



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá



Ultrasonografía clínica en **cuidado crítico y urgencias (POCUS)**



Educación **Continua**
Generamos experiencias educativas

Contenido

Videoclase 1. Accesos vasculares guiados por ultrasonido	3
1. Contexto y presentación	3
2. Objetivo	3
3. Evolución histórica de los accesos vasculares.....	3
4. Evidencia científica y beneficios del ultrasonido	4
5. Principios básicos y configuración técnica	4
6. Criterios de selección del vaso objetivo.....	5
7. Acceso venoso yugular interno	5
8. Consideraciones sobre el catéter subclavio y axilar	5
9. Acceso venoso femoral.....	6
10. Resumen comparativo de sitios anatómicos	6
11. Acceso arterial.....	6
12. Conclusiones.....	7
Videoclase 2. Técnica de accesos vasculares.....	7
1. Contexto y Presentación	7
2. Objetivo	7
3. Configuración del Equipo y Orientación.....	7
4. Diferenciación de vasos y evaluación doppler.....	8
5. Enfoques de canulación: eje corto, largo y oblicuo	8
6. Técnicas de inserción y maniobras de seguridad.....	9
7. Comprobación y optimización del diámetro venoso	9
8. Conclusiones técnicas	10
Videoclase 3. Complicaciones de accesos vasculares.....	10
1. Contexto y Presentación	10
2. Clasificación de complicaciones	10
3. Hallazgos ecográficos en complicaciones vasculares	11
4. Estadística y tasas de complicaciones	11

5. Riesgos mecánicos: la guía metálica.....	12
6. Maniobras de comprobación posprocedimiento	12
7. Conclusiones de seguridad	13

Guía de estudio

Videoclase 1. Accesos vasculares guiados por ultrasonido

1. Contexto y presentación

La canulación vascular de arterias y venas es una práctica extendida en todo el mundo, con una incidencia anual estimada de 27 millones de inserciones de catéteres venosos centrales a nivel global y entre 3 a 5 millones solo en Estados Unidos. El acceso vascular es parte de la práctica diaria y del manejo médico; sin embargo, según su dificultad, puede producir complicaciones en el 5 % de los accesos periféricos y hasta en el 19 % de los centrales. Esta técnica es fundamental para la administración de fluidos y fármacos endovenosos, la optimización de la monitorización invasiva en pacientes críticos y la realización de procedimientos percutáneos. Para ello, es imperativo utilizar técnicas seguras y fiables que incrementen la seguridad del paciente, ya que está demostrado que a mayor número de intentos, aumentan las complicaciones, el disconfort del paciente, el tiempo de monitorización y el retardo en el tratamiento.

2. Objetivo

Capacitar al profesional en el conocimiento de las técnicas de canulación de vasos de gran calibre mediante guía ecográfica, repasando la historia, la evidencia científica de seguridad y los criterios técnicos y anatómicos necesarios para optimizar las tasas de éxito y disminuir los riesgos asociados al procedimiento.

3. Evolución histórica de los accesos vasculares

La primera descripción de canulación de un vaso central data de 1733, cuando Stephen Hales experimentó en un caballo canulando la yugular interna para documentar la presión venosa central con pipetas de vidrio. En 1830 se describieron técnicas primitivas en la vena safena magna y braquial, aunque eran

dispendiosas y riesgosas. Hacia 1952, Aubaniac describió la canulación subclavia infraclavicular, y en 1958, la US Army Surgical Research Agency reportó la canulación femoral, advirtiendo sobre altas tasas de complicaciones isquémicas e infecciosas. En 1969, Joffa reportó el abordaje supraclavicular subclavio y, finalmente, en 1984, Legler y Nugent realizaron la primera descripción del uso de ultrasonido para la canulación de un vaso central.

4. Evidencia científica y beneficios del ultrasonido

Mientras que las técnicas de reparo anatómico consiguen tasas de éxito de entre el 65 y 95 %, el uso de la ecografía ofrece disponibilidad en tiempo real y utilidad en la evaluación de complicaciones tempranas. Metaanálisis de 2015 revelaron que en el acceso subclavio, la ecografía muestra una tendencia a menores complicaciones y, aunque en éxito por número de intentos hubo inicialmente un empate técnico con el reparo anatómico, estudios posteriores demostraron mayor claridad en la seguridad y el beneficio de equiparar los desenlaces incluso en operadores con distintos grados de experiencia. El ultrasonido disminuye la heterogeneidad de los resultados y afianza la seguridad del procedimiento.

5. Principios básicos y configuración técnica

La canulación requiere medidas de asepsia, antisepsia, analgesia o sedación. El equipo de ultrasonido debe contar con un transductor lineal de alta resolución y baja frecuencia, configurado con una profundidad adecuada para visualizar la relación entre la aguja y los vasos. Ajustar la ganancia es vital para evitar factores de confusión. Existen tres planos principales: el eje corto o transversal (fuera de plano), donde el eje es perpendicular al vaso permitiendo ver estructuras adyacentes; el eje largo o longitudinal (sobre plano), que muestra el trayecto total de la aguja en tiempo real; y el eje oblicuo, que es una mezcla intermedia de ambos.

La visualización puede ser directa (dinámica, viendo la aguja incidir en los tejidos) o indirecta (usando el ecógrafo solo como reparo anatómico previo). El eje corto es más fácil para principiantes, pero no muestra toda la trayectoria de la aguja; el eje largo ofrece una visión clara de la profundidad pero es técnicamente más complejo por requerir una alineación perfecta entre el transductor y la mano del operador.

6. Criterios de selección del vaso objetivo

Un vaso óptimo debe ser lo más superficial posible (distancia piel-vaso menor a 16 mm), estar permeable (sin trombos ni placas ateromatosas), carecer de válvulas en el trayecto de punción y poseer un diámetro adecuado: mayor a 7 mm para vasos centrales y mayor a 4 mm para venas periféricas. Se recomienda limitar a un máximo de dos intentos por operador antes de solicitar ayuda.

Para discriminar entre vasos, las venas presentan mayor calibre, paredes delgadas, válvulas y son colapsables con presión externa moderada (salvo en casos de hipertensión venosa). Las arterias son más pequeñas, redondeadas, de paredes gruesas, sin válvulas y presentan flujo Doppler pulsátil, aunque en condiciones de deshidratación o hipotensión este impulso puede transmitirse a las venas y generar confusión.

7. Acceso venoso yugular interno

Es un acceso rápido y seguro, siendo el vaso más accesible con ultrasonido. Es de preferencia en pacientes con coagulopatía o trombocitopenia por ser fácilmente compresible. También se prefiere en ventilación mecánica con parámetros altos para evitar el riesgo de neumotórax asociado a la ventana subclavia. Su trayecto recto hacia la aurícula derecha facilita la monitorización hemodinámica (PVC, saturación venosa) y la inserción de catéteres de alto flujo para hemodiálisis o catéteres de Swan-Ganz. Ecográficamente, se debe evaluar su relación con la arteria carótida (interna y externa), el músculo esternocleidomastoideo, la glándula tiroidea y el cartílago cricoides, identificando variantes de lateralidad para evitar punciones inadvertidas.

8. Consideraciones sobre el catéter subclavio y axilar

Se elige para accesos de larga duración (más de 7 días) por su menor tasa de infección y mayor comodidad para el paciente. Es la vena menos colapsable en hipovolemia, facilitando la punción sin variación respiratoria marcada. Al avanzar lateralmente por la clavícula, la vena axilar se visualiza medial a la arteria. Es fundamental usar Doppler color para diferenciar el flujo venoso de baja velocidad y no pulsátil (que se aleja del transductor en color azul) e identificar la línea pleural para prevenir el neumotórax. Se pueden usar abordajes fuera de plano (eje corto) o sobre plano (eje largo), siendo este último útil para confirmar la compresibilidad del vaso.

9. Acceso venoso femoral

Escenario ideal para situaciones críticas como paro cardiorrespiratorio o reanimación, ya que no confiere riesgo de neumotórax y es de fácil acceso sin movilizar al paciente (útil en trauma cervical). Permite un control compresivo sencillo en pacientes anticoagulados. Anatómicamente, en el triángulo femoral, la vena se localiza medial a la arteria femoral común justo debajo del ligamento inguinal. Existe un 50 % de probabilidad de que la vena se posicione anterior o posterior a la arteria. Se debe identificar la desembocadura de la vena safena mayor y la bifurcación de la arteria femoral en sus ramas superficial y profunda para asegurar una canulación exitosa.

10. Resumen comparativo de sitios anatómicos

- **Yugular interna:** excelente visualización, riesgo medio de infección, bajo riesgo de neumotórax, muy compresible, riesgo mediano de trombosis. Recomendada para urgencias.
- **Subclavia:** abordaje infraclavicular, riesgo de infección más bajo, riesgo medio-alto de neumotórax, difícil de comprimir, bajo riesgo de trombosis. Ideal para uso prolongado (más de 7 días).
- **Femoral:** muy accesible en paro, alto riesgo de infección y trombosis, riesgo nulo de neumotórax, muy fácil de comprimir. Recomendado en urgencia crítica pero no para uso prolongado.

11. Acceso arterial

Indicado para monitoreo continuo de presión, gasimetrías seriadas, arteriografías, angioplastias, soporte mecánico cardíaco y creación de fístulas. En extremidades superiores, se exploran las arterias braquial, radial y cubital. Es vital identificar los nervios acompañantes (flechas amarillas en ecografía) para evitar daños. La arteria radial distal suele estar flanqueada por dos venas. En extremidades inferiores, se evalúan la arteria femoral común (y su bifurcación), la tibial posterior y la arteria pedia. El uso de Doppler pulsado es fundamental para denotar la morfología típica del flujo arterial.

12. Conclusiones

El ultrasonido en accesos vasculares impacta positivamente en el éxito del procedimiento y la seguridad del paciente. El dominio de la anatomía ecográfica, el reconocimiento de variantes y el entrenamiento práctico permiten reducir el número de punciones y optimizar los recursos en el cuidado del paciente crítico. Tanto venas como arterias comparten principios de insonación que son la base para una práctica clínica de alta calidad.

Videoclase 2. Técnica de accesos vasculares

1. Contexto y Presentación

La canulación de vasos sanguíneos mediante ultrasonido es una evolución de la técnica de reparo anatómico que utiliza los mismos insumos básicos, pero añade el equipo de ultrasonido y la protección estéril para el transductor. El Dr. Jesús Jaimes, especialista en medicina interna y medicina crítica del Hospital Universitario San Ignacio, lidera este módulo enfocado en los principios de seguridad, antisepsia, asepsia y sedoanalgesia necesarios para el éxito del acceso vascular. El uso de esta tecnología requiere una configuración precisa del equipo (alta resolución y baja profundidad) y un conocimiento profundo de la anatomía vascular, sus variantes y las patologías que podrían obligar a cambiar el sitio de punción, como trombos, disecciones o fístulas.

2. Objetivo

Capacitar al operador en el manejo técnico del ecógrafo, el reconocimiento de estructuras vasculares mediante modos bidimensionales y Doppler, y la ejecución de las distintas técnicas de abordaje (eje corto, largo y oblicuo) para incrementar las tasas de éxito y disminuir el riesgo de complicaciones en la práctica clínica.

3. Configuración del Equipo y Orientación

Para una correcta visualización, es fundamental ajustar la profundidad y la ganancia, evitando factores de confusión durante la canulación. Cada sonda posee una referencia (lumínica o en relieve) que orienta la lateralidad en correlación con

la pantalla. La convención estándar dicta que el marcador del transductor corresponde al lado superior izquierdo de la pantalla (punto azul).

Es posible visualizar la vena yugular interna en eje corto moviendo el marcador de posición medial a lateral, o rotar el transductor 90° para obtener el eje largo en dirección cefálica o caudal. Un aspecto logístico clave es ubicar el ecógrafo frente al sitio de punción para mantener una orientación recta con el vector de canulación. Antes de iniciar, se debe realizar una evaluación previa de la anatomía, descartar contraindicaciones y comprobar la permeabilidad mediante métodos Doppler.

4. Diferenciación de vasos y evaluación doppler

La selección del sitio de punción depende del contexto clínico, la indicación del acceso, la experiencia del operador (máximo dos intentos recomendados) y la facilidad anatómica. En condiciones normales, las venas tienen paredes delgadas, mayor calibre y baja presión intraluminal, lo que las hace fácilmente compresibles mediante presión externa con el transductor. Las arterias tienen menor diámetro, paredes más gruesas y una configuración frecuentemente circunferencial debido a su mayor tono intraluminal.

El Doppler color es esencial para la diferenciación: las venas muestran un flujo continuo de baja velocidad, mientras que las arterias presentan un flujo pulsátil e intermitente con predominio sistólico. La convención de colores indica que el flujo azul se aleja del transductor y el rojo se aproxima. Mediante Doppler pulsado, la vena yugular interna revela una traza multifásica con flujo sistólico, diastólico y un pequeño componente retrógrado por la contracción auricular; por su parte, la arteria carótida muestra un flujo pulsátil dirigido hacia el transductor con claro predominio sistólico.

5. Enfoques de canulación: eje corto, largo y oblicuo

Existen tres vistas principales para el abordaje vascular. El **eje corto (transversal o fuera de plano)** corta el vaso perpendicularmente. Su principal limitación es que no permite visualizar continuamente la punta de la aguja a menos que se use la técnica de posicionamiento dinámico, desplazando el transductor conforme la aguja avanza. Cuando la punta de la aguja se visualiza centrada en el lumen

vascular, se conoce como el signo del "ojo de buey". Es una técnica rápida y sencilla para operadores nuevos, pero conlleva un mayor riesgo de perforar la pared posterior si no se sigue la punta con precisión.

El **eje largo (longitudinal o sobre plano)** corta el vaso en toda su extensión paralela. Permite una visualización clara y continua de la aguja y su trayectoria, evitando atravesar la pared posterior. Sin embargo, es técnicamente más complejo debido al ancho limitado de los transductores, lo que dificulta mantener la alineación exacta entre el plano de la imagen y el eje del vaso. El **enfoque oblicuo** es una opción intermedia que combina las ventajas de ambos, mostrando el trayecto de la aguja y las estructuras adyacentes en la misma imagen, aunque es una técnica menos estandarizada. Adicionalmente, la imagen biplanar permite vistas ortogonales (corto y largo) simultáneas en tiempo real sin mover el transductor.

6. Técnicas de inserción y maniobras de seguridad

Un componente crítico es la visualización del cuerpo de la aguja, que se logra mejor en eje largo cuando el haz ecográfico está en ángulo ortogonal (cercano a 90°). La punta aparece como dos líneas paralelas, fenómeno llamado "signo del doble extremo" o *double tip*. Algunos equipos cuentan con software de mejora para visualizar la aguja con mayor claridad cerca de la pared del vaso.

Se describen dos variantes principales de la técnica de Seldinger:

- **Clásica:** se introduce una aguja biselada, se confirma retorno, se inserta una guía metálica, se retira la aguja y se avanza el catéter sobre la guía.
- **Modificada:** se introduce un catéter directamente sobre la aguja. En ambas se puede usar un dilatador sobre la guía para facilitar el paso de cánulas de mayor calibre. También existe la punción sin jeringa para omitir el paso de aspiración, aunque sin evidencia fuerte de superioridad. Para el acceso subclavio, se recomienda la técnica de "evitación pleural" con trayectoria costal, dirigiendo la aguja hacia el vaso en el punto donde pasa sobre la segunda costilla, usando el hueso como barrera protectora.

7. Comprobación y optimización del diámetro venoso

Tras la canulación y obtención de retorno, se debe identificar la guía metálica en posición intravascular. En eje corto, la guía se ve como un punto hiperecogénico

con artefacto de reverberación; en eje largo, se observa entrando desde el tejido subcutáneo hacia el lumen. Es vital comprobar que la guía no se haya desviado hacia la yugular si se busca un acceso subclavio hacia el tronco braquiocefálico. Tras retirar la guía y colocar el catéter, se puede realizar el *bubble test* (test de burbujas), instilando cristaloiide agitado para observar el flujo turbulento hiperecoico en la aurícula y ventrículo derechos.

Para optimizar el procedimiento, se pueden realizar maniobras posturales: la posición de Trendelenburg o la compresión hepática aumentan el diámetro de las yugulares y reducen el riesgo de embolia aérea. La maniobra de Valsalva es útil en pacientes conscientes para aumentar el calibre venoso. Por el contrario, el Trendelenburg invertido favorece el llenado de las venas femorales.

8. Conclusiones técnicas

El éxito en los accesos vasculares ecoguiados depende de una configuración adecuada del equipo (foco, tono, ganancia y profundidad) y de un entrenamiento repetido en técnicas directas e indirectas. El ultrasonido no solo incrementa la tasa de éxito, sino que es la herramienta primordial para la detección temprana de complicaciones, garantizando una atención segura y eficiente en el entorno hospitalario.

Videoclase 3. Complicaciones de accesos vasculares

1. Contexto y Presentación

Los accesos vasculares, como cualquier procedimiento médico, no están exentos de riesgos. Sin embargo, la evidencia internacional y las comunidades científicas recomiendan e incorporan de forma progresiva el uso del ultrasonido en la práctica diaria. El Dr. Jesús Jaimes Bermón destaca que la ecografía no solo mejora la seguridad durante la canalización de venas y arterias centrales, sino que es una herramienta fundamental para la evaluación temprana y el tratamiento oportuno de potenciales complicaciones.

2. Clasificación de complicaciones

Las complicaciones asociadas al acceso vascular se categorizan según su naturaleza: infecciosas, hemorrágicas, trombóticas, mecánicas y vasculares. La severidad de las consecuencias depende del tiempo de instauración y la rapidez en su detección. Entre las principales se encuentran:

- **Pleurales y torácicas:** neumotórax, hemotórax, quilotórax y mediastinitis.
- **Vasculares específicas:** disecciones arteriales, fístulas arteriovenosas, pseudoneurismas, trombosis venosa o arterial y venoespasmos.
- **Locales:** hematomas, seromas, abscesos, linfocelos y celulitis.
- **Sistémicas:** sangrados masivos con requerimiento de transfusión, embolización, síndromes compartimentales e infecciones del torrente sanguíneo.

3. Hallazgos ecográficos en complicaciones vasculares

El uso de los modos Doppler (color y pulsado) permite identificar patologías postpunción con precisión. Por ejemplo, la formación de una **fístula arteriovenosa** se manifiesta en el Doppler color como una mezcla de hiperintensidades que denotan un flujo bidireccional, lo cual se confirma en el Doppler pulsado con un patrón pulsátil y bidireccional característico.

En el caso de los **pseudoneurismas**, la ecografía muestra una cámara con morfología de flujo específica tanto en color como en espectro pulsado. Otras complicaciones visibles incluyen la **disección arterial** (identificable por un colgajo o *flap* intraluminal móvil), hematomas que rodean el vaso comprimiendo estructuras adyacentes (como el nervio femoral) y la presencia de material hiperecoico filiforme relacionado con trombos intraluminales o daños en la pared endotelial.

4. Estadística y tasas de complicaciones

Globalmente, las tasas de complicaciones son relativamente bajas, pero varían según el sitio de punción y la dificultad técnica:

- **Neumotórax:** 0-1 % en yugular interna vs. 2-3 % en subclavia.
- **Hemotórax:** Hasta 0.5 % en yugular vs. 1 % en subclavia.
- **Punción Arterial Inadvertida:** 5-10 % en yugular, 3-5 % en subclavia y hasta 5-15 % en femoral.

- **Intentos Fallidos:** Pueden llegar hasta el 40 % en el acceso femoral debido a la complejidad técnica, mientras que en subclavia oscilan entre el 5-15 %.

Impacto del ultrasonido: Los metaanálisis demuestran que el uso de ecografía en el acceso subclavio **reduce las punciones arteriales en un 80 %**. Asimismo, el riesgo de hematomas disminuye drásticamente de 7 por cada 100 catéteres (con técnica ciega) a solo 1 por cada 100 con guía ecográfica. Esta reducción es clínicamente relevante, ya que evita la compresión de la vía aérea y la distorsión de la anatomía para futuros accesos.

5. Riesgos mecánicos: la guía metálica

Una de las complicaciones más críticas es la **retención, fragmentación o migración de la guía metálica**. Si la guía se desplaza intravascularmente, puede alojarse en el corazón o las arterias pulmonares, provocando:

1. Perforación de cavidades cardiacas (derechas o izquierdas).
2. Fenómenos arritmogénicos e infecciones tardías.
3. Formación de trombos y riesgo de embolización cerebral.

Para prevenir esto, el operador debe mantener el control manual de la guía en todo momento, verificar su integridad al retirarla y asegurar que el paso por el dilatador sea fluido y sin resistencia. Ante cualquier obstrucción táctil o pérdida de visualización intravascular de la guía, se debe suspender el procedimiento, solicitar apoyo de cirugía vascular y brindar soporte hemodinámico si ocurren arritmias o choque.

6. Maniobras de comprobación posprocedimiento

Tras la inserción, es fundamental confirmar la posición del dispositivo. Además de la visualización ecográfica de la guía y el catéter en el tronco braquiocefálico o la vena cava, se puede realizar el **test de burbujas (bubble test)**. Esta maniobra consiste en instilar cristaloides agitados para observar el flujo turbulento hiperecoico en la aurícula y el ventrículo derecho, asegurando que el flujo se dirige a la cavidad cardiaca correspondiente.

7. Conclusiones de seguridad

Los riesgos son inherentes a cualquier procedimiento de acceso vascular y dependen del sitio elegido y la condición clínica del paciente (hidratación, obesidad, etc.). Sin embargo, el entrenamiento adecuado en ultrasonido permite:

- **Mejorar las tasas de éxito** mediante la visualización directa.
- **Detectar complicaciones tempranas** (como hematomas o disecciones) antes de que sean clínicamente catastróficas.
- **Guiar la toma de decisiones** inmediata para el manejo de complicaciones mecánicas o vasculares.

La disponibilidad tecnológica y la experiencia del operador son, en última instancia, los factores determinantes para garantizar la seguridad del paciente.