



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DEL NIÑO  
“DR. RODOLFO NIETO PADRÓN”  
INSTITUCIÓN DE ASISTENCIA, ENSEÑANZA  
E INVESTIGACIÓN  
SECRETARÍA DE SALUD EN EL ESTADO**

---

---

**TESIS DE POSGRADO  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO ESPECIALISTA  
EN  
ANESTESIOLOGÍA PEDIÁTRICA**

**TÍTULO:  
USO DE ULTRASONIDO COMO GUÍA DE LOCALIZACIÓN  
VENOSA PARA COLOCACIÓN DEL CATÉTER VENOSO  
CENTRAL VS TÉCNICA POR ANATOMÍA EN PACIENTES  
PEDIÁTRICOS, EN EL HRAEN RNP, DICIEMBRE 2020-JULIO 2021**

**ALUMNO:  
DRA. PAULINA SELENE HERNÁNDEZ ALEJO**

**DIRECTOR (ES):  
DRA. CLAUDIA PRIEGO MARTÍNEZ  
DR. RAÚL MUÑOZ MARTÍNEZ**



**Villahermosa, Tabasco. Julio de 2021**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DEL NIÑO  
“DR. RODOLFO NIETO PADRÓN”  
INSTITUCIÓN DE ASISTENCIA, ENSEÑANZA  
E INVESTIGACIÓN  
SECRETARÍA DE SALUD EN EL ESTADO**

---

---

**TESIS DE POSGRADO  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO ESPECIALISTA  
EN  
ANESTESIOLOGÍA PEDIÁTRICA**

**TÍTULO:  
USO DE ULTRASONIDO COMO GUÍA DE LOCALIZACIÓN  
VENOSA PARA COLOCACIÓN DEL CATÉTER VENOSO  
CENTRAL VS TÉCNICA POR ANATOMÍA EN PACIENTES  
PEDIÁTRICOS, EN EL HRAEN RNP, DICIEMBRE 2020-JULIO 2021**

**ALUMNO:  
DRA. PAULINA SELENE HERNÁNDEZ ALEJO**

**DIRECTOR (ES):  
DRA. CLAUDIA PRIEGO MARTÍNEZ  
DR. RAÚL MUÑOZ MARTÍNEZ**

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.  
NOMBRE: DRA. PAULINA SELENE HERNÁNDEZ ALEJO



**Villahermosa, Tabasco. Julio de 2021**

## INDICE

<b>I</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>2</b>
<b>III</b>	<b>MARCO TEORICO</b>	<b>7</b>
<b>IV</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>27</b>
<b>V</b>	<b>JUSTIFICACION</b>	<b>28</b>
<b>VI</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>30</b>
	a. Objetivo general	30
	b. Objetivos específicos	30
<b>VII</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>30</b>
<b>VIII</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>31</b>
	a. Diseño del estudio.	31
	b. Unidad de observación.	31
	c. Universo de Trabajo.	31
	d. Cálculo de la muestra y sistema de muestreo.	31
	e. Definición de variables y operacionalización de las variables.	32
	f. Estrategia de trabajo clínico	33
	g. Criterios de inclusión.	35
	h. Criterios de exclusión	35
	i. Criterios de eliminación	35
	j. Métodos de recolección y base de datos	35
	k. Análisis estadístico	35
	l. Consideraciones éticas	36
<b>IX</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>36</b>
<b>X</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>47</b>
<b>XI</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>50</b>
<b>XII</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>51</b>
<b>XIII</b>	<b>ORGANIZACIÓN</b>	<b>54</b>
<b>XIV</b>	<b>EXTENSION</b>	<b>55</b>
<b>XV</b>	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>56</b>

## **DEDICATORIA**

Dedicado principalmente a Dios, por permitirme seguir siendo su instrumento en este camino de la medicina, a la memoria de mi padre, a quién le debo más que la vida, que me ha dejado fortaleza, crecimiento personal y una gran enseñanza de vida, a mi madre, por seguir siendo mi motor día con día, siempre creyendo en mí, a mis hermanos por el apoyo incondicional, a mi sobrinito Jared por estar presente en nuestras vidas, al 2020 por todos mis familiares fallecidos, por ser el año más difícil de mi vida, a todos los niños que fallecen en la batalla de la enfermedad, a mis maestros por su conocimiento y experiencia, a mis compañeros que tomaron éste mismo camino, aquellas personas que estuvieron y hoy no están, y a las que conocí en el camino.

...Gracias a los niños por llenar mi profesión y mi vida aún más de sentido y amor.

## **I. RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN:** La canalización vascular guiada por ultrasonido ha permitido una mejora importante, aumentando el porcentaje de éxito al primer intento y disminuyendo las complicaciones, tales como, la punción arterial accidental o la imposibilidad de canalización por variantes anatómicas de la normalidad.

**OBJETIVO:** Comparar el éxito de la técnica de colocación de catéter venoso central guiado por ultrasonido vs la técnica por referencia anatómica.

**MATERIAL Y MÉTODOS:** Estudio correlacional, analítico, prospectivo, transversal, experimental. Se estudiaron 77 pacientes pediátricos con manejo crítico o sometidos a cirugía mayor, del HRAEN RNP en diciembre 2020 a julio 2021, que ameritaran colocación de catéter venoso central, asignados en 2 grupos, 1) Técnica guiada por ultrasonido y 2) técnica guiada por referencia anatómica. Se analizó la frecuencia del éxito y fracaso de ambas técnicas, así como las complicaciones asociadas al procedimiento.

**RESULTADOS:** Se obtuvo que la técnica guiada por ultrasonido tuvo una frecuencia de éxito del 86.5% en comparación con la técnica por referencia anatómica con 55%, obteniendo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), además se identificó que con el uso de ultrasonido disminuyó el número de complicaciones, siendo del 6.4% en comparación con la técnica anatómica del 23.1%.

**CONCLUSIONES:** Con el presente estudio se confirma que el uso de ultrasonido aumentó la tasa de éxito al primer intento en la colocación del CVC y disminuyó el riesgo de complicaciones.

**Palabras Claves:** Catéter venoso central, Ultrasonido, Referencia anatómica.

## II. ANTECEDENTES

El acceso venoso central es una de las habilidades esenciales de los anestesiólogos, intensivistas, urgenciólogos y cirujanos, cada año se implantan más de 5 millones de catéteres venosos centrales (CVC) en Estados Unidos.<sup>1</sup> Consiste en la inserción de un catéter biocompatible en el espacio intravascular central, con el fin de administrar líquidos, fármacos, nutrición parenteral y determinar constantes fisiológicas.<sup>2</sup> La vena cava superior (VCS) y la vena cava inferior (VCI) permiten flujos y volúmenes altos que facilitan la dilución rápida de sustancias hipertónicas e hiperosmolares. El acceso a estos sitios es un procedimiento a ciegas que pueden ocasionar complicaciones inmediatas como la punción y la cateterización accidental de una arteria o una vena, un hematoma, una punción de la pared posterior del vaso (es decir, atravesando ambas paredes), un neumotórax y una embolia gaseosa o punciones cutáneas múltiples, ansiedad, molestias del paciente, exceso de sedación y hasta fracaso del procedimiento. Tras la colocación de un CVC puede resultar lesionado el conducto torácico o un nervio. Las complicaciones tardías del acceso vascular son infección local y a distancia (sepsis relacionada con el catéter y émbolos sépticos), la trombosis arterial o venosa, la estenosis del vaso, la oclusión de la luz o del dispositivo, la aparición de una fístula arteriovenosa y la migración de la punta.<sup>3</sup> La tasa de complicaciones mecánicas durante el procedimiento oscila entre 6% y 19%. Esto representa entre 250.000 y 1.000.000 de complicaciones mecánicas anuales. En el Centro de Cuidados Especiales y en la sala de operaciones del HCFFAA (Hospital Central de las Fuerzas Armadas) se realizan alrededor de 1.500 cateterizaciones centrales anuales (datos no publicados), por lo que el número de complicaciones

mecánicas anuales estimado oscila entre 75 y 300.<sup>4</sup> Por lo que el empleo del acceso vascular guiado por ultrasonido puede reducir la incidencia o evitar por completo muchas de las complicaciones mencionadas y mejorar la seguridad del procedimiento.<sup>3</sup> Actualmente las guías clínicas internacionales recomiendan la cateterización vascular guiada por ultrasonido de cualquier vena central siempre que esté disponible, tanto en niños como en adultos.<sup>1</sup> El uso del ultrasonido para la implantación de un CVC se introdujo en los años ochenta. Desde entonces, en muchas publicaciones se ha demostrado el éxito creciente, la mayor seguridad y efectividad de la guía ecográfica en comparación con el empleo de técnicas basadas en referencias anatómicas o señal acústica de Coppler.<sup>1</sup> La exploración ecográfica minuciosa permite identificar los vasos en los que es más difícil realizar una punción (p.ej., por un diámetro pequeño, en especial en relación con el tamaño del catéter utilizado, vasos que se colapsan con la respiración, vasos situados muy cerca de arterias o de la pleura, o presencia de trombosis, hematomas, estenosis o variaciones anatómicas).<sup>3</sup> La VCS es abordada a través de las venas yugulares externas, yugulares internas, subclavias y axilares. La VCI es abordada a través de la vena femoral o la vena umbilical en los neonatos, entre otras. Este acceso, muchas veces de alta complejidad, se facilita con el uso del ultrasonido como guía para la cateterización.<sup>3</sup> Bond y colaboradores comunican la primera cateterización de la VVI con ultrasonido en modo 2D (bidimensional). Mediante esta técnica se visualiza en forma directa las estructuras del cuello (principalmente la VVI y la ACI) y el avance de la aguja de punción hasta su penetración en la VVI. Mallory y colaboradores publican un estudio prospectivo y aleatorizado de esta técnica contra la clásica por referencias anatómicas comunicando una mayor tasa de éxitos, menor número de intentos y



menor número de complicaciones inmediatas. Adicionalmente reporta que los pacientes en quienes falló la VVC por referencias anatómicas se pudieron cateterizar bajo ecografía en el mismo sitio de punción. Estos resultados fueron confirmados por múltiples estudios prospectivos aleatorizados posteriores, en los que se reporta una tasa de éxito de 98% a 100%, complicaciones <5%, reducción en el tiempo para realizar la VVC <50% y reducción en el número de punciones <50%, comparado con la técnica por referencias anatómicas.<sup>4</sup> También comparado con la cateterización yugular fuera de plano con ultrasonido, la cateterización supraclavicular mejoró las tasas de éxito al primer intento (73 vs 37.5%), la tasa de éxito general también fue mayor (95 vs 83%), los intentos de punción fueron menores (1 vs 2) y así como el tiempo de cateterización (66 vs 170 segundos) en niños críticamente enfermos.<sup>3</sup> Sin embargo, la experiencia con este enfoque en los pacientes pediátricos críticos es todavía limitada a nivel mundial y ausente en nuestro medio.<sup>5</sup> Se han realizado dos metaanálisis con estudios prospectivos comparando la técnica por referencias anatómicas contra la guiada por ecografía que concluyen que, para la VVI, la técnica guiada por ecografía tiene menos fracasos y un menor número de intentos que la técnica tradicional por referencias anatómicas.<sup>2</sup> Se ha reportado que el primer intento de la cateterización venosa yugular interna es exitosa hasta en un 26% cuando es guiado con referencias anatómicas y del 43% si es guiado por ecografía; según Slama y cols antes de tres minutos en 55% por referencias anatómicas y 86% colocado con ultrasonido.<sup>2</sup> Pitturi y Lagreca en 2015 refieren que para la colocación de dispositivos de accesos venoso central se recomienda la ecografía durante la inserción del catéter venoso central con seis finalidades: a) evaluación ecográfica de todas las venas disponibles, b) evaluación de la vena a partir de criterios racionales basados en la

ecografía, c) punción venosa guiada por ecografía en tiempo real, d) control de la guía/orientación del catéter mediante ecografía durante el procedimiento, e) control de la integridad pleuropulmonar basado en la ecografía después de la punción venosa maxilar o subclavia y f) ecocardiografía transtorácica para verificar la posición de la punta del catéter al final del procedimiento.<sup>9</sup> También se han descrito comparaciones de éxito y complicaciones entre operadores con experiencia y sin experiencia. Mey y colaboradores publican un estudio con técnica de dos operadores (uno realiza la punción y otro la ecografía) mostrando que el factor más importante al realizar una punción bajo ultrasonido es la experiencia del operador, ya que, si solo el operador tiene experiencia o ambos lo tienen, el éxito es > 97,1% en tanto que si solo el que punciona tiene experiencia o ambos no lo son, la efectividad disminuye a 90,1%-90,3%. En un estudio aleatorizado por Rando K y colaboradores reportaron en sus resultados que los operadores sin experiencia acertaron 72% sin el ultrasonido y mejorando a 86% con el ecógrafo.<sup>3</sup> En cuanto a las complicaciones también hay reportes acerca de la experiencia y en el estudio de Rando, K y colaboradores describen reportes donde los expertos obtuvieron una incidencia de 24% sin la ecografía, superior a lo obtenido por Sznajder y colaboradores (14%) y Eisen y colaboradores (10%). Con la ayuda del ecógrafo este grupo disminuyó a 7.8%, similar a lo obtenido por Mey y colaboradores, 10-17% para operadores y puncionadores sin experiencia.<sup>3</sup> En el caso de los operadores expertos se observó una tasa similar de complicaciones con y sin la ecografía (8.3% y 8.8% respectivamente). Las complicaciones sin la ecografía son similares a los resultados obtenidos por otros investigadores Karaktis y colaboradores 10.6%, Troianos y colaboradores 8.4%, Denys y colaboradores 8.3%; pero no obtuvimos una disminución con el uso del

ultrasonido como otros autores Karakitsos y colaboradores 1.1%, Troianos y colaboradores 1.3%, Denys y colaboradores 3.9%. Pensamos que esto refleja la inexperiencia en el uso del ultrasonido ya que la tasa de complicaciones es de 8.3% comparable con la de 7.8% obtenida por el grupo no experto y concuerda con el trabajo de Mey y colaboradores, que jerarquizan la importancia de la experiencia en la ecografía. Se infiere que el entrenamiento en ecografía es indispensable para obtener un mejor beneficio de la técnica.<sup>3</sup> La complicación más frecuente que se ha encontrado fue la punción carótida interna y/o el hematoma local en un 97% (29 de 30). La observación de los vasos de cuello con el ultrasonido nos permitió confirmar las observaciones de otros autores ya publicadas.<sup>3</sup> Carmona (2015), en un estudio realizado en el Hospital Regional Adolfo López Mateo del ISSSTE de la Ciudad de México acerca de las complicaciones inmediatas asociadas a la colocación de catéter venoso central por los diferentes médicos subespecialistas en el área pediátrica, reporta complicaciones en el 72% de los casos siendo el más común segundo operador (se necesitó de apoyo de alguien de mayor experiencia para su colocación). Se observó un mayor número de complicaciones en los procedimientos realizados por médicos Residentes de primer año de las diversas especialidades y el porcentaje de complicaciones con respecto del total de procedimientos realizados de acuerdo al servicio fueron: UTIP con 88%, Neonatología 78% y Cirugía Pediátrica 60%. Las complicaciones predominantes fueron leves en contraste con la referencia reportada haciendo énfasis en la ausencia del uso de guía ultrasonográfica.<sup>13</sup>

### III. MARCO TEÓRICO

#### BASES FÍSICAS DE LA ECOGRAFÍA

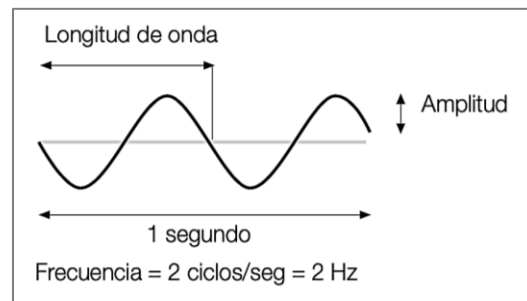
La ecografía se basa en la generación y formación de imágenes del interior del cuerpo humano con la utilización de ultrasonido. Un ultrasonido es un tipo especial de sonido cuya frecuencia está por encima del rango de frecuencias audibles para el ser humano.<sup>6</sup> Los sonidos son fenómenos ondulatorios que se producen cuando se induce una vibración a una molécula. La molécula, al vibrar, se desplaza de su posición de reposo, bien en sentido longitudinal (vibración longitudinal) o bien en sentido transversal (vibración transversal). Cuando una molécula en su movimiento se encuentra con otra molécula adyacente, le transfiere a esta última parte de su energía cinética; esta transferencia de energía hace que la segunda molécula comience a vibrar, de esta forma el fenómeno vibratorio va propagándose por el medio, generando lo que se denomina un fenómeno ondulatorio. Cuanto más próximas se encuentren las moléculas de un medio, más fácil y más rápidamente interactuarán en su desplazamiento unas con otras.<sup>6</sup>

Una onda se caracteriza por los siguientes parámetros:

- **Amplitud (A).** Hace referencia a la intensidad del sonido; es la altura máxima que alcanza una onda. La amplitud de una onda sonora se mide en decibelios (dB).
- **Longitud de onda ( $\lambda$ ).** Es la distancia entre dos fases consecutivas del ciclo de una onda (por ejemplo, entre dos picos). Se mide con las mismas unidades de la longitud, las ondas son tan pequeñas que se suelen medir en milímetros. (*Tabla 1, Figura 1*).
- **Frecuencia (f).** Es el número de longitudes de onda por unidad de tiempo. Generalmente se expresa en hercios (Hz) y sus múltiplos (kilohercio, megahercio), que son el número de longitudes de onda que acontecen en un segundo.<sup>6</sup>

Tejido	Velocidad (m/s)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
Grasa	1.470	0,97
Músculo	1.568	1,04
Hígado	1.540	1,055
Cerebro	1.530	1,02
Huesos	3.600	1,7
Agua (20°C)	1.492	0,9982
Aire	331	0,0013

**Tabla 1.** Valores de densidad y velocidad de propagación del sonido en los tejidos



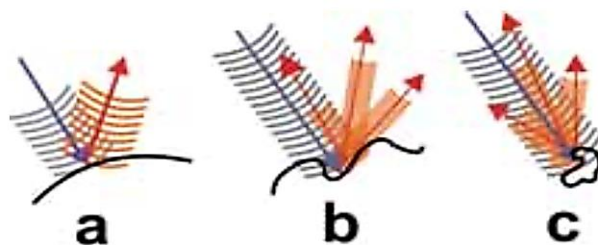
**Figura 1.** Frecuencia, longitud de onda y amplitud, caracterizan cualquier tipo de onda

En la interacción del ultrasonido con los tejidos se pueden describir 4 características:

1. **Velocidad de propagación.** La velocidad de propagación de una onda en un medio (c) es la relación entre el espacio recorrido por la onda por unidad de tiempo. El espacio recorrido viene dado por la longitud de onda ( $\lambda$ ) y el producto se obtiene por la frecuencia (f):  $C = \lambda \times f$ . Dado que la velocidad de propagación del sonido en un medio permanece constante, existe una relación inversamente proporcional entre longitud de onda y frecuencia.<sup>6</sup>
2. **Absorción.** Cuando las moléculas oscilan al vibrar, contactan con moléculas adyacentes; en este contacto se transfiere una parte de la energía cinética de la molécula que está vibrando a la que está en reposo, provocando en esta última el inicio de la vibración. Sin embargo, esta transferencia de energía no es completa; parte de esta energía cinética se transforma en calor, de forma que el recorrido oscilatorio de la segunda molécula va a ser menor que el de la primera. Este hecho se refleja en el movimiento ondulatorio como una pérdida de amplitud de la onda sonora; la onda se “atenúa” debido a la absorción de la energía. El parámetro físico que más influencia tiene en la absorción de una onda sonora es la propia frecuencia de la onda, siendo mayor la absorción en ondas de mayor frecuencia, y viceversa.<sup>6</sup> De este principio físico se describe la atenuación y la profundidad durante la exploración, así como el uso de la ganancia del ultrasonido.<sup>7</sup>

3. **Reflexión.** Si una onda sonora pasa de un medio a otro de distinta densidad se produce un cambio en la impedancia a la transmisión de la onda; esta impedancia ( $Z$ ) se define como el producto de la velocidad de la onda por la densidad del tejido y representa la “resistencia” al paso de la onda. Justo en el límite donde se produce este cambio de impedancia, parte de la onda va a reflejarse (fenómeno de reflexión), mientras que otra parte de la onda sigue su transmisión por el nuevo tejido. Existen distintos modelos de reflexión en función de la densidad y las dimensiones del objeto reflectante: especular, difusa y scattering.<sup>6</sup>

4. **Refracción.** Siempre que un pulso de ultrasonidos cambia de un medio a otro con distinta impedancia acústica se produce, no sólo la reflexión del ultrasonido, sino que también una parte de la onda se refracta, cambia de dirección y sigue viajando dentro del organismo hasta que se encuentra con un nuevo cambio de impedancia acústica y se repite el proceso hasta que la intensidad de la onda se hace cero.<sup>6</sup>



**Figura 2.** Distintos modelos de reflexión  
a) Especular, b) Difusa, c) Scattering

Las secuencias de pulsos utilizadas en ecografía son producidas por dispositivos denominados transductores. Un transductor es cualquier dispositivo capaz de convertir una forma de energía en otra de otro tipo.<sup>6</sup> La producción de ultrasonidos se la realiza con elementos “piezoeléctricos”, los cuales, al recibir corriente eléctrica, se contraen y dilatan generando vibraciones, es decir energía acústica (efecto

piezoeléctrico inverso) y, al contrario, al recibir la presión de ondas acústicas convierten esta energía mecánica en energía eléctrica (efecto piezoeléctrico directo). En ello se basa el funcionamiento de los transductores ecográficos: reciben impulsos eléctricos y los convierte en pulsos acústicos y posteriormente recibe pulsos acústicos (ecos) y los convierte otra vez en impulsos eléctricos.<sup>4</sup>

La pantalla ultrasonográfica muestra las imágenes obtenidas de distintos modos:

- **Modo A:** muestra la imagen de acuerdo con su longitud de onda.
- **Modo M:** muestra la imagen con respecto al tiempo.
- **Modo B:** muestra la imagen respecto a la brillantez en forma de rebanadas, que es la forma en que se usa en anestesia regional. De este modo es como se debe imaginar el corte con el transductor en rebanadas.<sup>7</sup>

## **MATERIAL PARA CATETERISMO DE VENA CENTRAL**

**Catéter venoso (diámetro).** Los catéteres pueden ser de una o varias luces, lo que permite la utilización combinada para la administración de drogas o fluidos y la monitorización. La desembocadura de las luces en el vaso puede ser en “cañón de escopeta” o espaciadas.<sup>4</sup> El tamaño mínimo del catéter venoso disponible para la inserción con guía ecográfica es de 3 Fr. Cuando no haya una vena en el brazo que mida 3 mm de diámetro no se intentará la canulación en esta zona. Los recién nacidos y los lactantes pequeños pocas veces tienen venas profundas en el brazo que sean mayores 2 mm. En algunas ocasiones, la vena axilar puede alcanzar los 3 mm o más (a nivel de la axila).<sup>5</sup> En condiciones ideales, el diámetro externo del catéter no debe ser tres veces mayor que el diámetro interno de la vena (p. ej., un catéter de 3 Fr debe

ser introducido en una vena que tenga un diámetro interno de 3 mm [ $\geq 9 \text{ Fr} = 3 \text{ mm}$ ] medido en la ecografía, un catéter de 4 Fr necesita una vena de 4 mm, etc).<sup>5</sup> También hay tablas que indican el calibre y la longitud de la canalización recomendada dependiendo del acceso designado.<sup>4</sup> (Tabla 2)

**Tabla 2.** Calibre de CVC en función de la edad y de introducción

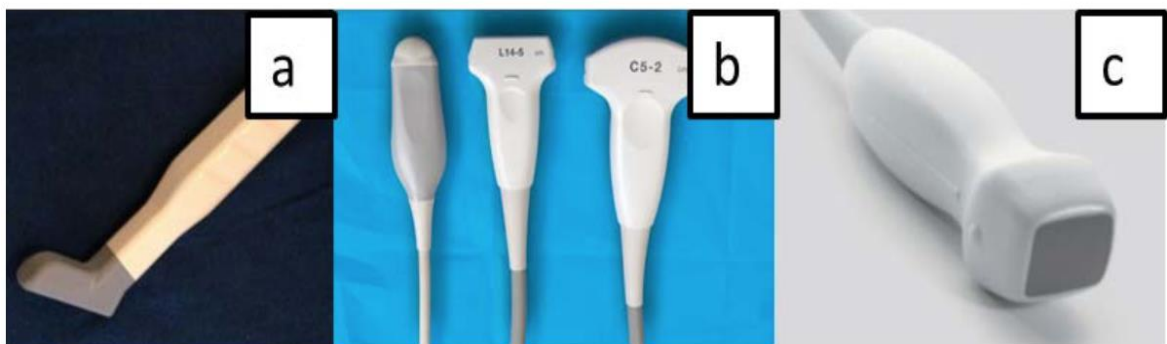
<i>Edad</i>	<i>Tamaño(F)</i>	<i>Longitud</i>		
		Femoral	Subclavia	Yugular
<i>1 mes</i>	3	15-16	5	6
<i>3 meses</i>	3	17	6	6,5
<i>6 meses</i>	3	19	6,5	7
<i>1 año</i>	3	21	7-8	8
<i>2 años</i>	3-4	24	8,5	9
<i>4 años</i>	4	28	9,5	10,5
<i>6 años</i>	4	31	10,5	12
<i>8 años</i>	5	34	11,5	13
<i>10 años</i>	5	37	12,5	14
<i>&gt; 12 años</i>	6	40-45	15-16	15-17

- **Aguja.** El calibre y la longitud de la aguja varía de acuerdo al grupo de edad con el que se esté trabajando. Con frecuencia en pacientes pediátricos, la punción de las venas periféricas y centrales se realiza con agujas ecógenas de calibre 21, siendo la longitud de la aguja es de 3.5 a 6 cm.
- **Guía.** Las guías con punta en forma de “J” no deben ser utilizadas en pacientes pediátricos para la canulación periférica o central.<sup>6</sup> Por el contrario, deben tener una punta flexible recta que resulte lo menos traumática posible y, por tanto, se maneje más fácilmente en la luz del vaso. Cuando se utilizan agujas de calibre 21, se necesitan guías de 0.018 pulgadas (0.46 mm). En la actualidad, el nitinol (níquel más titanio) es considerado el material de elección para guías de pequeño calibre.<sup>3</sup>
- **Microintrodutor y dilatador.** Todas las inserciones con guía ecográfica de catéteres venosos centrales en pacientes pediátricos deben realizarse siguiendo la técnica de Seldinger indirecta o “modificada”, lo que significa usar un



microintrodutor y un dilatador de la longitud (5-7cm) y la rigidez adecuada para facilitar el tránsito uniforme del introductor, del dilatador y de la guía. El microintrodutor y el dilatador se insertan sobre la guía. A continuación, se extraen simultáneamente el dilatador y la guía, y se introduce el catéter en el introductor.<sup>3</sup>

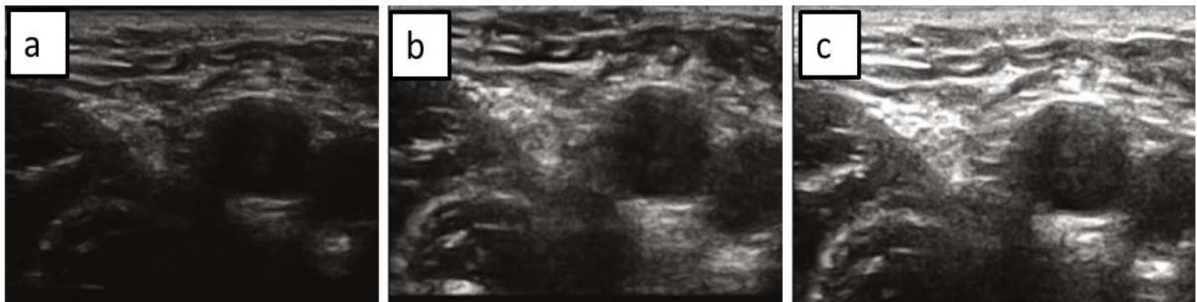
- **Transductor ecográfico.** Los transductores o sondas contienen elementos piezoeléctricos y se describen por la disposición de sus elementos, por su función y por la forma del haz. En los equipos existen una diversidad de sondas que se pueden seleccionar dependiendo de las circunstancias clínicas en las cuales se quieran aplicar.<sup>4</sup> La sonda ideal para la canalización eco-guiada en niños es una sonda de alta frecuencia con gran definición en planos superficiales que tenga una huella pequeña y cuya manipulación comprometa el menor espacio posible. La sonda que más se aproxima a las características ideales es la hockey-stick lineal (*Figura 3a*). Como segunda opción están las sondas lineales de huella pequeña (< 6-7cm) y en su defecto sondas lineales convencionales (*Figura 3b*). Las sondas microconvex de alta frecuencia son una buena alternativa, seguida por las sondas convexas de tipo abdominal. No recomendamos usar sondas de ecocardiografía phased array (*Figura 3c*) ya que la calidad de imagen en planos superficiales es muy pobre.<sup>5</sup>



**Figura 3.** a) Sonda Hockey-Stick, b) Microconvex, Lineal y Convex, c) Cardiaca

Para facilitar el acceso vascular normalmente se utilizan transductores de banda con frecuencia amplia (5-15 MHz). Las frecuencias más altas proporcionan una resolución mejor, son más adecuadas para las estructuras superficiales y permiten unificar y evitar las estructuras adyacentes vulnerables (p.ej., pequeñas arterias y nervios). La canalización de recién nacidos y pacientes pediátricos en general requiere también una resolución alta.<sup>6</sup> Las frecuencias medias (5-10 MHz) se usan para visualizar estructuras situadas entre 3 y 6 cm bajo la superficie de la piel. Una sonda de baja frecuencia trabaja a menos de 5 MHz y se reserva habitualmente para estructuras más profundas, de modo que no se emplea normalmente para el acceso vascular.<sup>6</sup> El ecógrafo ideal para la canalización vascular eco-guiada, debe ser sencillo de manejar, ligero, resistente, con un tiempo de encendido rápido, la visualización ecográfica de los vasos puede realizarse mediante técnica en modo B o bajo efecto Doppler, siendo la primera la elección para guiar al acceso vascular.<sup>6</sup> En el modo bidimensional la imagen ecográfica en dos dimensiones se obtiene mediante la sumatoria de la reflexión de los ultrasonidos que partieron de los cristales del transductor, codificada a menudo en escala de grises. Actualmente los ecógrafos permiten dar color a los grises (función color o croma), y esto puede brindar una mejor resolución en comparación con la escala de grises.<sup>4</sup> El efecto doppler es un desplazamiento de la frecuencia de las ondas debido al movimiento relativo entre la fuente y el observador. La fuente de las ondas sonoras es el transductor y también el receptor para los ecos que regresan. El movimiento de los tejidos, como el flujo de sangre, establece un desplazamiento en la frecuencia de las ondas que regresan. La sangre que se desplaza hacia la sonda transporta los ecos a una mayor frecuencia, mientras que la sangre que se aleja del mismo los transporta a una frecuencia menor.<sup>4</sup>

- **Ganancia general.** La ganancia es la cantidad de ecos que recibe la sonda. A modo práctico lo vemos como “brillo” que tienen las estructuras en la ecografía. En general seleccionaremos una ganancia que nos permita distinguir adecuadamente los músculos de los vasos. (figura 4b). Demasiada ganancia (figura 4c) puede hacer que la imagen del interior del vaso sea poco clara y que no se distingan los tejidos en la superficie lo que puede dificultar mucho la visualización de la aguja. Una ganancia demasiado baja hace que exista poco contraste entre estructuras (figura 4a) y tampoco es adecuada. Además de la ganancia general, puede ser útil ajustar la ganancia en profundidad que nos permite dar diferentes ganancias a distintas profundidades de la imagen, si está disponible en nuestro ecógrafo.<sup>5</sup>



**Figura 4.** Regulación de ganancia. a) Escasa, b) Adecuada, c) Exceso

- **Ganancia de color.** Este es un parámetro que deberemos contralar si usamos doppler-color. Aumentando la ganancia del color conseguiremos que el vaso se “llene de color”, de forma que parecerá más grande en color que en 2D. Si la bajamos iremos detectando una señal de color cada vez más pequeña centrada en el vaso hasta desaparecer. La ganancia ideal es aquella que una vez seleccionada la escala de velocidad correcta permite ver el vaso lleno de color sin sobrepasar sus límites (es decir sin sobreestimar el tamaño) y sin que aparezcan destellos (como chispas de color) alrededor del vaso.<sup>5</sup>

- **Escala de color y Doppler.** Si utilizamos color deberemos ajustar la escala de velocidades doppler a la velocidad del flujo sanguíneo que estamos explorando. Si estamos explorando venas la escala debe ser baja (<30- 40 cm/seg) para poder detectar el flujo venoso, mientras que para el flujo arterial es mejor escalas más altas (50-80 cm/seg) para evitar el fenómeno de aliasing (generación de artefactos en la imagen de doppler color).<sup>5</sup>

## **EVALUACIÓN ECOGRÁFICA**

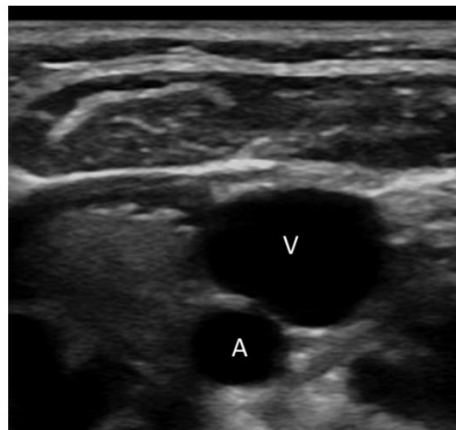
La evaluación ecográfica de todas las venas centrales, que representan los “objetivos” potenciales del cateterismo, se efectúa bilateralmente. Es necesario evaluar, en el estudio ecográfico las siguientes características de todas las venas de la extremidad superior con el estudio bidimensional, el Doppler color y la ecografía con compresión:<sup>3</sup>

- 1) Diámetro interno
- 2) Profundidad (distancia desde la piel)
- 3) Regularidad de su recorrido (vaso tortuosos mala opción para la canulación)
- 4) Proximidad a otras estructuras anatómicas que pudiera lesionarse accidentalmente (p.ej. arteria braquial o nervio mediano)
- 5) Cualquier anomalía preexistente (p.ej. trombosis o variaciones anatómicas).

El estudio ecográfico de la zona supraclavicular comienza en la zona media del cuello, barriendo con el transductor en el plano transversal sobre la vena yugular interna (VYI) y la arteria carótida común. A este nivel se pueden evaluar en la VYI el diámetro, el grado de colapso durante la respiración, la posición en relación con la arteria, la presencia de válvulas y las posibles anomalías (p.ej. trombosis o hipoplasia). Si se pasa el transductor en dirección distal (siguiendo la trayectoria de la VYI) hacia la zona

inferior del cuello, puede verse la arteria subclavia a modo de segmento arterial mayor que se encuentra en una zona más profunda que la VVI y alineada transversalmente con la trayectoria de la VVI. A continuación, el transductor alcanza la muesca supraesternal, donde puede inclinarse en un plano frontal para estudiar la zona anterior del mediastino, en un punto en el que se ve la vena braquiocefálica (casi en el plano longitudinal).<sup>3</sup> Al localizar el vaso con la sonda ecográfica se observan de forma típica dos formaciones tubulares paralelas que corresponde a la arteria y a la vena. Existen diferencias ecográficas de los vasos entre ellas: <sup>3</sup>

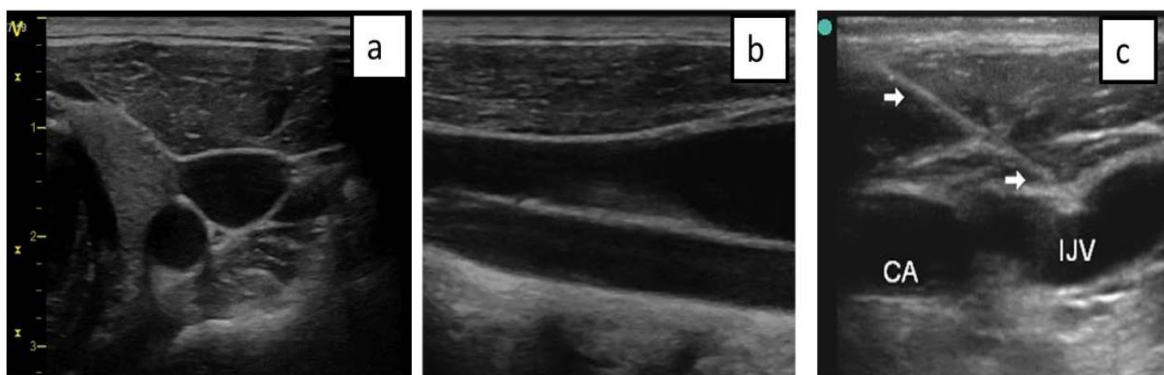
- **Arteria:** forma redondeada; paredes paralelas ante el corte axial; puede presentar calcificaciones en su pared; no comprensible; presencia de movimientos sistólicos.
- **Vena:** forma ovoide o triangular; cambios dinámicos con el ritmo cardiaco o respiratorio; válvulas en su luz; comprensible ante escasa presión; más grande que la arteria.



**Figura 5.** Visión transversal de la VVI en posición habitual (anterolateral) respecto a la carótida

**Planos.** La relación entre el plano del haz de ultrasonidos y el eje mayor de la vena puede ser transversal, longitudinal u oblicua. En general empezamos siempre con el plano transversal y posteriormente el longitudinal.<sup>5</sup>

- **Transversal:** En transversal el haz de ultrasonidos corta al vaso en sentido perpendicular al eje mayor del vaso obteniéndose en la imagen una sección circular del vaso (*Figura 6a*). Cuando se explora un vaso en sentido transversal debe colocarse el centro de la sección circular del vaso en el centro de la imagen. La principal ventaja de este plano es que permite obtener una visión amplia y panorámica de la vena y de las estructuras adyacentes. Esto es importante en la canalización vascular ya que permite evitar la punción indeseada de estructuras de riesgo como arterias, nervios u órganos. Además, es más fácil orientarse y es más intuitivo para el operador con poca experiencia.<sup>5</sup>
- **Longitudinal:** Se obtiene rotando 90° desde el plano transversal (*Figura 6b*). El haz de ultrasonidos corta al vaso en sentido paralelo al eje mayor del vaso obteniéndose una imagen cilíndrica del vaso. Cuando se explora un vaso en longitudinal debe intentarse colocar el plano justo en la parte media del vaso que corresponde, como en toda circunferencia con la zona más ancha (diámetro). La ventaja de esta visión es que permite la canalización en plano con visualización de la aguja en todo su recorrido. Los inconvenientes son que es más difícil orientarse y no se observan las estructuras adyacentes al vaso explorado, sólo las localizadas inmediatamente por encima o por debajo del vaso.<sup>5</sup>
- **Oblicuo:** El haz de ultrasonidos se coloca en “diagonal” respecto al eje mayor del vaso con un ángulo aproximado de 45° (*Figura 6c*). Este abordaje se utiliza menos. Aúna las ventajas de los abordajes transversal y longitudinal. Por un lado, permite visualizar la vena y la arteria en el mismo plano, así como estructuras adyacentes. Además, permite introducir la aguja en plano con el vaso.<sup>5</sup>



**Figura 6.** a) Relación plano-vena transversal, b) Relación plano-vena longitudinal, c) Relación plano-vena oblicua

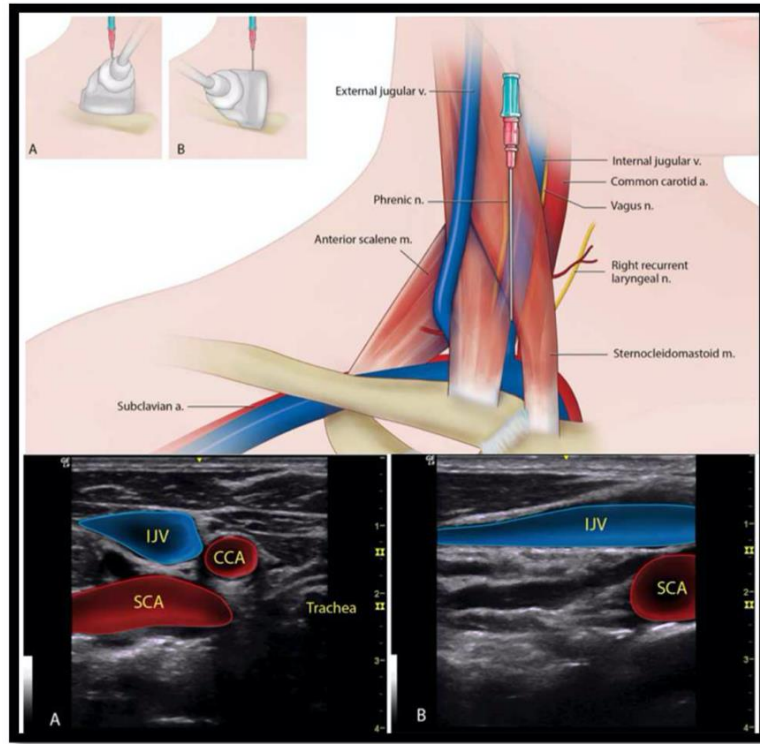
## TÉCNICAS PARA EL ABORDAJE VASCULAR GUIADO POR ULTRASONIDO

Existen dos técnicas para el abordaje vascular guiado por ultrasonido:

1. **Técnica Estática:** Se caracteriza por la visualización directa del vaso a punzar y su posterior marcación, ya sea en dirección como en profundidad, para marcar los puntos de reparo a seguir para el acceso a ciegas, esta técnica no es estéril.
  
2. **Técnica Dinámica:** Esta técnica utiliza la guía ecográfica en forma permanente, lo que permite visualizar en forma permanente la punta de la aguja y su acceso a la luz del vaso. Esta última técnica puede ser realizada tanto por uno o dos operadores. La técnica dinámica es estéril. Si se realiza la técnica dinámica, el gel a utilizar debe estar estéril, por lo que es de uso habitual cualquier gel estéril, aunque la formación de una interface con suero salino suele ser una buena alternativa, así como la colocación de gel no estéril en el transductor previo a envolverlo en una bolsa o guante estéril.

## CANULACION DE VENA YUGULAR INTERNA GUIADA POR ULTRASONIDO

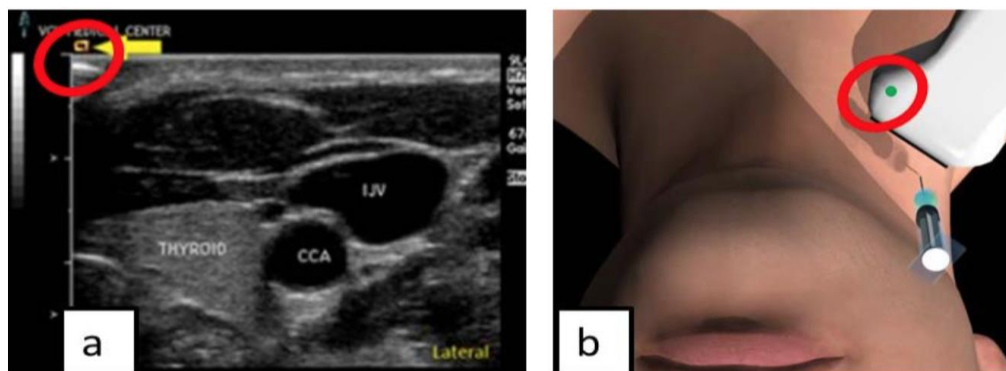
La vena yugular interna es considerado el vaso ideal para la canalización con control ecográfico por su accesibilidad y su localización superficial (*Figura 7*). Permite identificar la posición en que se debe colocar al paciente para que el vaso esté más accesible y reducir el riesgo de punción arterial, además identifica las variaciones anatómicas que pueden estar presentes entre el 7 al 18%. La posición de la yugular, con respecto a la carótida generalmente es lateral en el 34.6%, anterolateral en el 59.7% y anterior en el 5.7%. Es especialmente útil en lactantes, obesos, pacientes con coagulopatía o ventilación mecánica.<sup>4</sup>



**Figura 7.** Canalización de la VVI ecoguiada. a) Eje corto, b) Eje largo



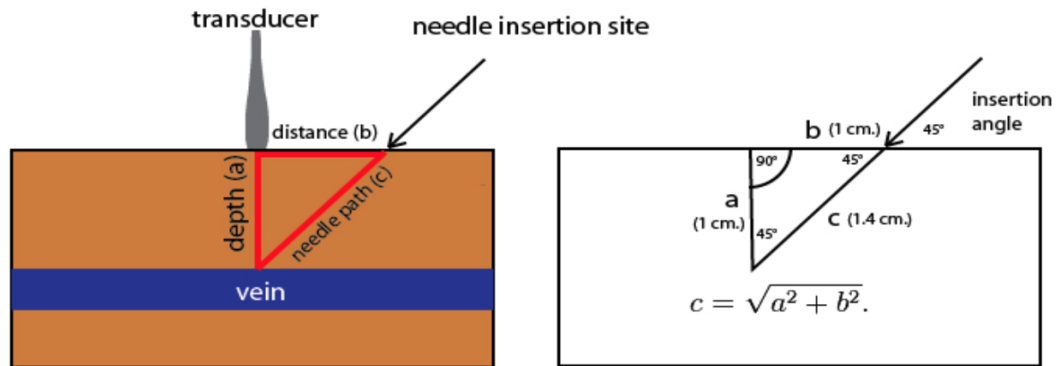
Con esto queremos decir que la lateralidad izquierda-derecha del paciente, del transductor y de la pantalla debe ser la misma. Si nos colocamos a la cabecera para canalizar la vena yugular interna del lado derecho mirando de frente a la pantalla del eco debemos ver la yugular a nuestra derecha y la carótida a nuestra izquierda. Para ello la marca de la pantalla y la muesca del transductor deben estar hacia el mismo lado respecto a nosotros (para ello se debe colocar la muesca de la sonda siempre a nuestra izquierda, al igual que la marca en la pantalla, tanto si pinchamos desde craneal o desde caudal respecto al paciente (*Figura 8*). En caso de que utilizemos una visión longitudinal del vaso, la muesca del transductor puede colocarse en cualquier posición, pero para evitar equivocaciones nosotros recomendamos colocar la muesca del transductor siempre hacia posición craneal del paciente.<sup>5</sup>



**Figura 8.** Orientación anatómica de la imagen. La marca de la pantalla y la muesca del transductor deben estar a nuestra izquierda según miremos al paciente y al ecógrafo (círculos rojos).

Cuando se utiliza el abordaje transversal fuera de plano (en el que no se visualiza todo el trayecto de la aguja), se puede calcular con base al teorema de Pitágoras el lugar de punción en la piel. Se utiliza un ángulo de entrada en la piel de 45°, la distancia al transductor será aproximadamente la misma que la profundidad a la que se encuentra el vaso. Utilizando este sencillo principio se puede puncionar el vaso con éxito en muchas ocasiones, aunque no se controle exactamente la trayectoria de la aguja. El

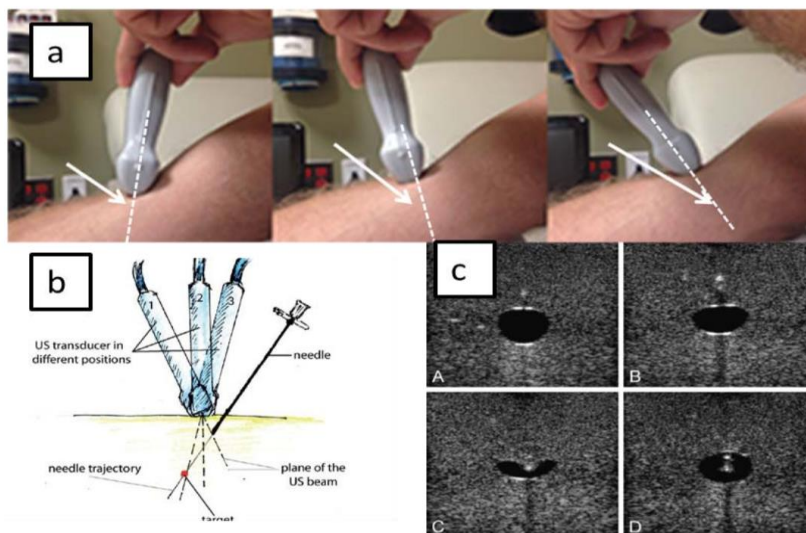
inconveniente es que si el cálculo del ángulo y la profundidad no son exactos se puede errar la trayectoria adecuada de la aguja y puncionar estructuras no deseadas, lo cual es más frecuente en niños pequeños donde el margen de error es menor.<sup>5</sup>



**Figura 9.** Principio de triangulo. Si la distancia al transductor se hace coincidir con la profundidad del vaso, una punción con un ángulo de entrada de 45°, debe entrar en el vaso aproximadamente.

- **Abordaje de aguja.** Se obtiene un corte transversal del vaso y la aguja se introduce fuera de plano. Es el abordaje más habitual para la canalización ecoguiada de la vena yugula interna y el más recomendado cuando el operador tiene poca experiencia. La principal ventaja es la seguridad ya que tenemos una visión de las estructuras alrededor de la vena (principalmente la arteria). La principal desventaja es que no visualizamos más que una sección de la aguja (un punto ecogénico en la pantalla). Si queremos mantener un control de la punta de la aguja durante su introducción se puede realizar la maniobra de basculación, en donde se elige el punto teórico de punción con base a la maniobra de triangulación antes descrita. Una vez que la punta de la aguja se introduce en la piel, se mueve el transductor hacia la aguja lo que haremos es bascular el transductor siguiendo la punta de la aguja a medida que avanza. Esta técnica es la preferida por muchos y es útil especialmente cuando se punciona muy cerca del transductor y el espacio para maniobrar es escaso.<sup>5</sup> (Figura 9 y 10).

**Figura 10.** Maniobra de basculación. Se realiza movimiento de basculación desde proximal a distal a medida que introducimos la aguja en la piel a) y b). Debemos ser capaces de seguir la punta de la aguja hacia el vaso c).



- Ubicación del catéter venoso central.** La colocación correcta de la punta del catéter es esencial para obtener información hemodinámica precisa, administrar fármacos vasoactivos y líquidos y reducir las complicaciones que pueden surgir por la colocación incorrecta de la punta dentro de la aurícula derecha, como arritmias, trombosis, perforación cardíaca.<sup>4</sup> Existen fórmulas que predicen la posición correcta del catéter en 98,5% para los catéteres yugulares izquierdos y 94.0% para catéteres insertados a través de la vena subclavia izquierda. La longitud óptima del catéter venoso central insertado en la vena subclavia se puede determinar también mediante el uso de fórmulas que utilizan el área de superficie corporal (ASC). El uso de estas fórmulas se correlacionó en la colocación de la punta adecuada en 92.9% de niños más pequeños ( $ASC < 0,5$ ) y en 95.7% de niños más grandes.<sup>4</sup> Generalmente se confirma la posición del catéter por una radiografía de tórax y ningún método descrito se considera estándar de oro.<sup>4</sup>

**Tabla 2.** Fórmulas para longitud optima de CVC

<i>Yugular interna derecha</i>	$0.06 \times \text{talla (cm)}$
<i>Yugular interna izquierda</i>	$0.07 \times \text{talla (cm)}$
<i>Subclavia izquierda</i>	$0.08 \times \text{talla (cm)}$ o $6.5 \times \text{ASC} + 7$
<i>Subclavia derecha</i>	$5 \times \text{ASC} + 6$

## COMPLICACIONES DE LA COLOCACION DE CATETER VENOSO CENTRAL

Antes de la utilización de la ecografía, la ocurrencia de complicaciones agudas asociadas a la canalización venosa central estaba entre 6.3%-11.8%, con su uso, especialmente para la canulación vascular por vía yugular interna se redujo la tasa de complicaciones hasta en un 73%.<sup>4</sup> Su presencia se ha relacionado con los siguientes factores: experiencia del operador, pacientes pediátricos, variaciones anatómicas, comorbilidades asociadas (coagulopatías, enfisema), número de intentos por operador, cirugía previa en cuello, antecedente de punciones fallidas y uso de ecografía.<sup>4</sup> Las principales y más frecuentes son:

- **Punciones múltiples:** punciones arteriales, relacionada con el tamaño del paciente, mientras más pequeño mayor es el riesgo. Una punción de la carótida al momento de canalizar la VVI puede provocar un hematoma con un efecto de masa que ocasiona compresión de la VVI al desplazarse; así mismo un efecto tardío de esta complicación puede ser una fistula arteriovenosa. Es importante reconocer los factores de riesgo para cateterización difícil, ya que una historia de intentos fallidos de cateterización puede ser difícil. Las consecuencias de lesiones arteriales van desde hematomas, accidentes cerebro-vasculares, pseudo-aneurismas, disección, fístula arterio-venosa. Puede haber hemorragia retroperitoneal e isquemia de extremidades estos últimos para acceso centrales por vía femoral.<sup>5</sup>
- **Neumotórax:** es una complicación mecánica relativamente frecuente asociado a la inserción del catéter central, secundariamente a la punción pleural directa, tiene una incidencia estimada de 2.5-3 %. La cateterización de la vena subclavia se

asoció a un mayor riesgo de neumotórax que la cateterización venosa yugular o femoral.<sup>4</sup> En el caso de la comparación entre abordajes de la vena yugular interna, es más frecuente por el abordaje medial y central. El diagnóstico de un neumotórax es a menudo tardío, lo cual es importante que el operador debe estar atento. Cuando se presenta de manera asintomática y es pequeño puede no requerir de tratamiento y resuelva espontáneamente, sin embargo, se puede presentar como una emergencia y se debe de sospechar del diagnóstico y tratado prontamente.<sup>5</sup>

- **Mal posición:** se define cuando el catéter está en el sistema venoso pero la punta del catéter no está en la aurícula derecha, vena cava superior o vena cava inferior; o cuando el catéter está fuera del sistema venoso. Se presenta con más frecuencia en niños que en adultos, por razones anatómicas. Tiene una incidencia de 7.3 al 23%, siendo mayor en catéteres subclavios que en yugulares.<sup>4</sup>
- **Punción Arterial:** la incidencia de punción de la arteria carótida se ha reportado entre 5-9 %. A diferencia del adulto, en niños es más frecuente en accesos subclavios que en yugulares y femorales. Con mayor frecuencia en operadores con poca experiencia. Las consecuencias de lesiones arteriales son hematomas, accidentes cerebro-vasculares, pseudo-aneurismas, disección, trombosis, hemotórax, taponamiento cardíaco y fístula arterio-venosa. Puede haber hemorragia retroperitoneal, e isquemia de extremidades en accesos femorales.<sup>4</sup>
- **Hemotórax:** es una complicación producida en el momento de la canalización por la punción y sangrado de un vaso (generalmente arteria subclavia) en el espacio pleural, que puede ser muy grave en pacientes con alteraciones de la coagulación. Su incidencia oscila entre el 0,1-1,2% según las series.<sup>4</sup>

- **Trombosis:** ocurre por una mal posición primaria o por migración, que también puede provocar perforación. Existe un menor riesgo de esta complicación si la inserción del catéter venosa central se realiza en la vena subclavia en comparación a la inserción del catéter venosa central en la vena yugular interna. Hay pacientes que requieren un CVC y tienen un alto riesgo de trombosis venosa asociada a catéter. Como aquellos que tienen operaciones recientes, diagnóstico de cáncer, trombofilias, quimioterapia, postración en cama, hemodiálisis, embarazo y diabetes<sup>5</sup>, así como la posición de la punta del catéter.<sup>15</sup> La trombosis asociada a catéter también está asociada a mayor compromiso infeccioso del catéter que puede derivar en sepsis de catéter y bacteriemias.<sup>5</sup> Los neonatos son particularmente susceptibles al tromboembolismo, esto debido a factores como el pequeño calibre de los vasos sanguíneos, inmadurez del sistema trombolítico y alteraciones hemostáticas causadas por complicaciones como asfixia perinatal o cardiopatías congénitas. Además, el uso de CVC es la causa más común de trombosis en neonatos. Los catéteres intravasculares pueden causar tromboembolismo por daño al endotelio, ya que se introduce un cuerpo extraño con propiedades trombóticas y la administración de nutrición parenteral por tiempo prolongado puede agravar el daño endotelial.<sup>14</sup>

La presencia de complicaciones tardías como infección y obstrucción se relacionan generalmente con factores como la edad del paciente (< 10 años), la inserción del catéter sin barreras estériles, las dificultades durante la colocación, la severidad de la enfermedad, la condición nutricional, el uso de nutrición parenteral total, la mayor manipulación del catéter por día, el mayor tiempo de duración de la vía central, el sitio

de colocación. En cuanto a este último factor se ha evidenciado un mayor número de complicaciones infecciosas y trombosis sintomática en los accesos femorales y yugulares siendo menor en subclavio.<sup>4</sup>

La infección relacionada con CVC constituye una de las principales complicaciones de su uso y la primera causa de bacteriemia nosocomial primaria. La incidencia de bacteriemia atribuible al uso de CVC es variable entre distintos centros hospitalarios.

Los microorganismos más frecuentemente aislados con Gram positivos como *Staphylococcus coagulasa-negativa*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium* y *faecalis*, seguidos de los Gram negativos como *Klebsiella pneumoniae*, *E. coli*, *Enterobacter cloacae* y *Pseudomonas aeruginosa*.<sup>14</sup>

El taponamiento es una complicación con bajo reporte de incidencia pero de gravedad, se sospecha en un paciente al haber colocado catéter que posteriormente presenta un súbito deterioro hemodinámico, sin embargo, esta complicación es subestimada porque su comportamiento clínico a esta edad de pacientes es atípico y subdiagnosticado, debe sospecharse en todo recién nacido que desarrolle paro cardiorrespiratorio súbito que no responde a maniobras de reanimación cardiovascular avanzadas y con el antecedente de colocación de línea venosa central y al cual debe practicarse pericardiocentesis inmediata aun antes de confirmar el diagnóstico mediante ecografía.<sup>5</sup>

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Tradicionalmente la colocación del catéter venoso central, se realiza mediante el seguimiento de diferentes referencias anatómicas, técnica que continúa siendo una punción a ciegas y no exenta de complicaciones, incluyendo neumotórax, hemotórax, punción arterial, punción no exitosa y embolización de la guía. La frecuencia de complicaciones es de aproximadamente 15-20%, la cual depende de la experiencia del operador y de las comorbilidades del paciente. Desde 1978, año en que fue descrita la primera cateterización guiada por ultrasonido, se demostró tanto su efectividad como la disminución en las complicaciones mecánicas, logrando así reducir cada vez más las contraindicaciones absolutas para este procedimiento. Dentro de la literatura se menciona como evidencia de grado 1A el acceso yugular interno por ultrasonido y como grado 2C el acceso subclavio guiado. El ultrasonido para la cateterización venosa central cuenta con múltiples estudios comparativos contra la punción a ciegas, destacando a favor del ultrasonido son: menor incidencia de punciones arteriales, menor cantidad de intentos fallidos, menor tiempo para efectuar el procedimiento, disminución en hematomas y reducción de riesgo de infecciones. Existe evidencias y estudios descritos en uso del ultrasonido en adultos.<sup>8</sup> En Estados Unidos y Gran Bretaña, se han dado recomendaciones con respecto a la utilización del ultrasonido como técnica de rutina, pero la respuesta a estas recomendaciones ha sido inconsistente, especialmente en la población pediátrica.<sup>8</sup>

**PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN** ¿La colocación del catéter venoso central guiado por ultrasonido disminuye las complicaciones y los intentos de colocación en comparación con la técnica por referencia anatomía?



## V. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el uso del catéter venoso central (CVC) se ha convertido en una práctica muy habitual a nivel mundial, sobre todo en aquellos pacientes con estancias hospitalarias prolongadas.<sup>11</sup>

En los Estados Unidos se colocan >5 millones de accesos venosos centrales cada año, con un porcentaje de falla de la punción del 35% y con tasas de complicaciones >15%, como la punción arterial y el neumotórax en 21%.<sup>2</sup>

Se han desarrollado varias recomendaciones nacionales e internacionales que proponen el uso sistemático de la guía ecográfica para implantar los CVC.

Las primeras directrices se centraron principalmente en la guía ecográfica para canular la vena yugular interna.<sup>2</sup> En la población pediátrica también hay reportes que favorecen la técnica de la ecografía sobre la tradicional.

La Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) de Estados Unidos y el National Institute of Clinical Excellence (NICE) del Reino Unido recomiendan la cateterización central bajo ecografía como una de las prácticas seguras para mejorar el cuidado de los pacientes. Sin embargo, la evidencia del catéter venoso central guiado por ultrasonido en niños es limitado.<sup>10</sup>

Específicamente en referencia a la eficacia y eficiencia del éxito al primer intento y la disminución de complicaciones usando ultrasonido cuando los médicos con poca experiencia son quienes realizan el procedimiento, evento que sucede cotidianamente en los hospitales de tercer nivel de Tabasco.

El Hospital Regional de Alta de Especialidad del Niño “Dr. Rodolfo Nieto Padrón” es un hospital escuela en donde se atienden a pacientes pediátricos de diversas especialidades y subespecialidades, de los cuales se encuentran aquellos pacientes en estado crítico o que requieren procedimiento quirúrgico de alto riesgo que necesitan asegurar algún acceso venoso para reanimación, fluidoterapia y/o manejo farmacológico durante largas estancias, recibiendo atención predominantemente de los médicos residentes en formación, para lo cual se realizan un mínimo y un máximo aproximado de 12 a 25 colocaciones de catéter venoso central al mes, en los servicios de cirugía, anestesiología, neonatología, oncología, medicina interna y urgencia pediátrica, resaltando que contamos con equipo de ultrasonido de apoyo en el área de quirófano.

No se han realizado estudios ni se sigue un protocolo específico para la colocación de catéter venoso central con uso de ultrasonido por lo que la realización de este estudio evidenciaría el beneficio para la población pediátrica ya que se cuenta con el recurso material y personal adecuado para estandarizar los procedimientos invasivos con mayor margen de seguridad.

## **VI. OBJETIVOS**

### **a. Objetivo General**

Comparar el éxito de la colocación del catéter venoso central con la técnica de guiada por ultrasonido vs la técnica por referencia anatómica.

### **b. Objetivos Específicos**

1. Comparar el éxito de la colocación de catéter venoso central guiada por ultrasonido vs técnica referencia anatómica (estándar de oro), en pacientes pediátricos, durante el periodo diciembre 2020 – julio 2021 en el HRAEN RNP.
2. Reportar el porcentaje de complicaciones con la técnica guiada por ultrasonido y por referencia anatómica.
3. Describir las complicaciones asociadas a la colocación del catéter venoso central.
4. Mencionar las características relacionadas al fracaso en la colocación del catéter venoso central guiado por ultrasonido y por referencia anatómica.

## **VII. HIPÓTESIS**

- **H<sub>i1</sub>**: El uso de ultrasonido para la colocación de catéter venoso central aumenta la probabilidad de éxito en comparación con la técnica por referencia anatómica.
- **H<sub>01</sub>**: El uso de ultrasonido para la colocación de catéter venoso central tiene la misma probabilidad de éxito en comparación con la técnica por referencia anatómica.

## **VIII. METODOLOGÍA**

### **a. Diseño del estudio**

Estudio correlacional, analítico, prospectivo, transversal, experimental.

### **b. Unidad de observación**

Pacientes pediátricos con manejo crítico o sometidos a cirugía mayor.

### **c. Universo de trabajo**

Pacientes pediátricos que requieren colocación de catéter venoso central en el periodo de Diciembre 2020 a Julio 2021.

### **d. Cálculo de la muestra y sistema de muestreo**

Se realizó el cálculo de muestra con el mínimo aproximado de números de catéteres venosos centrales colocados por semana, obteniendo al mes 12 colocaciones, utilizando valor mínimo y máximo de referencia de 80 a 100 pacientes. Todos los pacientes que requirieron colocación de catéter venoso central durante el período de diciembre 2020 a julio 2021 del Hospital Regional de Alta Especialidad Del Niño “Dr. Rodolfo Nieto Padrón”. La elección de la muestra se realizó a conveniencia. La muestra elegida fue de 80 pacientes, sin embargo, se seleccionaron en 2 grupos, 1) Técnica guiada por ultrasonido y 2) Técnica guiada por referencia anatómica.

e. Definición de variables y operacionalización de las variables

**Tabla 3. Variables**

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
EDAD	Cualitativa	Nominal	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la colocación del CVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recién nacido</li> <li>- Lactante menor</li> <li>- Lactante mayor</li> <li>- Preescolar</li> <li>- Escolar</li> <li>- Adolescente</li> </ul>	Grupo atareo
SEXO	Cualitativa	Nominal	Fenotipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Femenino</li> <li>- Masculino</li> </ul>	F o M
PESO	Cuantitativa	Intervalo	Fuerza que genera la gravedad sobre el cuerpo humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt;10 kg</li> <li>- &gt;10 kg</li> <li>- &gt;20 kg</li> </ul>	Unidad de medición
RESIDENTE	Cualitativa	Ordinal	Médico residente en formación para la subespecialidad de anestesiología pediátrica o cirugía pediátrica capacitado para colocación de CVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R1AP</li> <li>- R1CP</li> <li>- R2AP</li> <li>- R2CP</li> <li>- R3CP</li> <li>- R4CP</li> </ul>	Grado
PUNCIONES	Cuantitativa	Intervalo	Número de intentos para la colocación de CVC guiado por ultrasonido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1</li> <li>- 2</li> <li>- 3</li> <li>- &gt;4</li> </ul>	Números
TIEMPO	Cuantitativa	Intervalo	Tiempo transcurrido desde el primer intento hasta la colocación final del CVC sin fijación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minutos</li> </ul>	Números
COMPLICACIONES	Cualitativa	Nominal	Problema médico que resulta de la colocación de CVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mal posición</li> <li>- Punción arterial</li> <li>- Abordaje en otro sitio</li> <li>- CVC extravasado</li> </ul>	Evento

#### **f. Estrategia de trabajo clínico**

El procedimiento se realizó después de obtener el consentimiento informado de los padres. La colocación de los catéteres la efectuaron médicos residentes del postgrado de anestesiología pediátrica y cirugía pediátrica con capacitación previa en ecografía. El procedimiento se realizó bajo anestesia general balanceada, sedación inhalatoria o sedación endovenosa, según el área hospitalaria.

En todos los pacientes a quienes se les colocó el catéter venoso central guiado por ultrasonido, se utilizó un ecógrafo portátil (Chison Eco 3 Expert) equipado con sonda lineal de alta frecuencia de 7.5 MHz. Para mantener la esterilidad del equipo se hizo asepsia del transductor lineal y el cable con amuchina 5% y se utilizó gel estéril (Nultralid). El equipo fue ubicado frente al operador en una posición contra lateral al sitio de punción. El paciente fue colocado en decúbito dorsal, con la cabeza girada 30°- 45° hacia el lado opuesto de la punción venosa. El brazo se situó al lado del cuerpo para obtener la vista longitudinal máxima de la vena yugular con los hombros hacia abajo, se colocó un Rossier horizontalmente debajo de los hombros y se mantuvo en posición de Trendelenburg durante todo el procedimiento. El médico se ubicó a la cabecera del niño. Antes de realizar la desinfección del sitio de punción se realizó una exploración bidimensional de las venas yugulares internas para definir la anatomía, el calibre de los vasos y su permeabilidad. La técnica de asepsia y antisepsia se realizó en tórax y cuello bilateral con alcohol al 70% en tres tiempos y posteriormente con iodopovidona al 3% en tres tiempos con 3 minutos de tiempo de secado. Se usan campos, guantes y bata estéril. Se utilizaron catéteres centrales de

13 y 25 centímetros con diámetros de 4, 5 y 7 French según la edad y talla del paciente. Para visualizar la vena yugular se colocó el traductor fuera de plano a nivel del cricoides deslizando hacia la rama esternal del músculo esternocleidomastoideo con la muesca ipsilateral, según la posición del paciente, hasta obtener la imagen de la vena yugular interna con mayor diámetro. Para distinguir arteria y vena comprimimos con el transductor y comprobamos que el colapso de la vena, no así la arteria. Para definir una trayectoria segura de la aguja se identificó la arteria yugular interna, la arteria carótida común, la tiroides y el ángulo entre la rama clavicular y esternal del músculo esternocleidomastoideo.

Posteriormente, se procedió a la punción con la aguja introductora y jeringuilla provista en el kit de cateterización central bajo visualización directa fuera de plano a 30°. Una vez que se consiguió aspirar sangre sin resistencia, se introdujo la guía metálica flexible y se completó la canalización venosa con la clásica técnica de Seldinger. La guía y el catéter también se observaron bajo control ecográfico en plano.

Al final del procedimiento, se comprobó el reflujo de sangre en el catéter y se fijó el catéter a la piel mediante suturas no reabsorbibles y posteriormente se cubrió con un apósito estéril transparente que permitía la observación del punto de punción. La colocación correcta de la punta del catéter se controló en todos los casos con una radiografía de tórax.

Para el grupo por referencia anatómica, se colocó catéter venoso central de forma convencional, bajo misma técnica de asepsia y antisepsia.

#### **g. Criterios de inclusión**

- Pacientes pediátricos con criterios para colocación de CVC.
- Pacientes que cuenten con consentimiento informado firmado por el padre o tutor responsable del menor.

#### **h. Criterios de exclusión**

- Pacientes pediátricos con contraindicación absoluta de colocación de CVC.
- Pacientes que no cuenten con consentimiento informado firmado por el padre o tutor.

#### **i. Criterios de eliminación**

- Pacientes que tengan venodisección de vena yugular interna bilateral previa.

#### **j. Métodos de recolección y base de datos**

Se incluyeron todos los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, divididos en 2 grupos según la técnica utilizada para la colocación de catéter venoso central: 1) técnica guiada por ultrasonido y 2) técnica por referencia anatómica. Se utilizó software Microsoft Excel como instrumento de recolección de datos, conteniendo las variables de relevancia para el estudio. Posteriormente se realizó limpieza de la base de datos acorde a los criterios de inclusión, exclusión y eliminación, así como transformación de las variables para disminuir sesgos de información.

#### **k. Análisis estadístico**

Con los datos recolectados se procedió al análisis de las variables y a la interpretación de los resultados, se utilizó sistema SPSS para la construcción de gráficas, además de pruebas estadísticas con Chi cuadrada de Pearson.



## **I. Consideraciones éticas**

El protocolo de investigación fue evaluado por el Comité de ética en investigación del Hospital Regional de Alta Especialidad del Niño “Dr. Rodolfo Nieto Padrón” y registrado con el número CEI-083-25-3-2021. A los padres o tutores de los pacientes se les explicó en qué consistiría la colocación de catéter venoso central, sus riesgos y beneficios, así como sus posibles complicaciones. Los responsables de los pacientes firmaron la hoja de consentimiento informado. Los datos y resultados son confidenciales y manejados exclusivamente con fines de investigación. Se apegó a las normas internacionales de investigación, ley General de Salud en Materia de Investigación en seres humanos y la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, además de lo señalado en el código de Helsinki revisión 2013.

## **IX. RESULTADOS**

En el presente estudio se registraron 80 pacientes, donde 3 contaron con criterios de eliminación por venodisección bilateral previa de la VVI, incluyendo 77 pacientes de 0-16 años que fueron sometidos a colocación de catéter venoso central. Se asignaron en 2 grupos, 1) Técnica guiada por ultrasonido con un total de 37 pacientes (48%) y 2) Técnica por referencia anatómica con un total de 40 pacientes (51%).

**Variables demográficas.** Dentro de los datos demográficos de los pacientes (edad, peso y talla), la media para la edad fue de 4 años con edad mínima de 2 días de vida y una máxima de 16 años, la media para el peso fue de 16 kg con una mínima de 2.6

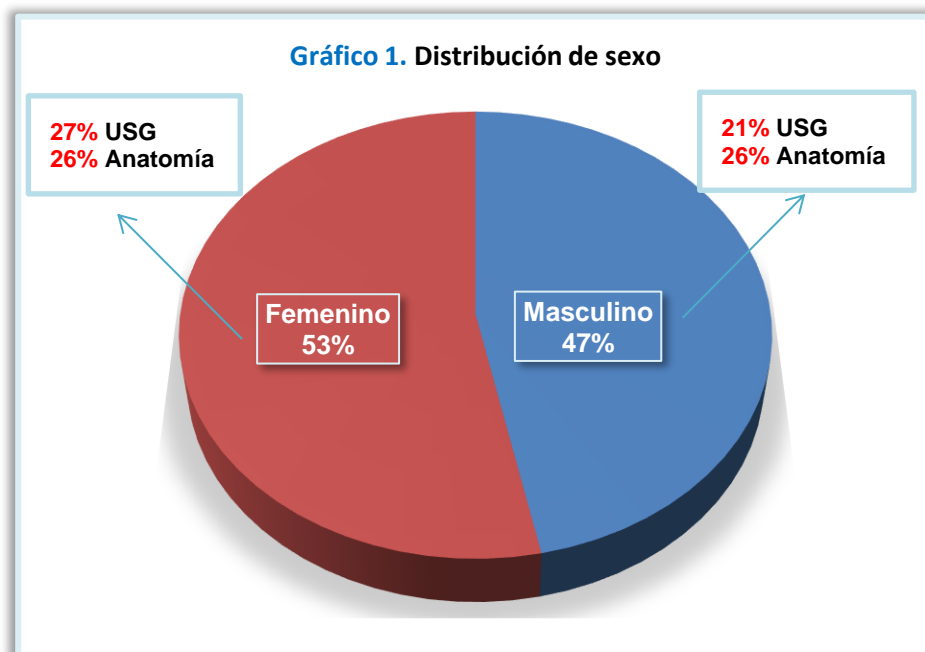
kg y una máxima de 55 kg y la media de la talla fue de 93 cm, con una mínima de 45 cm y una máxima de 155 cm. (Tabla 4).

**Tabla 4.** Datos demográficos: media, mínimo y máximo por grupo.

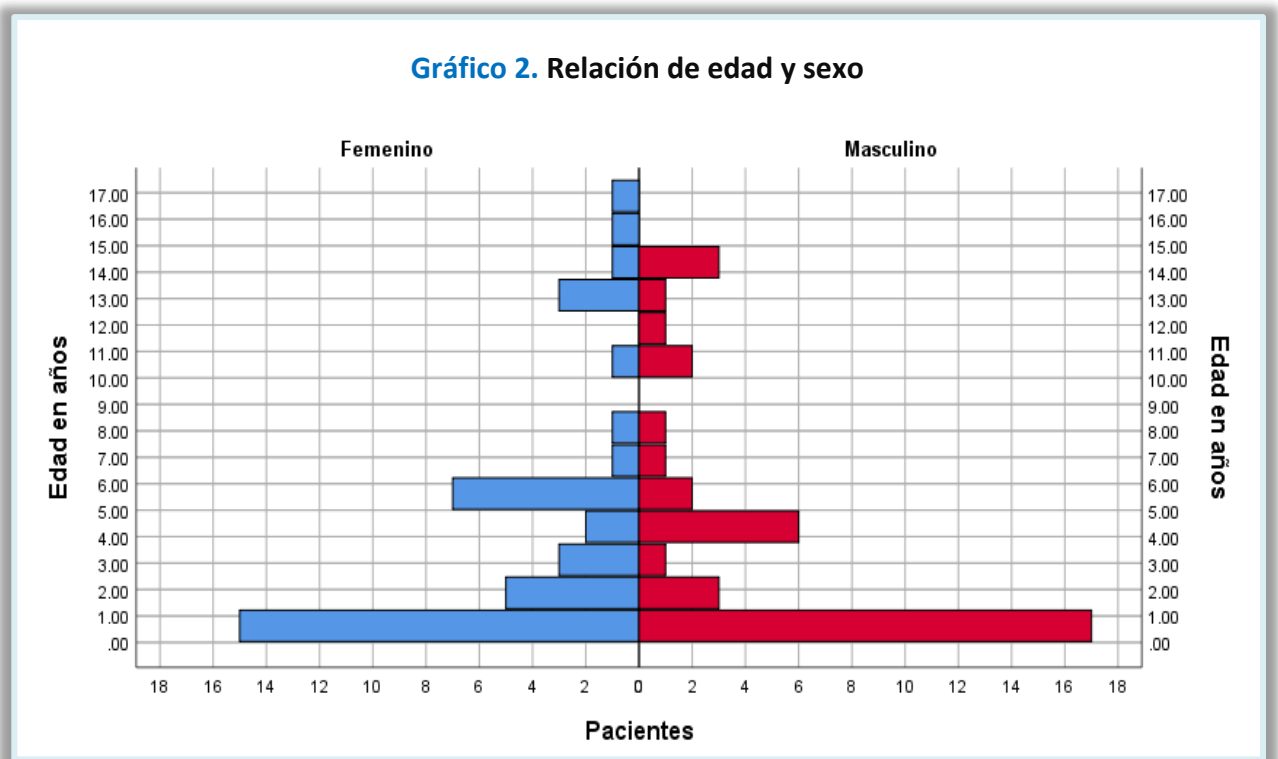
VARIABLES / TÉCNICA	USG (n = 37)	ANATOMÍA (n = 40)	TOTAL (n = 77)
EDAD d, m, a	4.6 (14 d - 16 a)	3.6 (2 d - 14 a)	4.1 (2 d - 16 a)
PESO kg	16.6 (2.6 - 52)	14.8 (2.9 - 55)	16.4 (2.6 - 55)
TALLA cm	94.9 (48 - 159)	92.5 (45 - 165)	93.7 (45-165)

77 pacientes del HRAEN RNP diciembre 2020 – julio 2021

**Distribución por sexo.** De los 77 pacientes estudiados, el 53% (41 pacientes) correspondían al sexo femenino, y el 47% (36 pacientes) correspondieron al sexo masculino. En la distribución por sexo entre cada grupo, se identificó que grupo: Técnica guiada por ultrasonido, el 27% (21 pacientes) correspondían al sexo femenino y el 21% (16 pacientes) al sexo masculino y en el segundo grupo: Técnica guiada por referencia anatómica, el 26% (20 pacientes) correspondían al sexo femenino y el 26% (20 pacientes) al sexo masculino. Sin significancia estadística entre la comparación entre grupos ( $\chi^2, p = >0.05$ ). (Gráfico 1).



**Relación entre la edad y el sexo.** Observamos que en ambos sexos predomina la edad menor a 1 año en un 40.2%, con un total de 31 pacientes (*Gráfico 2*).



Se registraron los diagnósticos de ingreso de cada paciente, predominando los padecimientos neurológicos con 26 pacientes en un 32.5%, seguidos de los

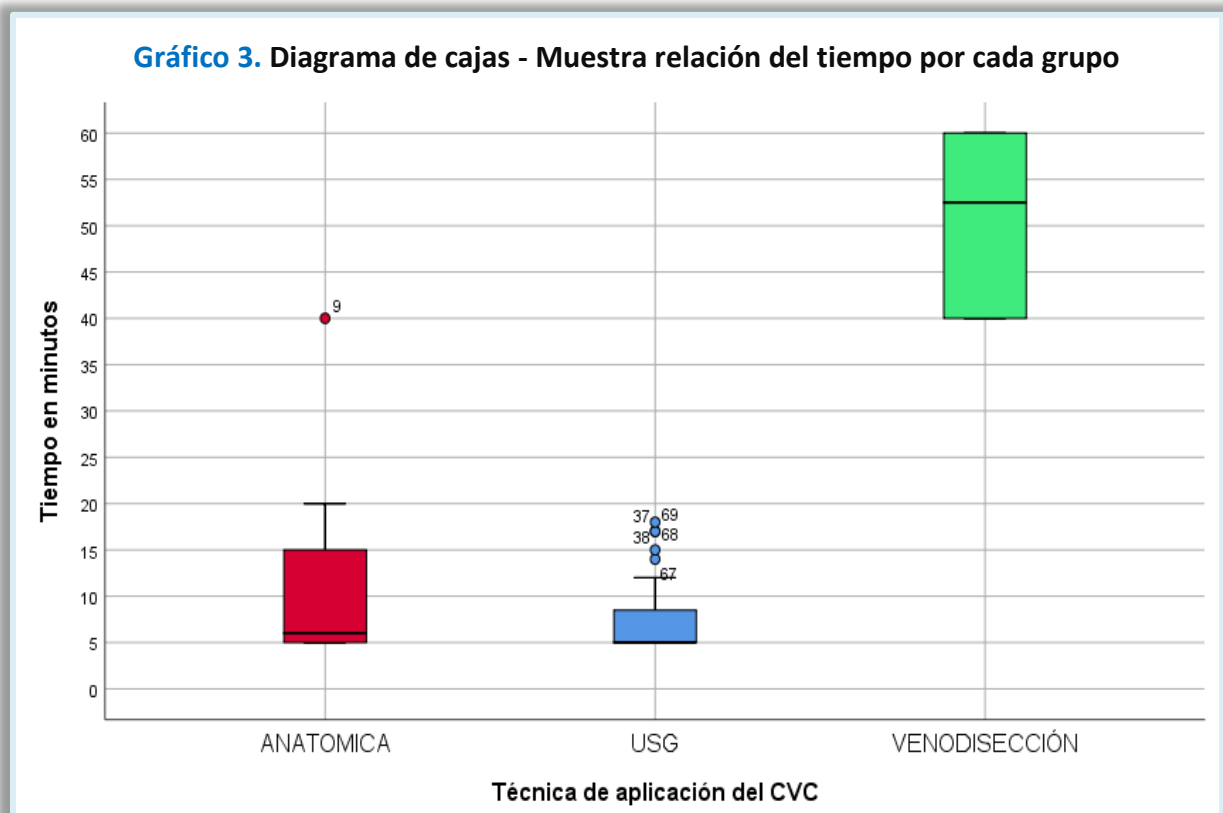
padecimientos oncológicos con 13 pacientes en un 16.2% e infecciosos con igual número de pacientes en un 16.2% con. (Tabla 5).

**Tabla 5.** Diagnósticos de pacientes que ameritaron colocación de CVC

PROCEDIMIENTO	DIAGNÓSTICO	CANTIDAD	TOTAL
Oncológico	LLA	6	13 (16.2 %)
	Tumor desmoide	1	
	Hepatoblastoma	1	
	Linfoma de Hodkin	1	
	Tumoración de hemitorax	1	
	Tumor de Wilms	1	
Neurológico	Tumor de fosa posterior	2	26 (32.5 %)
	Hematoma epidural	1	
	Estatus epiléptico	5	
	Crisis convulsiva	3	
	Hidrocefalia congénita	5	
	Choque neurogénico	4	
	Aneurisma ACM	1	
	Sx. Griscelli	1	
	Miastenia Gravis	2	
	Sx. West	1	
Infeccioso	TORCH	1	13 (16.2 %)
	Encefalopatía Herpética	1	
	VIH	1	
	Neumonía	2	
	Neuroinfección	2	
	Absceso cervical	1	
	Empiema	2	
	Ebstein BARR	1	
	Choque séptico	2	
Cardiológico	DSAVD	2	8 (10 %)
	PCA	4	
	Tetralogía de Fallot	2	
Cirugía abdominal	STDA	1	11 (13.7%)
	Hernia diafragmática	1	
	Atresia de vías biliares	1	
	Derivación intestinal	8	
Hematológico	Esferocitosis	1	1 (1.25 %)
Nefrológico	Sx. Nefrótico	1	1

			(1.25 %)
Endocrinológico	Feocromocitoma	1	1 (1.25 %)
Otros	Displasia broncopulmonar	3	6 (7.5 %)
	Quemadura del 20% SC	2	
	Sx. Dismófico	1	
<b>TOTAL</b>		<b>80</b>	<b>80</b>

**Tiempo de colocación.** En la población pediátrica, la media del tiempo de colocación del CVC fue de 13.2 minutos, en el grupo ecoguiado fue de 10.4 minutos con un tiempo mínimo de colocación de 5 minutos y un máximo 18 minutos, siendo más frecuente la colocación en 5 minutos con 22 pacientes (60%) y en el grupo por referencia anatómica la media fue de 15.9 minutos, con tiempo mínimo de 5 minutos y un máximo de 40 minutos, siendo más frecuente la colocación en 5 minutos de igual forma, pero con 14 pacientes (35%); 9 pacientes (11.6%) terminaron en venodisección con una media de 50 minutos en el tiempo de quirúrgico, con un tiempo mínimo de 40 minutos y un máximo de 90 minutos, siendo más frecuente a los 40 minutos, registrado con 5 pacientes. (Grafico 3).



**Número de intentos.** En nuestro estudio se cuantificaron un total de 137 intentos en la colocación de CVC, con una media de 1.7, siendo el mínimo número de intentos 1 y el máximo 4; en el grupo bajo técnica por ultrasonido se cuantificaron 57 intentos, obteniendo una media de 1.5, siendo el mínimo número de intentos 1 y el máximo 4, se registró 1 intento en 26 pacientes (70%), 2 intentos en 3 pacientes (8.1%), 3 intentos en 7 pacientes (17.5%), 4 intentos en 1 paciente (2.7%); a diferencia del grupo seleccionado para referencia anatómica, se cuantificaron 80 intentos, obteniendo una media de 2 intentos, reportando el mínimo número de intentos como 1 y el máximo como 4, se registró 1 intento en 18 pacientes (45%), 2 intentos en 7 pacientes (17.5%), 3 intentos en 12 pacientes (30%), 4 intentos en 3 paciente (5%). (Tabla 5 y 6).

**Tabla 5.** Desviación estándar asociadas al número de intentos por grupo

TÉCNICA	USG (n = 37)	ANATOMÍA (n = 40)	TOTAL (n = 77)
MEDIA	1.5	2	1.7
MÍNIMO	1	1	1
MÁXIMO	4	4	4

**Tabla 6.** Número de intentos por grupo

No. INTENTOS	USG (n = 37)	ANATOMÍA (n = 40)	TOTAL (n = 77)
--------------	-----------------	----------------------	-------------------

1	26 (70.2 %)	18 (45 %)	44 (57.1 %)
2	3 (8.1 %)	7 (17.5 %)	10 (12.9 %)
3	7 (17.5 %)	12 (30 %)	19 (24.6 %)
4	1 (2.7 %)	3 (5 %)	4 (5.1 %)
<b>TOTAL</b>	<b>57 (97.2 %)</b>	<b>80 (97.5 %)</b>	<b>137 (99.7 %)</b>

77 pacientes del HRAEN RNP diciembre 2020 – julio 2021

**Experiencia del operador.** También en nuestro estudio se relacionó la experiencia del operador, destacando el personal con menos experiencia y con menor capacitación para la colocación de CVC por arriba de 3 intentos. Se registró la colocación con el mayor número de catéteres en el menor número de intentos, con la técnica guiada por ultrasonido. (Tabla 7).

**Tabla 7. Experiencia del operador**

OPERADOR	No. INTENTOS	No. EVENTOS	TÉCNICA
R1CP n = 19	4	1	1 Anatomía
	3	8	7 Anatomía 1 USG
	2	2	1 Anatomía
	1	8	6 Anatomía 2 USG
R1AP n = 8	1	8	8 USG
R2CP n =20	4	3	2 Anatomía 1 USG
	3	4	3 Anatomía 1 USG
	2	3	3 Anatomía
	1	10	5 Anatomía 5 USG
R2AP n = 18	3	5	5 USG
	2	3	3 USG
	1	10	2 Anatomía 8 USG
R3CP	3	2	2 Anatomía

<b>n = 7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1 Anatomía</b>
	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2 Anatomía</b> <b>2 USG</b>
<b>R4CP</b> <b>n = 5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1 Anatomía</b>
	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3 Anatomía</b> <b>1 USG</b>
<b>TOTAL</b>	<b>137</b>	<b>77</b>	

*77 pacientes del HRAEN RNP diciembre 2020 – julio 2021*

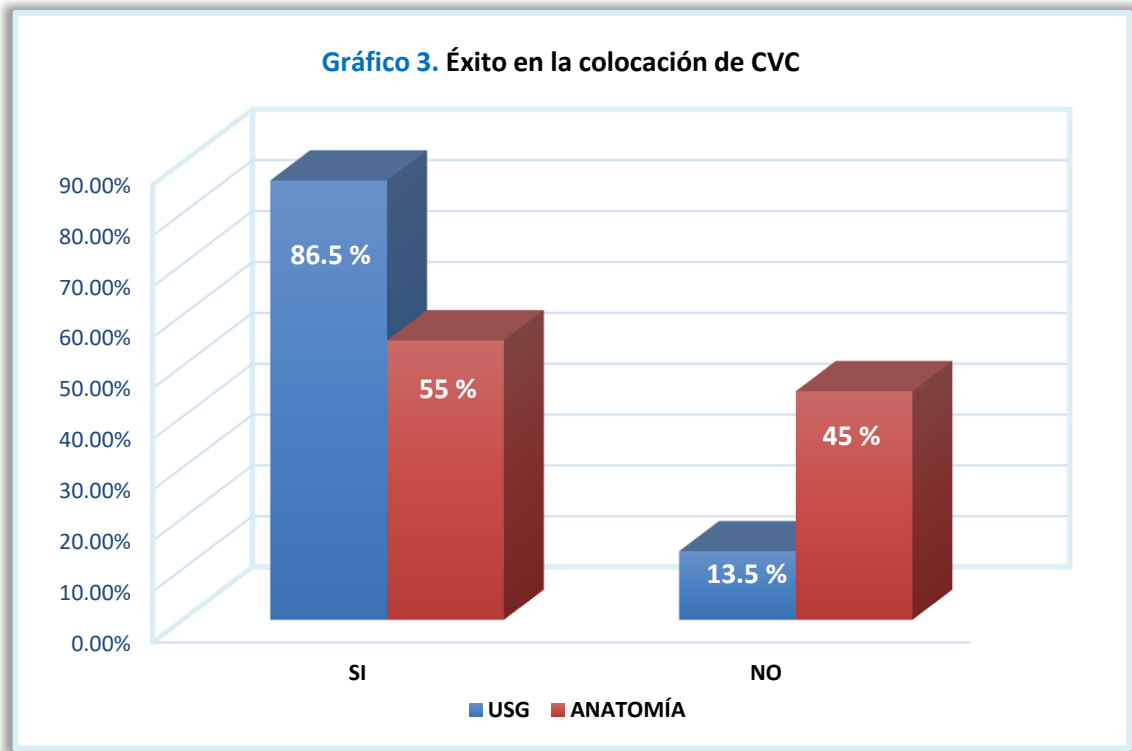
**Éxito del procedimiento.** Se analizó la frecuencia de éxito y fracaso de las técnicas guiada por ultrasonido y referencia anatómica, obteniendo una frecuencia de mayor éxito del 86.5% en la utilización del ultrasonido. Se comparó el éxito de las técnicas con Chi cuadrada de Pearson encontrando diferencia significativa ( $\chi^2 = 5.751$   $gl = 1$   $p = 0.016$ ). (Tabla 8 y Gráfico 3).

**Tabla 8. Porcentaje de éxito y fracaso de las técnicas**

<b>TÉCNICA</b>	<b>ÉXITO</b>	<b>EVENTO</b>	<b>n = %</b>
<b>USG</b>	<b>SI</b>	<b>22</b>	<b>86.5 %</b>
	<b>NO</b>	<b>18</b>	<b>13.5 %</b>
<b>ANATOMÍA</b>	<b>SI</b>	<b>32</b>	<b>55 %</b>
	<b>NO</b>	<b>5</b>	<b>45 %</b>

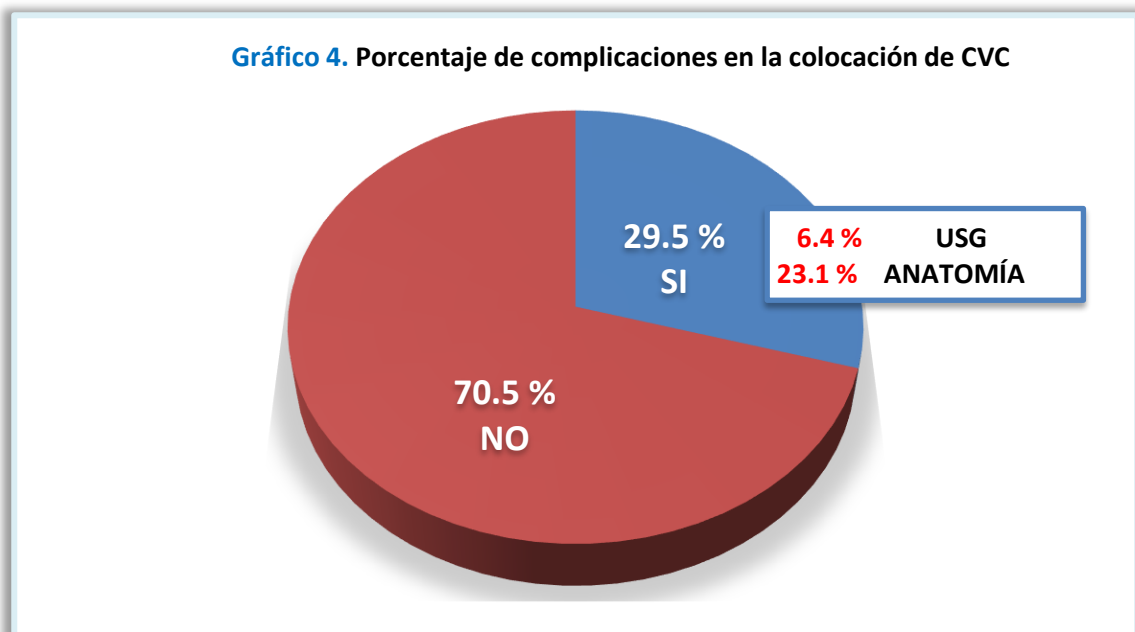
*77 pacientes del HRAEN RNP diciembre 2020 – julio 2021*





77 pacientes del HRAEN RNP diciembre 2020 – julio 2021

**Complicaciones.** Se presentaron 23 complicaciones en un porcentaje de 29.5% del total de la muestra (*Gráfico 4, Tabla 9*), siendo 6.4% del grupo guiado por ultrasonido con 5 pacientes y 23.1% del grupo por referencia anatómica con 18 pacientes.



**Tabla 9. Porcentaje de complicaciones en la colocación de CVC**

COMPLICACIONES	USG	ANATOMÍA	TOTAL
SI	5 (6.4%)	18 (23.1%)	23 (29.5%)
NO	32 (42%)	22 (28.5%)	54 (70.5%)
<b>TOTAL</b>	<b>37 (48%)</b>	<b>40 (52%)</b>	<b>77 (100%)</b>

77 pacientes del HRAEN RNP diciembre 2020 – julio 2021

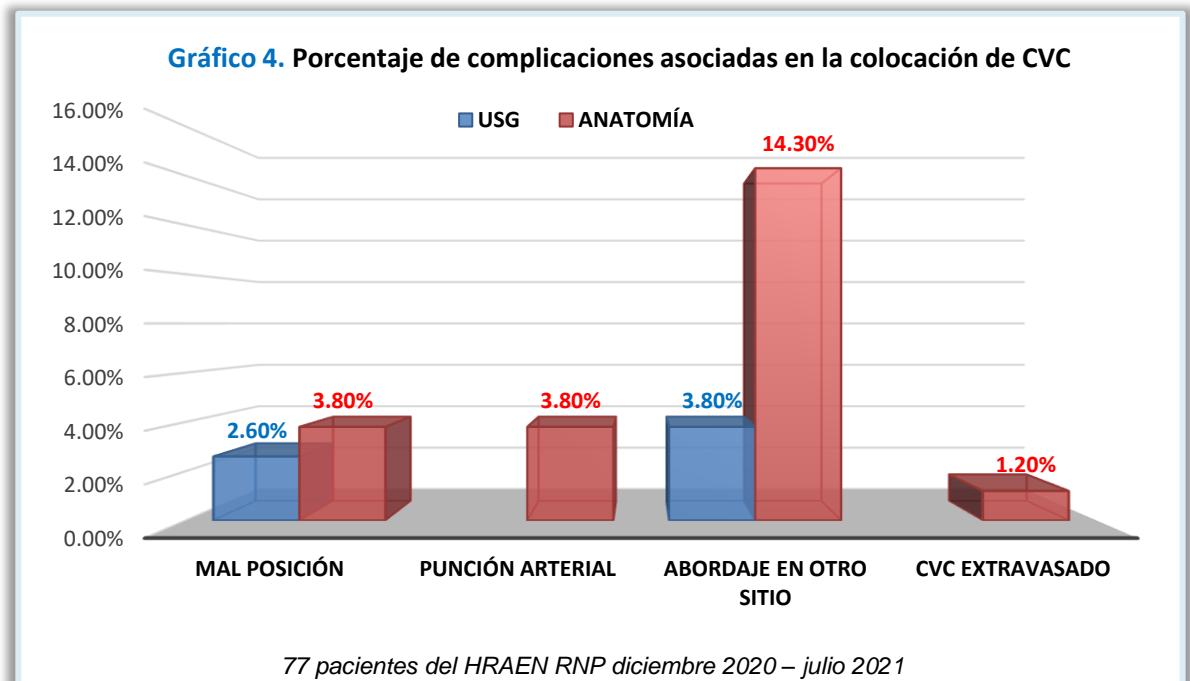
Dentro de las complicaciones, en el grupo de la técnica guiada por ultrasonido, fueron 5 pacientes (6.4%), con mal posicionamiento del catéter venoso central por vena anómala en 2 pacientes (2.2%) y por abordaje en otro sitio en 3 pacientes (3.8%). En el grupo por referencia anatómica, se presentaron complicaciones en 18 pacientes (23.5%), presentando: mal posicionamiento-cefálico del catéter en 3 pacientes (3.8%), punción arterial en 3 pacientes (3.8%), abordaje en otro sitio en 11 pacientes (14.4%) y extravasación del catéter en 1 sola ocasión (1.5%), siendo corroborado durante el procedimiento quirúrgico de toracotomía. (Tabla 10).

**Tabla 10. Complicaciones asociadas a la colocación de CVC**

COMPLICACIONES	USG	ANATOMÍA	TOTAL
Mal posición	2 (2.6%)	3 (3.8%)	5 (6.4%)
Punción arterial		3 (3.8%)	3 (3.8%)
Abordaje en otro sitio	3 (3.8%)	11 (14.3%)	14 (18.1%)

<b>CVC extravasado</b>		<b>1 (1.2%)</b>	<b>1 (1.2%)</b>
<b>TOTAL</b>	<b>5 (6.4%)</b>	<b>18 (23.1%)</b>	<b>23 (29.5%)</b>

77 pacientes del HRAEN RNP diciembre 2020 – julio 2021



Del total de la muestra, 9 pacientes (11.7%) fue posible la colocación de catéter venoso central por venodisección como procedimiento alternativo para manejo de las complicaciones, de los cuales 7 pacientes iniciaron abordaje por referencia anatómica y 2 paciente iniciaron con técnica guiada por ultrasonido.

**Tabla 11. Causas de venodisección**

<b>VENODISECCIÓN</b>	<b>USG</b>	<b>ANATOMÍA</b>	<b>Total</b>
<b>Mal posición</b>	<b>1 (1.3%)</b>	<b>3 (3.9%)</b>	<b>4 (5.2%)</b>
<b>Punción arterial</b>		<b>1 (1.3%)</b>	<b>1 (1.3%)</b>
<b>Abordaje en otro sitio</b>	<b>1 (1.3%)</b>	<b>3 (3.9%)</b>	<b>4 (5.2%)</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2 (2.6%)</b>	<b>7 (9.1%)</b>	<b>9 (11.7%)</b>

77 pacientes del HRAEN RNP diciembre 2020 – julio 2021

La presencia de complicaciones llevó al fracaso la colocación de catéter venoso central con bajo porcentaje en la técnica por ultrasonido, predominando las complicaciones en la técnica por referencia anatómica.

De los 23 pacientes que presentaron complicaciones (29.5%), predominó el sexo femenino con 15 pacientes (65.2%), la edad menor a 1 año con 14 pacientes (60%) y peso menor a 10 kg con 15 pacientes (65.2%). Además, se corroboró malformaciones congénitas mayores en el grupo de pacientes que se manejó por ultrasonido (2 pacientes con vena anómalas, 1 paciente con PCA, 1 paciente con situs inversus y 1 con atresia intestinal).

Durante el seguimiento de los pacientes no se reportó ninguna complicación tardía.

## **X. DISCUSIÓN**

El entrenamiento permanente en el área de la salud es el resultado del advenimiento de las nuevas tecnologías para mejorar la calidad de atención y la utilización de nuevos dispositivos biomédicos para el diagnóstico y tratamiento oportuno de la enfermedad. La colocación de catéter venoso central, puede llegar hacer técnicamente difícil, por variaciones anatómicas o del estado físicos del paciente, tornando el procedimiento peligroso e incluso mortal.<sup>10</sup>

Se obtuvo que la técnica guiada por ultrasonido tuvo una frecuencia de éxito del 86.5% en comparación con la técnica por referencia anatómica en un 55% en pacientes pediátricos; múltiples estudios prospectivos aleatorizados, reportan una tasa de éxito

general del 98% a 100%, comparado con la técnica por anatomía en pacientes adultos.<sup>5</sup> Farez y colaboradores, obtuvo una tasa de éxito general del 100% y una tasa de éxito al primer intento del 84,7% en la canalización de la vena subclavia por acceso supraclavicular guiada por ecografía en pacientes pediátricos.<sup>5</sup>

El porcentaje de complicaciones generales fue del 29.5% (23 pacientes), perteneciendo 6.4% al grupo ecoguiado (5 pacientes) y 23.1% al grupo por referencia anatómica (18 pacientes), a diferencia de los resultados de Saavedra-Ortiz, similar número de muestra sin embargo en pacientes adultos (73 pacientes), presentaron complicaciones generales del 12.3% (9 pacientes), 8 bajo técnica por referencia anatómica y 1 del grupo del ultrasonido.<sup>10</sup> Morales y colaboradores, reportan 20% de complicaciones generales en la técnica guiada por ultrasonido en 44 pacientes pediátricos, refiriendo 16.67% a hematomas y el 3.3% infección del sitio de punción.<sup>2</sup> Por otra parte Randon y colaboradores con una muestra de 257 pacientes adultos, asignaron 2 grupos: en personal experto y personal no experto, reportando complicaciones generales del 11.6% (30 pacientes), refiriendo que en el grupo experto ocurrieron 13 complicaciones, seis con el eco y siete sin el eco, no obteniendo diferencia significativa, mientras que en grupo no experto se registraron 17 complicaciones, 4 con el eco y 13 sin el eco<sup>4</sup>, obteniendo diferencia significativa, obteniendo similares resultados en el grupo no experto con nuestro estudio en población pediátrica.

Las complicaciones que se presentaron fueron: 1.2% extravasación de catéter (1), 3.8% punción arterial (3), 6.4% mal posición (5), 18.1% abordaje en otro sitio (14). De

todas estas complicaciones, se presentaron en el grupo ecoguiado: 2 mal posicionamiento (2.6%) y 3 abordajes en otro sitio (3.8%) y del grupo por referencia anatómica: 1 extravasación de catéter (1.2%), 3 mal posicionamiento (3.8%), 3 punciones arteriales (3.8%) y 11 abordajes en otros sitios (14.3%), comparando con los resultados de Saavedra-Ortiz, reporta 1 complicación del grupo ecoguiado con punción no exitosa y 8 del grupo por anatomía.<sup>10</sup> Por otra parte Enriquez V, en una muestra de 33 pacientes asignado a un único grupo, bajo técnica guiada por ultrasonido, reporta 2 complicaciones: 1 punción arterial y 1 neumotórax<sup>9</sup>, en contraste con Randon y colaboradores, reportaron 21 punciones arteriales, 8 hematomas sin punción de carótida y 1 neumotórax<sup>4</sup>.

Se obtuvo mayor porcentaje en menor tiempo de colocación a los 5 minutos en un 60% y menor número de intentos en un 70% en el grupo ecoguiado, en comparación con la técnica por referencia anatómica, 35% y 45% respectivamente, obteniendo similares resultados a los de Slama y colaboradores y con estudios prospectivos aleatorizados que reporta una reducción <50% en el tiempo de colocación y número de punciones, comparado con la técnica por referencia anatómica. Se han realizado metaanálisis con estudios prospectivos concluyendo que la técnica guiada por ultrasonido tiene menos fracasos y un menor número de intentos que la técnica tradicional.<sup>2</sup> También coincidiendo con los resultados de Saavedra-Ortiz, obteniendo mayor porcentaje en un único intento con la técnica ecoguiada respecto a la convencional (79.9% vs 51.4%).<sup>10</sup>

Se confirmó la relación del éxito con la experiencia del operador, destacando que el personal con menor experiencia y menor capacitación es inversamente proporcional al mayor número de intentos; de igual forma se colocó el mayor número de catéteres en el menor número de intentos con la técnica guiada por ultrasonido, coincidiendo con Mey y colaboradores, que el factor más importante al realizar la punción ecoguiada es la experiencia del operador, así como con Rando y colaboradores que concluyeron que el uso del ultrasonido aumentan el porcentaje de éxito con los operadores sin experiencia.<sup>4</sup>

Destaca también la relación entre la experiencia y complicaciones, difiriendo con los resultados de Rando y colaboradores, donde obtuvo una tasa similar de complicaciones con y sin el eco (8,3% y 8,8% respectivamente), por arriba de los resultados obtenidos por otros investigadores como Karaktisos 10.6%, Troianos 8.4% y Denys 8.3% en pacientes adultos, refiriendo que el entrenamiento en ecografía es indispensable para obtener un mejor beneficio de la técnica, sin embargo en nuestro estudio se destaca que a mayor jerarquía, mayor experiencia y menor número de complicaciones, independientemente de la técnica utilizada en pacientes pediátricos y confirmando que el uso del ultrasonido disminuye el riesgo de complicaciones hasta un 42%.

Estudios demuestran un mayor número de complicaciones en los procedimientos realizados por médicos residentes de primer año de las diversas especialidades

haciendo énfasis en la ausencia del uso de guía ultrasonográfica<sup>14</sup>, similar a los resultados del presente estudio.

## **XI. CONCLUSIÓN**

En este trabajo se comprueba que la técnica guiada por ultrasonido aumenta el éxito de la colocación del catéter venoso central en comparación con la técnica por referencia anatómica siendo considerada el estándar oro en el hospital, mejorando el tiempo de colocación, el número de intentos y complicaciones mayores como extravasación del catéter. Se relaciona la falla de la técnica ecoguiada a características demográficas y patologías de base que no difieren de la técnica convencional, resaltando que el transductor usado fue el mismo en todos los grupos de edad.

## **RECOMENDACIONES**

El uso del ultrasonido para la instalación de un acceso venoso yugular interno es un método sencillo, seguro y con mayor tasa de éxito. Aunque existen escasas publicaciones en niños, existen numerosos estudios y suficiente evidencia científica que señalan las ventajas de esta técnica en adultos. Es necesaria la práctica de esta técnica en pediatría, ya que ayuda al personal no experto a la habilidad de su colocación, disminuyendo los riesgos y complicaciones. La capacitación en la realización de dicho procedimiento es esencial para garantizar una óptima atención a los pacientes, si bien la curva de aprendizaje no termina, también está descrita la ubicación de la punta de catéter por ultrasonido, por lo que se sugiere desde el ingreso



a la residencia un curso de imagenología, teórico-práctico, que optimice la utilización del recurso y maximice el beneficio a los pacientes pediátricos, que requieran la colocación de catéter venoso central.

## **XII. REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS**

1. Baique-Sánchez PM. Aspectos básicos de acceso venoso central con guía ecográfica. Rev Hisp Cienc Salud. 2016; 2 (1): 62-70
2. Morales I., D.G. Utilidad y efectividad de colocación de catéter venoso central guiado por ultrasonido en pacientes pediátricos en dos Hospitales de la zona norte de Honduras. Universidad Nacional Autónoma de Honduras Valle de Sula. Honduras, 2019.
3. Baique-Sánchez PM. Acceso vascular con guía ecográfica en niños. Rev Hisp Cienc Salud. 2016; 2 (4): 302-309.
4. Rando, K., Pratt J.P., Castelli J. Cateterización venosa central guiada por ecografía: estudio randomizado controlado. Anest Analg Reanim 2013 ;26(1): 1-5.

5. Farez B., J.J. "Eficiencia de la técnica de canalización de la vena subclavia por acceso supraclavicular guiada por ecografía en pacientes críticamente enfermos ingresados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos del hospital de niños Dr. Roberto Gilbert Elizalde en el período Junio-Diciembre de 2016". Universidad Católica de Santiago de Guayaquil Sistema de Posgrado. Guayaquil, Ecuador. 2017.
6. Oulego, I., Ferrer, A., Gil, J..., López, J. Procedimiento ecoguiados. Grupo de Trabajo de Ecografía. Sociedad Española de Cuidados Intensivos Pediátricos.
7. Muñoz M., Manuel J. Anestesia regional con ecografía. Editorial Ergon. España. 2007
8. Carrillo E., R. Aplicaciones del ultrasonido en anestesiología. Editorial Alfil. México. 2014.
9. Enrique V., A. Instalación de catéter venoso central por ultrasonido. Experiencia de la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Ángeles Pedregal. Acta Médica Grupo Ángeles. Volumen 15, No. 2, abril-junio 2017.
10. Saavedra-Ortiz M.A. Complicaciones de la canalización venosa central con técnica ecoguiada y convencional en el servicio de urgencias del Hospital de San José, Bogotá, Colombia. Medicina & Laboratorio. 2016; 22(3-4): 181-190.
11. Froehlich, Curt D. Ultrasound-guided central venous catheter placement decreases complications and decreases placement attempts compared with the landmark technique in patients in a pediatric intensive care unit. Crit Care Med. 2009; 37(3): 1090-1096.
12. Carranza, A. Catéter venoso central y sus complicaciones. Revista Medicina Legal de Costa Rica. ISSN 2215 -5287. 2020; 37(1): 74-86.
13. Carmona-Moya AJ. Complicaciones inmediatas de colocación de catéteres. Rev. Mex. Cir. Ped. 2015; XIX(1): 28-34.
14. Josefa-García, H. Duración y frecuencia de complicaciones de los catéteres venosos centrales en recién nacidos. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2015; 53(3): S300-9.

15. J Paredes. Accesos vasculares centrales. Complicaciones en pacientes pediátricos.  
Bol Venez Infectol. 2018; 29(1): 20-33.

### **XIII. ORGANIZACIÓN**

#### **RECURSOS HUMANOS**

**a) Responsable del estudio:**

Dra. Paulina Selene Hernández Alejo

Medico residente de segundo año de Anestesiología Pediátrica.

**b) Directores de la tesis:**

Dra. Claudia Priego Martínez

Adscrita del servicio en Anestesiología Pediátrica del Hospital Regional de Alta Especialidad del Niño “Dr. Rodolfo Nieto Padrón”.

Dr. Raúl Muñoz Martínez

Adscrito del servicio en Anestesiología Pediátrica del Hospital Regional de Alta Especialidad del Niño “Dr. Rodolfo Nieto Padrón”.

## RECURSOS MATERIALES

### a) Físicos

- I. Expedientes clínicos
- II. Base de datos
- III. Computadora
- IV. Internet
- V. Ultrasonido

### b) Financieros

Los propios de la unidad y del investigador.

## XIV. EXTENSIÓN

Se autoriza a la Biblioteca de la UNAM la publicación parcial o total del presente trabajo recepcional de tesis, ya sea por medios escritos o electrónicos.

## XV. CRONOGRAMA

USO DE ULTRASONIDO COMO GUÍA DE LOCALIZACIÓN VENOSA PARA COLOCACIÓN DEL CATÉTER VENOSO CENTRAL VS TÉCNICA POR ANATOMÍA EN PACIENTES PEDIÁTRICOS, EN EL HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DEL NIÑO “DR. RODOLFO NIETO PADRÓN” EN EL PERIODO DICIEMBRE 2020-JULIO 2021									
ACTIVIDADES	MES								
	DICIEMBRE 2020	ENERO 2021	FEBRERO 2021	MARZO 2021	ABRIL 2021	MAYO 2021	JUNIO 2021	JULIO 2021	AGOSTO 2021
DISEÑO DEL PROTOCOLO									

ACEPTACIÓN DEL PROTOCOLO										
CAPTACIÓN DE DATOS										
ANÁLISIS DE DATOS										
DISCUSIÓN										
CONCLUSIONES										
PROYECTO DE TESIS										
ACEPTACIÓN DE TESIS ARCHIVO ELECTRÓNICO										
EDICIÓN DE TESIS										
ELABORACIÓN DE ARTÍCULO										
ENVÍO A CONSEJO EDITORIAL DE REVISTA										

## ANEXOS

### Anexo 1. Formato de captura Excel

	EDAD	SEXO	PESO	TALLA	DIAGNÓSTICO	PROCEDIMIENTO	FECHA	UBICACIÓN	INTENTOS	TIEMPO (min)	OBSERVACIÓN	COMPLICACIONES	ÉXITO	OPERADOR	TÉCNICA
3															
4	10 a	M	40	150	Choque neurogénico	Colocación de CVC	19/12/2020	Subclavia Derecha	1	5	Sin dificultad	NO	SI	R1CP	Anatomía
5	8 a	F	27	130	LLA	Colocación de CVC	20/12/2020	Yugular Derecha	1	5	Sin dificultad	NO	SI	R1CP	USG
6	8 m	M	4.8	58	Displasia broncopulmonar	Colocación de CVC	29/12/2020	Subclavia Derecha	3	60	Mal posición: Cefálica / Punción arterial / Subclavia izquierda / Venodisección VYD	SI	NO	R1CP	Anatomía
7	2 m	F	3.1	48	Crisis convulsivas / Sx. Dismórfico	Colocación de CVC	20/12/2020	Yugular Derecha	1	5	Sin dificultad	NO	SI	R3CP	USG
8	3 m	M	2.9	50	Sx. Down / PCA	Colocación de CVC	01/02/2021	Subclavia Derecha	3	18	Sin retorno venoso / Subclavia izquierda 2° intención	SI	NO	R1CP	Anatomía
9	4 m	M	6.2	58	Sx. Febril en estudio / Pb. TORCH	Colocación de CVC	05/01/2021	Yugular Derecha	1	5	Sin dificultad	NO	SI	R2CP	USG

Difícil colocación de guía /

**Anexo 2. Consentimiento informado**



HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DEL NIÑO  
 DR. RODOLFO NIETO PADRON  
 Av. Cort. Gregorio Méndez Magaña No. 2832 CP. 86100  
 Institución de Servicios Médicos, Enseñanza e Investigación  
**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

F-CI-ECC-002/013

Nombre del paciente:		
Núm. de Expediente:	Edad:	Sexo:
Lugar y Fecha:		
Tipo de Consentimiento	<input type="checkbox"/> Cirugía Mayor	<input type="checkbox"/> Donación de órganos y tejido y trasplante
	<input type="checkbox"/> Anestésico	<input type="checkbox"/> Mutilación
	<input type="checkbox"/> Tratamiento Oncológico	<input type="checkbox"/> Necropsia Hospitalaria
	<input type="checkbox"/> Procedimiento Diagnóstico y Terapéutico de Alto Riesgo	
DECLARATORIA DE CONSENTIMIENTO:		
Yo la Sra./Sr. _____ quien me identifica con _____		
_____ autorizo que mi menor hijo (a) de nombre _____		
quien lo identifico con acta de nacimiento a que se le realice el procedimiento _____		
que me ha explicado el Dr. (a) _____ ya que es conveniente y necesario que		
se lleve a cabo; y que he comprendido cuales son los beneficios así como los riesgos que se pueden presentar, por lo		
que autorizo al personal Médico y Paramédico de este Hospital que lleve a cabo dicho acto así como todos aquellos		