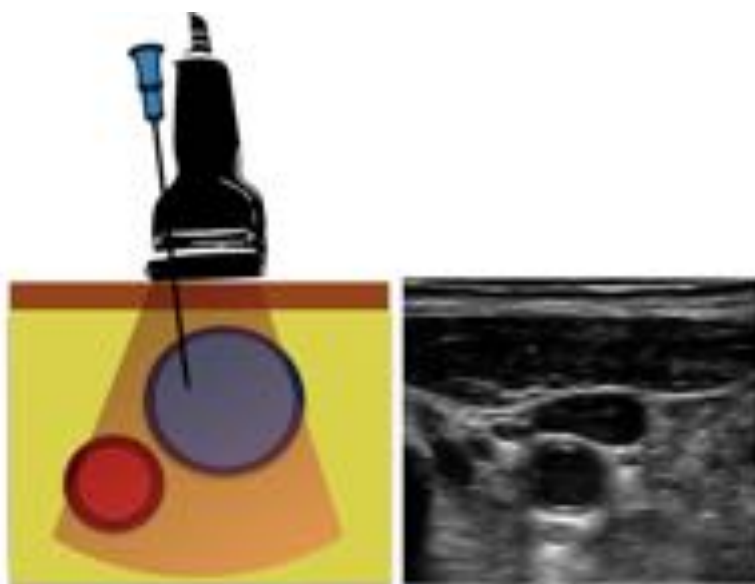
**Fig. 9:** Representación esquemática del abordaje longitudinal en la punción venosa yugular con mejor ángulo de punción con la introducción de la guía, evitando así la retracción de la aguja tras la introducción de la guía.



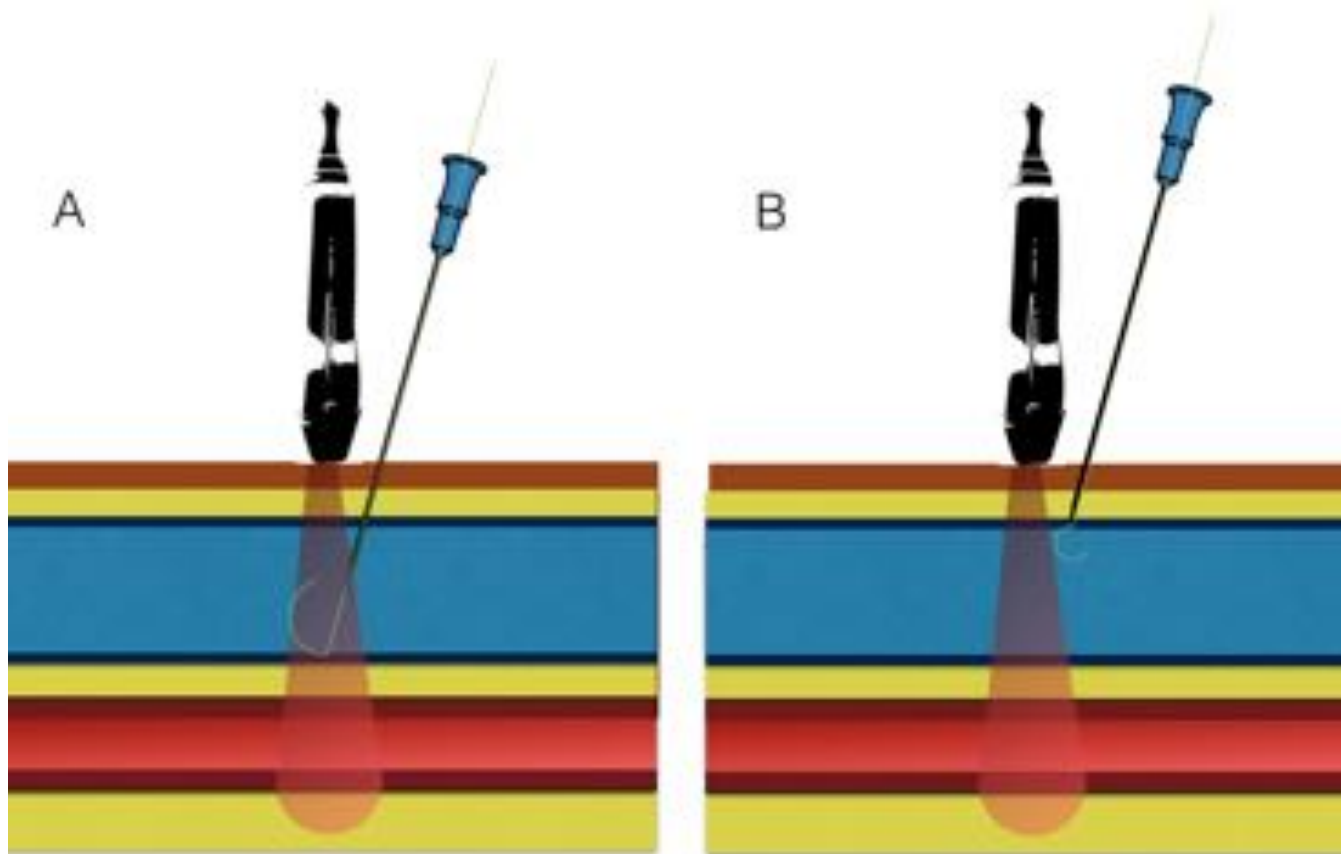
**Fig. 10:** Representación esquemática de la punción venosa con control ecográfico longitudinal. A. Punción venosa con punción completa de la aguja (flecha) visualizando teórico extremo distal (estrella). B. Tras control transversal se visualiza un avance inadvertido de la aguja con angulación lateral.



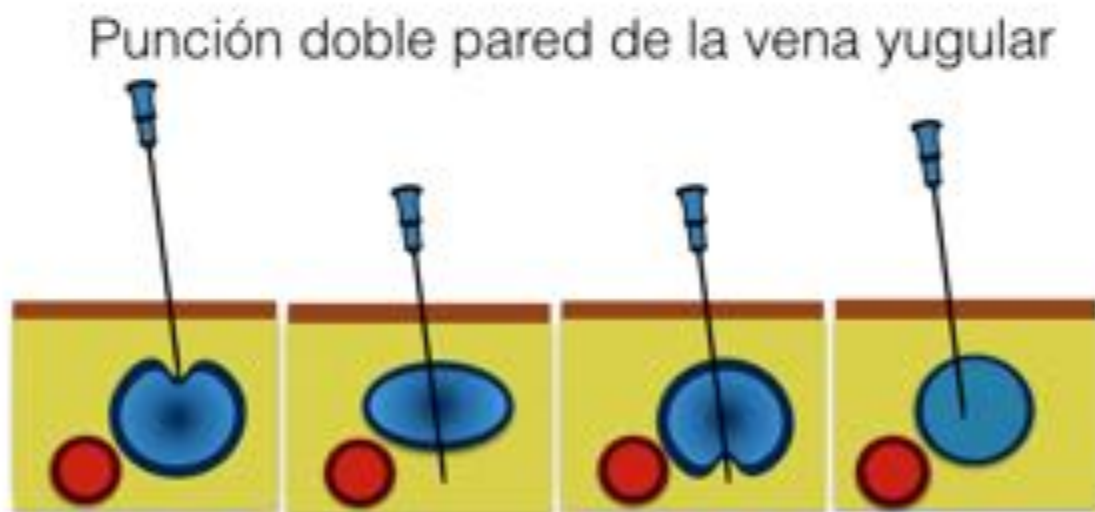
**Fig. 11:** Representación esquemática de la punción venosa guiada por ecografía "transversal o eje corto". A. Visión longitudinal con angulación de la aguja aproximadamente a unos 45° de la superficie de la piel y a unos 2 cm del transductor. B. Visión transversal, angulación de la aguja lateral entre 45°-75° de la piel.



**Fig. 12:** Representación esquemática e imagen ecográfica de la punción venosa guiada por ecografía modo "transversal o eje corto", visualizando arteria carótida común y vena yugular.



**Fig. 13:** Representación esquemática del control transversal ecográfico. A. punción venosa yugular con un ángulo pobre de punción. B. Tras la introducción de la guía se evidencia la retracción de la aguja tras el avance de la guía.



**Fig. 14:** Representación esquemática del procedimiento de punción venosa. Debido a la estructura histológica de la vena puede colapsarse y ser difícil dicha punción. Puede existir la posibilidad de colapso completo venoso con la incapacidad de la punción endoluminal o la punción completa atravesando ambas paredes.





**Fig. 15:** Recipiente plástico de 1500 ml



Fig. 16: Vendas de yeso



**Fig. 17:** Gelatina neutra sin sabor



**Fig. 18:** Termómetro. Agua a una temperatura aproximada de 40° C.



# MAIZEA

MAIZEA REGISTRADA

Harina  
fina de Maíz



**Fig. 19:** Harina fina de Maíz. (Maizena®)



**Fig. 20:** Colorante vegetal: azul, rojo y amarillo.



**Fig. 21:** Globos hinchables para globoflexia. Azul (venoso) y rojo (arterial). Contenedores de cristal con líquido teñido de azul y rojo para rellenar los globos con su color respectivo.





**Fig. 22:** Visión superior del recipiente plástico con el cartón recortado y agujeros en la parte anterior para la correcta sujeción de los globos con agua.



**Fig. 23:** Agregar la gelatina al agua removiendo cuidadosamente para formar una mezcla lo más homogénea posible.



**Fig. 24:** Imagen ecográfica del fantoma vascular. Control en eje corto.



**Fig. 25:** A las 24 horas de refrigeración, visión superior del recipiente plástico sin la tapa de cartón, evidenciando la correcta solidez de la gelatina.



**Fig. 26:** Fantoma vascular extraído del recipiente plástico.





**Fig. 27:** Reutilización del fantoma vascular. Baño María, se deja reposar la gelatina aproximadamente unos 45 minutos hasta que toda la gelatina quede derretida.

## **Conclusiones**

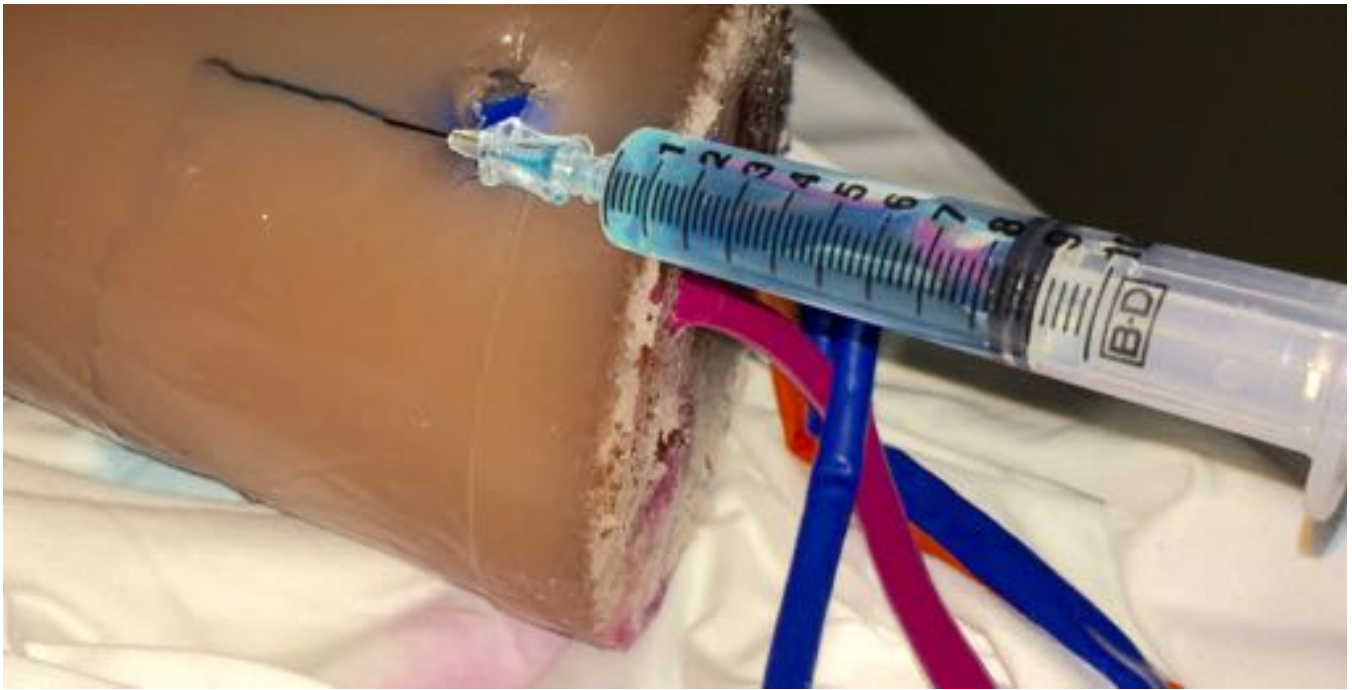
La utilización de un fantoma que simule las condiciones anatómicas de un paciente, es importante para el adiestramiento en la técnicas de punción vascular ecoguiada y así evitar la complicación derivadas de la misma.

Este fantoma ecográfico ha demostrado su utilidad para el manejo de la punción vascular guiada por ecografía, ya que A: tiene una ecoestructura similar al tejido normal, brindando la posibilidad de reconocer los artefactos de la imagen; B: permite la práctica con mano dominante y no dominante del operador; C: permite el adiestramiento de la punción vascular ecoguiada en el eje transversal "eje corto" y eje longitudinal "eje largo".

**Imágenes en esta sección:**



**Fig. 28:** Residente de Radiodiagnóstico (Diego Dotti) realizando un abordaje yugular ecográfico con el fantoma vascular.



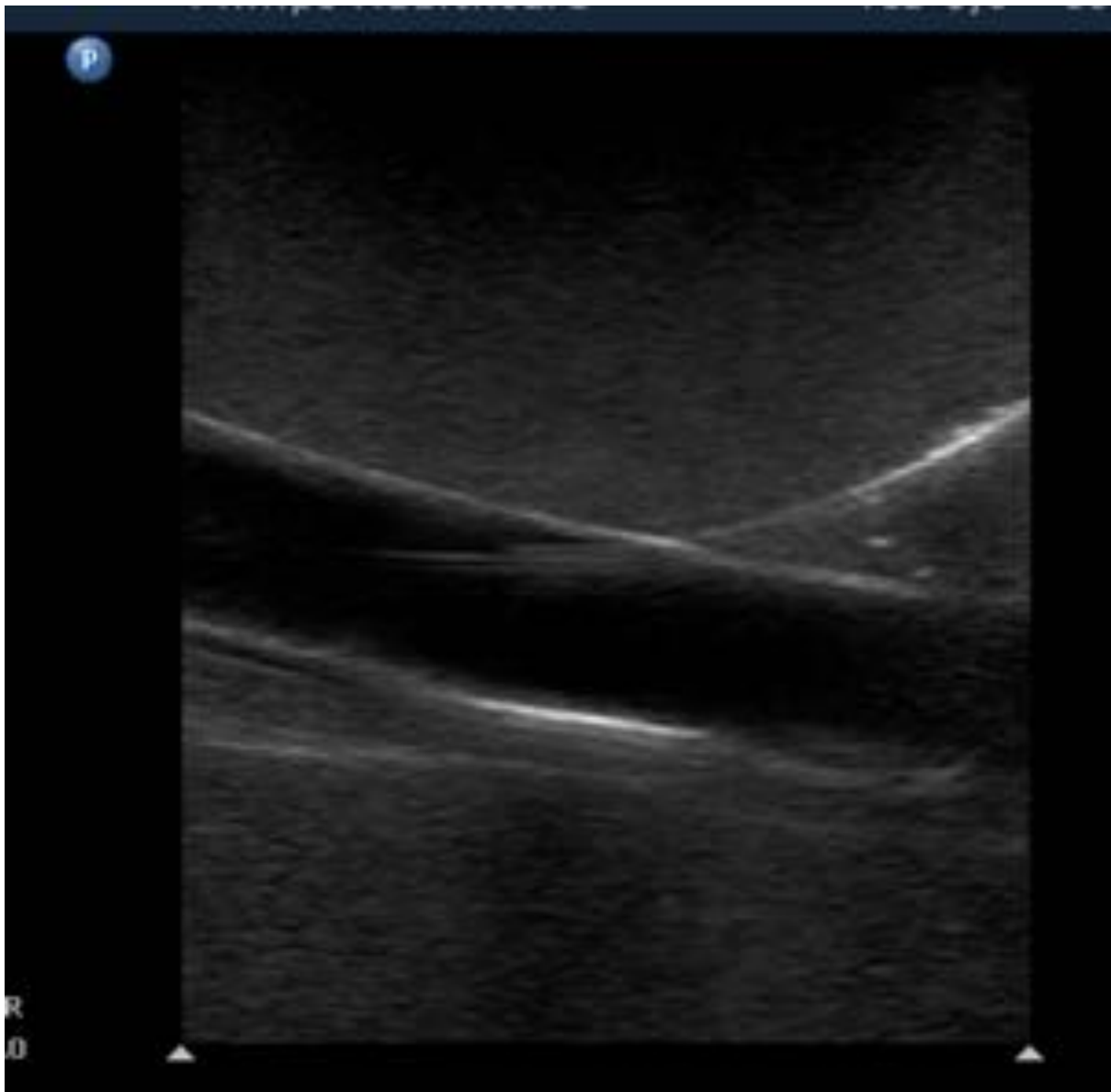
**Fig. 29:** Punción directa venosa con contenido azul en la jeringa.



**Fig. 30:** Punción fallida y acceso de arteria (contenido rojo en la jeringa) al intentar punción venosa.



**Fig. 31:** Imagen ecográfica del fantoma vascular "eje corto". Variante anatómica, yugular acabalgando sobre la carotida.



**Fig. 32:** Imagen ecográfica del fantoma vascular "eje largo, sagital". Guía teflonada de 0,035 pulgadas en el interior de "vaso" al realizar técnica de Seldinger.

### **Bibliografía / Referencias**

1. Kim MC, Kim KS, Choi YK, et al. An estimation of right- and left-sided central venous catheter insertion depth using measurement of surface landmarks along the course of central veins. *Anesth Analg.* 2011 Jun;112(6):1371-4. doi: 10.1213/ANE.0b013e31820902bf. Epub 2011 Jan 13. PubMed PMID: 21233490.
2. Bannon MP, Heller SF, Rivera M. Anatomic considerations for central venous cannulation. *Risk Manag Healthc Policy.* 2011;4:27-39. doi: 0.2147/RMHP.S10383. Epub 2011 Apr 13. PubMed PMID: 22312225; PubMed Central PMCID: PMC3270925.

3. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, et al. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Jan 9;1:CD006962. doi: 10.1002/14651858.CD006962.pub2. Review. PubMed PMID: 25575244.
4. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med*. 2003 Mar 20;348(12):1123-33. Review. PubMed PMID: 12646670.
5. Serafimidis K, Sakorafas GH, Konstantoudakis G, et al. Ultrasound-guided catheterization of the internal jugular vein in oncologic patients; comparison with the classical anatomic landmark technique: a prospective study. *Int J Surg*. 2009 Dec;7(6):526-8. doi: 10.1016/j.ijssu.2009.08.011. Epub 2009 Sep 12. PubMed PMID: 19751852.
6. Nolting L, Hunt P, Cook T, Douglas B. An Inexpensive and Easy Ultrasound Phantom: A Novel Use for SPAM. *J Ultrasound Med*. 2016 Mar 3. pii: 14.06023. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 26939600.
7. Schmidt GA, Maizel J, Slama M. Ultrasound-guided central venous access: what's new? *Intensive Care Med*. 2015 Apr;41(4):705-7. doi: 10.1007/s00134-014-3628-6. Epub 2015 Jan 8. Review. PubMed PMID: 25567384.
8. Hocking G, Hebard S, Mitchell CH. Review of the benefits and pitfalls of phantoms in ultrasound-guided regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2011; 36:162–170.
9. Shiels WE. Soft tissue foreign bodies: sonographic diagnosis and therapeutic management. *Ultrasound Clin* 2007; 2:669–681.
10. American College of Emergency Physicians. Emergency ultrasound guidelines. *Ann Emerg Med* 2009; 53:550–570.