



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO
ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:

ESPECIALISTA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

TEMA:

“EFICACIA 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 PERIODO JUNIO –DICIEMBRE DE 2016”

AUTOR:

DR. JAIME JAVIER FAREZ BUENAÑO

DIRECTOR:

DR. BORIS BARRENO

GUAYAQUIL – ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO
ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Dr. **Jaime Javier Fárez Buenaño**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Especialista en Cuidados Intensivos Pediátricos**.

Guayaquil, 19 diciembre de 2017

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Dr. Boris Barreno

DIRECTOR DEL PROGRAMA:

Dr. Xavier Páez Pesantes



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO
ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD:

Yo, Jaime Javier Fárez Buenaño

DECLARO QUE:

El Trabajo de investigación **“EFICACIA 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 PERIODO JUNIO – DICIEMBRE DE 2016”** previo a la obtención del Título de Especialista, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el texto del trabajo, y cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Tesis mencionado.

Guayaquil, diciembre de 2017

EL AUTOR:

Dr. Jaime Javier Fárez Buenaño



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO
ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD

AUTORIZACIÓN:

Yo, Jaime Javier Fárez Buenaño

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del trabajo de investigación de Especialización titulado: **“EFICACIA 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 PERIODO JUNIO –DICIEMBRE DE 2016”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, diciembre del 2017

EL AUTOR:

Dr. Jaime Javier Fárez Buenaño

1. AGRADECIMIENTO

Este trabajo de tesis ha sido una bendición en todo sentido y agradezco a Dios por esta meta cumplida; a mi esposa por su cariño, apoyo y comprensión durante estos años; a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto. A mis compañeros y amigos por el tiempo compartido, las largas horas de estudio, por escuchar y estar ahí.

Durante todo mi camino, encontré aspectos y situaciones que tal vez no conocía, procesos y actitudes ajenas a las que alguna vez pude haber llegado a sentir, personas maravillosas que no se pueden olvidar, mis queridos docentes y amigos del Hospital de niños Dr. Roberto Gilbert Elizalde, gracias a todos por el conocimiento impartido, especialmente al Dr. Xavier Páez y Dr. Boris Barreno quienes influyeron con sus lecciones y experiencias para formarme como una persona preparada para los retos.

2. DEDICATORIA

A mi esposa mi mayor motivación en el camino al éxito, el ingrediente perfecto para alcanzar esta meta.

A mis amados padres Jaime y María promotores de mis sueños, gracias a ellos por confiar y creer en mí y en mis expectativas.

A mis hermanos que prefirieron sacrificar su tiempo conmigo para que yo cumpliera con lo mío.

A Margarita por enseñarme a disfrutar cada detalle de la vida.

3. RESUMEN

Antecedentes: en los últimos años, la canalización de la vena subclavia por acceso supraclavicular guiada por ecografía se ha convertido en un enfoque alternativo que ofrece ventajas en pacientes críticos en la unidad de cuidados intensivos pediátricos. El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia y seguridad de esta técnica en los pacientes críticamente enfermos ingresados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos del hospital de niños Dr. Roberto Gilbert Elizalde en el periodo junio a diciembre de 2016.

Métodos: se realizó un estudio observacional, descriptivo, prospectivo entre junio de 2016 y diciembre de 2016 que incluyó a 92 niños. Todos los procedimientos fueron realizados por médicos residentes de postgrado. Se analizaron las tasas de éxito de la inserción del catéter, el número de punciones requeridas, el tiempo del procedimiento y las tasas de complicaciones.

Resultados: la canalización fue exitosa en el 100% de los casos. La tasa de éxito después del primer intento fue del 84,8% y solamente un paciente requirió 3 intentos para lograr la canalización. El tiempo de procedimiento fue rápido con un promedio de 40 segundos [20-90]. Entre los procedimientos registrados, solo se observaron dos punciones arteriales que no tuvieron mayores implicaciones y ninguno se presentó neumotórax.

Conclusión: la canalización de la vena subclavia por acceso supraclavicular guiada por ecografía en los pacientes críticamente enfermos es una técnica eficaz y segura cuando lo realiza un operador experimentado.

Palabras Clave: catéter venoso central, ecografía, vena subclavia.

4. ABSTRAC

Background: In recent years, the cannulation of the subclavian vein by supraclavicular access guided by ultrasound has become an alternative approach that offers advantages in critical patients in the pediatric intensive care unit. The aim of the present study was to evaluate the efficacy and safety of this technique in critically ill patients admitted to the pediatric intensive care unit of the Dr. Roberto Gilbert Elizalde children's hospital from June to December 2016.

Methods: an observational, descriptive, prospective study was conducted between June 2016 and December 2016 that included 92 children. All procedures were performed by postgraduate resident doctors. The success rates of the insertion of the catheter, the number of punctures required, the time of the procedure and the complication rates were analyzed.

Results: the cannulation was successful in 100% of the cases. The success rate after the first attempt was 84.8% and only one patient required 3 attempts to success the canalization. The procedure time was fast with a mean of 40 seconds [20-90]. Among the recorded procedures, only two arterial punctures were observed that had no major implications and none presented pneumothorax.

Conclusion: cannulation the subclavian vein by supraclavicular access guided by ultrasound in critically ill patients is an effective and safe technique when performed by an experienced operator.

Keywords: central venous catheter, ultrasound, subclavian vein.

5. ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. AGRADECIMIENTO	I
2. DEDICATORIA	II
3. Resumen	III
4. Abstrac	IV
5. Índice de contenidos.....	V
6. Índice de tablas	VIII
7. Índice de figuras.....	IX
8. Índice de gráficos	XI
9. Índice de anexos.....	XII
10. Introducción.....	1
11. El Problema.....	2
11.1 Identificación, Valoración y Planteamiento.....	2
11.2 Formulación	3
12. Objetivos.....	4
11.1 Objetivo general:	4
11.2 Objetivos específicos:.....	4
13. Marco Teórico	5
13.1 Ecografía en el punto de cuidado en las unidades de cuidados intensivos pediátricos	5
13.1.1 Introducción.....	5
13.2 Física de la ecografía.....	6
13.2.1 Sonido	6
13.2.2 Características físicas del ultrasonido.....	6
13.2.3 Piezoelectricidad.....	7
13.2.4 Interacciones del ultrasonido con los tejidos.....	7
13.2.5 Resolución	9

13.3	Equipos de Ecografía	10
13.3.1	Transductores	11
13.3.2	Artefactos fundamentales.....	12
13.4	Modos de formación de imágenes	15
13.5	Catéteres centrales.....	17
13.5.1	Materiales del catéter.....	17
13.5.2	Tamaño y tipo de catéteres.....	17
13.5.3	Indicaciones y contraindicaciones para la cateterización venosa central.	18
13.5.4	Complicaciones relacionadas con catéteres venosos centrales.....	18
13.6	Cateterización venosa central por ecografía	19
13.6.1	Técnicas para la canalización por ecografía.	20
13.6.2	Orientación y eje durante la canalización	20
13.6.3	Ubicación de la punta del catéter venoso central	21
13.6.4	Accesos utilizados para canalización venosa central por ecografía	22
13.7	Canalización de la vena subclavia por acceso supraclavicular guiada por ecografía.	25
13.7.1	Características anatómicas de la vena subclavia.....	25
13.7.2	Variaciones anatómicas	25
13.7.3	Ventajas de la canalización de la vena subclavia por abordaje supraclavicular.....	26
13.7.4	Catéteres del lado izquierdo versus lado derecho como primera opción	26
14.	Métodos.....	28
14.1	Justificación de la elección del método.....	28
14.2	Diseño de la investigación	28
14.3	Criterios y procedimientos de selección de la muestra o participantes del estudio	28
14.3.1	Criterios de inclusión:.....	28
14.3.2	Criterios de exclusión:	28
14.4	Procedimiento de recolección de la información.....	28

14.4.1	Técnicas de recolección de información.....	29
14.5	Descripción del procedimiento.	29
14.6	Técnicas de análisis estadístico	31
15.	Variables.....	32
15.1	Operacionalización de Variables	32
15.2	Normas Éticas.....	33
16.	Presentación de resultados	34
16.1	Características generales de la población.....	34
16.2	Análisis univariado	36
16.2.1	Sitio de colocación del catéter.....	36
16.2.2	Tasa de éxito al colocar catéter venoso central.....	36
16.2.3	Numero de punciones realizadas	36
16.2.4	Tiempo de canalización venosa.....	36
16.2.5	Uso de ventilación mecánica.....	37
16.2.6	Complicaciones de la colocación de catéter venoso central	37
16.2.7	Médico que coloca el catéter	37
16.3	Análisis bivariado	38
17.	Discusión	41
18.	Conclusiones	43
19.	Valoración critica de la investigación	44
20.	Referencias bibliográficas	45
21.	anexos.....	50
21.1	Formulario de recolección de la información	50
22.	Abreviaturas	51

6. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Velocidad de conducción de los distintos medios	7
Tabla 2 Calibre del catéter en función de la edad y de introducción	17
Tabla 3. Indicaciones para inserción de catéter venoso central.....	18
Tabla 4. Fórmulas para la longitud optima del catéter central	22
Tabla 5. Técnica de recolección de información.....	29
Tabla 6. Operacionalización de Variables.....	32
Tabla 7. Características de la población.....	34
Tabla 8 Sitio de inserción del catéter central	36
Tabla 9 Numero de punciones	36
Tabla 10 Uso de la ventilación mecánica	37
Tabla 11 Complicaciones	37
Tabla 12 Medico que coloca el catéter.....	38
Tabla 13 Peso y sitio de inserción.....	38
Tabla 14 Éxito a la primera punción y peso	38
Tabla 15 Tiempo de canalización y peso	39
Tabla 16 Ventilación mecánica y peso.....	39
Tabla 17 Complicaciones y peso.....	39
Tabla 18 Experiencia del operador y peso	40

7. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Características físicas de las ondas de ultrasonido.	6
Figura 2 Interacción del ultrasonido con los tejidos.	8
Figura 3. Resolución Espacial	9
Figura 4 Resolución de contraste.....	10
Figura 5 Equipo de ecografía portátil	11
Figura 6 Tipos de transductores	11
Figura 7 Indicador del puntero en la pantalla y ubicación respecto al paciente	12
Figura 8. Vaso con un catéter dentro que da sombra acústica posterior	13
Figura 9 Artefactos de reverberación detrás de la aguja	13
Figura 10 Artefacto de cola de cometa	14
Figura 11 Posterior a la carótida (soporte rojo) se ve un área de mayor ecogenicidad (refuerzo acústico posterior). En el borde medial de la carótida, se observa un efecto de borde (*).	14
Figura 12 El objeto se encuentra en el lóbulo principal del transductor, pero también es detectado por los lóbulos laterales, lo que conduce a la duplicación de la imagen.	15
Figura 13 Imagen bidimensional. A) En escala de grises. B) En escala de color.	15
Figura 14 Efecto Doppler	16
Figura 15 Doppler color y pulsado de los vasos femorales, con flujo arterial pulsátil (izquierda) y flujo venoso continuo(derecha).....	16
Figura 16 A Canalización en eje corto. B Canalización en eje largo.	20
Figura 17 Referencias anatómicas para determinar la profundidad de inserción.	21
Figura 18 Canalización de la vena yugular interna con ecografía. A Eje corto. B Eje largo.....	23
Figura 19. Canalización de la vena femoral con ecografía.....	23
Figura 20 Canalización de la vena subclavia. Abordaje Infraclavicular	24
Figura 21 Canalización vena subclavia. Abordaje supraclavicular	25

Figura 22 Variaciones anatómicas de la vena subclavia.....26

8. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1 Clasificación por peso	35
Grafico 2 Indicaciones para colocación de catéter venoso central.....	35

9. ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 . “EFICACIA DE LA TÉCNICA DE CANALIZACIÓN DE LA VENA SUBCLAVIA POR ACCESO SUPRACLAVICULAR GUIADA POR ECOGRAFÍA EN PACIENTES CRÍTICAMENTE ENFERMOS INGRESADOS EN LA UCIP DEL HRGE JUNIO –DICIEMBRE DE 2016”	50
--	----

10. INTRODUCCIÓN

La canalización venosa central es un procedimiento fundamental en los niños críticamente enfermos y 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.(1)(2)

Los sitios comunes para el acceso venoso central incluyen las venas yugular interna, subclavia y femoral. Tradicionalmente, la canalización venosa central se ha realizado utilizando la técnica de referencias anatómicas. Aunque esta técnica está asociada con altos niveles de éxito, la anatomía aberrante y las cateterizaciones previas a menudo complican este procedimiento, lo que resulta en una mayor tasa de complicaciones.(3)(4)

Además, la canalización venosa central de los niños puede ser difícil y desafiante, debido a su pequeño tamaño. La curva de aprendizaje para este procedimiento requiere práctica regular para alcanzar y mantener la capacidad y competencia.(5)

La primera cateterización venosa guiada por ecografía se realizó hace casi 40 años y durante los últimos 10 años, el desarrollo de dispositivos portátiles de ecografía ha hecho que esta técnica sea más asequible. (6) Actualmente, se recomienda la utilización de la ecografía para localizar las estructuras vasculares y guiar la punción venosa, tanto en adultos como en niños, ya que ha demostrado aumentar la tasa de éxitos y reducir el número de intentos de punción y las complicaciones mecánicas inmediatas.(1)

Se espera que la cateterización venosa central guiada por ecografía sea particularmente beneficiosa en niños con enfermedades críticas que requieren una línea central rápida y segura. Empero, actualmente no hay consenso con respecto al sitio óptimo y el tipo de acceso para la inserción central guiada por ecografía en niños críticamente enfermos.(1)(3)

En los últimos años, la canulación supraclavicular guiada por ecografía de la vena subclavia y el tronco braquiocefálico se ha convertido en un enfoque alternativo que ofrece ventajas durante una inserción difícil en niños pequeños en la unidad de cuidados intensivos pediátricos. (3)

Por lo tanto, el presente trabajo pretende evaluar la eficacia y seguridad de la cateterización venosa central subclavia por acceso supraclavicular con guía ecográfica en los pacientes críticamente enfermos ingresados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) del hospital de niños Dr. Roberto Gilbert Elizalde (HRGE).

11. EL PROBLEMA

11.1 Identificación, Valoración y Planteamiento

La canulación venosa central por técnica de referencias anatómicas presenta complicaciones mecánicas entre en el 5-19% de los casos. Por tal motivo se han modificado e implementado técnicas buscando disminuir los riesgos para el paciente. La introducción de la ecografía en la práctica clínica, y más recientemente en la inserción de catéteres venosos centrales, ha disminuido la incidencia de complicaciones.(7)

La evaluación con ecografía permite detallar la anatomía vascular, el tamaño de la vena y su permeabilidad, lo que puede ayudar a elegir el sitio de canulación más adecuado. (6)

Además, durante el procedimiento permite al operador avanzar la aguja bajo visualización directa, minimizando así el riesgo de complicaciones como neumotórax o punción arterial y, por último, la ecografía luego del procedimiento ayuda a detectar, de forma oportuna, complicaciones como la mal posición de la punta del catéter y el neumotórax. (3)(8)

Las técnicas de ecografía se han convertido en el estándar de oro para el cateterismo de la vena yugular interna en niños, sin embargo, las condiciones anatómicas no son favorables para el cateterismo yugular pacientes con un peso inferior a 5 kg o menores de 6 meses. La compresión de la vena por la sonda ecográfica y la aguja es un problema importante en estos pacientes. Además del pequeño tamaño de la vena, el ángulo entre la aguja y el lumen del vaso en su eje corto conduce a una dificultad en el cateterismo yugular. (9)

La canalización subclavia presenta importantes ventajas para su uso en pacientes críticamente enfermos, la principal es la no compresión de la vena subclavia y el tronco braquiocefálico cuando se aproxima la aguja, su permeabilidad incluso en hipovolemia y la observación ecográfica en tiempo real del avance de la aguja en toda el trayecto.(10)

Además, el punto de inserción del catéter está lejos de la boca del paciente y la incidencia de infección y trombosis es baja asociadas al catéter. Otras ventajas potenciales incluyen mayor comodidad del paciente, facilita el cuidado de enfermería y este acceso es cómodo de ubicar en pacientes traumatizados con collarín cervical.(10)(11)

El acceso supraclavicular en plano con guía ecográfica ofrece una alternativa confiable, se ha reportado tasas de éxito de un 98%, con un promedio de tiempo por procedimiento de 40 segundo. (12)

También comparado con la cateterización yugular fuera de plano con guía ecográfica la canulación 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 canulación (66 vs 170 segundos) en niños críticamente enfermos. (3) Sin embargo, la experiencia con este enfoque en los pacientes pediátricos críticos es todavía limitada a nivel mundial y ausente en nuestro medio.

En la UCIP del HRGE el uso de la ecografía para canalización de vías centrales inicio desde septiembre de 2015 por el personal de la unidad, esto luego de una capacitación en el área de hemodinamia del hospital donde el uso de la ecografía para realizar estos procedimientos es habitual. En nuestra unidad es principalmente usado para el acceso yugular interno y en menor medida la vía femoral.

Es por esto que el presente trabajo permitirá conocer la eficacia (tasa de éxito al primer intento, el número de punciones requeridas, el tiempo necesario para la canalización) y la seguridad (riesgo de presentar complicaciones inmediatas) durante la canalización venosa central subclavia por abordaje supraclavicular guiada con ecografía en los pacientes críticamente enfermos ingresados en la UCIP del HRGE y así se podrá recomendar como una técnica de elección en nuestros paciente para evitar o disminuir las complicaciones relacionadas con este procedimiento.

11.2 Formulación

¿Cuál es la eficacia y seguridad de la técnica de canalización de vía venosa central subclavia con acceso supraclavicular guiada por ecografía en los niños de la unidad de terapia intensiva pediátrica del Hospital Roberto Gilbert?

12.OBJETIVOS

11.1 Objetivo general:

- Evaluar la eficacia y seguridad de la técnica de cateterización venosa central subclavia por acceso supraclavicular con guía ecográfica en los pacientes críticamente enfermos ingresados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos del hospital de niños Dr. Roberto Gilbert Elizalde en el periodo junio a diciembre de 2016.

11.2 Objetivos específicos:

- Identificar la tasa de éxito después del primer intento para la colocación de vía venosa central subclavia con guía ecográfica
- Cuantificar el número de punciones que fueron necesarias la para la colocación de vía venosa central subclavia con guía ecográfica
- Determinar el tiempo promedio de colocación de vía venosa central subclavia con guía ecográfica.
- Mencionar las complicaciones inmediatas más frecuentes que se presentan con el uso de esta técnica.

13.MARCO TEÓRICO

13.1 Ecografía en el punto de cuidado en las unidades de cuidados intensivos pediátricos

13.1.1 Introducción

Ocasionalmente se provocan en medicina cambios mayores que aceleran su evolución. Incluyen innovaciones tecnológicas y modificaciones en los procesos de utilización y el perfil de los especialistas que las aplican.(13)

Uno de estos cambios ha sido la ecografía, que nos proporciona información objetiva, rápida, en tiempo real, segura, a la cabecera del enfermo y es costo-efectiva, por lo que en el último decenio su uso se ha extendido por parte del clínico, principalmente en áreas críticas y en los servicios de urgencia(14)

La ecografía en el punto de cuidado, ecografía a pie de cama o ecografía clínica se define como una exploración ecográfica a la cabecera del paciente, orientada por objetivos, que se realiza por el profesional sanitario para dar respuesta a una duda diagnóstica específica o para guiar la realización de una técnica invasiva.(15) Su uso ha extendido en la práctica médica gracias a la evolución de los grandes y aparatosos ecógrafos a equipos pequeños, portátiles, de menor costo y mejor resolución. (16)

El tamaño de los niños facilita el acceso de la ecografía a diferentes órganos dando una alta calidad en las imágenes obtenidas. Esto unido a la eliminación del riesgo que supone la radicación en las técnicas de imagen radiográficas o tomográficas ha hecho que sea cada vez más utilizada por los pediatras que tratan niños críticos. (17) (18)

En el ámbito de la pediatría las aplicaciones de la ecografía son varias y se encuentran en desarrollo, al momento se centran en la evaluación de la reanimación e hidratación, evaluación de las infecciones de la piel y de los tejidos blandos, la valoración pulmonar y la evaluación de diversas afecciones intra-abdominales además de procedimientos como el acceso vascular guiado. (18) Esta última aplicación está asociada con un índice de éxito alto y menor número de intentos requeridos para la canulación de catéteres venosos centrales comparada con la técnica de referencias anatómicas en pacientes menores de 18 años. (4)

13.2 Física de la ecografía

Es primordial entender las bases físicas de la ecografía para poder obtener imágenes de alta calidad e interpretarlas de forma correcta. Comprender cómo se forma la imagen, conocer los artefactos ecográficos, que pueden dificultar las interpretaciones y saber cómo puede optimizarse, son todos aspectos necesarios para utilizar la ecografía de una manera segura y eficiente.(19)

13.2.1 Sonido

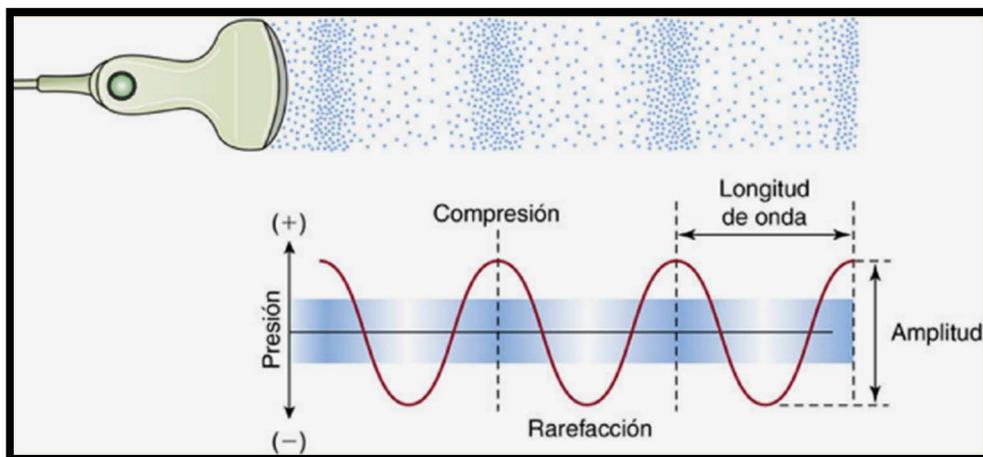
Resulta del paso de la energía a través de la materia en forma de una onda que produce alternativamente fenómenos de compresión y descompresión.(20) El ser humano puede oír sonidos en el rango de 20 hercios (Hz) a 20.000 Hz. Los sonidos menores de 20 Hz se denominan *infrasonidos*, y los mayores de 20.000 Hz son llamados *ultrasonidos*. De estos últimos, los utilizados en ecografía diagnóstica se encuentran en el rango de 1-20 megahercios (MHz).(21)

13.2.2 Características físicas del ultrasonido

Las principales características físicas del ultrasonido son (Figura 1):

Onda de presión: el sonido, al contactar con el medio, altera su arquitectura generando compresión (deflexión positiva) y descompresión molecular (deflexión negativa).(21)

Figura 1 Características físicas de las ondas de ultrasonido. (15)



Longitud de onda: es la distancia entre dos picos o valles de una onda de presión. Se mide en milímetros. Se obtiene dividiendo la velocidad entre la frecuencia.(19)

Frecuencia: es la cantidad de veces que la onda sonora completa su ciclo en un segundo. Se mide en ciclos por segundo o hercios. Es inversamente proporcional a la longitud de onda. (15)

Velocidad de propagación: es la velocidad en la que el sonido viaja a través de un tejido, se considera en promedio de 1540 metros/segundo (m/s) para tejidos blandos. Depende del tipo y características del medio que atraviese, así los más compresibles transmiten el sonido más lentamente y aquellos menos compresibles y más densos transmiten el sonido a mayor velocidad. (Tabla 1) (22)

Tabla 1 Velocidad de conducción de los distintos medios (21)

Medio o tejido	Velocidad (m/s)
Aire	330
Grasa	1.450
Agua	1.495
Tejidos blandos	1.540
Riñones	1.561
Sangre	1.570
Músculo	1.585
Metal	4.000
Hueso	4.080

Amplitud: es la altura máxima o intensidad que alcanza una onda. Se mide en decibelios (dB). (21)

Potencia: es la energía (joules) producida sobre un tejido por unidad de tiempo (segundos). Se expresa en Vatios (W). (19)

Intensidad: es la concentración de potencia por unidad de superficie (W/cm²), representa la “fuerza” de la onda sonora y determina la cantidad de calor que se genera en los tejidos. La generación de calor es mínima en la ecografía diagnóstica (10-50 mW/cm²). (20)

13.2.3 Piezoelectricidad

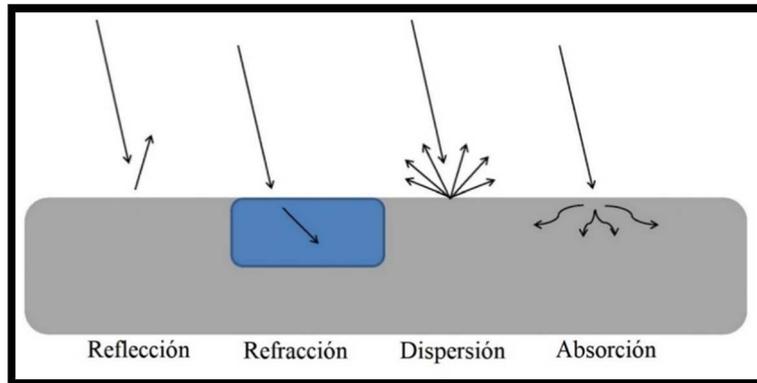
La producción de ultrasonidos se la realiza con elementos “piezoeléctricos”, los cuales, al recibir corriente eléctrica, se contraen y dilatan generando vibraciones, es decir energía acústica (efecto piezoeléctrico inverso) y, al contrario, al recibir la presión de ondas acústicas convierten esta energía 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. (23)

La piezoelectricidad la poseen materiales naturales y sintéticos, de los cuales estos últimos (titanato-circonato de plomo [PZT]) se utilizan para la fabricación de los transductores de uso habitual. (21)

13.2.4 Interacciones del ultrasonido con los tejidos.

Las ondas sonoras se reflejan, refractan, dispersan y son absorbidas por los tejidos debido a las diferentes propiedades físicas de los mismos. (Figura 2)

Figura 2 Interacción del ultrasonido con los tejidos. (23)



Reflexión.

Es el proceso normal y necesario para la formación de la imagen, consiste en que una parte del haz de ultrasonido al llegar a la interfase (zona de contacto entre dos medios que transmiten el sonido a distinta velocidad) se refleja en forma de ecos (ultrasonidos reflejados) y la otra parte continúa hacia la siguiente interfase. Cuantas más interfases reflejantes existan, más ecos distales se irán perdiendo.(21)

Mientras más perpendicularmente se incida a cualquier estructura, más ecos se recogerán, esto es útil durante la canalización de accesos vasculares ya que al mantener más paralela la aguja (90° en relación al haz de ultrasonidos) con respecto al transductor, los ultrasonidos rebotarán de tal manera que la imagen resultante será bien concreta y nítida, visualizando incluso el bisel de la aguja.(21)

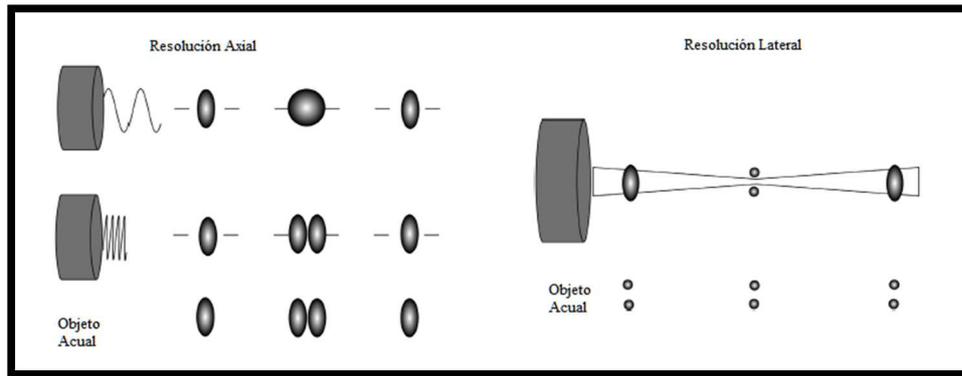
La *impedancia acústica* es la resistencia a la propagación de las ondas sonoras a través de los tejidos, y es igual a la densidad por la velocidad de propagación del sonido en un tejido específico. Una mayor diferencia en la impedancia acústica conduce a un incremento en la reflexión de las ondas sonoras y viceversa.(22) La intensidad de la reflexión se expresa en escala de grises, de manera que los ecos más intensos se representan en tono blanco (hiperecoico), los más débiles en diversos tonos de gris (hipoecoico) y cuando no hay reflexión, en negro (anecoico). (15)

Atenuación

Es la pérdida de energía que experimenta el ultrasonido al atravesar un medio como consecuencia de su absorción, refracción y dispersión. Depende del coeficiente de atenuación de los tejidos y guarda relación directa con la profundidad y la frecuencia. A mayor recorrido de los ultrasonidos los ecos originados en zonas más distantes tendrán menor amplitud que los originados en zonas superficiales.(20)

Este inconveniente se compensa en los ecógrafos con la *ganancia* que es el mecanismo que ajusta la amplificación de los ecos que regresan al receptor, esto en forma selectiva (compensación de la pérdida de ganancia en el tiempo [TGC]) o total (ganancia global). (15)

Figura3. Resolución Espacial (19)



También la atenuación varía con la frecuencia del ultrasonido. Un haz de alta frecuencia se atenúa más que uno de baja frecuencia. Es así que para estudiar estructuras profundas es necesario emplear transductores de baja frecuencia y para estructuras superficiales sondas de alta frecuencia que penetran poco y permiten obtener imágenes con mayor resolución. (21)

Absorción: es la causa de atenuación más importante, la energía es absorbida por los tejidos y convertida en calor, produciéndose una pérdida constante de intensidad. (15)

Refracción: es el cambio en la dirección del haz incidente de manera oblicua. Estas ondas se pierden al no volver al transductor lo que contribuye a la atenuación. Suele ser mínima en los tejidos, aunque puede ser fuente de artefactos. (22)

Dispersión: es la reflexión de ecos en múltiples direcciones cuando las ondas chocan con una superficie pequeña e irregular. (19)

13.2.5 Resolución

Es la capacidad del sistema de ecografía para discriminar dos puntos entre sí. Es un indicador de la calidad de imagen. Se divide en resolución espacial, temporal y de contraste.(21)

Resolución espacial

Es la propiedad para distinguir entre dos objetos localizados en distinta posición. Se trata, en definitiva, de la capacidad para definir detalles. Tiene dos componentes: axial y lateral. (Figura 3) (19)

Resolución axial: diferencia dos objetos a lo largo del eje del haz de ultrasonidos y se corresponde con la resolución vertical en la pantalla. Depende fundamentalmente de la frecuencia (longitud de onda) y de la duración del pulso de ultrasonidos. Los pulsos de corta duración tienen una longitud de onda más pequeña y frecuencias más altas que logran una imagen de mejor resolución. (15)

Resolución lateral: se refiere a la discriminación de dos objetos perpendiculares al haz de ultrasonidos, depende fundamentalmente de la focalización (foco) que es una zona donde el haz de ultrasonido se hace más fino y por tanto brinda una mejor resolución lateral. El foco es un parámetro que es posible ajustar electrónicamente en todos los equipos.(21)

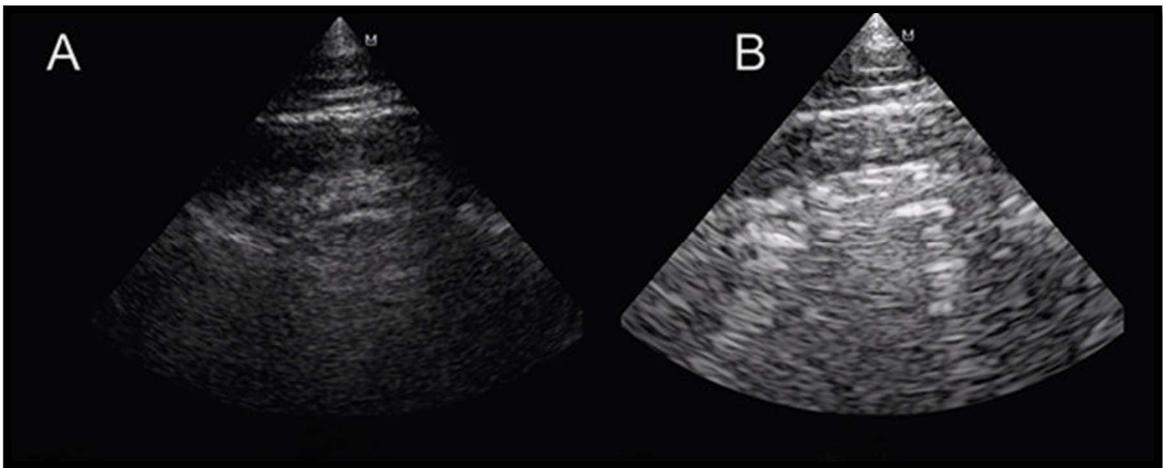
Resolución temporal

Es la velocidad de cuadros o *frame-rate*, se refiere a la capacidad de discriminar estructuras que se mueven, y esto será mejor cuantos más cuadros conformen la imagen por unidad de tiempo. Una velocidad de fotogramas por segundo (fps) más elevada permite una mejor visualización del movimiento y una definición más suave del mismo.(20)

Resolución de contraste

Es la capacidad de distinguir en detalle entre distintos tonos de grises. Es muy importante para la identificación de bordes y de las texturas de los tejidos. Depende del preprocesamiento y el post-procesamiento de la imagen, y del tamaño del objeto a estudiar (a más pequeño el objeto se requerirá mayor resolución de contraste para identificarlo). Figura 4. (21)

Figura 4 Resolución de contraste (21)



13.3 Equipos de Ecografía

Las máquinas compactas y portátiles (Figura 5) son las que con más frecuencia se usan para ecografía a pie de cama en el entorno de los cuidados críticos. Hay en una gran variedad de marcas, todas incluyen una interfaz de usuario con teclado y una diversidad de perillas, botones, bola de seguimiento (track-ball) o pantalla táctil para la manipulación y el almacenamiento de las imágenes. El uso de una u otra máquina depende de su durabilidad, la vida útil de la batería, la necesidad de energía, tiempo de arranque, la portabilidad y experiencia previa con una marca en particular.(24)

Figura 5 Equipo de ecografía portátil (24)

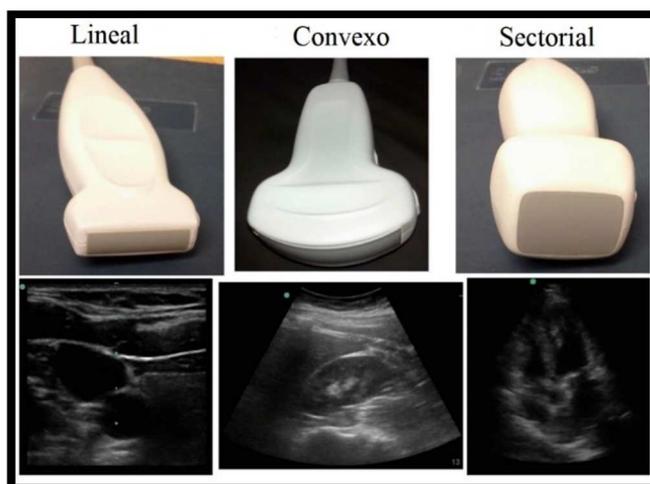


La mayoría de los equipos están conectadas a un carro que proporciona una base para la máquina y la portabilidad necesaria para su traslado a las diferentes áreas del hospital. Además estos carros tienen un espacio para almacenar diferentes sondas, cables para la conexión de energía eléctrica, cubiertas de sonda estériles, botellas de gel y otros suministros que se pueden usar según sea necesario durante las exploraciones.(24)

13.3.1 Transductores

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. Los tres transductores más utilizados en enfermos críticos son: el sectorial, el convexo y el lineal (Figura 6).(21)(15)

Figura 6 Tipos de transductores (23)

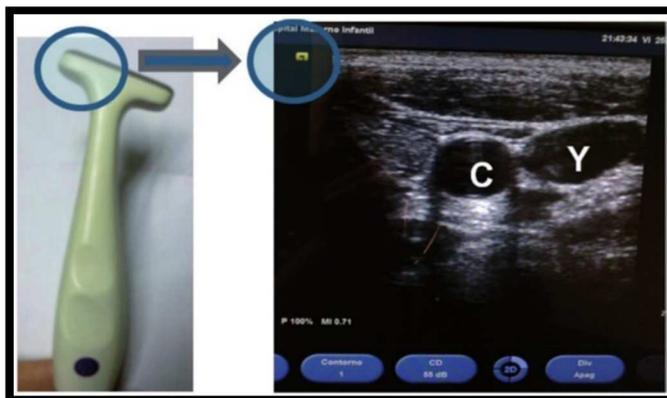


Sectoriales: proporcionan un formato de imagen triangular o en abanico con una base de inicio de la emisión de los ecos pequeña. Se usan en exploraciones cardiacas principalmente ya que permiten tener un abordaje costal, aunque también se pueden usar en estudios abdominales pues permiten ver estructuras profundas. Su frecuencia de trabajo suele ser de 1 a 5 MHz, aunque pueden llegar hasta 10 MHz. (23)(20)

Convexos: Tienen una forma curva y proporcionan un formato de imagen en forma de trapecio. Se usan para ver estructuras profundas especialmente en estudios abdominales y obstétricos. Su frecuencia de trabajo suele ser de 1 a 5 MHz. (22)(20)

Lineales: tienen cristales en línea que emiten haces paralelos de ultrasonido formando una imagen rectangular. Necesitan una amplia superficie de contacto y ofrecen una imagen amplia del campo cercano, son ideales para valorar estructuras superficiales (ojos, vasos, músculos, nervios y articulaciones) y para realizar intervenciones bajo guía ecográfica. (22)(15) Las frecuencias de trabajo suelen ser de 7,5 y 13 MHz, aunque los hay de hasta 20 MHz.(20) Para pediatría es especialmente útil la sonda tipo lápiz o en palo de hockey por su pequeño tamaño.(25)

Figura 7 Indicador del puntero en la pantalla y ubicación respecto al paciente (25)



Los transductores presentan en uno de sus lados una muesca, resalto o puntero. (Figura.7) La ubicación del puntero se representa en la pantalla, pudiendo ubicarse a la derecha o a la izquierda. Esta opción de ubicación del puntero en la pantalla puede modificarse manualmente en todos los equipos. Para los accesos vasculares colocaremos este marcador siempre a nuestra izquierda para ver los vasos en posición anatómica.(25)

13.3.2 Artefactos fundamentales

Son imágenes o partes de imágenes que no representan estructuras anatómicas reales. Se debe tener un conocimiento básico sobre los principios físicos de los artefactos de ultrasonidos para mejorar la adquisición e interpretación de las imágenes ecográficas a pie de cama. (15) A continuación, se detallan los artefactos más comunes presentes durante la canalización de accesos vasculares:

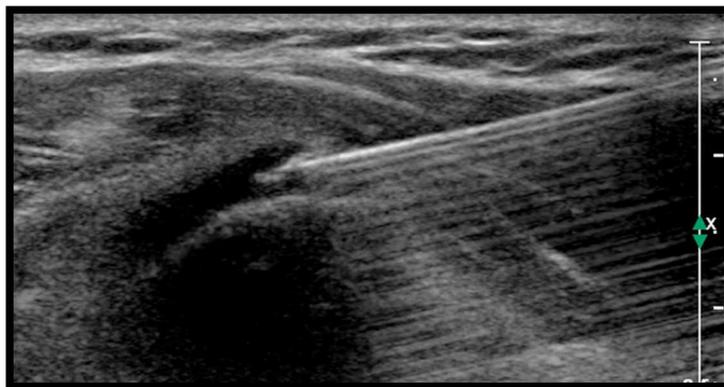
Sombra acústica posterior: son zonas sin ecos que aparecen detrás de estructuras que reflejan todos los ultrasonidos. La imagen ecográfica muestra una zona oscura detrás de una estructura hiperecogénica. Es una interfase muy reflexiva y casi toda la energía del haz sónico que incidente sobre ella se reflejará. (20) Figura 8

Figura 8. Vaso con un catéter dentro que da sombra acústica posterior(23)



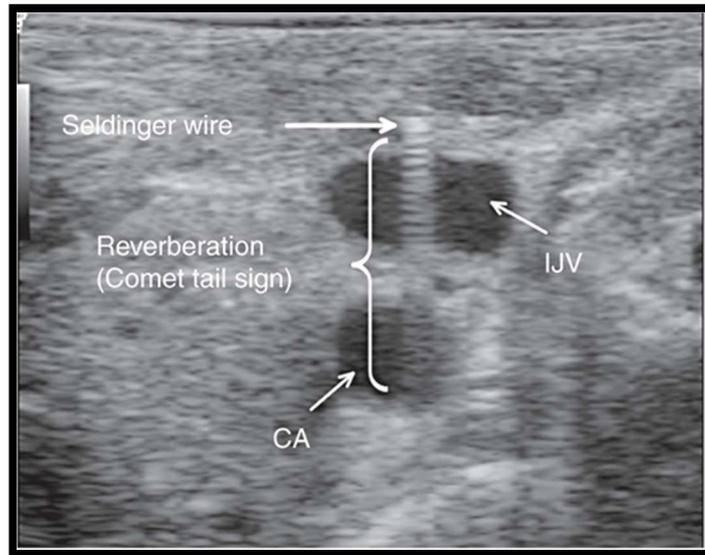
Reverberaciones: cuando ecos de gran amplitud son reflejados de nuevo a nivel del transductor y vuelven a entrar en el paciente. Esto produciría un segundo eco que en la imagen aparecerá al doble de la distancia del primer eco. Este proceso puede repetirse sucesivamente y en la imagen aparecerán líneas hiperecogénicas paralelas que van disminuyendo de intensidad a medida que aumenta la atenuación.(22) Figura 9

Figura 9 Artefactos de reverberación detrás de la aguja (26)



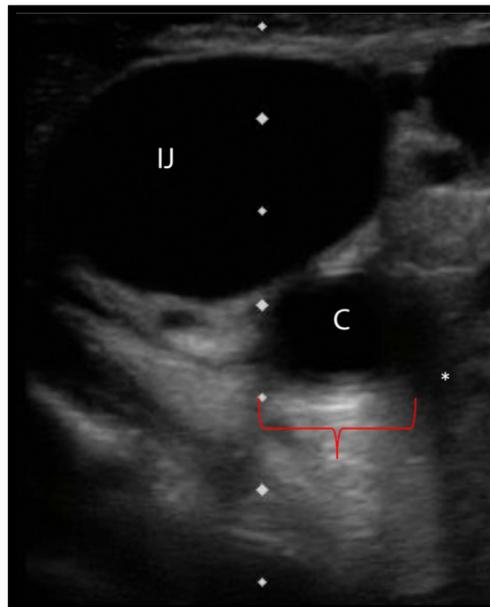
Cola de cometa: Este artefacto es el resultando de la reverberación que se produce dentro de un objeto metálico o vidrio y el artefacto como una línea vertical o 'cola' debajo de la fuente.(27) Figura 10.

Figura 10 Artefacto de cola de cometa(23)



Realce acústico posterior: el sonido atraviesa las estructuras llenas de líquido con atenuación baja sin impedimentos, conservando la intensidad de las ondas sonoras, cuando abandonan las estructuras llenas de líquido, estas reflejan ecos de elevada amplitud hacia la sonda a partir de los tejidos distales a la estructura líquida. Los ecos de alta energía que regresan a la sonda generan un aspecto hiperecoico brillante de los tejidos distales.(15) Figura11

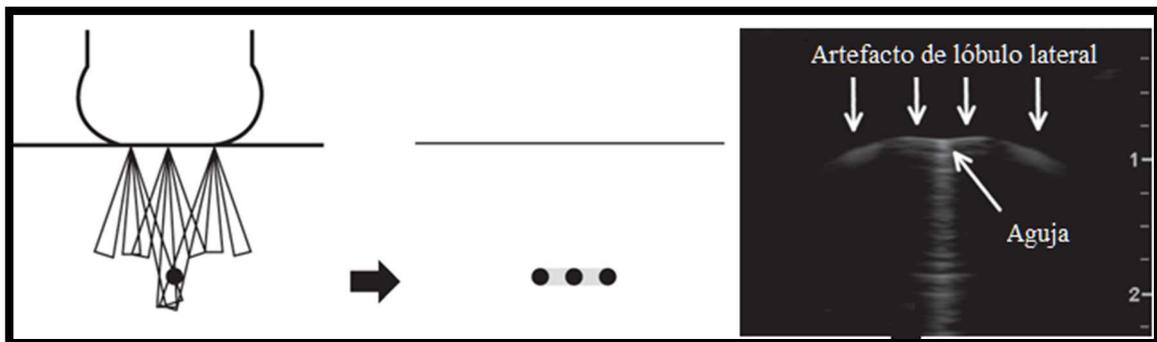
Figura 11 Posterior a la carótida (soporte rojo) se ve un área de mayor ecogenicidad (refuerzo acústico posterior). En el borde medial de la carótida, se observa un efecto de borde (*).(23)



Ángulo crítico o efecto de borde: aparece al realizar una incidencia tangencial sobre estructuras generalmente redondeadas, dando como resultado la divergencia del haz. Esta pérdida de energía conduce a la formación de una sombra, en los bordes laterales de la estructura redondeada, comúnmente a lo largo del borde de un vaso en orientación transversal.(23) Figura 11.

Fenómeno de los lóbulos laterales: los haces (lóbulos) de ultrasonidos contienen componentes laterales débiles que al incidir en estructuras reflectoras potentes (aguja de punción) producen ecos, los cuales el equipo interpreta que se encuentran en la dirección del haz central y los crea inapropiadamente dentro de otra estructura. Esto suele ocurrir durante las canulaciones vasculares, donde puede visualizarse la aguja de punción dentro del vaso, pero que en realidad se encuentra en un plano lateral. Es un fenómeno importante a recordar en la práctica.(27) Figura 12

Figura 12 El objeto se encuentra en el lóbulo principal del transductor, pero también es detectado por los lóbulos laterales, lo que conduce a la duplicación de la imagen.(27)

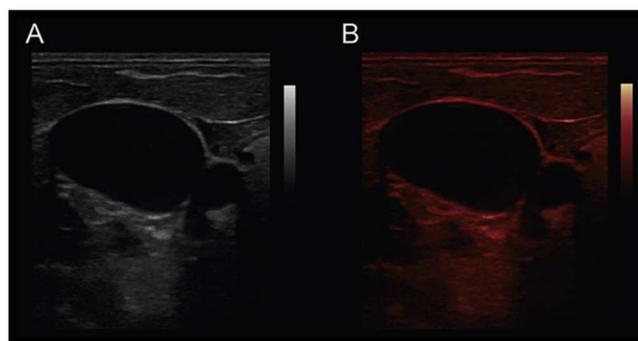


13.4 Modos de formación de imágenes

Aunque existen algunas modalidades de formación de imágenes las utilizadas durante la canalización de vías centrales se limitan a modo bidimensional y doppler (color y pulsado).

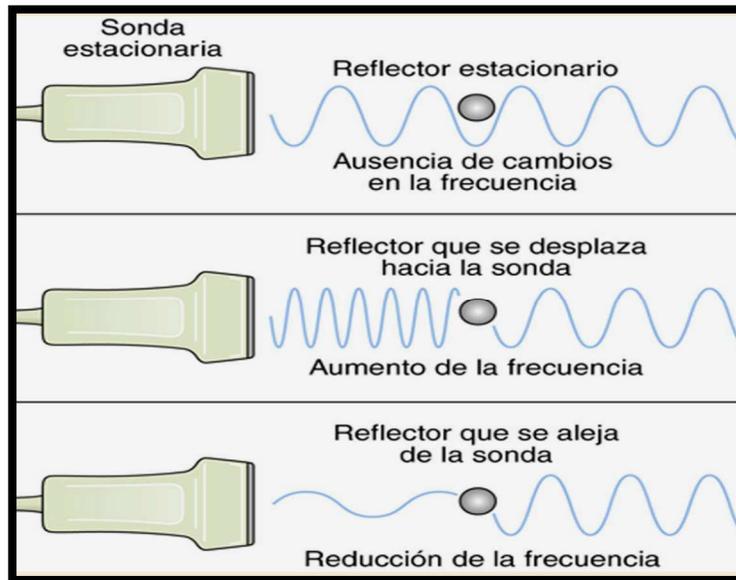
Modo bidimensional: La imagen ecográfica en dos dimensiones se obtiene mediante la sumatoria de la reflexión de los ultrasonidos que partieron de los cristales del transductor, codificada a menudo en escala de grises. Actualmente los ecógrafos permiten dar color a los grises (función color o croma), y esto puede brindar una mejor resolución en comparación con la escala de grises.(21) Figura 13

Figura 13 Imagen bidimensional. A) En escala de grises. B) En escala de color.(21)



Doppler: 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.(15) Figura 14.

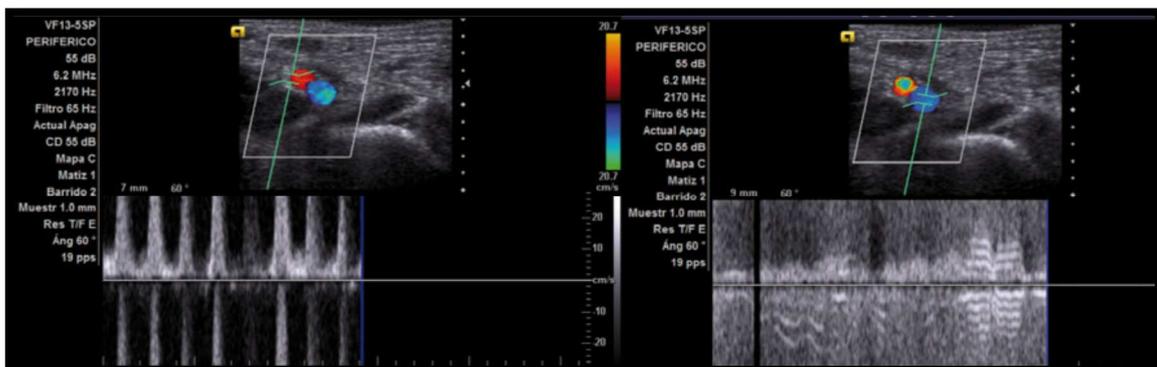
Figura 14 Efecto Doppler(15)



Doppler pulsado: representa la velocidad de los ecos en una gráfica, que será positiva si se acercan a la sonda y negativa si se alejan. Permite la medición cuantitativa del movimiento. Al detectar la morfología del flujo distinguimos una arteria (pulsátil) de una vena (continuo).(7) Figura 15.

Doppler color: asigna un color a los ecos según se acerquen o se alejen de la sonda. Por consenso, azul para los ecos que se alejan y rojo para los que se acercan. (7) Es un modo para la medición cualitativa del movimiento. Nos sirve para saber si una estructura es vascular (se rellena de color) o no.(25) Figura 15.

Figura 15 Doppler color y pulsado de los vasos femorales, con flujo arterial pulsátil (izquierda) y flujo venoso continuo(derecha).(25)



13.5 Catéteres centrales

Un catéter venoso central es aquel cuya punta se encuentra en el tercio proximal de la vena cava superior, la aurícula derecha o vena cava inferior, se pueden insertar a través de una vena central proximal, como la yugular interna, la subclavia o la femoral. (28)

La cateterización venosa central se realizó por primera vez en 1929 cuando el médico alemán Werner Frossman, insertó un catéter ureteral en su vena antecubital y lo hizo avanzar hasta la aurícula derecha usando fluoroscopia. Este fue el primer caso documentado de canalización venosa central mediante un catéter de plástico flexible. Desde entonces, acceso venoso central se ha convertido en un pilar de la práctica clínica moderna. (29)

13.5.1 Materiales del catéter

Los catéteres vasculares son elaborados con polímeros sintéticos químicamente inertes, biocompatibles y resistentes a la degradación química y térmica. Los polímeros más usados son el poliuretano y la silicona. (29)

El primero es un polímero versátil que puede actuar como un sólido o mostrar elasticidad, este material proporciona la resistencia elástica a los catéteres para que atraviesen la piel y los tejidos subcutáneos sin acodarse. Se usan para canalizaciones de corta duración. La mayoría de los catéteres centrales están fabricados de este material. La silicona es más flexible que el poliuretano con lo que disminuye el riesgo de lesión vascular asociada al catéter. Se usan para acceso vascular de larga duración y se usan generalmente para la elaboración de catéteres centrales de inserción periférica. (29) (30)

13.5.2 Tamaño y tipo de catéteres

El tamaño y el grosor externo de los catéteres se mide en gauge, (a mayor calibre gauge menor calibre externo del catéter) o french (cada unidad representa 0,33 milímetros en el diámetro externo). (29)(30)

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. El calibre y la longitud de la canalización recomendada depende del acceso designado como lo indica la Tabla 2. (30)

Tabla 2 Calibre del catéter en función de la edad y de introducción. (30)

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

13.5.3 Indicaciones y contraindicaciones para la cateterización venosa central.

Las indicaciones para la colocación de catéteres venosos centrales se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3. Indicaciones para inserción de catéter venoso central (28)

Acceso a fármacos	Acceso a circuitos sanguíneos extracorpóreos	Monitoreo o intervenciones
<ul style="list-style-type: none"> • Infusión de fármacos irritantes (ej. quimioterapia) • Alimentación parenteral total • Mal acceso periférico • Administración prolongada de medicamentos (ej. antibióticos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Diálisis renal • Recambio de plasma 	<ul style="list-style-type: none"> • Presión venosa central • Saturación de oxígeno en sangre venosa central • Presión de la arteria pulmonar • Marcapaso transvenoso temporario • Tomas repetidas de muestras de sangre

La mayoría de las contraindicaciones al cateterismo venoso central son relativas y dependen de la indicación para su inserción, entre estas tenemos: coagulopatía trombocitopenia, hemotórax ipsilateral o neumotórax, trombosis del vaso, estenosis o disrupción, infección que recubre el sitio de inserción.(28)

13.5.4 Complicaciones relacionadas con catéteres venosos centrales.

La colocación y uso de catéteres centrales no está exenta de complicaciones y se ha asociado con eventos adversos que pueden poner en peligro al paciente, prolongan la estancia hospitalaria y aumentan los costos intrahospitalarios.(31) Estas pueden ser inmediatas (mecánicas) o tardías.

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%.(32)

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. (7)(33) Las principales y más frecuentes son:

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 %. (30)(34) La cateterización de la vena subclavia se asoció a un mayor riesgo de neumotórax que la cateterización venosa yugular o femoral.(35)

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.(30)(31)

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. (33)

Las consecuencias de lesiones arteriales son hematomas, accidentes cerebrovasculares, pseudo-aneurismas, disección, trombosis, hemotórax, taponamiento cardiaco y fístula arterio-venosa. Puede haber hemorragia retroperitoneal, e isquemia de extremidades en accesos femorales. (31)

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.(30)

Múltiples punciones: esta condición es definida en procedimientos que requieren más de tres intentos para lograr una canalización exitosa.(12) (36)La cateterización venosa central guiada por ecografía eco está asociada con una disminución del número de intentos requeridos para la canulación.(4)(37)

La presencia de complicaciones tardías como infección, trombosis 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.(34) (38)(39) 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. (35)

13.6 Cateterización venosa central por ecografía

La canalización de venas centrales es un procedimiento esencial en los niños críticamente enfermos y puede ser un procedimiento difícil y no exento de riesgos. Se requiere de una curva de aprendizaje y una práctica habitual para mantener la habilidad y minimizar los riesgos. Se ha demostrado que toma 15 canulaciones supervisadas guiadas por ecografía para alcanzar el nivel de competencia con niños.(40)

Se recomienda el uso rutinario de la guía ecográfica para la canalización venosa central en niños y recién nacidos con un grado de evidencia A según las recomendaciones internacionales del 2011.(41) Además se ha propuesto como un estándar de cuidado basado en la evidencia para optimizar la seguridad del

paciente por el *The Agency for Healthcare Research and Quality* de los Estados Unidos y el *National Institute for Clinical Excellence* en el Reino Unido. (42)

En un estudio realizado en pacientes pediátricos críticamente enfermos que comparo la canalización guiada por ecografía contra la técnica de referencias anatómicas se demostró una tasa de éxito del 100% con el uso de la ecografía, mientras que el grupo de referencias anatómicas se logró una tasa de éxito de solo el 77%.(43)

Además el uso de la ecografía reduce visiblemente la cantidad de intentos y la duración del procedimiento, aumenta la posibilidad de éxito de esta maniobra y reduce las complicaciones inmediatas y tardías en relación con la conocida clásica de referencias anatómicas.(44)

13.6.1 Técnicas para la canalización por ecografía.

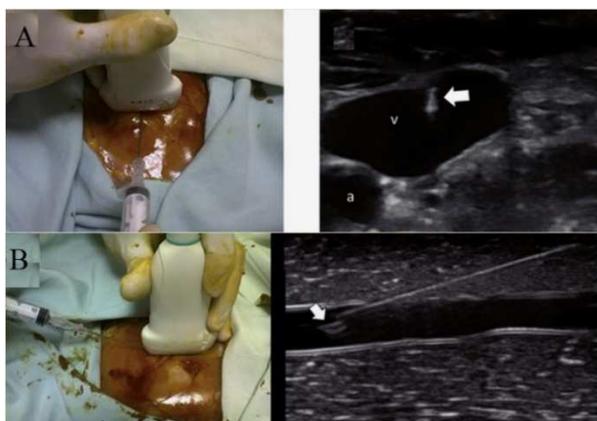
En general la canalización vascular puede ser guiada por ecografía usando dos técnicas, la estática o asistida y la dinámica o en tiempo real.(45)

En la primera se realiza visualizando la estructura diana con ecografía antes del procedimiento y marcando el sitio donde se insertará la aguja, posteriormente se realiza la punción a ciegas. En la técnica dinámica se realiza una exploración ecográfica para verificar la presencia y posición de un vaso antes de la punción de la piel seguida de una ecografía en tiempo real para guiar la punta de la aguja durante el proceso de punción del vaso.(41) Esta última técnica es considerada como estándar y se relaciona con mejores resultados sobre la técnica estática y la de reparos anatómicos. (6)(46)

13.6.2 Orientación y eje durante la canalización

Al realizar una canalización guiada por ultrasonido, es importante comprender el eje y la orientación de las estructuras anatómicas y las imágenes ecográficas producidas. Los vasos se pueden visualizar en el eje corto (transversal, fuera de plano) o en el eje largo (longitudinal, en plano). Figura 16 En la vista de eje corto, el transductor de ultrasonido se coloca transversalmente y perpendicular al recorrido del vaso, y este aparece como un área circular de sangre anecoica. En la segunda vista, la sonda de ecografía se coloca a lo largo del recorrido del vaso, lo que produce una estructura alargada e hipoeoica.(45)

Figura 16 A Canalización en eje corto. B Canalización en eje largo.(21)



El marcador de las sondas ecográficas se corresponde con el marcador de orientación en la pantalla de ultrasonido. Por convención, durante la mayoría de las canalizaciones vasculares, este marcador indicador debe dirigirse hacia el lado izquierdo del operador para una vista de eje corto, o hacia la cabeza del paciente para una vista de eje largo y debe ubicarse en el lado superior izquierdo de la imagen. (45)

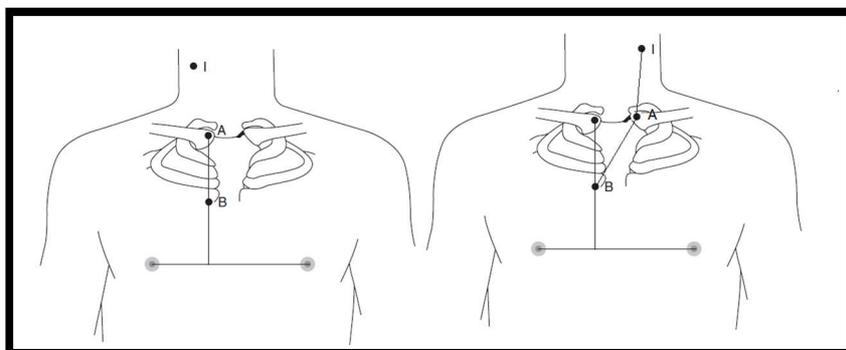
13.6.3 Ubicación de la punta del catéter venoso central

Existe consenso de que la punta del catéter debe colocarse en la unión de la aurícula derecha con la vena cava superior, con el eje largo del catéter paralelo a la vena cava superior y la punta justo encima de la aurícula derecha. (47)

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.(48)

Para la vena yugular interna derecha, la profundidad correcta de inserción puede determinarse mediante el uso de puntos de referencia externos, es decir, midiendo la distancia entre el sitio de punción (I) y el punto medio (B) entre la cabeza esternal derecha de la clavícula (A) y la línea intermamilar, esto menos 0,5 cm. Figura 17. (49) También se han descritos formulas determinar la distancia de inserción.(48)

Figura 17 Referencias anatómicas para determinar la profundidad de inserción.(49)(50)



Para los catéteres del lado izquierdo, la profundidad de la inserción es menos evidente y deben usarse fórmulas. Tabla 4. Unas usan la talla para el cálculo las cuales dan como resultado la distancia entre el punto A al punto B a esto se le debe sumar la distancia desde el sitio de inserción. Estas fórmulas 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. (48)

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. (50)

Tabla 4. Fórmulas para la longitud optima del catéter central(48) (50)

Fórmulas:	
<i>Yugular interna derecha</i>	0.06 x talla (cm)
<i>Yugular interna izquierda</i>	0.07 x talla (cm)
<i>Subclavia izquierda</i>	0.08 x talla (cm) o 6.5 x ASC + 7
<i>Subclavia derecha</i>	5 x ASC + 6

Se han propuesto varios métodos para determinar la posición adecuada de una línea venosa central, incluidas radiografías simples y otras variantes de radiografía, monitorización de electrocardiogramas intraauriculares, guía fluoroscopia y ecografía. (51)

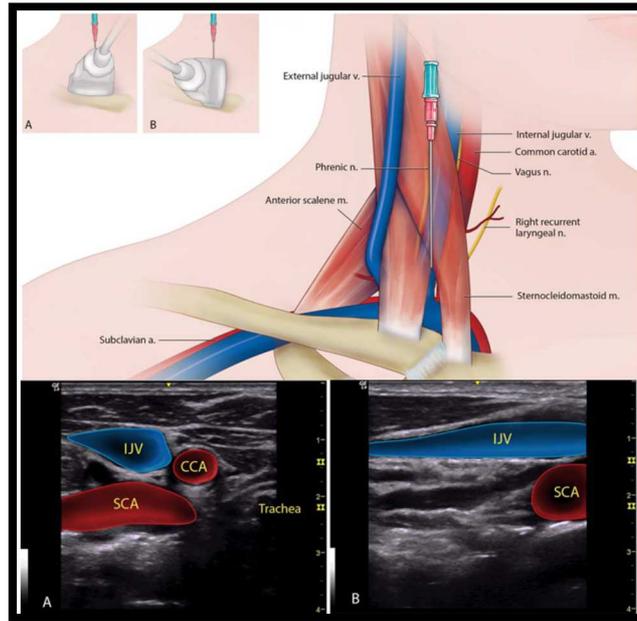
Generalmente se confirma la posición del catéter por una radiografía de tórax, sin embargo, ningún método se considera estándar de oro. Actualmente se ha demostrado que la ecografía en tiempo real es útil para determinar la posición óptima del catéter y, además, una aplicación más amplia de esta técnica puede reducir la exposición de los pacientes a radiaciones y reducir costos.(51)(8)

13.6.4 Accesos utilizados para canalización venosa central por ecografía

La ecografía puede utilizarse para guiar la colocación de catéteres centrales en cualquier localización e indicación. Los accesos más utilizados son:

Vena yugular: por su accesibilidad y su localización superficial, es considerado el vaso ideal para la canalización con control ecográfico. Figura 18. 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%.(44) (52) Es especialmente útil en lactantes, obesos, pacientes con coagulopatía o ventilación mecánica.(25)

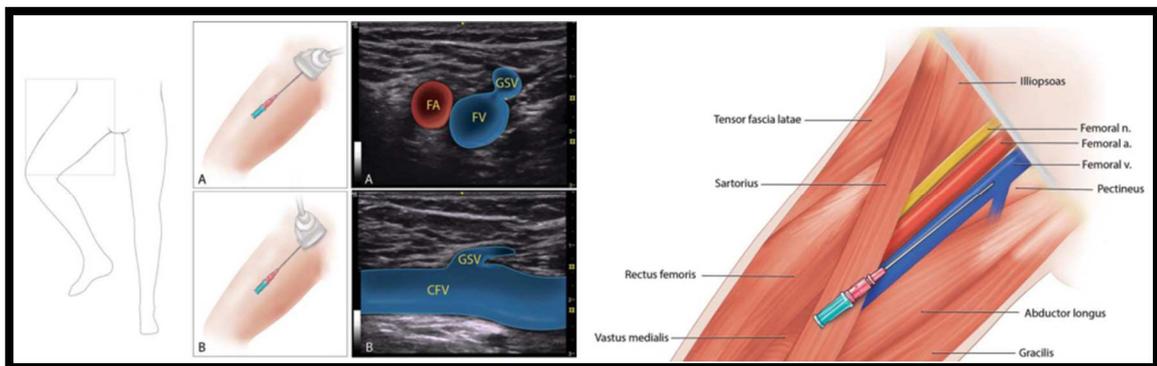
Figura 18 Canalización de la vena yugular interna con ecografía. A Eje corto. B Eje largo.(53)



Vena femoral: se considera el sitio preferido para el cateterismo venoso central en emergencias pediátricas ya que salvo en pacientes obesos, estos vasos femorales se visualizan muy bien en esta edad. [Figura 19](#). La utilización de la ecografía reduce la incidencia de punción arterial accidental y el número de intentos, y aumenta la frecuencia de canalizaciones en un primer intento en este acceso. Las variaciones anatómicas se pueden presentar hasta entre 10 – 17 % en la población pediátricas. Las principales son la sobreposición y la ubicación anteromedial en relación a la arteria femoral.(52)(53)

Se ha sugerido que los catéteres femorales se asocian con un mayor riesgo de complicaciones trombóticas sobre todo cuando la canalización se la realiza bajo el ligamento inguinal. (6)(47) Además este acceso tiene una mayor probabilidad de que el paciente desarrolle una infección debido a su ubicación.(53)

Figura 19. Canalización de la vena femoral con ecografía.(53)



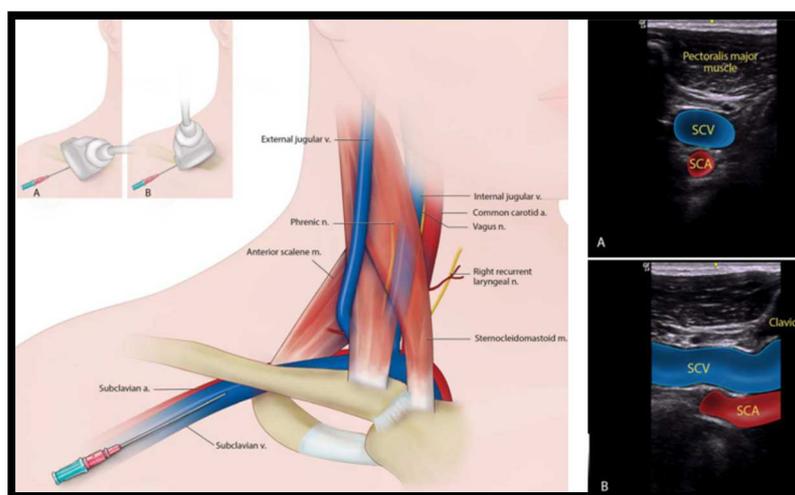
Vena subclavia: habitualmente este abordaje se asocia con un mayor número de complicaciones mecánicas (neumotórax punción arterial,) sin embargo estas han disminuido con el uso de la guía ecográfica. Para la canalización con ecografía se ha descrito dos abordajes: infraclavicular y supraclavicular. (54) (11)

Abordaje infraclavicular: la punción de la vena subclavia por este abordaje se realiza entre la clavícula y la primera costilla, en la dirección de la escotadura supra-esternal. El punto de referencia es la unión entre el tercio interno y el tercio medio de la clavícula. Figura 20. Si bien la ecografía aumenta en gran medida la eficiencia y la precisión del procedimiento la visualización de la vena es más difícil, al ser bloqueada por la clavícula dificultando el abordaje estándar. (44)(53)

La solución a este problema es realizar una punción más lateral a la que se hace con el método tradicional. Este enfoque ubica la vena subclavia más cerca de la vena axilar, es más seguro, al estar más alejado de la arteria subclavia y de la pleura, sin embargo, es más difícil desde el punto de vista técnico, ya que la vena es más profunda en esa ubicación. (6) (53)

Comparado con el abordaje supraclavicular se ha relacionado con mayores tiempos en la punción, mayor incidencia de múltiples punciones y mala colocación de la guía.(36)

Figura 20 Canalización de la vena subclavia. Abordaje Infraclavicular(53)



Abordaje supraclavicular: este nuevo abordaje ofrece ciertas ventajas en los pacientes pediátricos críticos, la vena a ese nivel es superficial, tiene un mayor calibre, no se colapsa incluso en estados de profunda hipovolemia, y se puede canalizar con relativa facilidad utilizando un abordaje en eje largo. Los posibles riesgos de este enfoque están relacionados con el hecho de que el vaso cubre la pleura, y tanto el conducto torácico como el nervio frénico están muy cerca.(47) Sin embargo los reportes existen indican una gran seguridad con tasas de éxitos cercanas al 100% y complicaciones mínimas.(1) Es por esto que hemos decide realizar el presente estudio para describir nuestra experiencia con este método. Figura 21.

13.7 Canalización de la vena subclavia por acceso supraclavicular guiada por ecografía.

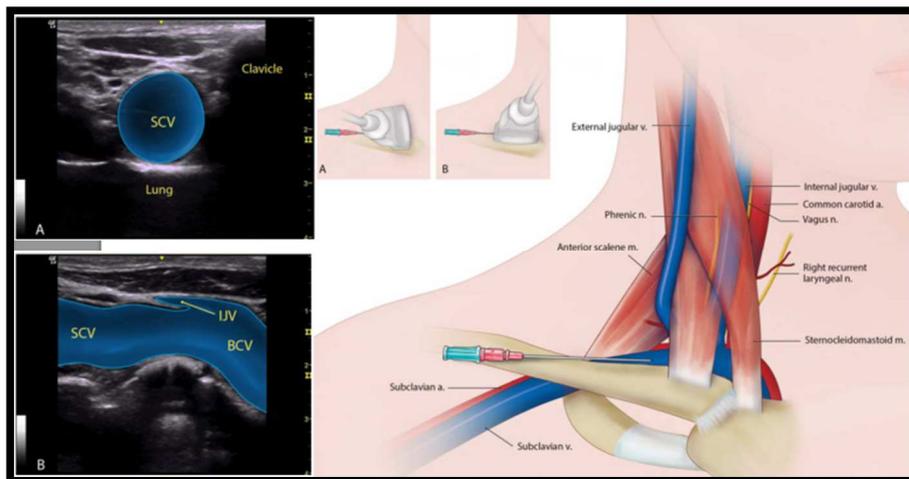
13.7.1 Características anatómicas de la vena subclavia.

La vena axilar se convierte en subclavia en el borde lateral de la primera costilla, luego continua su trayecto debajo de la clavícula y se extiende hasta el borde medial del músculo escaleno anterior, en la porción medial de la vena se pueden encontrar un par de valvas. (53)

Al ingresar al tórax y a nivel de la articulación esternoclavicular se une con la vena yugular interna y forma la vena o tronco braquiocefálico. La vena y la arteria subclavia se encuentran separadas por el músculo escaleno anterior; la arteria es posterior al músculo mientras que la vena está anterior. (53) **Figura 21.**

Las venas subclavias derecha e izquierdas no son bilateralmente simétricas. El trayecto subclavio desde la izquierda atraviesa la vena braquiocefálica hasta la vena cava superior en una curva suave, mientras que en el lado derecho forma un ángulo más agudo en la unión con la vena yugula, este ángulo, puede ocasionar dificultades al colocar los catéteres centrales. (55)

Figura 21 Canalización vena subclavia. Abordaje supraclavicular(53)



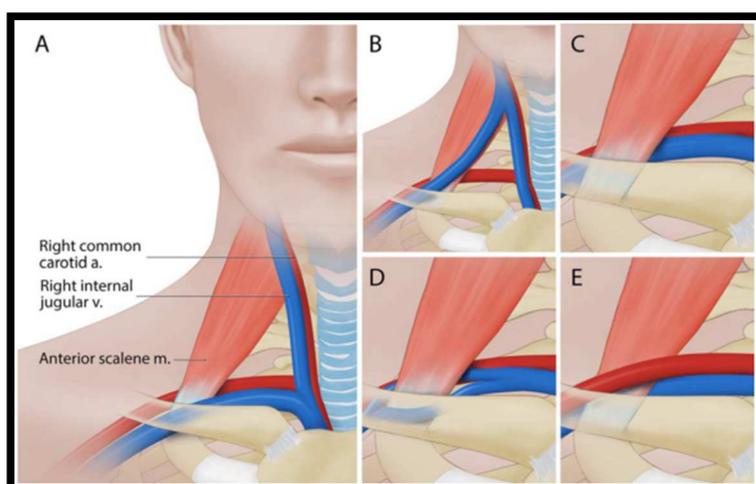
13.7.2 Variaciones anatómicas

Las variaciones anatómicas de la vena subclavia en pacientes pediátricos se presentan en un 7,4%. (52) La vena subclavia y vena yugular interna se unen generalmente a nivel de la articulación esternoclavicular, pero esta unión se observa ocasionalmente a nivel cervical, formando la vena braquiocefálica en el cuello, cerca del borde superior del cartílago tiroideo. **Figura 22.**

También vena y arteria pueden pasar por detrás del músculo escaleno anterior del cuello y en raras ocasiones la vena puede extenderse hasta el músculo mientras la arteria se encuentra en la superficie, o la vena puede dividirse y correr

tanto anterior como posterior al músculo. Estas variaciones justifican plenamente el uso de la ecografía.(53)

Figura 22 Variaciones anatómicas de la vena subclavia(53)



13.7.3 Ventajas de la canalización de la vena subclavia por abordaje supraclavicular

El cateterismo venoso subclavio es una opción rápida y segura que ofrece ventajas específicas, particularmente en pacientes críticamente enfermos, estas incluyen: menor riesgo de infección y trombosis que lo hace preferible para canalización de larga duración, un diámetro venoso grande que se mantiene constante en estados de hipovolemia o de aumento del trabajo respiratorio del paciente, lo que hace que su canalización sea más fácil que en otros sitios. (3)(11) (56)

Además, ofrece la ventaja de ser más fácil de visualizar en la vista de eje largo en niños pequeños que la vena yugular interna por razones anatómicas. Este abordaje permite observar el trayecto de la aguja hacia la vena y su entrada en el vaso lo que reduce el riesgo de neumotórax accidentales. Asimismo, a diferencia del abordaje infraclavicular no hay peligro de que ocurra el síndrome de pinzamiento (pinch-off). (57)

La canalización de la vena subclavia por abordaje supraclavicular en el plano comparada con canalización yugular interna fuera de plano se asoció con mejores tasas de éxito al primer intento (73 vs 37.5%), menos punciones (1 vs 2) y menor tiempo de canulación (66 vs 170 segundos) en niños críticamente enfermos.(3)

Finalmente, el punto de inserción del catéter en este abordaje está convenientemente más alejado de la boca, lo que reduce la contaminación de la flora orofaríngea.(57)

13.7.4 Catéteres del lado izquierdo versus lado derecho como primera opción

Ambos lados son accesibles, y la literatura no ofrece datos claros para preferir sistemáticamente el uno al otro. La elección del lado parece reflejar una preferencia personal. (12)

Sin embargo, la vena braquiocefálica derecha en la mayoría de los casos es más corta que la izquierda y además forma un ángulo más agudo a diferencia de la vena braquiocefálica izquierdo, que se extiende en una línea más horizontal, lo que permite una mejor visualización del vaso facilitando la realización de la técnica que conlleva una mayor tasa de éxito y se asociada con menos complicaciones, esto tiene relevancia sobre todo en los pacientes más pequeños.
(56)(58)

14. MÉTODOS

14.1 Justificación de la elección del método

El presente estudio es de tipo observacional, descriptivo, prospectivo, la recolección de datos se realizó diariamente según la programación propuesta en el anteproyecto, cuyas variables se observaron de manera transversal.

14.2 Diseño de la investigación

La investigación fue diseñada como un estudio de incidencia tomando en cuenta que se analizó los casos nuevos de pacientes en los que se colocó un catéter venoso central subclavio guiado por ecografía a través del acceso supraclavicular para evaluar la eficacia y la seguridad de la técnica de canalización.

14.3 Criterios y procedimientos de selección de la muestra o participantes del estudio

La población de estudio fue de 92 pacientes entre 1 mes y 18 años que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital Dr. Roberto Gilbert Elizalde de la ciudad de Guayaquil en el periodo comprendido entre junio a diciembre de 2016 y a quienes se les canalizo una vía venosa central subclavia guiado por ecografía.

14.3.1 Criterios de inclusión:

Pacientes que requirieron canalización de vía venosa central para su tratamiento en el área de cuidados intensivos

Pacientes con tratamiento intravenoso a largo plazo

Pacientes en los que no fue posible la canalización de una vía periférica.

Pacientes que dispongan de consentimiento informado para este procedimiento

14.3.2 Criterios de exclusión:

Pacientes con masas, alteraciones anatómicas o infecciones en el sitio de punción.

Pacientes con trastornos severos de la coagulación

Pacientes en quienes se colocó otro tipo de acceso venoso o no se utilizó ecografía para el procedimiento

Imposibilidad de visualización de la vena subclavia con ecografía.

14.4 Procedimiento de recolección de la información

La información se obtuvo en la hoja de recolección de datos realizada por el investigador, se recolectó la información de cada uno de los pacientes durante y después de cada procedimiento, y de los estudios de imagen que se realizaron posteriormente al mismo, esto se realizó de forma prospectiva, considerando las

variables a investigar. La información se obtuvo del sistema informático médico SERVINTE, utilizado en el Hospital.

14.4.1 Técnicas de recolección de información

Los datos se recolectaron mediante la observación de las variables estudiadas las cuales se registraron en la hoja de recolección de datos y posteriormente se ingresaron en Excel.

Tabla 5. Técnica de recolección de información

Variable	Tipo de técnica
<i>Edad</i>	Historia Clínica electrónica
<i>Sexo</i>	Historia Clínica electrónica
<i>Peso</i>	Historia Clínica electrónica
<i>Indicación de catéter venoso central</i>	Historia Clínica electrónica
<i>Éxito del procedimiento</i>	Observación directa, historia clínica, electrónica y análisis radiográfico
<i>Numero de intentos</i>	Observación directa e historia clínica, electrónica.
<i>Tiempo de canalización venosa</i>	Observación directa
<i>Paciente en ventilador</i>	Observación directa
<i>Complicaciones mecánicas inmediatas</i>	Observación directa, historia clínica electrónica y análisis radiográfico
<i>Persona que coloca el catéter</i>	Observación directa e historia clínica electrónica.

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

14.5 Descripción del procedimiento.

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 cuidados intensivos pediátricos de la universidad católica Santiago de Guayaquil de primer y segundo año que recibieron un entrenamiento previo en ecografía. Se definió como operador más experimentado quien había realizado más de 35 cateterizaciones de forma exitosa.

Todos los pacientes recibieron sedación y analgesia, los pacientes ventilados recibieron dosis de midazolam (0.3 mg / kg) más fentanilo (2mcg /k) y en algunos pacientes se utilizó bolos de rocuronio (1 mg/kg). Los pacientes que no estaban en ventilación mecánica recibieron midazolam (0,3 mg/kg), ketamina (2 mg / kg) e infiltración con lidocaína al 2% en el sitio de punción. En aquellos en los que no se contaba con vía periférica se usó ketamina intramuscular y el midazolam intranasal en iguales dosis. Se administraron dosis adicionales según criterio médico.

En todos los pacientes utilizamos un ecógrafo portátil (Vivid i General Electrics) equipado con sonda lineal de alta frecuencia de 9 Hz. Para mantener la esterilidad del campo se cubrió la sonda lineal con un guante quirúrgico estéril con gel y se

introdujo en la manga de una bata quirúrgica estéril. El equipo fue ubicado frente al operador en una posición ipsilateral 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 subclavia con los hombros hacia abajo, se colocó una frazada horizontalmente debajo de los hombros y el paciente se mantuvo en posición de Trendelenburg durante todo el procedimiento. El médico se ubicó a la cabecera del niño.

En los pacientes bajo ventilación mecánica invasiva, la configuración del ventilador no fue manipulada durante la canulación.

Se utilizaron kits de cateterismo venoso central con catéteres cortos de 5, 8 y 13 centímetros con diámetros de 4, 5 y 5,5 french según la edad y talla del paciente.

Antes de realizar la desinfección del sitio de punción se realizó una exploración bidimensional y Doppler-color de las venas yugulares, subclavia y tronco braquiocefálico para definir la anatomía, el calibre de los vasos y su permeabilidad. El lado de canulación que proporcionó una mejor vista del eje largo de la vena subclavia y el tronco braquiocefálico y donde el operador se sintió más cómodo fue seleccionado.

La técnica aséptica utilizada se la realizó en todos los casos según el protocolo de canalización venosa central de la unidad. Se utilizó solución salina al 0,9% para lograr el acoplamiento entre la sonda de ultrasonido y la piel.

Para visualizar la vena subclavia y el tronco braquiocefálico primero se obtuvo un plano transversal de la yugular y la carótida interna, luego se deslizó el transductor inferiormente siguiendo la vena yugular interna hasta la fosa supraclavicular, identificando primero la arterial subclavia y finalmente con movimientos de basculación la vena subclavia y el tronco braquiocefálico en su eje largo.

Para distinguir arteria y vena comprimimos con el transductor y comprobamos que la vena se colapsa, no así la arteria, y añadiendo el doppler color y pulsado identificamos el color y flujo continuo en el caso de la vena y flujo pulsátil en el caso de la arteria.

Para definir una trayectoria segura de la aguja, además de identificar la arteria subclavia, se identificó la pleura y en caso de punciones izquierdas se identificó el arco aórtico.

Posteriormente, se procedió a la punción con la aguja introductora y jeringuilla provista en el kit de cateterización central bajo visualización directa en plano

desde la zona lateral de la fosa supraclavicular, siguiendo el eje largo de la sonda de ecografía en dirección al vaso evitando el resto de las estructuras.

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, sin cambiar la posición de la sonda.

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.

14.6 Técnicas de análisis estadístico

Se utilizó la estadística descriptiva con medidas de tendencia central y de dispersión para describir las características generales del grupo de estudio, así como de la efectividad y las complicaciones del procedimiento. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS v22.

15. VARIABLES

15.1 Operacionalización de Variables

Tabla 6. Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADORES	VALORES FINALES	TIPO DE VARIABLE
Edad	Tiempo de vida desde el nacimiento hasta el momento del procedimiento	1 a 6 meses 6 a 12 meses 1 a 5 años 6 a 11 años 12 a 17 años	Lactante menor Lactante mayor Pre escolar Escolar Adolescente	Discreta
Sexo	Condición biológica masculina o femenina	Hombre Mujer	Masculino Femenino	Nominal
Peso	Masa corporal relacionada con el desarrollo y el estado de salud.	Kilogramos	Menor de 5 kilos De 5 a 10 kilos De 10 a 15 kilos Mayor de 15 kilos	Continua
Lugar de inserción	Sitio anatómico en el que se coloca en catéter venoso central	Región Supraclavicular	Derecho Izquierdo	Nominal
Éxito	Es la colocación correcta del catéter venoso central dentro de la vena deseada y la aspiración del flujo sanguíneo libre.	Inserción venosa central por acceso supraclavicular	Si No	Nominal
Numero de intentos	Veces que el operador debió retirar la aguja de la piel y puncionar nuevamente, considerando como múltiples intentos más de tres intentos	Numero de punciones	1 2 3 Más de 3	Ordinal
Tiempo de canalización	Tiempo entre la primera punción de la piel y el final de la colocación guía metálica. Si la canalización falló: el tiempo desde la punción inicial hasta la retirada de la aguja después del último intento de punción se consideró como el tiempo de canalización.	Tiempo en segundos	Duración del procedimiento en segundos	Continua
Ventilación mecánica	Paciente que por su patología de base requiere apoyo ventilatorio invasivo	Necesidad de ventilación mecánica	Si No	Nominal
Complicaciones mecánicas inmediatas	Problemas médicos adicionales que se desarrollan durante o inmediatamente después del procedimiento hasta la realización de una radiografía de tórax y que pueden ser: neumotórax, hemotórax, punción arterial, mala posición del catéter, esta última se definió como la ubicación de la punta del catéter en un vaso que no sea la vena cava superior o la aurícula derecha.	Complicaciones mecánicas inmediatas	Ninguna Punción arterial Mala posición Hematoma Neumotórax Hemotórax Otros	Nominal
Persona que coloco el catéter	Médico a cargo de la colocación del catéter	Más de 35 vías venosas colocadas con guía ecográficas o menos de 35 vías venosas colocadas con guía ecográfica	Más experimentado Menos experimentado	Nominal

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño

Fuente: Base de datos

15.2 Normas Éticas

La investigación fue aprobada por la comisión de investigación de la facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, y del departamento de Docencia e Investigación del Hospital de Niños “Dr. Roberto Gilbert Elizalde”, considerando para su realización lo estipulado en el código de Núremberg de 1947 y en la declaración de Helsinki de 1996.

16. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio fue realizado en la ciudad de Guayaquil en el Hospital de Niños Dr. Roberto Gilbert Elizalde, en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos en los meses de junio a diciembre de 2016, el capítulo de resultados a continuación hará una descripción de las características generales de la población de estudio, posteriormente un análisis univariado y bivariado donde se describirá la efectividad y las complicaciones del procedimiento.

16.1 Características generales de la población

Participaron del estudio 92 pacientes, 49 (53,3%) hombres y 43 (46,7%) mujeres, con edades comprendidas entre 1 mes hasta 17 años 11 meses, con un promedio de 59,5 meses, mínimo de 1 mes máximo 196 meses y moda 3 meses; la variable edad fue recodificada por ciclo de vida siendo el lactante menor el mayor grupo etario con 31 pacientes (33,7%), como se observa en la [Tabla 7](#).

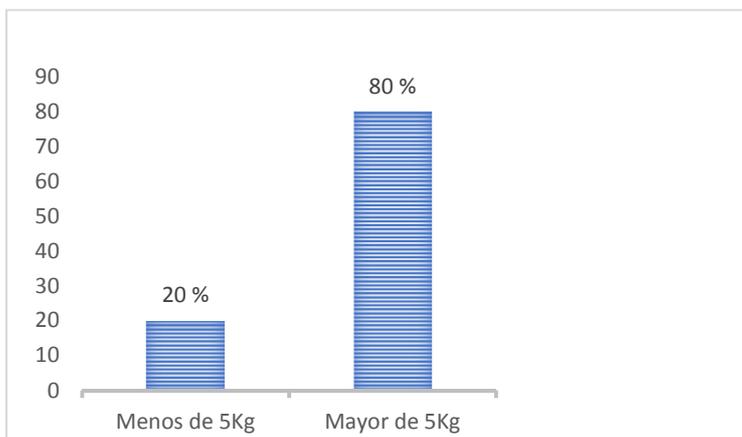
Tabla 7. Características de la población.

Grupo Etario	Sexo				Total	
	Masculino		Femenino			
	N	%	N	%	N	%
Lactante menor	14	28,6	17	40	31	33,7
Lactante mayor	5	10	7	16	12	13
Preescolar	8	16,4	8	19	16	17,4
Escolar	8	16,4	5	12	13	14,2
Adolescente	14	28,6	6	14	20	21,7
Total	49	53,3	43	46,7	92	100

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

En cuanto al peso se evidencia que el 37% de los pacientes tenían un peso mayor de 15kg, el 25% pesaba de 5 a 10kg y el 20, 6% pesaba menos de 5kg. Sin embargo, para el análisis la variable peso fue recodificada empíricamente en dos grupos: grupo 1 menores de 5 kilos y grupo 2 mayores de 5 kilos, como se muestra en la siguiente gráfica.

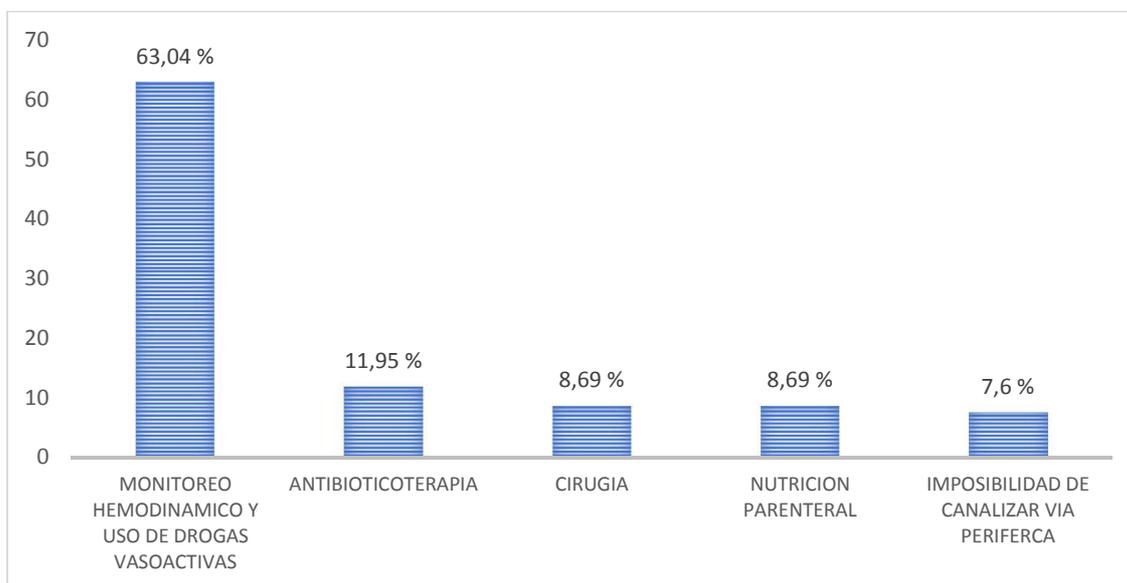
Gráfico 1 Clasificación por peso



Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

Las indicaciones para colocar catéter venoso central fueron clasificadas en grupos para facilitar su análisis, como se detalla a continuación. Gráfico 2

Gráfico 2 Indicaciones para colocación de catéter venoso central



Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

16.2 Análisis univariado

16.2.1 Sitio de colocación del catéter.

En general la mayoría de catéteres se colocaron en el lado derecho en 55 (59.7%) pacientes, mientras que el lado izquierdo fue usado en 37(40.3%) de los pacientes. Tabla 8.

Tabla 8 Sitio de inserción del catéter central

	Lugar de inserción	
	N	%
Derecho	55	59,7
Izquierdo	37	40,3
Total	92	100

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

16.2.2 Tasa de éxito al colocar catéter venoso central

De los 92 pacientes estudiados en todos fue posible colocar el catéter venoso central subclavio con guía ecográfica con un éxito de 100%.

16.2.3 Numero de punciones realizadas

De los 92 pacientes estudiados se logró canalizar la vena subclavia con la primera punción en 78(84,8%) pacientes, en 13 (14%) se canalizo luego de 2 punciones y solamente en un paciente se realizaron 3 punciones para lograr la canalización. cabe destacar que en este paciente el procedimiento fue realizado por el operador con menor experiencia del grupo en un paciente masculino con un peso de 8.5kg que se encontraba en ventilación mecánica. Tabla 9.

Tabla 9 Numero de punciones

Punciones		
Variable	N	%
1 punción	78	84,8
2 punciones	13	14,1
3 punciones	1	1,1
Total	92	100,0

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

16.2.4 Tiempo de canalización venosa

El promedio de tiempo de canalización venosa en la cohorte fue de 40.1 segundos con un mínimo de 20 segundos y un máximo de 90, con una desviación estándar de 16.05 segundos.

16.2.5 Uso de ventilación mecánica

De los 92 pacientes estudiados el 90.2% estuvo en ventilación mecánica mientras el 9,8% no requirió este soporte. Tabla 10.

Tabla 10 Uso de la ventilación mecánica

Ventilación mecánica		
Variable	N	%
SI	83	90,2
NO	9	9,8
Total	92	100

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

16.2.6 Complicaciones de la colocación de catéter venoso central

De los 92 pacientes estudiados 2 (2,2%) pacientes presentaron complicaciones, en ambos casos la complicación fue punción arterial, uno de los pacientes tuvo un peso de 3.5kg mientras, el segundo pesaba 5.9 kg, se debe resaltar que en ambos casos la colocación la realizó un médico con menor experiencia, sin embargo, en los casos el éxito del procedimiento se dio en un segundo intento sin dificultades. Tabla 11.

Tabla 11 Complicaciones

Complicaciones		
	N	%
Si	2	2,2
No	90	97,8
Total	92	100

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

16.2.7 Médico que coloca el catéter

En 52 (56%) pacientes se realizó la canalización de vía venosa central por un médico más experimentado, mientras que en 40(44%) pacientes lo realizó un médico menos experimentado. Los dos pacientes que presentaron complicaciones pertenecen al segundo grupo. Tabla 12

Tabla 12 Medico que coloca el catéter

Operador que realiza el procedimiento		
	N	%
Mas experimentado	52	56
Menos experimentado	40	44
Total	92	100

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

16.3 Análisis bivariado

En cuanto al lugar de inserción y su relación con el peso en el grupo 1 este la inserción fue mayor en lado izquierdo, mientras en los pacientes mayores de 5 kilos se privilegió el lado derecho. Tabla 13.

Tabla 13 Peso y sitio de inserción

	Peso					
	Grupo 1 < 5 kg		Grupo 2 > 5 kg		Total	
	N	%	N	%	N	%
Lugar de inserción						
Derecho	8	45	47	63,5	55	59,7
Izquierdo	10	56	27	36,5	37	40,3
Total	18	100	74	100	92	100

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

El éxito del procedimiento en general fue del 100 % con una tasa de éxito a la primera punción del 84,7% sin embargo, la tasa de éxito en la primera punción fue mayor en los pacientes del segundo grupo que en los menores de 5 kg. Tabla 14.

Tabla 14 Éxito a la primera punción y peso

	Peso					
	Grupo 1 < 5 kg		Grupo 2 > 5 kg		Total	
	n	%	n	%	n	%
Éxito a la primera punción	13	72,2	65	87,8	78	84,7

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

En general la duración del procedimiento fue menor a 1 minuto en ambos grupos, siendo más larga en los pacientes menores de 5 kilos que en los pacientes del segundo grupo. Tabla 15.

Tabla 15 Tiempo de canalización y peso

	Peso					
	Grupo 1 < 5 kg		Grupo 2 > 5 kg		Total	
	Promedio	Min-Max	Promedio	Min-Max	Promedio	Min-Max
Tiempo de canalización	40,1	20-90	36,2	28-60	41	20-90

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

El uso del soporte ventilatorio fue necesario en mayor medida en los pacientes mayores de 5 kilos como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 16 Ventilación mecánica y peso

	Peso					
	Grupo 1 < 5 kg		Grupo 2 > 5 kg		total	
	N	%	N	%	N	%
Ventilación mecánica						
Si	14	77,8	69	93,2	83	90,2
No	4	22,2	5	6,8	9	9,8
Total	18	100	74	100	92	100

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

Las complicaciones en general se presentaron en el 2,1% de todos los pacientes y corresponden a punciones arteriales, siendo mayor el porcentaje en pacientes menores de 5 kilos. Estas complicaciones no impidieron el éxito en la canalización, que se dio en un segundo intento. Tabla 17.

Tabla 17 Complicaciones y peso

	Peso					
	Grupo 1 < 5 kg		Grupo 2 > 5 kg		Total	
	N	%	N	%	N	%
Complicaciones						
Punción arterial	1	5,5	1	1,3	2	2,1

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

El procediendo en los niños menores de 5 kilogramos en su mayoría fueron realizados por un médico más experimentado siendo solo 2 procedimientos realizado por un médico con menos experiencia, hay que tener en cuenta que de estos 2 procedimientos en 1 se suscitó una punción arterial. En el grupo 2 el procedimiento la mayor parte fue realizada por un médico con menos experiencia. Tabla 18.

Tabla 18 Experiencia del operador y peso

	Peso					
	Grupo 1 < 5 kg		Grupo 2 > 5 kg		Total	
Medico	N	%	N	%	N	%
Mas experimentado	16	89	36	49	52	56
Menos experimentado	2	11	38	51	40	44
Total	18	100	74	100	92	100

Elaborado por: Jaime Fárez Buenaño
Fuente: Base de datos

17. DISCUSIÓN

Los progresos en la tecnología han logrado ubicar a la ecografía al alcance de las unidades de cuidados intensivos con su implementación en la inserción de accesos centrales, reduciendo así el riesgo de complicaciones. (2)

La técnica de guía ecográfica para el cateterismo de la vena yugular interna en niños se recomienda desde 2002 por el *National Institute for Clinical Excellence* del Reino Unido. Empero, sigue siendo difícil aplicar este abordaje en pacientes pequeños, debido a la anatomía de la región y a que la vena yugular interna tiende a colapsarse bajo la presión de la sonda ecográfica o la aguja.(57)

Evaluaciones realizadas por anestesiólogos han demostrado buenos resultados con la punción supraclavicular guiada por ecografía en pacientes pediátricos. (12)(58) Sin embargo los reportes de la aplicación de este procedimiento en pacientes críticos en unidades de cuidados intensivos pediátricos son todavía limitados a nivel mundial. (3)(59) Es así que el presente trabajo representa la primera cohorte de pacientes pediátricos críticamente enfermos en la que se aplica este procedimiento en nuestro medio.

En nuestro estudio, hemos demostrado que la canalización venosa central de la vena subclavia guiada por ecografía es un procedimiento seguro y eficaz en pacientes pediátricos críticamente enfermos. Nuestra tasa de éxito técnico fue total y las complicaciones presentadas fueron mínimas.

Al agrupar los datos de los estudios publicados hasta la actualidad, en su mayoría series de casos realizadas en diferentes centros, se han notificado 1.347 canalizaciones de la vena subclavia y tronco braquiocefálico guiadas por ecografía en niños. En general, las tasas de éxito han oscilado entre 91% y 100% y las tasas de éxito al primer intento entre 65% y 82%.(60) En la presente investigación que abarca 92 canalizaciones se obtuvo una tasa de éxito del 100% y una tasa de éxito al primer intento del 84,7% que está en relación con lo descrito en la literatura mundial.

Sin embargo, en nuestro estudio la tasa de éxito al primer intento que se reportó en los pacientes menores de 5 kilos fue del 72,2% que es más alta que lo encontrado reportado por Nardi et al., que obtuvo una tasa de éxito al primer intento en este grupo de pacientes de 64,5%.(12)

Se ha mencionado que la canulación venosa central por abordaje supraclavicular se ve facilitada a través del tronco braquiocefálico izquierdo dado que este es más grueso y tiene el doble de longitud que en el lado derecho, esto parece ser relevante en los pacientes más pequeños. (56)(61)

En nuestra serie la mayoría de catéteres se colocaron en el lado derecho (59,7%), aclarando que cuando se realizó la valoración por grupos en los pacientes menores de 5 kilogramos la colocación en el lado izquierdo predominó en un 56%, esto también ha sido reportado por Aytekin et al., en una serie similar de pacientes en los que el abordaje izquierdo se utilizó en el 67,6% de los casos. (9)

La duración del procedimiento, catalogado como el tiempo entre la primera punción de la piel y el final de la colocación de la guía metálica, en esta investigación fue en promedio de 40.1 segundos, cuando se realizó el análisis por grupos se evidencio la duración del procedimiento fue mayor en los pacientes menores de 5 kilos (40,1 seg) que en los pacientes mayores de 5 kilos (36,2 seg).

Esto está en relación a lo descrito por Nardi et al., quienes refieren una duración promedio del procedimiento de 40 segundos, puntualizando que fue mayor en los menores de 5 kilos (45seg) que en los mayores de 5 kilos (40 seg). (12) Asimismo, la duración del procedimiento en nuestro caso fue menor a la reportada por Oulego-Erroz et al., quienes en promedio necesitaron 66 segundos para realizar el procedimiento.(3)

Anteriormente el abordaje supraclavicular para la canalización venosa central se había mencionado como un método seguro en pacientes ventilados.(62) En nuestro estudio la mayoría se encontraba en ventilación mecánica durante el procedimiento (90,2%) y no se requiero modificar la configuración del ventilador para su realización, esto concuerda con lo mencionado por Oulego-Erroz et al., en varias de sus publicaciones. (3) (60)

La tasa de complicaciones reportada en la mayoría de estudios publicados hasta el momento varía entre 0-9% con el uso de esta técnica, siendo estas principalmente complicaciones menores.(63)(64) Durante nuestro estudio se presentaron complicaciones en el 2,1% de los pacientes, las dos fueron punciones arteriales, sin embargo no limitaron el éxito del procedimiento, este tipo de complicaciones también han sido reportadas en otras series en porcentajes similares (59) (65).

Finalmente mencionaremos que la mayoría de procedimientos se realizaron por un médico con mayor experiencia (56%), esto sobre todo en los pacientes de menos de 5 kilos en los que coloco el 89% de los catéteres. Nardi et al., reporto que la tasa de éxito fue similar entre los médicos con más experiencia y los menos experimentados, y solo dos fallas pudieron estar relacionadas con la experiencia del operador. (12) En nuestro caso las dos complicaciones que se presentaron también fueron en el grupo de médicos con menos experiencia.

18.CONCLUSIONES

El presente trabajo concluye que la cateterización venosa central subclavia por acceso supraclavicular con guía ecográfica en los pacientes críticamente enfermos es una técnica eficaz y segura cuando lo realiza un operador experimentado.

La tasa de éxito con la utilización de esta técnica en pacientes críticamente enfermos fue del cien por ciento, siendo necesaria una sola punción en la mayoría de los casos y requiriendo solamente en un paciente tres punciones para lograr la inserción del catéter.

La duración del procedimiento fue menor a un minuto lo que la hace una técnica muy útil en el manejo de pacientes en estado crítico que requieren una canalización venosa central rápida para una atención oportuna.

Las complicaciones inmediatas que se presentan con el uso de este procedimiento son pocas y en nuestro caso se presentaron solo en dos niños y no representaron ningún riesgo para los pacientes y tampoco evitaron el éxito en el procedimiento.

Se recomienda en futuros trabajos realizar un ensayo aleatorizado para confirmar los resultados obtenidos y realizar comparaciones con otros accesos guiados por ecografía a fin de determinar la mejor técnica a usarse en pacientes críticos.

19. VALORACIÓN CRÍTICA DE LA INVESTIGACIÓN

La realización de la presente investigación ha sido de relevancia ya que se ha permitido determinar la eficacia y la seguridad de la técnica de canalización de vena subclavia por acceso supraclavicular con guía ecográfica en la UCIP del HRGE de la ciudad de Guayaquil.

Este estudio presentó varias fortalezas. En primer lugar, se desarrolló en la UCIP más grande del país, que forma parte de un hospital docente, referente a nivel nacional y regional.

En segundo lugar, se presentó una muestra estadísticamente representativa (92 casos), considerando que estudios previos realizados en otras localidades presentan series de casos con menos de 50 pacientes en su mayoría, además este es uno de los pocos estudios que se realizó en una unidad de cuidados intensivos pediátricos ya que la mayor parte se ha realizado por médicos anestesiólogos en áreas quirúrgicas.

En tercer lugar, su diseño prospectivo permitió la adecuada recolección de información y asegura la fiabilidad de los datos.

En cuarto lugar, el empleo de técnicas de análisis uni y bivariado explica en forma certera la factibilidad y seguridad de la técnica,

Las limitaciones que se encontraron en este estudio fueron que se trató de un estudio observacional no de un ensayo clínico aleatorizado, no existió comparación con un acceso venoso central alternativo. Un solo operador fue catalogado como más experimentado.

La técnica de canalización de la vena subclavia con guía ecografía es una inserción en plano y requiere una muy buena coordinación mano-ojo y un sólido conocimiento de la eco-anatomía del cuello y de los grandes vasos intratorácicos. Se requiere capacitación en adquisición de imágenes e inserción de agujas. A pesar de este hecho, se ha sugerido que la curva de aprendizaje de este procedimiento es más corta que otras técnicas de acceso vascular.

20. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Oulego-Erroz I, Alonso-Quintela P, Domínguez P, Rodríguez-Blanco S, Muñiz-Fontán M, Muñoz-Lozón A, et al. Canalización del tronco braquiocefálico guiada por ecografía en neonatos y lactantes. *An Pediatría* [Internet]. 2016 Jun;84(6):331–6. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403315001186>
2. Vidal A, Cortés C, Ramírez S. Instalación de catéter venoso central por ultrasonido. Experiencia de la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Ángeles Pedregal. *Acta Médica Grup* [Internet]. 2017;15(2):118–22. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/actmed/am-2017/am172f.pdf>
3. Oulego-Erroz I, Muñoz-Lozón A, Alonso-Quintela P, Rodríguez-Núñez A. Comparison of ultrasound guided brachiocephalic and internal jugular vein cannulation in critically ill children. *J Crit Care* [Internet]. 2016 Oct;35:133–7. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S088394411630082X>
4. Lau CSM, Chamberlain RS. Ultrasound-guided central venous catheter placement increases success rates in pediatric patients: a meta-analysis. *Pediatr Res* [Internet]. 2016 Aug 8;80(2):178–84. Available from: <http://www.nature.com/doifinder/10.1038/pr.2016.74>
5. Grebenik CR. NICE guidelines for central venous catheterization in children. Is the evidence base sufficient? *Br J Anaesth* [Internet]. 2004 Apr 2;92(6):827–30. Available from: <http://bj.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/bja/aeh134>
6. Reusz G, Csomos A. The role of ultrasound guidance for vascular access. *Curr Opin Anaesthesiol* [Internet]. 2015 Dec;28(6):710–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26539789>
7. Amaya Zuñiga WF, Raffán Sanabria F, Niño de Mejía C, Hermida E, Alvarado Sánchez J, Solórzano MC, et al. Canalización venosa yugular interna: ¿qué tanta seguridad podemos llegar a ofrecer? *Rev Colomb Anestesiol* [Internet]. 2015;43(1):76–86. Available from: <http://www.revcolanest.com.co/es/canalizacion-venosa-yugular-interna-que/articulo/90375901/>
8. Alonso-Quintela P, Oulego-Erroz I, Rodríguez-Blanco S, Muñiz-Fontan M, Lapeña-López-de Armentia S, Rodríguez-Núñez A. Location of the Central Venous Catheter Tip With Bedside Ultrasound in Young Children. *Pediatr Crit Care Med* [Internet]. 2015 Nov;16(9):e340–5. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00130478-201511000-00032>
9. Aytekin C, Özyer U, Harman A, Boyvat F. Ultrasound-guided brachiocephalic vein catheterization in infants weighing less than five kilograms. *J Vasc Access*. 2015;16(6):512–4.
10. Breschan C, Graf G, Jost R, Stettner H, Feigl G, Neuwersch S, et al. A Retrospective Analysis of the Clinical Effectiveness of Supraclavicular, Ultrasound-guided Brachiocephalic Vein Cannulations in Preterm Infants. *Anesthesiology* [Internet]. 2017 Sep; Available from: <http://insights.ovid.com/crossref?an=00000542-900000000-97068>
11. Shah A, Smith A, Panchatsharam S. Ultrasound-guided subclavian venous catheterisation - is this the way forward? A narrative review. *Int J Clin Pract* [Internet]. 2013 Aug;67(8):726–32. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/ijcp.12146>
12. Nardi N, Wodey E, Laviolle B, De La Brière F, Delahaye S, Engrand C, et al. Effectiveness and complications of ultrasound-guided subclavian vein cannulation in children and neonates. *Anaesthesia, Crit care pain Med* [Internet]. 2016 Jun;35(3):209–13. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26924612>

13. Álvarez-Fernández JA, Núñez-Reiz A. Ecografía clínica en la unidad de cuidados intensivos: cambiando un paradigma médico. *Med Intensiva* [Internet]. 2016 May;40(4):246–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0210569115002454>
14. Carrillo-Esper R, Garrido-Aguirre E, Tapia-Velasco R, Nava-López J. Ultrasonografía a la cabecera del enfermo . Una nueva herramienta. *Med Int Méx.* 2014;30:451–67.
15. Soni, Nilam J.; Arntfield, Robert; Kory P. Ecografía a pie de cama. *Fundamentos de la ecografía clínica (Spanish Edition)*. Elsevier España; 2016.
16. Azócar L. Uso de ecografía en anestesia: Point of Care Ultrasound (POCUS). *Rev Chil Anest* [Internet]. 2017 Sep 30;46(3):157–66. Available from: <http://revistachilenadeanestesia.cl/uso-de-ecografia-en-anestesia-point-of-care-ultrasound-pocus/>
17. González Cortés R, Renter Valdovinos L, Coca Pérez A, Vázquez Martínez JL. Ecografía en el punto de cuidado en las unidades de cuidados intensivos pediátricos españolas. *An Pediatría* [Internet]. 2017 Jun;86(6):344–9. Available from: www.analesdepediatría.org
18. McLario DJ, Sivitz AB. Point-of-Care Ultrasound in Pediatric Clinical Care. *JAMA Pediatr* [Internet]. 2015 Jun 1;169(6):594. Available from: <http://archpedi.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jamapediatrics.2015.22>
19. Shriki J. Ultrasound Physics. *Crit Care Clin* [Internet]. 2014 Jan;30(1):1–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccc.2013.08.004>
20. Díaz-Rodríguez N, Garrido-Chamorro RP, Castellano-Alarcón J. Ecografía: principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico. *Semer - Med Fam* [Internet]. 2007 Aug;33(7):362–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1138359307739163>
21. Blanco P. Ecografía en el enfermo crítico [Internet]. Primera. Barcelona: Elsevier; 2016. Available from: <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4499143>
22. Urías E, Ortega J, Valenzuela H. Ecografía Head to toe en áreas críticas. Primera. Mexico: Editorial Prado; 2017.
23. Bakhru RN, Schweickert WD. Intensive Care Ultrasound: I. Physics, Equipment, and Image Quality. *Ann Am Thorac Soc* [Internet]. 2013 Oct;10(5):540–8. Available from: <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1513/AnnalsATS.201306-191OT>
24. Enriquez JL, Wu TS. An Introduction to Ultrasound Equipment and Knobology. *Crit Care Clin* [Internet]. 2014 Jan;30(1):25–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccc.2013.08.006>
25. Llorente de la Fuente A. Canalización ecográfica de vías centrales. *An Pediatr Contin* [Internet]. 2012;10(6):348–52. Available from: <http://www.apcontinuada.com/es/canalizacion-ecografica-vias-centrales/articulo/90168428/>
26. Del Cura JL, Zabala R, Corta I. Intervencionismo guiado por ecografía: lo que todo radiólogo debe conocer. *Radiología* [Internet]. 2010 May [cited 2017 Dec 3];52(3):198–207. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0033833810000603>
27. Reusz G, Sarkany P, Gal J, Csomos A. Needle-related ultrasound artifacts and their importance in anaesthetic practice. *Br J Anaesth* [Internet]. 2014 May 1;112(5):794–802. Available from: <https://academic.oup.com/bja/article-lookup/doi/10.1093/bja/aet585>
28. Smith RN, Nolan JP. Central venous catheters. *BMJ* [Internet]. 2013 Nov 11;347(nov11 4):f6570–f6570. Available from: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.f6570>

29. Marino PL. Catéteres Vaculares. In: Paul M, editor. El Libro de la UCI. Cuarta Edi. Baltimore: Wolters Kluwer Health España; 2014. p. 3–15.
30. Casado Flores J, García T. Vías venosas centrales. Canalización percutánea directa. In: Casado Flores J, Serrano A, editores. Urgencias y tratamiento del Niño Grave. Tercera Ed. Madrid: Ergon; 2015. p. 37–43.
31. Rodrigo Rivas T. Complicaciones mecánicas de los accesos venosos centrales. Rev Médica Clínica Las Condes [Internet]. 2011 May;22(3):350–60. Available from: http://www.clc.cl/cleprod/media/contenidos/pdf/MED_22_3/350-360-dr-rivas.pdf
32. Vargas Silva JF, Mejía de Bedout JA, Gómez Bermúdez CM, Restrepo Garcés CE. Accesos vasculares guiados por ultrasonido en niños. CIRUPED Rev Cirugía Pediátrica. 2013;3(1):1–10.
33. Miguelena D, Pardo R, Morón-Duarte LS. Complicaciones relacionadas con catéteres venosos centrales en niños críticamente enfermos. Rev Salud Publica (Bogota) [Internet]. 2013;15(6):916–28. Available from: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642013000600011&lng=en&nrm=iso&tlng=en
34. Miguelena D, Pardo R, Morón-Duarte LS. [Central venous catheter-related complications in critically ill children]. Rev Salud Publica (Bogota) [Internet]. 2013;15(6):916–28. Available from: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642013000600011&lng=en&nrm=iso&tlng=en
35. Parienti J-J, Mongardon N, Mégarbane B, Mira J-P, Kalfon P, Gros A, et al. Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site. N Engl J Med [Internet]. 2015 Sep 24;373(13):1220–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26398070>
36. Byon H-J, Lee G-W, Lee J-H, Park Y-H, Kim H-S, Kim C-S, et al. Comparison between ultrasound-guided supraclavicular and infraclavicular approaches for subclavian venous catheterization in children--a randomized trial. Br J Anaesth [Internet]. 2013 Nov 1;111(5):788–92. Available from: <http://bjao.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/bja/aet202>
37. Froehlich CD, Rigby MR, Rosenberg ES, Li R, Roerig P-LJ, Easley KA, et al. 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 [Internet]. 2009 Mar;37(3):1090–6. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00003246-200903000-00042>
38. Lona-Reyes JC, López-Barragán B, Celis de la Rosa A de J, Pérez-Molina JJ, Ascencio-Esparza EP. Bacteriemia relacionada con catéter venoso central: incidencia y factores de riesgo en un hospital del occidente de México. Bol Med Hosp Infant Mex [Internet]. 2016 Mar;73(2):105–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bmhmx.2015.09.011>
39. Vivanco Allende A, Rey Galán C, Rodríguez de la Rúa MV, Álvarez García F, Medina Villanueva A, Concha Torre A, et al. Trombosis y obstrucción asociadas a vías venosas centrales. Incidencia y factores de riesgo. An Pediatría [Internet]. 2013 Sep 1;79(3):136–41. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403312004638>
40. Moureau N, Lamperti M, Kelly LJ, Dawson R, Elbarbary M, Boxel AJH Van, et al. Evidence-based consensus on the insertion of central venous access devices : definition of minimal requirements for training. 2013;110(January):347–56.
41. Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaiwas M, Augoustides JG, Elbarbary M, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. In: Intensive Care Medicine [Internet]. 2012. p. 1105–17. Available from:

<http://link.springer.com/10.1007/s00134-012-2597-x>

42. Adhikari S, Theodoro D, Raio C, Nelson M, Lyon M, Leech S, et al. Central Venous Catheterization: Are We Using Ultrasound Guidance? *J Ultrasound Med* [Internet]. 2015 Nov;34(11):2065–70. Available from: <http://doi.wiley.com/10.7863/ultra.15.01027>
43. Jijeh AMZ, Shaath G, Kabbani MS, Elbarbary M, Ismail S. Ultrasound guided vascular access in pediatric cardiac critical care. *J Saudi Hear Assoc* [Internet]. 2014 Oct;26(4):199–203. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsha.2014.04.003>
44. Subert M, Vailati D, Lamperti M, Caldiroli D. Ventajas de la utilización de la ecografía como guía para la colocación de accesos vasculares en pediatría. *Salud(i)Ciencia*. 2011;18(6):516–20.
45. Barr L, Hatch N, Roque PJ, Wu TS. Basic Ultrasound-guided Procedures. *Crit Care Clin* [Internet]. 2014;30(2):275–304. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccc.2013.10.004>
46. Bowra J. Procedimientos guiados por ecografía. In: Bowra J, McLaughil RE, editors. *Ecografía facil para medicina de urgencias*. Segunda Ed. Barcelona: Elsevier España; 2012. p. 111–32.
47. Jöhr M, Berger TM. Venous access in children. *Curr Opin Anaesthesiol* [Internet]. 2015 Jun;28(3):314–20. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00001503-201506000-00014>
48. Kim H, Jeong CH, Byon HJ, Shin HK, Yun TJ, Lee JH, et al. Predicting the optimal depth of left-sided central venous catheters in children. *Anaesthesia*. 2013;68(10):1033–7.
49. Na HS, Kim JT, Kim HS, Bahk JH, Kim CS, Kim SD. Practical anatomic landmarks for determining the insertion depth of central venous catheter in paediatric patients. *Br J Anaesth* [Internet]. 2009 Jun 1;102(6):820–3. Available from: <https://academic.oup.com/bja/article-lookup/doi/10.1093/bja/aep078>
50. Stroud A, Zalieckas J, Tan C, Tracy S, Zurakowski D, Mooney DP. Simple formulas to determine optimal subclavian central venous catheter tip placement in infants and children. *J Pediatr Surg* [Internet]. 2014;49(7):1109–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2013.12.024>
51. Perin G, Scarpa M-G. Defining central venous line position in children: tips for the tip. *J Vasc Access* [Internet]. 2015;16(2):77–86. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25198821>
52. P. Souza Neto E, Grousson S, Duflo F, Tahon F, Mottolese C, Dailler F. Ultrasonographic anatomic variations of the major veins in paediatric patients. *Br J Anaesth* [Internet]. 2014 May 1;112(5):879–84. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24520009>
53. Hoffman T, Du Plessis M, Prekupec MP, Gielecki J, Zurada A, Tubbs RS, et al. Ultrasound-guided central venous catheterization: A review of the relevant anatomy, technique, complications, and anatomical variations. *Clin Anat* [Internet]. 2017 Mar;30(2):237–50. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27521991>
54. Schindler E, Schears GJ, Hall SR, Yamamoto T. Ultrasound for vascular access in pediatric patients [Internet]. Davidson A, editor. Vol. 22, *Paediatric Anaesthesia*. 2012. p. 1002–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/pan.12005>
55. Bannon MP, Heller SF, Rivera M. Anatomic considerations for central venous cannulation. *Risk Manag Healthc Policy* [Internet]. 2011 Apr;4:27–39. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22312225>

56. Klug W, Triffterer L, Keplinger M, Seemann R, Marhofer P. Supraclavicular ultrasound-guided catheterization of the brachiocephalic vein in infants and children: A retrospective analysis. *Saudi J Anaesth* [Internet]. 2016;10(2):143. Available from: <http://www.saudija.org/text.asp?2016/10/2/143/168802>
57. Rhondali O, Attof R, Combet S, Chassard D, de Queiroz Siqueira M. Ultrasound-guided subclavian vein cannulation in infants: supraclavicular approach. *Pediatr Anesth* [Internet]. 2011 Nov;21(11):1136–41. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1460-9592.2011.03614.x>
58. Breschan C, Graf G, Jost R, Stettner H, Feigl G, Goessler A, et al. Ultrasound-guided supraclavicular cannulation of the right brachiocephalic vein in small infants: a consecutive, prospective case series. Anderson B, editor. *Pediatr Anesth* [Internet]. 2015 Sep;25(9):943–9. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/pan.12700>
59. Guilbert A-S, Xavier L, Ammouche C, Desprez P, Astruc D, Diemunsch P, et al. Supraclavicular ultrasound-guided catheterization of the subclavian vein in pediatric and neonatal ICUs: a feasibility study. *Pediatr Crit Care Med* [Internet]. 2013 May;14(4):351–5. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00130478-201305000-00002>
60. Oulego-Eroz I, Alonso-Quintela P, Terroba-Seara S, Jiménez-González A, Rodríguez-Blanco S, Vázquez-Martínez JL. Ultrasound-Guided Cannulation of the Brachiocephalic Vein in Neonates and Preterm Infants: A Prospective Observational Study. *Am J Perinatol*. 2017;1(212).
61. Breschan C, Platzer M, Jost R, Stettner H, Feigl G, Likar R. Ultrasound-guided supraclavicular cannulation of the brachiocephalic vein in infants: a retrospective analysis of a case series. *Paediatr Anaesth* [Internet]. 2012 Nov;22(11):1062–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22862549>
62. Czarnik T, Gawda R, Perkowski T, Weron R. Supraclavicular Approach Is an Easy and Safe Method of Subclavian Vein Catheterization Even in Mechanically Ventilated Patients. *Anesthesiology* [Internet]. 2009 Aug;111(2):334–9. Available from: <http://anesthesiology.pubs.asahq.org/Article.aspx?doi=10.1097/ALN.0b013e3181ac461f>
63. Merchaoui Z, Lausten-Thomsen U, Pierre F, Ben Laiba M, Le Saché N, Tissieres P. Supraclavicular Approach to Ultrasound-Guided Brachiocephalic Vein Cannulation in Children and Neonates. *Front Pediatr* [Internet]. 2017 Oct 5;5(October):1–10. Available from: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fped.2017.00211/full>
64. Di Nardo M, Stoppa F, Marano M, Ricci Z, Barbieri MA, Cecchetti C. Ultrasound-guided left brachiocephalic vein cannulation in children with underlying bleeding disorders: a retrospective analysis. *Pediatr Crit Care Med* [Internet]. 2014 Feb;15(2):e44-8. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00130478-201402000-00024>
65. Kulkarni V, Mulavisala KP, Mudunuri RK, Byalal JR. Ultrasound-guided supraclavicular approach to the subclavian vein in infants and children. *Br J Anaesth* [Internet]. 2012 Jan 1;108(1):162–162. Available from: <https://academic.oup.com/bja/article-lookup/doi/10.1093/bja/aer427>

21. ANEXOS

21.1 Formulario de recolección de la información UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD ESPECIALIZACIÓN EN CUIDADO INTENSIVO PEDIÁTRICO FORMULARIO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Anexo 1 . “EFICACIA DE LA TÉCNICA DE CANALIZACIÓN DE LA VENA SUBCLAVIA POR ACCESO SUPRACLAVICULAR GUIADA POR ECOGRAFÍA EN PACIENTES CRÍTICAMENTE ENFERMOS INGRESADOS EN LA UCIP DEL HRGE JUNIO –DICIEMBRE DE 2016”

No:	Nombre:	HCl:	Fecha:
Edad(meses):	Grupo etario: 1. Lactante (1 a 6 m): () 2. Lactante (< 7 a 23m): () 3. Preescolar (2 a 5 años): () 4. Escolar (6 a 11 años): () 5. Adolescente 12 a 17 años ()	Sexo: 1. Masculino () 2. Femenino ()	Peso (Kg): Grupo de peso: 1 < 5 Kg: () 2 > 5Kg: ()
Sitio de inserción: 1. Derecho: () 2. Izquierdo: ()	Numero de punciones: 1. 1 () 2. 2 () 3. 3 () 4. >3 ()	Tiempo de punción (seg):	Grupo de tiempo: 1. < 1 min () 2. < 1 min ()
Éxito de procedimiento 1. Si () 2. No ()	Indicaciones: 1. Antibioticoterapia () 2. Cirugía () 3. Nutrición parenteral () 4. Monitoreo hemodinámico y drogas vasoactivas () 5. Incapacidad de canalizar vía periférica ()	Diámetro del catéter: 1. 4 fr. () 2. 4,5 fr. () 3. 5 fr. () 4. 5,5 fr. ()	Numero de lúmenes: 1. Uno () 2. Doble () 3. Triple ()
Marca del catéter: 1. Arrow () 2. Braun () 3. Otra ()	Complicaciones: 1. Si: () 2. No: () Tipo de complicaciones 1. Punción arterial () 2. Mala posición de la punta del catéter () 3. Hematoma () 4. Neumotórax () 5. Hemotórax ()	Ventilación mecánica: 1. Si () 2. No ()	Médico que coloca: 1. Mas experimentado () 2. Menos experimentado ()

22. ABREVIATURAS

UCIP: Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos

HRGE: Hospital Roberto Gilbert Elizalde

SPSS: Programa Estadístico de Estudios Sociales



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Jaime Javier Fárez Buenaño**, con C.C: # **1900458314** autor/a del trabajo de titulación: **“EFICACIA DE LA TÉCNICA DE CANALIZACIÓN DE LA VENA SUBCLAVIA POR ACCESO SUPRACLAVICULAR GUIADA POR ULTRASONOGRAFÍA EN PACIENTES CRÍTICAMENTE ENFERMOS INGRESADOS EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS DEL HOSPITAL DE NIÑOS DR. ROBERTO GILBERT ELIZALDE EN EL PERIODO JUNIO –DICIEMBRE DE 2016”**previo a la obtención del título de **Especialista en cuidados intensivos pediátricos** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **19 de diciembre** de 2017

f. _____

Nombre: **Jaime Javier Fárez Buenaño**

C.C: **1900458314**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	EFICACIA DE LA TÉCNICA DE CANALIZACIÓN DE LA VENA SUBCLAVIA POR ACCESO SUPRACLAVICULAR GUIADA POR ULTRASONOGRAFÍA EN PACIENTES CRÍTICAMENTE ENFERMOS INGRESADOS EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS DEL HOSPITAL DE NIÑOS DR. ROBERTO GILBERT ELIZALDE EN EL PERIODO JUNIO –DICIEMBRE DE 2016		
AUTOR(ES)	Dr. Jaime Javier Fárez Buenaño		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dr. Boris Barreno		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
CARRERA:	Escuela de Graduados en Ciencias de la Salud		
TÍTULO OBTENIDO:	Especialista en cuidados intensivos pediátricos		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de diciembre de 2017	No. DE PÁGINAS:	67
ÁREAS TEMÁTICAS:	CUIDADOS INTENSIVOS		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Catéter venoso central, vena subclavia, ecografía.		
<p>Antecedentes: en los últimos años, la canalización de la vena subclavia por acceso supraclavicular guiada por ecografía se ha convertido en un enfoque alternativo que ofrece ventajas en pacientes críticos en la unidad de cuidados intensivos pediátricos. El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia y seguridad de esta técnica en los pacientes críticamente enfermos ingresados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos del hospital de niños Dr. Roberto Gilbert Elizalde en el periodo junio a diciembre de 2016.</p> <p>Métodos: se realizó un estudio observacional, descriptivo, prospectivo entre junio de 2016 y diciembre de 2016 que incluyó a 92 niños. Todos los procedimientos fueron realizados por médicos residentes de postgrado. Se analizaron las tasas de éxito de la inserción del catéter, el número de punciones requeridas, el tiempo del procedimiento y las tasas de complicaciones. Resultados: la canalización fue exitosa en el 100% de los casos. La tasa de éxito después del primer intento fue del 84,8% y solamente un paciente requirió 3 intentos para lograr la canalización. El tiempo de procedimiento fue rápido con un promedio de 40 segundos [20-90]. Entre los procedimientos registrados, solo se observaron dos punciones arteriales que no tuvieron mayores implicaciones y ninguno se presentó neumotórax.</p> <p>Conclusión: la canalización de la vena subclavia por acceso supraclavicular guiada por ecografía en los pacientes críticamente enfermos es una técnica eficaz y segura cuando lo realiza un operador experimentado.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593999353141	E-mail: javico_fb@yahoo.es	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Dr. Xavier Páez		
	Teléfono: +593-9-99263243		
	E-mail: xavierpaezpesantes@yahoo.com		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			