



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN

“SALVADOR ZUBIRÁN”

**“ULTRASONIDO Y ANESTESIA: LA EXPERIENCIA
INICIAL EN EL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS
MÉDICAS Y NUTRICIÓN SALVADOR ZUBIRÁN”**

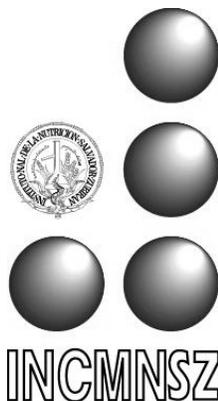
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA

PRESENTA:

DRA. SOFÍA PAOLA MARROQUÍN SÁNCHEZ



ASESORA:

DRA. GLORIA MERCEDES CARDONA SALGADO

MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y
NUTRICIÓN “SALVADOR ZUBIRÁN”

“ULTRASONIDO Y ANESTESIA:
LA EXPERIENCIA INICIAL EN EL
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS
MÉDICAS Y NUTRICIÓN
SALVADOR ZUBIRÁN”

**TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TÍTULO
DE ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA
PRESENTA**



DRA. SOFÍA PAOLA MARROQUÍN SÁNCHEZ

ASESORA: DRA. GLORIA MERCEDES CARDONA SALGADO

Agradecimientos

*Agradezco a Dios por los padres que me ha dado y a mis padres por la vida,
el amor, la educación y principios.*

Gracias a mis hermanas Celina y Ana Rosa por el cuidado y apoyo invaluable.

Gracias a Irene por el cariño y ayuda incalculables a lo largo de esta jornada.

Gracias al Dr. Jáuregui, maestro, amigo y confidente; un gran pilar en mi carrera.

Gracias a Gloria por la paciencia, soporte, impulso y cariño.

Gracias a cada una de las personas que me quieren, sin ustedes mi vida carecería de sentido.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| I.- ANTECEDENTE Y MARCO Y TEORICO | 1 |
| 1.- Conceptos básicos | 1 |
| 1.1.- Tipos de ultrasonido | 5 |
| 1.2.- Tipos de transductores o sondas | 5 |
| 1-3.- Consideraciones técnicas | 6 |
| 2.- Accesos venosos guiados por ultrasonido | 7 |
| 2.1.- Colocación de catéter venoso central | 7 |
| 2.2.- Evidencia | 10 |
| 2.3.- Utilidad del ultrasonido como guía de accesos vasculares en pacientes de alto riesgo. | 11 |
| 2.4.- Técnicas de escaneo, punción y colocación de accesos venosos centrales guiados por ultrasonido | 13 |
| 3.- Canulación arterial guiada por ultrasonido | 18 |
| 3.1.- Técnica de canulación arterial..... | 19 |
| 3.2.- Evidencia..... | 21 |
| 4.- Bloqueo de nervios periféricos guiados por ultrasonido | 22 |
| 4.1.- Ventajas | 22 |
| 4.2.- Desventajas | 23 |
| 4.3.- Evidencia | 24 |
| 5.- Bloqueo de eje neuroaxial y punción lumbar guiada por ultrasonido..... | 26 |

| | |
|---|----|
| II.- INTRODUCCION..... | 31 |
| III.- JUSTIFICACION..... | 32 |
| IV.- OBJETIVO GENERAL | 32 |
| V.- OBJETIVO ESPECÍFICO | 32 |
| VI.- METODOLOGIA | 33 |
| VII.- OPERACIONALIZACION CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES..... | 34 |
| VIII.- ANALISIS Y RESULTADO | 36 |
| IX.- CONCLUSION..... | 40 |
| X.- BIBLIOGRAFIA..... | 41 |
| XI.- ANEXO | 43 |

I. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

La practicidad y accesibilidad de los nuevos ultrasonidos de alta definición ha aumentado el interés por su uso como guía para procedimientos intervencionistas. El ultrasonido ofrece varias ventajas como altas tasas de éxito, mayor seguridad y menor tiempo invertido en la realización del procedimiento.

Se describirán algunos de los conceptos básicos de la física aplicada al ultrasonido para entender su funcionamiento y obtener las mejores imágenes posibles.

1. Conceptos básicos de la ultrasonografía (ecografía)

El fundamento de la aplicación del *ULTRASONIDO* en el diagnóstico es la *detección y representación* de la energía acústica reflejada desde distintas interfases corporales.

Para poder entender el mecanismo del ultrasonido es necesario conocer algunos principios, definiciones y conceptos:

El *SONIDO* es el resultado del recorrido de la *energía mecánica* a través de la *materia* en forma de una *onda* que produce alternativamente los fenómenos de compresión y rarefacción (sin desplazamiento).

En términos generales:

Zona de compresión: Lugar donde chocan las partículas

Zona de rarefacción: Lugar en donde se separan las partículas

El *RANGO DE FRECUENCIA DE SONIDO AUDIBLE* va de 15 a 20 kHz.

ULTRASONIDO se define como todo aquel sonido con una frecuencia >20 kHz; el rango de frecuencia que ocupa el aparato de ultrasonido para imágenes médicas es entre 500 y 1000 veces mayor que el sonido audible, y va de 3 a 5 MHz.

La *FRECUENCIA* es el número de ciclos completos por la unidad de tiempo. La unidad de frecuencia acústica es el Hz en donde 1 Hz=1 ciclo por segundo.

TRANSDUCTOR es todo objeto que tiene la capacidad de transformar un tipo de energía en otro.

Transductor de Ultrasonido: E. Eléctrica → E. Mecánica (Sonido)
E. Mecánica (Sonido) → E. Eléctrica

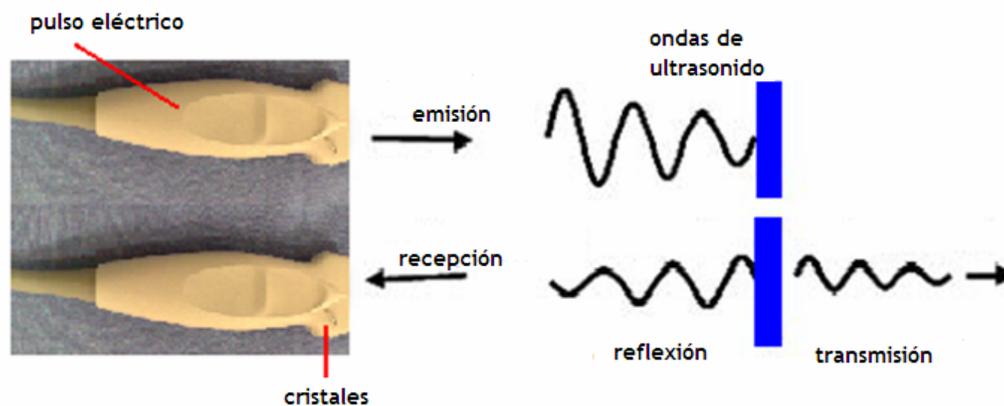


Fig.1 Características y funciones del transductor

El aparato de ultrasonido (por medio del transductor o sonda) envía pulsos de energía al interior del organismo que se propagan a través de los tejidos.

Estos pulsos de ultrasonido se generan aplicando voltaje de energía eléctrica a los cristales piezoeléctricos (Transductor). La estimulación eléctrica causa distorsión mecánica de esos cristales, que produce una vibración y ondas sonoras (Energía Mecánica) dirigidas a los tejidos.

El *ECO* (imagen) se produce por el regreso de las ondas de sonido que son reflejadas al transductor desde los diferentes tejidos (interfases) que deforman los cristales y producen un pulso eléctrico, que posteriormente será captado por el aparato para ser traducido en forma de imagen en el monitor.

La *INTERFASE* es la separación entre 2 medios o tejidos (medio reflector). Estos medios tienen diferentes *IMPEDANCIAS ACÚSTICAS* (resistencia que ofrece la materia al paso del sonido).

A mayor impedancia → mayor reflexión acústica → mayor ecogenicidad o refringencia.

Por consenso se llama *ANECOICO* a lo que no refleja (negro) y a un fuerte reflejo (Blanco), se llama *HIPERECOICO*.

La amplitud del *ECO* a varias profundidades es visualmente reproducida en una escala de grises.

La *VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN* de la onda al atravesar los tejidos, varía enormemente y depende de las propiedades físicas de ellos, ya que ejercen diferentes resistencias. En otras palabras, estas resistencias hacen que el sonido sea reflejado a diferentes velocidades, que se convierten en diferentes tonos de grises en el monitor. En la tabla 1 se muestra la velocidad de transmisión de los diferentes tejidos del cuerpo.

| MEDIO | ECOGENICIDAD/COLOR | VELOCIDAD DEL ULTRASONIDO (m/s) |
|-----------------|--------------------|---------------------------------|
| AIRE | ANECOICO/NEGRO | 300 |
| PULMON | ANECOICO/NEGRO | 400 |
| CEREBRO | HIPOECOICO/GRIS | 1520 |
| TEJIDOS BLANDOS | HIPOECOICO/GRIS | 1480-1580 |
| HUESO | HIPERECOICO/BLANCO | 4000 |

Tabla 1. Velocidad de transmisión y ecogenicidad.

Al enviar un impulso de ultrasonido a un tejido y poder medir el tiempo en que tarda en regresar el eco, resulta posible calcular la profundidad de la interfase que generó el eco, cuando se conoce la velocidad de transmisión del sonido en dicho tejido.

El concepto de *ATENUACIÓN ACÚSTICA* se refiere a que conforme viaja el sonido en la materia, éste se gasta, y esto depende de la frecuencia con la que es enviado el impulso.

La *SOMBRA ACÚSTICA* se origina cuando el ultrasonido es reflejado casi en su totalidad al chocar con una interfase que ofrece una gran resistencia a su paso, con una velocidad de transmisión muy grande. El mejor ejemplo es el hueso, al ser muy mal transmisor del sonido, éste se refleja en su totalidad, siendo incapaz de llegar a tejidos o estructuras que se encuentren por detrás de él, y en la pantalla sólo se puede ver una gran sombra por debajo de la estructura brillante.

RESOLUCIÓN es la capacidad para distinguir 2 puntos como entidades separadas. Determina el grado de claridad de la imagen.

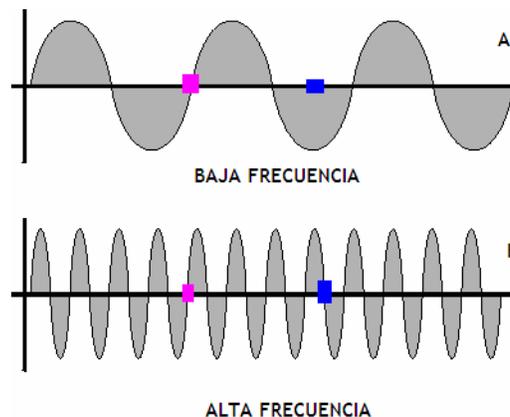


Fig. 2. A) Onda de baja frecuencia que no es capaz de distinguir los 2 puntos, el resultado es una baja resolución. B) Onda de alta frecuencia que atraviesa los 2 puntos y los distingue como entidades diferentes, el resultado es alta resolución.

PENETRACIÓN es la capacidad del haz sónico de llegar a zonas profundas. A mayor frecuencia mayor resolución pero menor penetración

1.1 TIPOS DE ULTRASONIDOS

La mayoría de las máquinas de ultrasonido tienen los siguientes componentes en común:

1. Pulsor (Transmisor)
2. Transductor: convierte la energía eléctrica en pulsos acústicos y viceversa
3. Receptor: detecta, comprime y amplifica las señales que regresan al transductor
4. Display (Pantalla) que muestra las señales brillantes del modo B, el movimiento del modo M y la amplitud del modo A.
5. Memoria (imagenes y video)

1.2 TIPOS DE TRANSDUCTORES O SONDAS

1. Lineales: Proporcionan un formato de imagen rectangular

- Se usan para el estudio de estructuras más superficiales como: Músculos, tendones, mama, tiroides, escroto, vasos superficiales, etc.
- Al usarse para la exploración de estructuras más superficiales las frecuencias de trabajo suelen ser entre 7.5 y 13 MHz, aunque existen hasta 20 MHz.

2. Sectoriales: Proporcionan un formato de imagen triangular o en abanico con una base de inicio de la emisión de los ecos mínima.

- Se usan en la exploración cardiaca y abdominal ya que permiten tener un abordaje intercostal.
- Al usarse para la exploración de estructuras más profundas su frecuencia de trabajo suele ser entre 3.5 y 5 MHz

3. Convexas: Tienen una forma curva y proporcionan un formato de imagen de trapecio.

- Se usan en la exploración abdominal general y obstétrica.
- Las frecuencias de trabajo son las mismas que en las sondas sectoriales

4. Intracavitarias: Pueden ser lineales y/o convexas.

- Se usan para exploraciones intra-rectales e intra-vaginales.
- Las frecuencias de trabajo suelen ser entre 5 y 7.5 MHz.

1.3 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

- La Modalidad en escala de grises y tiempo real es el Modo B
- Para visualizar tejidos superficiales debe usarse frecuencia alta (≥ 7.5 MHz). Una frecuencia de 10 a 15 MHz se limita a 2-3cm por abajo de la piel.
- Para tejidos profundos debe usarse una frecuencia baja ($< 7 \rightarrow 3.5$)
- El Doppler color se puede utilizar para confirmar la presencia y dirección del flujo en los vasos. Es importante aclarar que el color rojo significa que el flujo se acerca al transductor y el color azul que el flujo se aleja de éste; no es la distinción entre vena y arteria.

2. ACCESOS VENOSOS GUIADOS POR ULTRASONIDO

2.1 COLOCACIÓN DE CATÉTER VENOSO CENTRAL

2.1.1 INDICACIONES

El cateterismo venoso central es uno de los procedimientos invasivos realizados con mayor frecuencia en nuestro medio; las indicaciones incluyen:

- Monitoreo hemodinámico
- Grandes recambios hídricos
- Falta de accesos periféricos
- Incapacidad de obtener nuevos accesos
- Nutrición parenteral
- Soluciones hiperosmolares o irritantes
- Infusiones continuas de medicamentos que se deben colocar por vías centrales
- Hemodiálisis
- Colocación de marcapasos transvenoso
- Corto-circuitos sistémicos trans-yugulares (TIPS).

2.1.2 CONTRAINDICACIONES

Generales para accesos vasculares centrales:

- Alteraciones anatómicas (cirugía o lesión vascular en el sitio de inserción, historia de radiación, etc.)
- Infección en el sitio de punción.
- **Presencia de anticoagulación o alteraciones de la hemostasia.**
- Negativa del paciente o falta de cooperación.
- Trombólisis resiente o probable.
- Obesidad Mórbida

Contraindicaciones para el acceso supra/infraclavicular:

- Deformidad torácica, de cuello u hombro.
- EPOC/Bulas enfisematosas/incapacidad para tolerar neumotórax
- **Coagulopatía (accesos menos compresibles que vía yugular)**
- Trauma de clavícula, cuello, costillas superiores o vasos.

2.1.3 COMPLICACIONES

Existen reportes de índices de complicaciones desde 29 hasta 40%, de las cuales las más comunes, dependiendo del lugar de acceso, son:

- Punción arterial
- Hematoma de cuello
- Hematoma de mediastino
- Hemotórax
- Neumotórax
- Daño al ganglio cervicotorácico
- Daño al nervio frénico
- Multi-punción
- Punción fallida
- Arritmias
- Perforación del vaso/desgarro de la íntima, disección venosa

McGee y Gould encontraron un índice de punción arterial accidental, durante la punción de la vena yugular interna del 6.3-9.4%, Hematoma del 0.1-2.2%, Neumotórax (raro) de 0.1-0.2%, a diferencia de la punción subclavia en el que la incidencia de neumotórax y hemotórax fue de 1.5-3.1% y 0.4-0.6%, respectivamente. Punción de la arteria subclavia 3.1-4.9% [1].

Una publicación más reciente de Eisen et al., reportó complicaciones mecánicas en el 14% de los casos (excluyendo los intentos fallidos), en 385 pacientes críticos [2].

Otros autores han reportado la incidencia de complicaciones relacionada al sitio de punción tanto en adultos como en niños. En adultos, el porcentaje global de complicaciones es de 0-32.5%, 0.5-12% y 1.4-37% para vena yugular interna, vena subclavia y vena femoral respectivamente. El neumotórax y hemotórax se presentan con mayor frecuencia en el acceso a la vena subclavia (1.5-2.8% y 0.5% respectivamente). La punción arterial es más frecuente en el acceso femoral, seguido del acceso a la VYI [3].

Tomando en cuenta lo anterior, en septiembre de 2002, el “National Institute for Clinical Excellence” (NICE), publicó en el **Technology Appraisal No. 49** las Guías para el uso del ultrasonido para la colocación de catéteres centrales basadas en una revisión sistemática [4]:

1. El uso de Ultrasonido 2-D se recomienda como guía para la colocación **electiva** de catéteres venosos centrales (CVC) en la vena yugular interna (VYI) en adultos y niños.
2. El uso de Ultrasonido 2-D como guía para la colocación de catéteres venosos centrales (CVC) debe ser considerado en la mayoría de las circunstancias clínicas: electivas y de urgencia.
3. Es recomendado que todos los que están relacionados en la colocación de CVC usando el Ultrasonido 2-D como guía, reciban entrenamiento apropiado para lograr competencia.
4. El Ultrasonido Audio Doppler no se recomienda como guía para la colocación de CVC.

2.2 EVIDENCIA

La guía con ultrasonido puede disminuir la incidencia de complicaciones en la canulación de la vena yugular interna y mejora la tasa de éxito. Bansal R. y cols. realizaron un estudio prospectivo, aleatorizado y controlado con un total de 60 pacientes que requerían de un catéter doble lumen para hemodiálisis. Se dividieron en dos grupos: (A) n=30 técnica a ciegas, (B) n=30 técnica guiada por ultrasonido. Ellos encontraron que la tasa de éxito al primer intento fue de 56.7% en el grupo A comparado con 86.7% en el grupo B. La incidencia de efectos adversos fue significativamente mayor en el procedimiento a ciegas $p=0.020$, con lo que concluyen que la inserción de un catéter en la vena yugular interna es más seguro y exitoso cuando se guía por ultrasonido [5].

Como este, se han realizado diferentes estudios que aceptan el uso del ultrasonido como herramienta útil y segura para ese objetivo.

En 2003, Hind D. y cols [6] realizaron un meta-análisis en el que identificaron 27 estudios, de los cuales incluyeron 18 estudios prospectivos, aleatorizados y controlados, que sumaron un total de 1646 pacientes programados para colocación de catéter venoso central. Diez estudios compararon la técnica de cateterización guiada por ultrasonido 2-D con la técnica de marcas anatómicas; seis compararon la técnica de cateterización guiada por ultrasonido Doppler con la técnica de marcas anatómicas; un estudio comparó la técnica de cateterización guiada por ultrasonido 2-D con la técnica a ciegas previo escaneo por ultrasonido 2-D; un estudio a tres manos, comparó la técnica de cateterización guiada por ultrasonido 2-D con la técnica de punción a ciegas previo escaneo con ultrasonido Doppler. Este estudio obtuvo como resultados:

- La técnica de cateterización de la vena yugular interna guiada por ultrasonido 2D fue más efectiva que la técnica por marcas anatómicas en adultos.

- Se observó una reducción del riesgo relativo: 86% en la colocación fallida, 57% en las complicaciones de la colocación y 41% en la falla al primer intento ($p < 0.05$).
- Se requirieron un menor número de intentos y menor tiempo para la realización del procedimiento.
- Hay menor evidencia respecto a la cateterización guiada por ultrasonido de la vena subclavia y femoral, pero se calculó una reducción del riesgo relativo en la colocación fallida de 86% en la vena subclavia y 71% en la vena femoral.

2.3 UTILIDAD DEL ULTRASONIDO COMO GUÍA PARA ACCESOS VASCULARES EN PACIENTES DE ALTO RIESGO

Como ya se ha mencionado, la falla en la colocación de un CVC por marcas anatómicas tiene una alta incidencia, que se reporta desde 9.9 hasta 39% dependiendo de la zona (yugular, subclavio, femoral, etc.). Se ha comprobado que existen variaciones anatómicas importantes de posición de la vena yugular interna con respecto a la arteria carótida común, siendo lo normal encontrarla lateral o antero-latero hasta en un 92% de los pacientes, llegando a estar superpuesta hasta en un 75%, y completamente medial hasta en 5.5% de los casos [3]

Por otro lado, existe la posibilidad de oclusión total o parcial del vaso por trombosis, que condiciona a una “punción seca” o falla en el intento, aumentando el riesgo de complicaciones al seguir intentando canalizarla sin saber el porqué del fracaso.

Foraguer y Glockner reportaron una incidencia de 18% de oclusión total de la vena yugular interna en 100 pacientes a quienes se les colocaría catéter para hemodiálisis en la VVI guiado por ultrasonido. En los resultados se encontró: oclusión total ($n=18$), trombos no oclusivos ($n=11$), estenosis ($n=5$) y variación

anatómica (n=1). Tres cuartos de los pacientes requirieron cambio del acceso planeado. Ellos concluyen que es de gran importancia el uso del USG como guía para la planeación y colocación de accesos centrales [7].

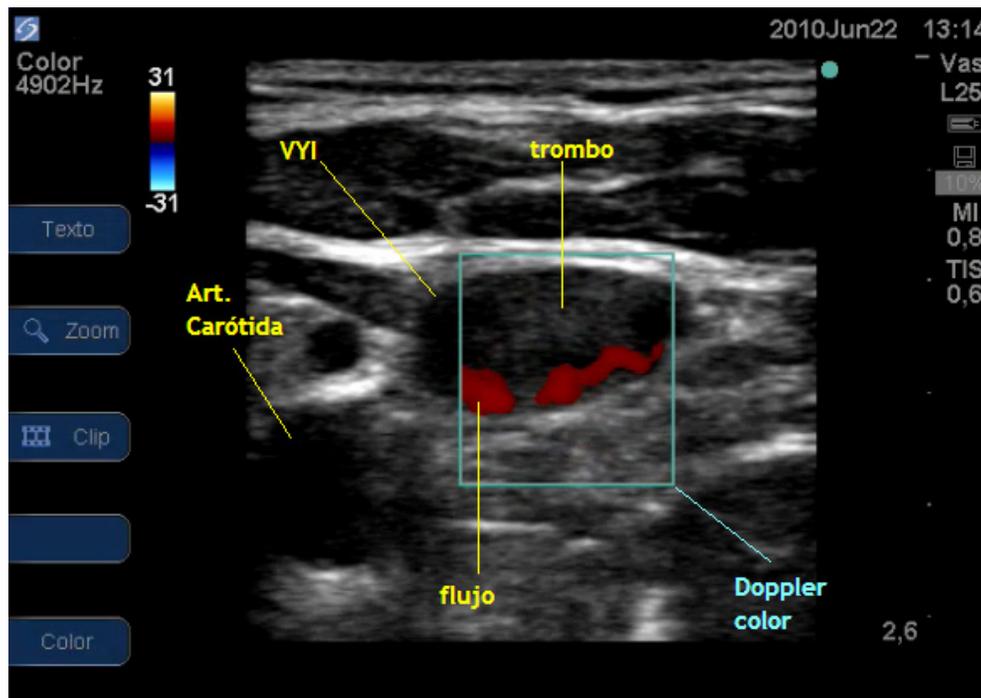


Fig.3 Uso de la función Doppler color para verificar el flujo en la vena yugular interna. Se observa la presencia de un trombo ocupando la luz vascular y en rojo el flujo que se dirige hacia el transductor.

Otras situaciones especiales se presentan en pacientes con padecimientos oncológicos, anticoagulados o con trastornos de la coagulación, obesidad mórbida, pacientes con EPOC, etc.

En febrero de 2008, Fahri T. y cols.[8] publicaron un estudio prospectivo observacional en el que evaluaron la tasa de éxito y complicaciones inmediatas de la colocación de catéteres venosos centrales guiados por ultrasonido en una población homogénea de 119 pacientes con desórdenes en la homeostasia, en un periodo de 4 años. De los 133 catéteres colocados a los 119 pacientes, 129 fueron en la VVI, 2 en la vena subclavia y 2 en la vena femoral. Los resultados obtenidos

fueron: 100% de éxito; 119 inserciones (89.5%) fueron a una sola pared del vaso; 14 fueron inserciones a las 2 paredes de los vasos; 8 produjeron complicaciones menores (pequeño hematoma).

Ellos concluyen que el uso de ultrasonido como guía en la inserción de CVC en pacientes con alteración de la coagulación es un método seguro y completamente efectivo, y sugieren que debe ser el método de elección si se tiene el recurso.

Respecto a los pacientes con obesidad mórbida, la doctora Brusasco y cols.[9] publicaron en junio de 2009 un estudio en el que también evaluaron la eficacia y seguridad de la canulación venosa central (VVI) guiada por ultrasonido en 55 pacientes programados para cirugía bariátrica, todos ellos con IMC >40 kg/m² y circunferencia de cuello >45 cm. Resultados: la tasa de éxito fue del 100% a pesar de que se encontraron variaciones anatómicas en 19 de los 55 pacientes y trombosis de la VVI asintomática en 4 pacientes. En todos estos casos se realizó con éxito la canulación en el lado contralateral. En 51 pacientes inserción única en la piel; en 42 pacientes inserción única en la vena, el resto fue inserción doble de la pared de la vena (atravesada) y fue necesario retirar ligeramente la aguja hasta su visualización dentro del lumen del vaso. No ocurrió punción arterial, hematoma o neumotórax. Ellos concluyen que el uso de ultrasonido como guía aumenta el éxito y disminuye complicaciones.

2.4 TÉCNICAS DE ESCANEADO, PUNCIÓN Y COLOCACIÓN DE ACCESOS VASCULARES CENTRALES GUIADOS POR ULTRASONIDO

2.4.1 ASEPSIA Y ANTISEPSIA

Como todos los procedimientos invasivos, la técnica estéril es imperativa. Se debe vestir el transductor y para lograr una mejor transmisión del sonido puede colocarse gel conductor y posteriormente una cubierta plástica estéril. Es importante no dejar burbujas de aire que interfieran con la conducción de las ondas ultrasonográficas (fig.4)

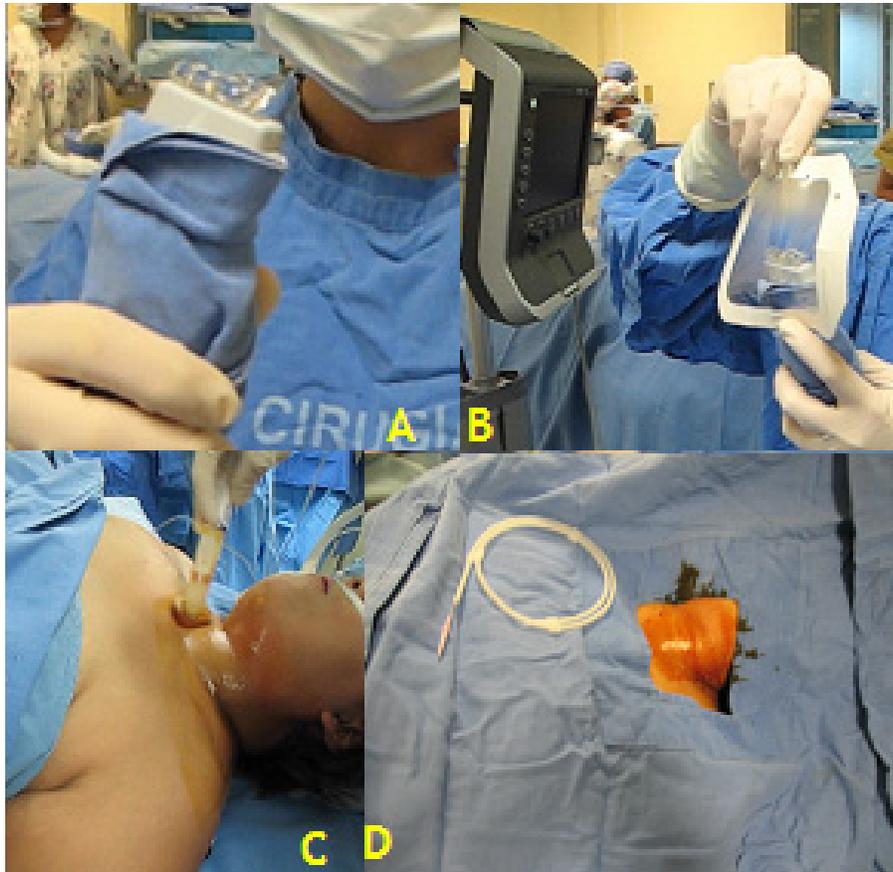


Fig.4 A) Transductor vestido con campo estéril y con gel conductor. B) Cubierta plástica estéril. C) y D) Asepsia y antisepsia de la zona de punción.

2.4.2 UNO O DOS OPERADORES

Existe diferentes técnicas de colocación de accesos vasculares guiados por ultrasonido, y éstas pueden ser con un operador y con 2 operadores.

Con 2 operadores es relativamente más sencillo y cómodo cuando se hace en tiempo real.

Con un operador puede realizarse un escaneo de la zona de acceso y marcar sobre la piel las estructuras anatómicas, para posteriormente puncionar y lograr la canulación de la vena.

Con entrenamiento adecuado es posible realizar el procedimiento con un solo operador en tiempo real, logrando la visualización de la aguja incidiendo el vaso, así como la inserción de la guía y el catéter a través de éste.

2.4.3 ESCANEO Y VISUALIZACIÓN DE LA AGUJA

Están descritas 2 técnicas de escaneo y punción:

- En el eje transversal y abordaje “fuera de plano”: el transductor se sitúa en posición transversal a las estructuras vasculares y la aguja incide “fuera de plano con respecto al transductor (fig.12).
- En el eje longitudinal y abordaje “en plano”: el transductor se sitúa en posición longitudinal con respecto a las estructuras vasculares y la aguja incide “en plano” con respecto al transductor (fig.13).

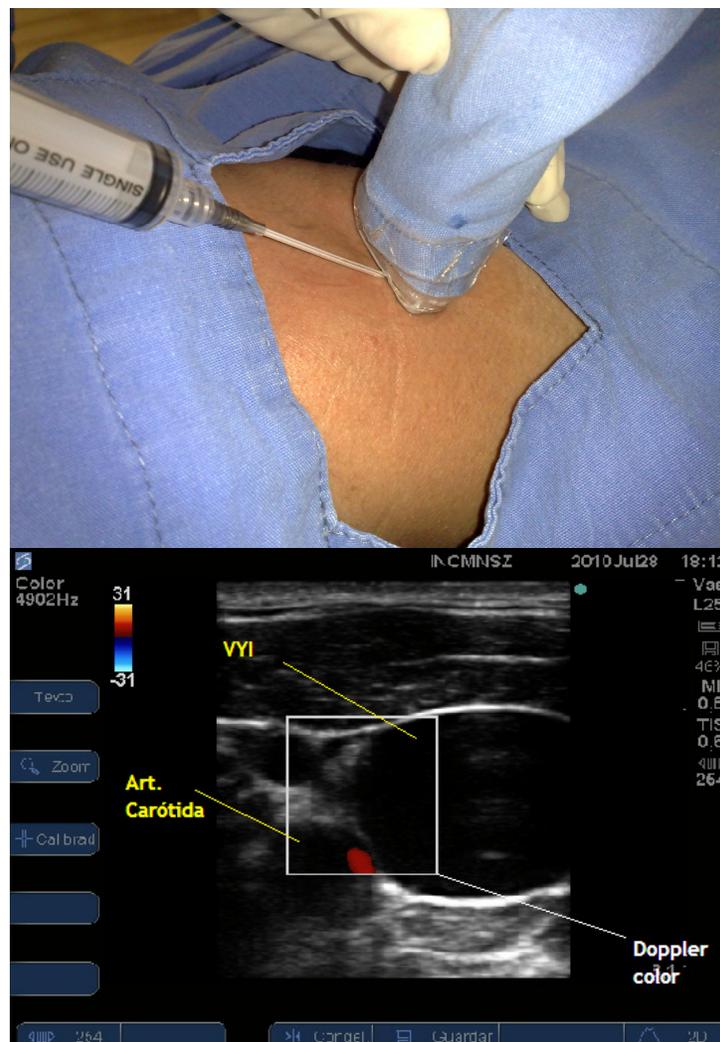


Fig. 5 Abordaje de la vena yugular interna en el eje transversal, con la aguja fuera de plano (izq). Imagen ultrasonográfica obtenida en el mismo abordaje con Doppler color (der).

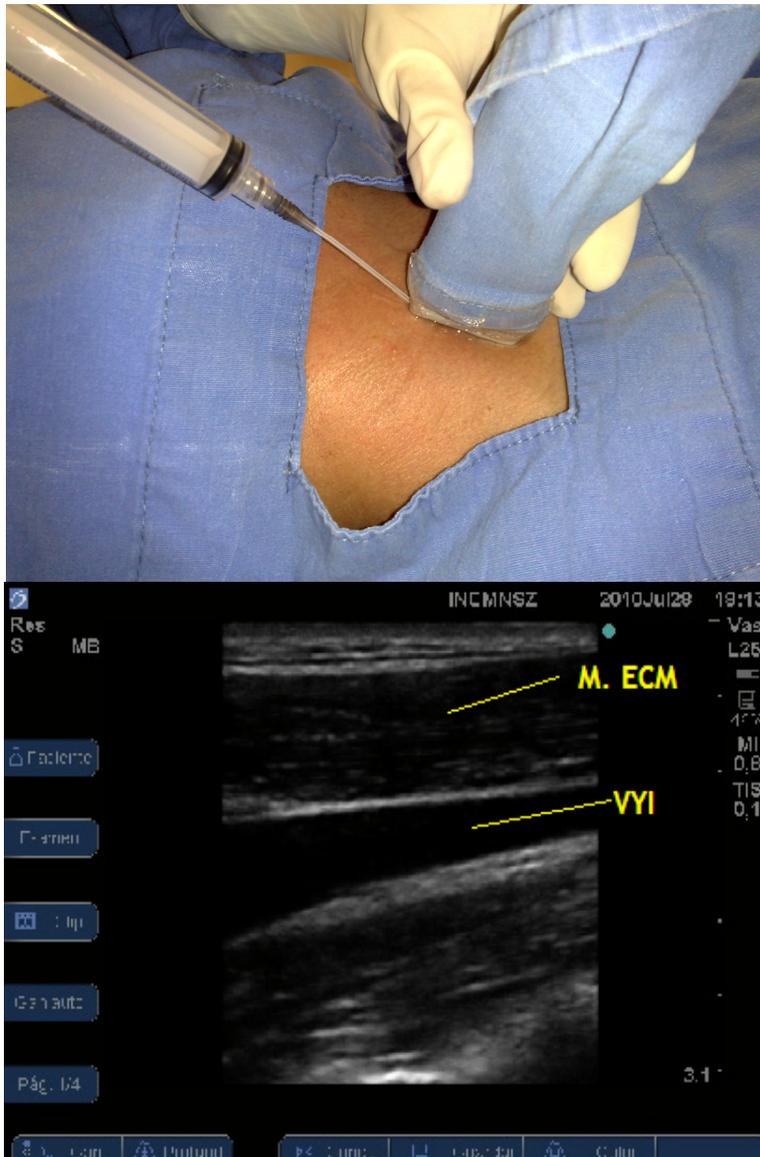


Fig. 6 Abordaje de la vena yugular interna en el eje longitudinal, con la aguja en plano (izq). Imagen ultrasonográfica obtenida en el mismo abordaje sin Doppler color.

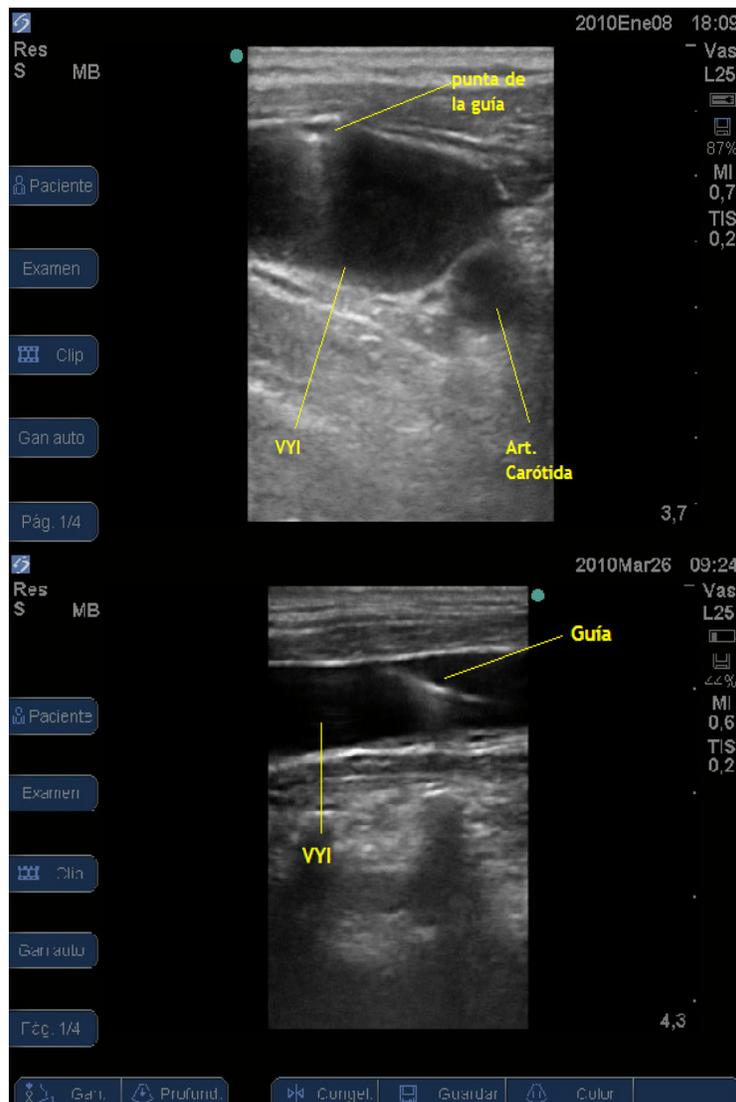


Fig. 7 Imagen ultrasonográfica de la punta de la guía obtenida en el eje transversal con abordaje fuera de plano (izq). Imagen ultrasonográfica de la guía obtenida en el eje longitudinal con abordaje en plano (der).

Se sabe que para operadores que apenas inician su entrenamiento en ésta técnica, es más sencillo y más seguro puncionar en el eje transversal y fuera de plano, ya que de esta manera se logra ver tanto la vena que es nuestro blanco como su relación con la arteria y estructuras vecinas (pleura y primera costilla en acceso infraclavicular).

La ventaja que tiene la inserción bajo escaneo en el eje longitudinal y “en plano” es la posibilidad de ver cómo y hasta a donde debe introducirse la aguja en el vaso y el paso de la guía a través de la luz del mismo.

Se recomienda una técnica combinada en la cual se realice la punción en el eje transversal, se visualice la punta de la aguja en la luz de la vena, e inmediatamente girar el transductor 90° hacia el eje longitudinal para introducir la guía y posteriormente el catéter.

Sea cual sea la técnica empleada, debe empezar por un escaneo completo del vaso a incidir para ubicar perfectamente la anatomía. Con éste primer escaneo se pueden identificar variaciones anatómicas o defectos intravasculares (ej: trombos), lo que permitirá al operador tener en cuenta los hallazgos y/o cambiar de zona antes de lastimar al paciente con un intento fallido.

*Como reglas generales de seguridad:

- *Nunca deben realizarse movimientos laterales de la aguja en el intento de verla con el transductor.*
- *Jamás avanzar la aguja, guía y catéter sin ubicarlos en la pantalla*

3. CANULACIÓN ARTERIAL GUIADA POR ULTRASONIDO

La medición de la presión arterial continua es una herramienta indispensable para la adecuada monitorización invasiva en pacientes críticamente enfermos que requieren un procedimiento quirúrgico bajo anestesia general.

La canulación de la arteria radial es la vía de acceso más utilizada para este fin, pero otra indicación es la medición frecuente de gases arteriales.

3.1 TÉCNICA DE CANULACIÓN ARTERIAL (radial)

1. Adecuada asepsia
2. Escaneo de la arteria en el eje transversal (fig.8)
3. Punción de la piel fuera de plano hasta observar la punta de la aguja dentro del vaso (fig.8)
4. Escaneo longitudinal para observar la aguja en la arteria y en tiempo real la introducción del catéter 20 o 22G (fig.8 y 9)



Fig.8 Canulación arterial guiada por ultrasonido en paciente que ingresa a quirófano proveniente de otro servicio, con múltiples intentos previos de canulación a ciegas. Se observan hematomas en los sitios de punción.

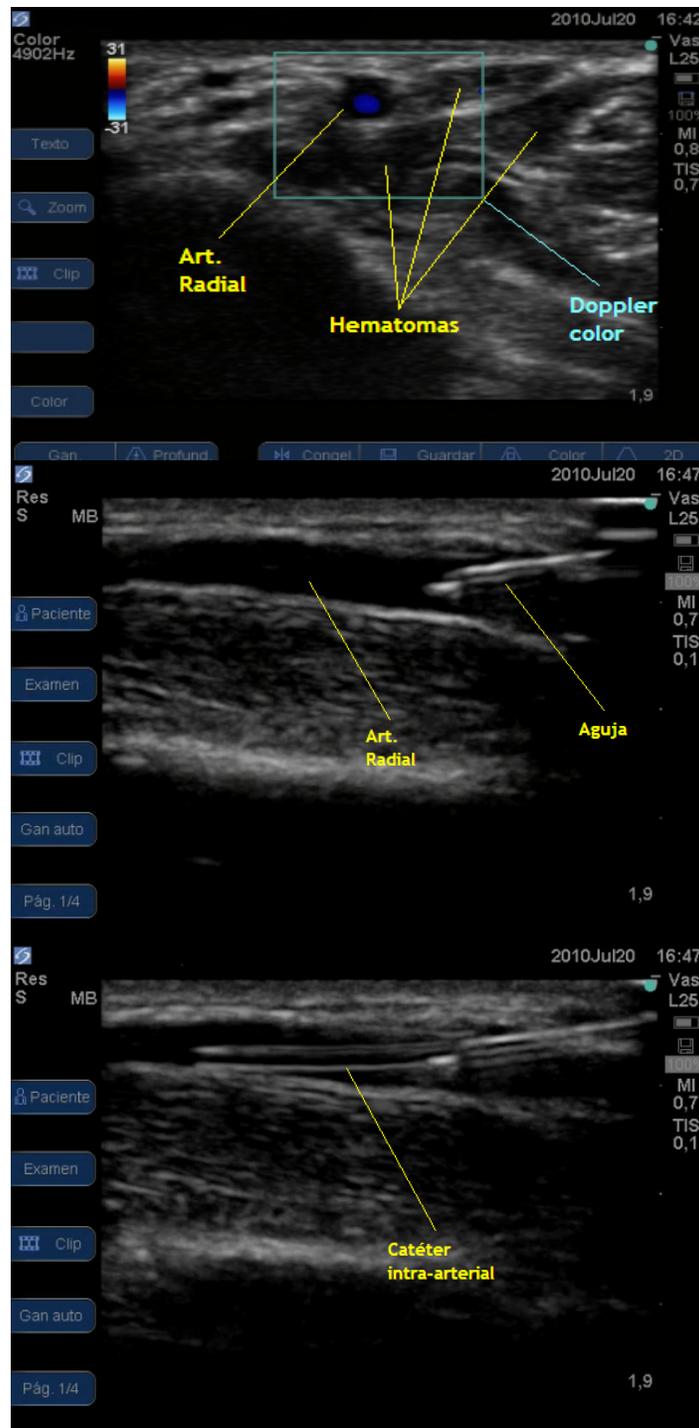


Fig.9 Imágenes ultrasonográficas

Históricamente la técnica a ciegas por palpación del pulso ha sido una eficaz manera de lograr el objetivo, pero es bien sabido por todos que en muchas ocasiones se necesita más de un intento

3.2 EVIDENCIA

Shiver S. y cols. [10] en el 2006, publicaron un estudio prospectivo, aleatorizado y controlado en el que compararon un grupo de 30 pacientes a quienes se les colocó un catéter arterial 20G por palpación, con otro grupo de 30 pacientes en quienes el procedimiento fue guiado por ultrasonido. Al momento de la colocación no hubo diferencias significativas de la presión arterial entre los dos grupos. Ellos observaron que 11 pacientes (37%) del grupo de palpación requirieron rescate con la guía del ultrasonido. Ninguno de los pacientes del grupo de ultrasonido requirió más de dos intentos y ninguno de ellos tuvo que ser rescatado por la técnica de palpación.

En el grupo de ultrasonido 26 de 30 fueron exitosos en el primer intento contra 15 de 30 en el grupo de palpación ($p=0.05$).

Hubo un total de 36 intentos en el grupo de ultrasonido contra 65 en el grupo de palpación.

15 de los pacientes en el grupo de palpación desarrolló hematoma en el sitio de punción contra 2 en el grupo de ultrasonido.

Como puede notarse, el éxito de la técnica guiada por ultrasonido es significativamente superior a la técnica por palpación. La limitación para la realización de ésta técnica es la disponibilidad de un ultrasonido así como el entrenamiento en su uso.

En el caso de la canulación arterial en pacientes críticos, cabe mencionar que la dificultad aumenta exponencialmente, como consecuencia de la presencia de edema, hematomas y vasoespasmo por multipunción, así como vasoconstricción secundaria al uso de fármacos vasoactivos. En este campo aún no existen estudios que confirmen su utilidad, sin embargo lo observado en nuestra institución nos ha sugerido que es clínicamente significativa la diferencia de la técnica guiada por ultrasonido cuando se compara con la técnica por palpación, notando una reducción en las complicaciones como falla en la colocación, hematoma y lesión del nervio radial.

4. BLOQUEO DE NERVIOS PERIFÉRICOS GUIADO POR ULTRASONIDO

La tasa de éxito de la anestesia general es de 100% en comparación con la anestesia regional, acarreando una tasa de falla inherente, incluso en manos experimentadas, razón por la que muchos anestesiólogos prefieren administrar anestesia general, bajo el argumento de que demanda menor tiempo y menos habilidades que la anestesia regional.

Sin embargo, la anestesia regional con o sin anestesia general ofrece múltiples beneficios comparada con la anestesia general sola. Esto incluye una reducción en la morbilidad y mortalidad, mejor analgesia postoperatoria y un notable beneficio costo-efectivo.

El éxito del bloqueo de nervios periféricos exige un amplio conocimiento de la anatomía de la zona además de la farmacología de los anestésicos locales que van a utilizarse, y ésta es una premisa no solo para la técnica por marcas anatómicas y con estimulador de nervios periféricos sino también para la técnica de bloqueo guiado por ultrasonido, ya que es importante recordar que “el ojo no ve lo que la mente no conoce”.

4.1 VENTAJAS

- Método no invasivo capaz de identificar nervios.
- Visualización en tiempo real del avance de la aguja desde la piel hasta el nervio.
- Visualización de estructuras vasculares para evitar contacto o punción.
- Visualización en tiempo real de la difusión de la solución del AL y precisión en el depósito de éste alrededor del nervio.
- Reducción de la dosis de anestésico local.
- Reducción del tiempo de procedimiento.
- Disminución de la tasa de complicaciones.
- Portabilidad

4.2 DESVENTAJAS

- Costo del equipo de ultrasonido
- Requerimiento de entrenamiento especial

La calidad de la imagen ultrasonográfica depende de varios factores: la capacidad del equipo de ultrasonido, el tipo de transductor (forma y frecuencia), la habilidad y experiencia del anestesiólogo, la zona a escanear y las características del paciente (IMC, edema, etc.).

Como se mencionó en la sección de Conceptos Básicos de la Ultrasonografía, debe tomarse en cuenta que los transductores lineales de alta frecuencia ofrecen una mejor calidad y resolución de la imagen sacrificando profundidad.

Esto es de gran importancia para la selección del transductor correcto. Afortunadamente la mayoría de los nervios periféricos no se encuentran a una profundidad mayor a 3 cm y puede utilizarse un transductor de alta frecuencia (10-15 MHz).

Para el escaneo y localización de nervios periféricos, se debe utilizar el eje transversal o “eje corto” (con respecto al nervio), lo cual permite la visualización de estructuras adyacentes, así como la difusión circunferencial del anestésico local [11].

La punción puede realizarse “en plano” o “fuera de plano”, siendo recomendada en plano, ya que de esta manera puede verse el trayecto de la aguja desde la piel y tejido celular subcutáneo, hasta el nervio blanco.

Lo más importante a tomar en cuenta en el escaneo y punción de nervios periféricos guiado por ultrasonido es que “la aguja NO busca al transductor, debe ser el movimiento del transductor el que busca la aguja”.

4.3 EVIDENCIA

La medicina basada en evidencia respalda el concepto de que la guía por ultrasonido es la mejor herramienta para lograr los objetivos de una adecuada técnica de anestesia regional, que son: rapidez, seguridad y eficacia.

Las técnicas guiadas por ultrasonido han sido descritas para la realización de los diferentes bloqueos de nervios periféricos y plexos en miembros superiores e inferiores.

En 2003, Williams y cols. [12] demostraron que el bloqueo supraclavicular guiado por ultrasonido ofrece mayor seguridad, calidad y rapidez que cuando se realiza por marcas anatómicas.

Soeding y cols. [13] encontraron que el ultrasonido mejora la calidad del bloqueo y reduce la incidencia de parestesias.

Marhofer y cols. [14] aleatorizaron 40 pacientes para bloqueo de nervio femoral con inyección única usando el ultrasonido en tiempo real o la estimulación nerviosa. Encontró que la guía con ultrasonido también disminuye el tiempo, mejora la calidad y aumenta la tasa de éxito del bloqueo 3 en 1 (femoral, femorocutáneo lateral y obturador).

En 2005, Willschke H. y cols. [15] Compararon el uso de ultrasonido con la técnica de “fascial click” para bloqueo de nervios ilioinguinal-iliohipogástrico en niños programados para corrección de hernia inguinal, orquidopexia y hidrocelectomía. Demostró una reducción en la tasa de falla (definida por requerimientos de fentanyl postoperatorio) de un 4% contra 26% respectivamente.

Tampoco existe evidencia de anestesia regional guiada por ultrasonido en pacientes de alto riesgo perioperatorio. Ejemplo de casos son pacientes

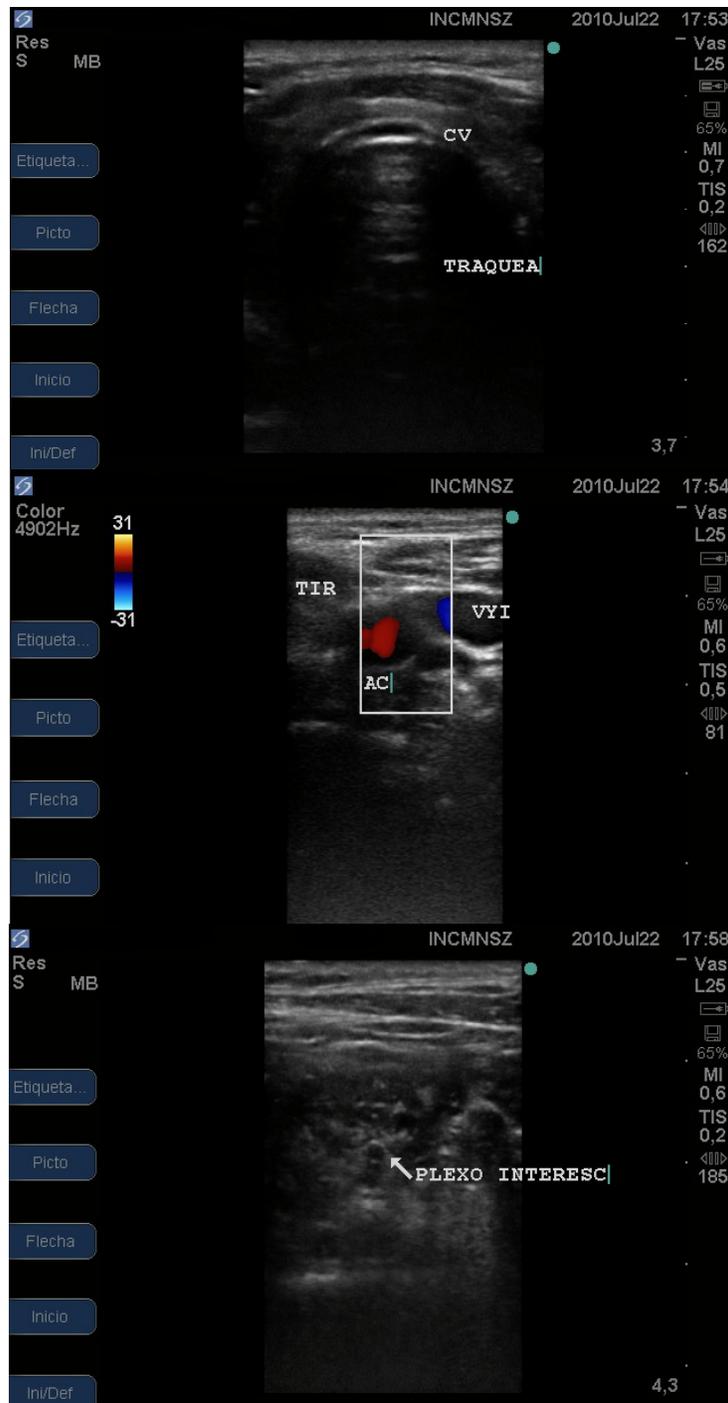


Fig.10 Secuencia de imágenes en el escaneo del plexo braquial a nivel interescalénico. Iniciando desde la tráquea en dirección lateral, tiroides, arteria carótida, vena yugular interna, y entre los músculos escalenos se encuentra el plexo como imágenes redondeadas hipoeoicas.

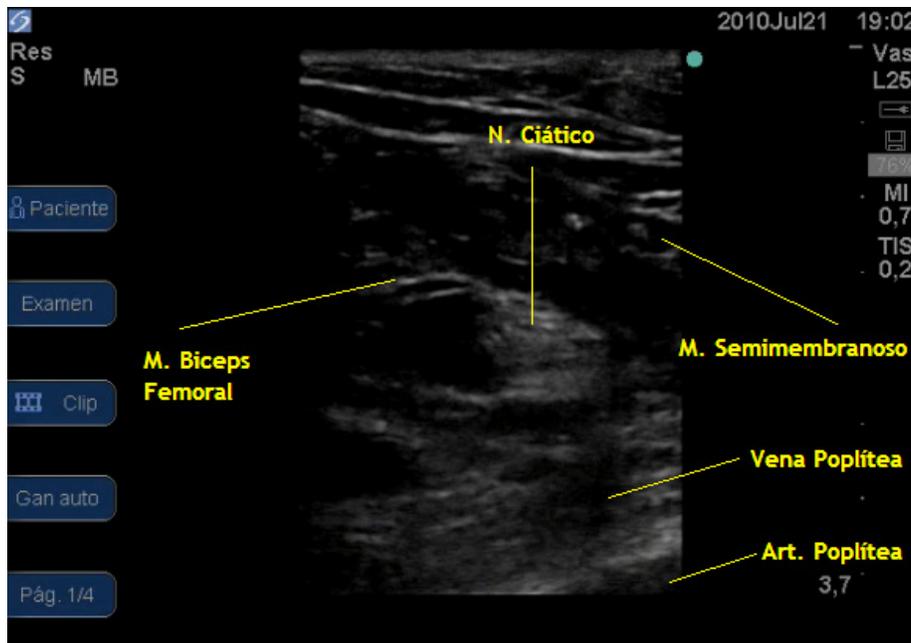


Fig.11 Bloqueo del nervio ciático a nivel poplíteo.

5. BLOQUEOS DEL EJE NEUROAXIAL Y PUNCIÓN LUMBAR GUIADOS POR ULTRASONIDO

Cuando se trata del eje neuroaxial, empezando por la anatomía y terminando con el resultado de la técnica elegida para cualquier cirugía que lo requiera, residentes en entrenamiento y maestros nos enfrentamos a diario con diferentes dificultades en cada uno de los pasos del proceso anestésico regional.

Está comprobado que el uso del ultrasonido es vital en el abordaje de los espacios epidural y subaracnoideo en pacientes con características especiales que se traducen en diferentes grados de dificultad para lograr un bloqueo exitoso [16]. Ejemplo de estos casos son: obesidad en sus diferentes grados, que tiene como consecuencia cambios anatómicos como curvatura o rotación espinal imposible percibir por palpación [17]; edades avanzadas con calcificación del ligamento flavum; artritis reumatoide, y muchas otras patologías que afectan la anatomía normal de la columna vertebral.

Es requerimiento primordial el conocimiento profundo de la anatomía de la columna vertebral y el entrenamiento en esta nueva técnica para el adecuado reconocimiento de todas las estructuras que nos provee en escala de grises, un ultrasonido diseñado especialmente para la especialidad y con el cual debemos estar plenamente familiarizados con el fin de no sumar complicaciones extras a las que ya conocemos por la evidencia publicada a través de los años y que traen como consecuencia el malestar del paciente, la frustración del médico y una repercusión en el rubro costo-efectividad por estancia hospitalaria y el requerimiento de otros procedimientos derivado de tales complicaciones.

La técnica puede ser asistida con el ultrasonido, para hacer marcaje sobre la superficie corporal del paciente, o un abordaje en tiempo real que se utiliza principalmente en la práctica pediátrica.

Aquí nos referiremos únicamente a la técnica asistida con el ultrasonido la cual se basa en hacer una perfecta correlación sonoanatómica de las estructuras, el marcaje sobre la piel del paciente, empezando con las espinas iliacas como primera referencia, después cada uno de los espacios intervertebrales reconocidos, la identificación del complejo duramadre- ligamento flavum y finalmente, la medición de la distancia desde la piel hasta el espacio epidural y/o subaracnoideo identificados en la imagen ultrasonográfica.

Completando esta secuencia y sin que el paciente cambie de posición, se hace el abordaje sobre el punto en donde se cruzan las marcas de los espacios intervertebrales y del complejo duramadre- ligamento flavum.

Una de las exigencias de esta técnica es paradójica: *hay que olvidarse de la técnica ciega y confiar en lo que acabamos de ver, marcar y medir.*

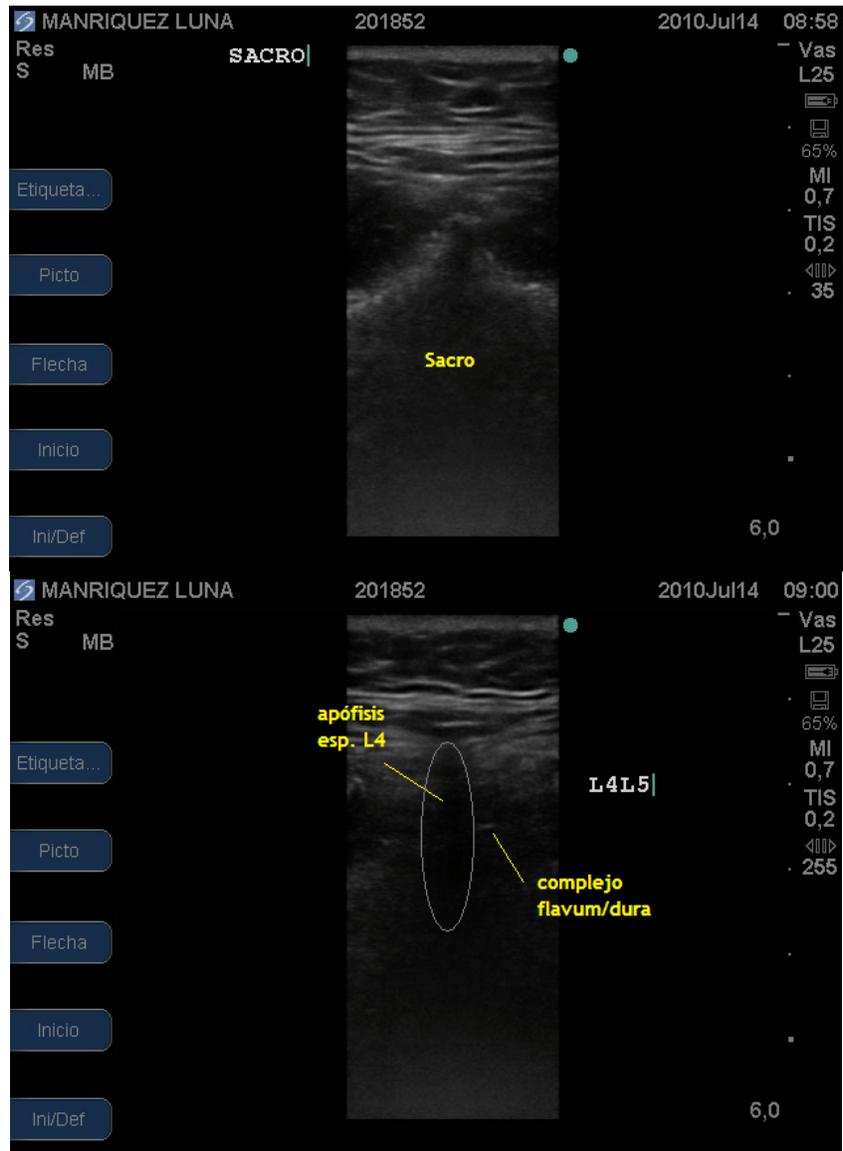


Fig.12 Imagen del sacro en el eje transversal (izq). Imagen del espacio intervertebral L4-L5 en el eje transversal (der).



Fig.13 Imagen del espacio intervertebral L4-L5 en el eje transversal (izq). Imagen del complejo ligamento flavum- duramadre (estructuras hiperecoicas señaladas con la flecha; superior e inferior respectivamente en el espacio intervertebral L4- L5) en el eje transversal.



Fig.14 Imágen del complejo duramadre- ligamento flavum en espacio intervertebral L4- L5 en el eje transversal.



Fig.16 Técnica de marcaje sobre la superficie corporal

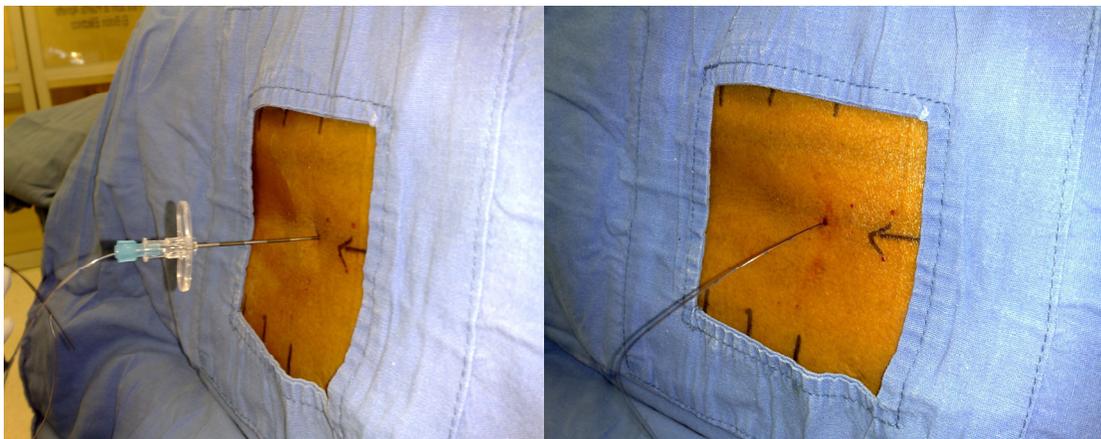


Fig.17 Inserción exitosa de la aguja Touhy y cateter peridural en el punto de intersección entre las líneas marcadas con asistencia del ultrasonido.

II. INTRODUCCIÓN

Los anestesiólogos invertimos gran parte del tiempo realizando procedimientos invasivos como bloqueo de nervios (axial o periférico) y colocación de catéteres (venoso o arterial). Regularmente las técnicas de punción a ciegas por marcas anatómicas ha sido una económica y eficaz manera de lograr el objetivo. Sin embargo, a pesar de que se cuente con un amplio conocimiento de la anatomía, en muchas ocasiones nos enfrentamos a verdaderos retos como talla, variaciones anatómicas o condiciones especiales como posición, edema, trombosis, cicatrices, anticoagulación, vasoconstricción y/o vasoespasmo por aminas, etc. que lo vuelven difícil o hasta imposible, con un alto riesgo de dañar estructuras anatómicas vecinas [18].

El uso del ultrasonido en anestesiología es relativamente nuevo, sin embargo el interés por su aplicación está creciendo rápidamente. Anteriormente el ultrasonido había sido utilizado como guía en la punción o inserción de catéteres solo por médicos radiólogos, pero actualmente es utilizado por anestesiólogos para:

- Accesos vasculares centrales.
- Canulación arterial.
- Bloqueo de nervios (plexos, periféricos, eje neuroaxial).
- Abordaje del eje neuroaxial para punciones lumbares diagnósticas o terapéuticas.
- Traqueotomía percutánea

El primer bloqueo percutáneo de nervio periférico reportado fue realizado por Hirschel casi 100 años [19], y hasta hace 30 que Ballard Wright introdujo el estimulador de nervios periféricos, la anestesia regional era casi mística [20].

El bloqueo de nervios bajo visión directa guiada por ultrasonido fue descrito desde finales de la década de los años 70, pero fue hasta la década de los años 90, cuando el tema recobra interés debido al avance en el desarrollo de las máquinas de ultrasonido. Por otro lado, se sabe que desde la década de los años 80, Legler y cols. hacen la recomendación del uso del ultrasonido para aumentar la tasa de éxito y disminuir las complicaciones en la colocación de catéteres venosos centrales [21].

III. JUSTIFICACIÓN

Se necesitan estudios exploratorios que amplíen el conocimiento y hagan evidente la importancia y utilidad del uso del ultrasonido en los procedimientos invasivos realizados en el departamento de anestesiología, ya que siempre se han realizado con una técnica a ciegas por marcas anatómicas. El uso del ultrasonido como herramienta en anestesiología aumenta la tasa de éxito de dichos procedimientos y disminuye la tasa de complicaciones, principalmente en pacientes con variaciones anatómicas y en situaciones especiales.

IV. OBJETIVO GENERAL

Describir la experiencia inicial del uso del ultrasonido como herramienta en el departamento de anestesiología del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una revisión teórica de los conceptos de ultrasonografía básica y su uso en: anestesia regional, accesos vasculares (venosos centrales y periféricos, arteriales), anestesia del eje neuroaxial y punciones lumbares diagnósticas y terapéuticas.

2. Resaltar la evidencia que existe en la literatura respecto al uso del ultrasonido en anestesia.
3. Analizar los casos en los que se utilizó el ultrasonido en diferentes procedimientos dentro y fuera del quirófano.

VI. METODOLOGÍA

TIPO DE ESTUDIO: Exploratorio, descriptivo.

DISEÑO MUESTRAL

Se realizó una recolección prospectiva que incluyó un grupo de pacientes consecutivos, del 1º de Enero al 4 de Agosto de 2010 en los que se realizaron procedimientos los siguientes procedimientos guiados por ultrasonido:

1. Accesos vasculares venosos centrales y periféricos
2. Accesos vasculares arteriales periféricos
3. Bloqueos regionales periféricos
4. Bloqueo del eje neuroaxial
5. Punciones lumbares

VARIABLES

1. Edad

Obtenida del expediente. Se hicieron rangos de edades de la siguiente manera:

- 0-28
- 29-49
- 50-70
- 71-90
- >90

2. Género: masculino o femenino
3. Estado físico ASA: I, II, III, IV, V, VI.
4. Riesgo quirúrgico: Alto, intermedio o bajo.
5. Procedimiento realizado con guía ultrasonográfica:
Bloqueo regional periférico, acceso venoso central, acceso arterial, punción lumbar, bloqueo del eje neuroaxial, acceso venoso periférico.
6. Situaciones especiales: multipunción previa, edema, hematoma, malformación anatómica, obesidad, presencia de cardiopatía, hipotensión y sepsis.
7. Marcaje de la superficie corporal: en los procedimientos de punción lumbar y bloqueo del eje neuroaxial.
8. Identificación correcta de las estructuras con Ultrasonido.
9. Correlación sono-anatómica: en el caso de escaneo del eje neuroaxial.
10. Hallazgos Ultrasonográficos: variación anatómica, edema y/o hematoma postpunción, ateromas, trombos y vasoespasmo.
11. Número de intentos previos: ninguno/ 1-2 / multipunción.
12. Número de intentos con ultrasonido: único/ 2/ múltiples
13. Éxito: expresado en porcentaje.
14. Estado de la Coagulación: normal, anormal (plaquetas no < 50000 y/o INR no > 1.5 , TTP < 35), caso especial (plaquetas < 50000 y/o INR > 1.5 , TTP > 35)
15. Cirugía De urgencia
16. Uso de Aminas

VII. OPERACIONALIZACIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES

1. CLASIFICACION DEL ESTADO FÍSICO DE LA AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGISTS (ASA) [22], [23].

ASA I: Paciente normal, sano.

ASA II: Paciente con enfermedad sistémica leve.

ASA III: Paciente con enfermedad sistémica grave o incapacitante.

ASA IV: Paciente enfermedad sistémica grave que amenaza la vida.

ASA V: Paciente moribundo sin expectativa de vida sin la intervención quirúrgica.

ASA VI: Paciente declarado con muerte cerebral. Potencial donador de órganos.

2. RIESGO QUIRÚRGICO:

Riesgo alto

Cirugía de urgencia, edad avanzada

Cirugía vascular mayor

Cirugía vascular periférica

Cirugía prolongada (>4 hrs), transfusión masiva, recambio de volumen total.

Riesgo intermedio

Endarterectomía

Cirugía abdominal

Cirugía urológica

Riesgo Bajo

Endoscopia

Cirugía de mama

Cirugía oftalmológica

3. MULTIPUNCIÓN: 3 o más punciones.

4. OBESIDAD: en el adulto es mayor de 30 kg/m² según la OMS (Organización Mundial de la Salud).

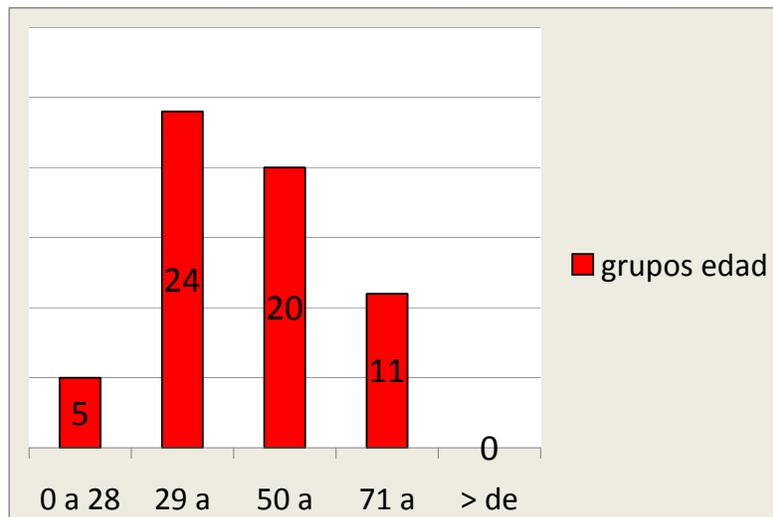
5. HIPOTENSIÓN: Presión arterial sistólica menor de 90 mmHg

6. SEPSIS: presencia de síndrome de respuesta inflamatoria sistémica más un foco infeccioso documentado.

VIII. ANALISIS Y RESULTADOS

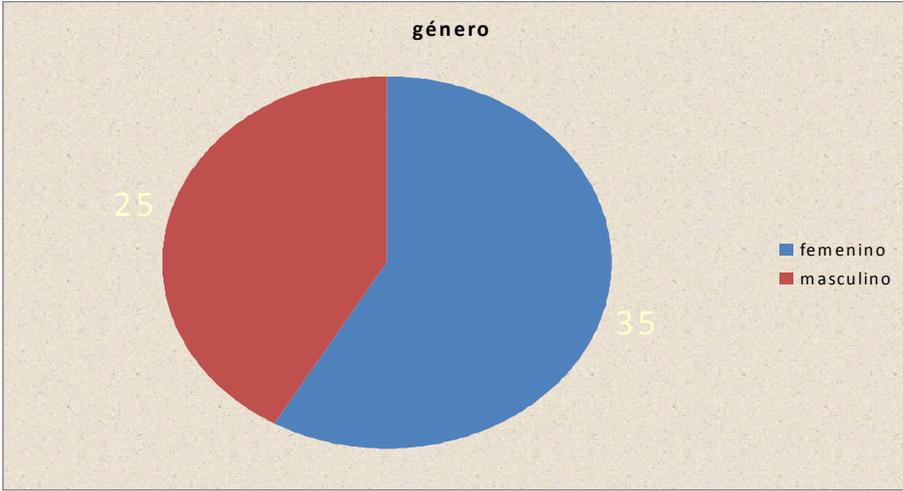
Se realizaron 60 procedimientos guiados con ultrasonido en una serie de casos anecdóticos por muestreo no aleatorio ni sistemático, en pacientes sometidos a un escaneo por parte de la autora y/o su asesora, con ultrasonido dentro y fuera del quirófano.

En la figura 1 se observa la distribución por edades, el 8.3% está en el grupo de edad entre 0 a 28 años; el 40% en el grupo de 29 a 49 años; el 33.3% en el grupo de 50 a 70 años; el 18,3% en el grupo de 71 a 90 años y no hubo pacientes en el grupo de nonagenarios.



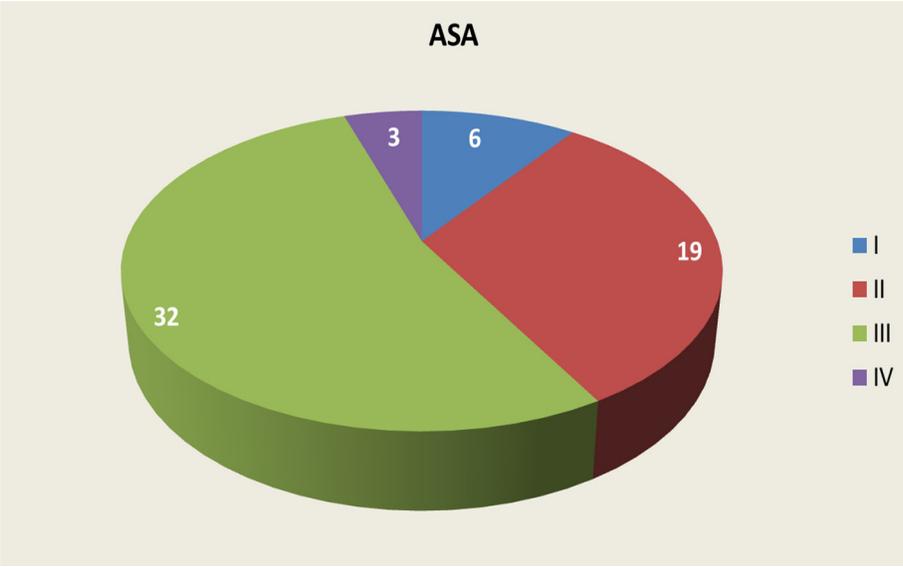
Gráfica 1. Distribución de la población por edad.

La distribución por género, en la figura 2, fue de 58.3% hombres y el 41.7% mujeres.



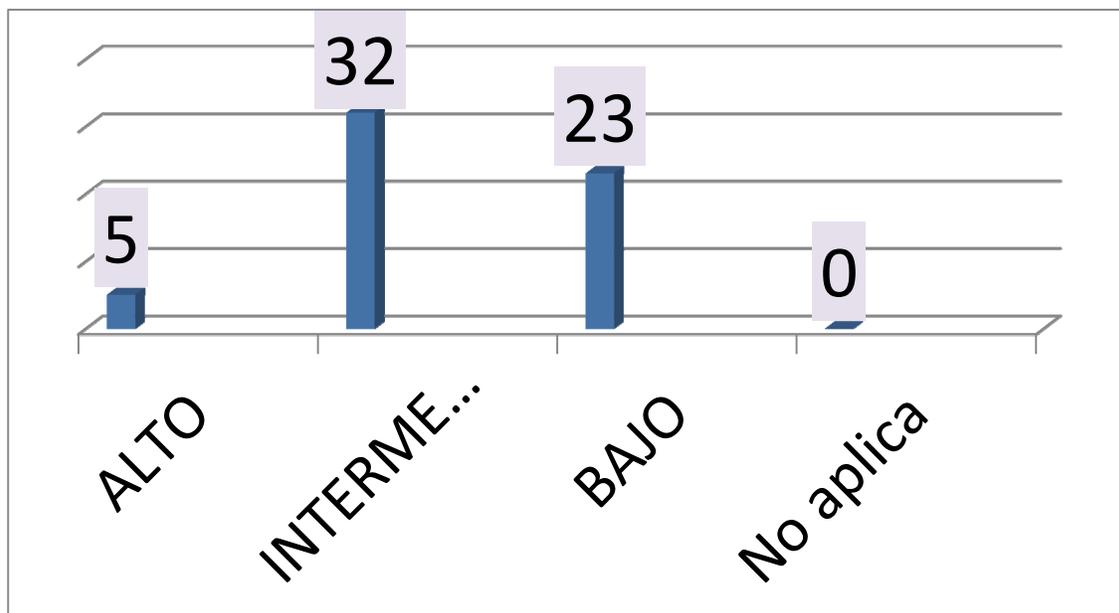
Gráfica 2. Distribución de la población por género.

La distribución respecto al estado físico ASA (Fig. 3), se ubicó entre las clases I al IV, siendo el 53.3% ASA III, el 31.6 % ASA II y el 26.1% ASA I y II.



Gráfica 3. Distribución de la población según el estado físico ASA.

La distribución según el riesgo quirúrgico (Fig. 4) fue de un 61.6% que se ubicaron en riesgo intermedio y alto y un 38% en riesgo bajo aunque estos pacientes cursaban con patologías crónicas bien controladas.

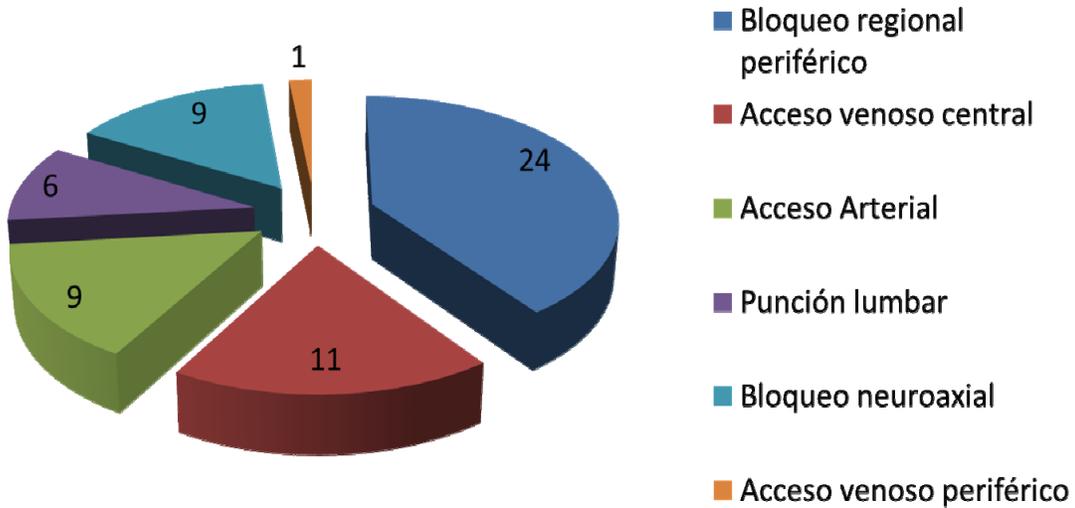


Gráfica 4. Distribución de la población según el riesgo quirúrgico.

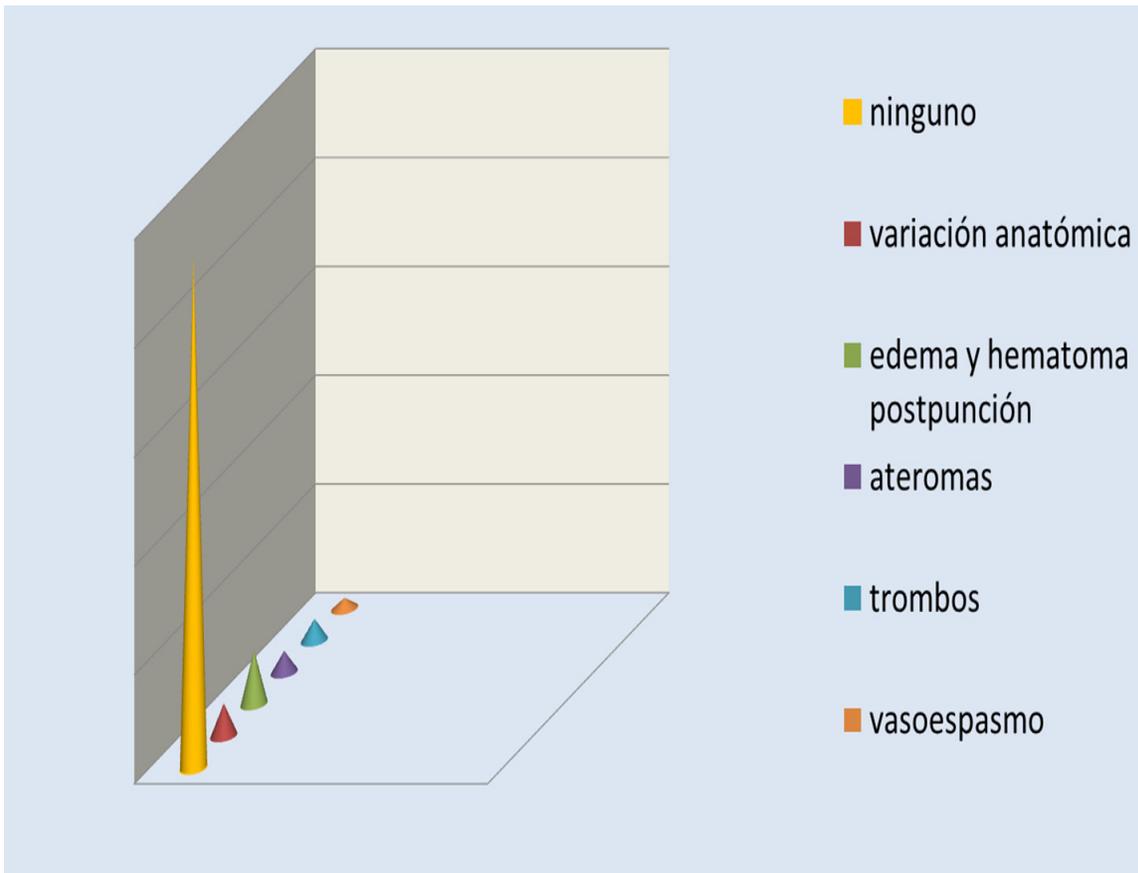
Los procedimientos guiados por ultrasonido se distribuyeron así: bloqueo regional periférico 40%, 31.6% accesos vasculares venosos centrales y periféricos, 25% abordajes al eje neuroaxial para bloqueos y punciones lumbares y el el 3.9% accesos vasculares periféricos. (Fig. 5)

Durante el escaneo de las diferentes regiones, se hicieron hallazgos extras además de las estructuras blanco, tales como edema, hematomas, variaciones anatómicas, ateromas, trombos y vasoespasmo (Fig 6) que si bien fueron pocos en el grupo, tuvieron para nosotras significado clínico por el hallazgo inusual como tal.

PROCEDIMIENTOS GUIADOS POR ULTRASONIDO

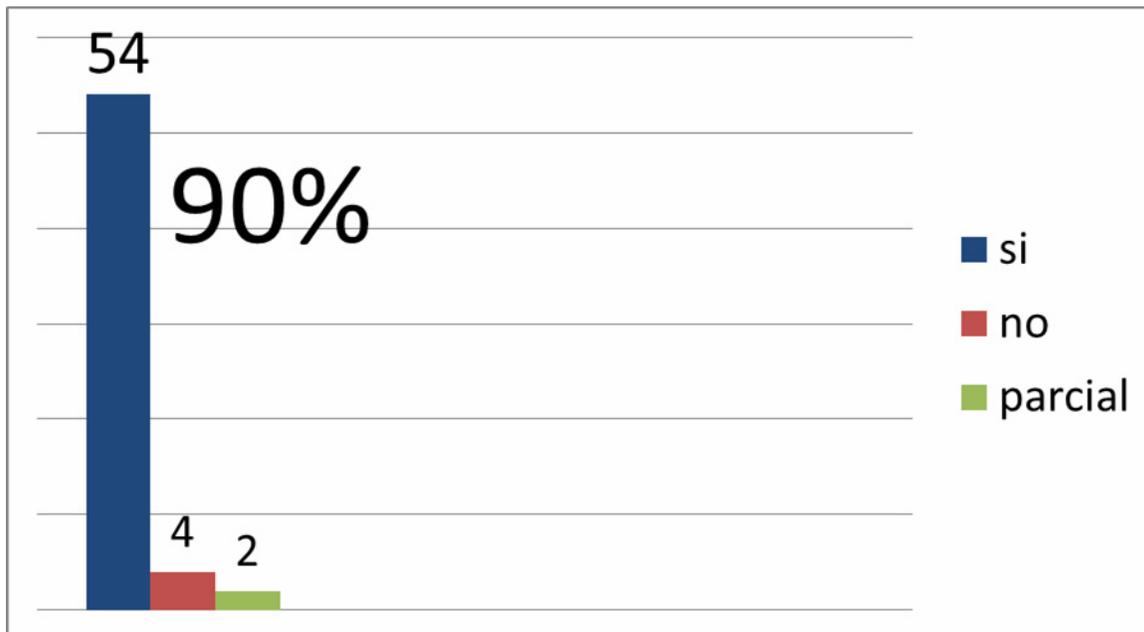


Grafica 5. Procedimientos guiados por ultrasonido dentro y fuera del quirófano.



Gráfica 6. Hallazgos durante el escaneo de las diferentes regiones.

Obtuvimos éxito del 90% en el logro de la canulación vascular y los bloqueos regionales periféricos y del eje neuroaxial. Con un 6.6% de éxito parcial traducido en bloqueo nervioso incompleto y del y un 3.4% de falla en los intentos para todos los procedimientos. (Fig. 7)



Gráfica 7. Número de éxitos durante los diferentes procedimientos

IX. CONCLUSIÓN

La experiencia adquirida durante el período en el que se realizó el estudio, sugiere que el uso del ultrasonido en procedimientos anestésicos de invasión, es una técnica segura que con el entrenamiento debido, disminuye los tiempos utilizados y el número de intentos para realizarlos exitosamente, ya que permite hacer una adecuada identificación de las estructuras anatómicas implicadas e identificar variaciones y anormalidades.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. McGee, D., *Preventing complications of central venous catheterization*. N Engl J Med, 2003. **348**: p. 1123–1133.
2. Eisen, L., *Mechanical complications of central venous catheters*. J Intensive Care Med, 2006. **21**: p. 40-46.
3. Maecken, T., *Ultrasound imaging in vascular access*. Crit Care Med 2007 2007. **35**(5): p. S178–S185.
4. NICE, *Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters*. National Institute for Clinical Excellence, Technology Appraisal No. 49, 2002.
5. Bansal, R., *A prospective randomized study to compare ultrasound-guided with nonultrasound-guided double lumen internal jugular catheter insertion as a temporary hemodialysis acces*. Renal Failure, 2005. **27**(5): p. 561-4.
6. Hind, D., *Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis*. British Medical Journal, 2003. **327**: p. 361-8.
7. Forauer, A., *Importance of US Findings in Access Planning during Jugular Vein Hemodialysis Catheter Placements*. Journal of Vascular and Interventional Radiology 2000. **11**(2): p. 233-238.
8. Fahri, T., *US-guided placement of central vein catheters in patients with disorders of hemostasis*. European Journal of Radiology, 2008. **65**(2): p. 253-6.
9. Busasco, C., *Ultrasound-Guided Central Venous Cannulation in Bariatric Patients*. Obes Surg, 2009. **19**: p. 1365-70.
10. Shiver, S., *A Prospective Comparison of Ultrasound- guided and Blindly Placed Radial Arterial Catheters*. ACADEMIC EMERGENCY MEDICINE, 2006. **13**: p. 1275-79.
11. Zaragoza, G., *Bloqueo de nervios periféricos guiados por ultrasonido*. Revista Mexicana de Anestesiología, 2008. **31**(4): p. 282-297.
12. Williams, S., *Ultrasound guidance speeds execution and improves the quality of supraclavicular block*. Anesth Analg, 2003. **97**: p. 1518-23.

13. Soeding, P., *A randomized trial of ultrasound-guided brachial plexus anesthesia in upper limb surgery*. *Anaesthesia Intensive Care*, 2005. **33**: p. 719-25.
14. Marhofer, P., *Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks*. *Reg Anesth Pain Med*, 1998. **23**: p. 584–588.
15. Willschke, H., *Ultrasonography for ilioinguinal/ iliohypogastric nerve blocks in children*. *Br J Anaesth* 2005, 2005. **95**: p. 226–230
16. Perlas, A., *Evidence for the Use of Ultrasound in Neuraxial Blocs*. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 2010. **35**(2): p. S43-S46.
17. Almeida, J., *Ultrasound-Facilitated Epidurals and Spinals in Obstetrics*. *Anesthesiology Clin*, 2008. **26**: p. 145-158.
18. Maecken, T., *Ultrasound imaging in vascular access*. *Crit Care Med*, 2007. **35**: p. S178-S185.
19. Hirschel, G., *Local and Regional Anesthesia*. William Wood and Company. New York, 1914.
20. Wright, B., *A new use for block-aid monitor*. *Anesthesiology*, 1969. **30**: p. 336-337.
21. Legler, D., *Doppler localization of the internal jugular vein facilitates central venous cannulation*. *Anesthesiology*, 1984. **60**: p. 481–482.
22. Keats, A., *The ASA Clasification of physical status -a recapitulation*. *Anesthesiology*, 1978. **49**: p. 233.
23. Dripps, R., *The role of anesthesia in surgical mortality*. *JAMA*, 1961. **178**: p. 261.

XI. ANEXO 1.

TABLA DE CASOS

| CASO | EDAD | GENERO | ASA | PROCEDIM CON US | ÉXITO | COMPLICACIONES |
|------|------|--------|-----|--------------------|-------|----------------|
| 1 | 48 | M | I | CVC SCL | SI | NO |
| 2 | 51 | F | III | B CPL | SI | NO |
| 3 | 51 | F | III | B CPL D | SI | NO |
| 4 | 52 | F | III | B. NA | SI | NO |
| 5 | 75 | F | III | PL | SI | NO |
| 6 | 80 | M | III | B II | SI | NO |
| 7 | 80 | M | III | B TAP | SI | NO |
| 8 | 41 | F | III | B IE | SI | NO |
| 9 | 66 | F | III | B F | SI | NO |
| 10 | 66 | F | III | B CPL | SI | NO |
| 11 | 46 | M | III | B NA | SI | NO |
| 12 | 43 | F | III | ART R | SI | NO |
| 13 | 78 | F | II | B NA | SI | NO |
| 14 | 63 | M | II | B II | SI | NO |
| 15 | 63 | M | II | B TAP | SI | NO |
| 16 | 63 | M | III | B II | SI | NO |
| 17 | 63 | M | III | B TAP | SI | NO |
| 18 | 40 | F | III | CVC SCL | SI | NO |
| 19 | 81 | F | III | B II | SI | NO |
| 20 | 81 | F | III | B TAP | SI | NO |
| 21 | 30 | F | II | PL | SI | NO |
| 22 | 53 | F | II | B NA | SI | NO |
| 23 | 46 | F | III | CV F | SI | NO |
| 24 | 44 | F | III | AVP | SI | NO |
| 25 | 44 | F | III | B GE | SI | NO |
| 26 | 63 | M | II | ART R | SI | NO |
| 27 | 63 | M | II | CVC YI | SI | NO |
| 28 | 47 | F | III | ART | SI | NO |
| 29 | 64 | M | II | CVC SC | SI | NO |
| 30 | 47 | M | III | ART | SI | NO |
| 31 | 27 | F | II | B AX | NO | NO |
| 32 | 43 | F | II | PL | SI | NO |
| 33 | 28 | F | II | PL | SI | NO |
| 34 | 51 | F | II | B NA | SI | NO |
| 35 | 55 | F | I | B CPL | SI | NO |

| | | | | | | |
|----|----|---|-----|-----------|------|-----------|
| 36 | 38 | F | III | B NA | SI | NO |
| 37 | 30 | F | III | B ICL | SI | NO |
| 38 | 33 | F | III | B NA | SI | NO |
| 39 | 53 | M | I | B II | SI | NO |
| 40 | 53 | M | I | B TAP | SI | NO |
| 41 | 41 | M | II | B NA | SI | NO |
| 42 | 41 | M | II | CVC YI | SI | NO |
| 43 | 41 | M | II | ART | SI | NO |
| 44 | 66 | M | III | CVC YI | SI | PUNC ART* |
| 45 | 84 | M | III | B IE | SI | NO |
| 46 | 84 | M | III | B M(adc) | PARC | NO |
| 47 | 29 | F | III | Esc VYI I | NA | NO |
| 48 | 29 | F | III | CVC CYI D | NO | NO |
| 49 | 29 | F | III | MHKR F I | SI | NO |
| 50 | 21 | M | II | B NA | SI | NO |
| 51 | 28 | F | II | PL | SI | NO |
| 52 | 39 | F | II | PL | SI | NO |
| 53 | 63 | F | IV | ART | NO | NO |
| 54 | 81 | M | IV | CVC YE I | SI | NO |
| 55 | 81 | M | IV | ART | NO | NO |
| 56 | 48 | M | III | B IE | SI | NO |
| 57 | 41 | F | II | B IE | SI | NO |
| 58 | 79 | M | III | ART | SI | NO |
| 59 | 25 | M | I | B ICL D | SI | NO |
| 60 | 29 | F | III | ART | SI | NO |

CVC: Catéter venoso central, SCL: subclavio, B CPL: bloqueo ciático poplíteo, B NA: bloqueo neuroaxial, PL: punción lumbar, BII: bloqueo ilio-inguinal/ilio-hipogástrico, B TAP: bloqueo del plano transversal abdominal, B IE: bloqueo interescalénico, B F: bloqueo femoral, ART: canulación arterial (radial), B ICL: bloqueo infraclavicular, I: izquierdo, D: derecho, YE: yugular externa; AVP: acceso venoso periférico; B GE: bloqueo de ganglio estelar; MHKR: Mahurkar.