

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE MEDICINA**



**“CARACTERIZACIÓN DE LA TROMBOSIS VENOSA POST RETIRO DE CATÉTER
VENOSO CENTRAL COLOCADO BAJO GUÍA ULTRASONOGRÁFICA EN EL
PACIENTE PEDIÁTRICO”**

POR

DRA. LAURA NANCY GUERRA TAMEZ

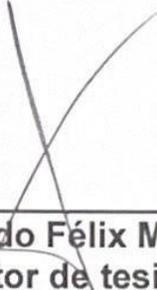
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

ESPECIALISTA EN PEDIATRÍA

ENERO 2023

“Caracterización de la trombosis venosa post retiro de catéter venoso central colocado bajo guía ultrasonográfica en el paciente pediátrico”

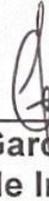
Aprobación de la tesis:



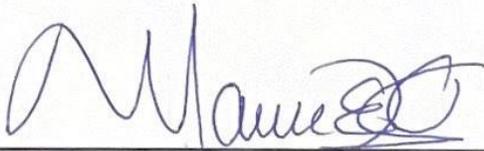
Dr. med. Fernando Félix Montes Tapia
Director de tesis



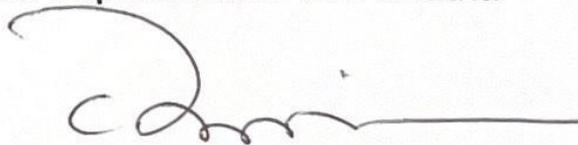
Dr. med. Consuelo Treviño Garza
Coordinador de Enseñanza



Dr. Fernando García Rodríguez
Coordinador de Investigación



Dr. med. Manuel Enrique de la O Cavazos
Jefe del Departamento de Pediatría



Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

DEDICATORIA

A mis padres Nancy y Virgilio,
y a mis hermanos Virgilio y Michelle,
a quienes quiero con todo el corazón.

AGRADECIMIENTOS

Al **Dr. med Fernando Félix Montes Tapia**, Director de este proyecto, por guiarme en mi camino hacia la cirugía pediátrica y brindarme todo el conocimiento que poseo sobre el acceso vascular, por apoyarme inmensurablemente durante toda mi residencia, y por regalarme su tiempo, esfuerzo y cariño para continuar creciendo.

A la **Dra. Claudia Yazbek Rodriguez Garza**, maestra del servicio de Radiología Pediátrica, por su apoyo y conocimiento en el área de la ultrasonografía, y por su interés en favorecer la investigación clínica en el área de la pediatría.

Al **Departamento de Pediatría** del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, por todas las facilidades prestadas para que el presente estudio se llevase a cabo, favoreciendo el proceso para la investigación clínica.

Al **Departamento de Radiología e Imagen** del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, por todas las facilidades prestadas para que el presente estudio se llevase a cabo.

Al **Dr. med Manuel de la O Cavazos**, Jefe del servicio de Pediatría, por brindarme la oportunidad de realizar mi residencia médica en nuestro querido Hospital Universitario.

Al **Dr. med Oscar Vidal Gutierrez**, Director de la Facultad de Medicina y del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, por el apoyo a los maestros y médicos residentes de nuestro hospital.

Al **Dr. med. Gerardo del Carmen Palacios Saucedo**, maestro del servicio de pediatría, por su apoyo en el desarrollo de la estadística.

A mis compañeras **Katia, Valeria, Alejandra y Martha**, por siempre creer en mí.

ÍNDICE

	Página
Abreviaturas	8
Capítulo I	
RESUMEN	10
SUMMARY	13
Capítulo II	
MARCO TEÓRICO	16
I. Introducción	17
II. Catéter venoso central	17
IIa. Historia del catéter venoso central	17
IIb. Tipos y materiales de los catéteres	18
IIc. Indicaciones para la colocación de un catéter venoso central	20
IId. Técnica de inserción de un catéter venoso central	20
III. Trombosis venosa	22
IIIa. Fisiología de la hemostasia	22
IIIb. Factores de riesgo para trombosis venosa	24
IIIc. Diagnóstico de la trombosis venosa	26
IV. Ultrasonografía	27
IVa. Historia de la ultrasonografía	27
IVb. Equipo de ultrasonido y knobología	29
IVc. Acceso vascular	30
IVd. Protocolo RaCeVA	31
Capítulo III	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	33
Capítulo IV	
JUSTIFICACIÓN	36

Capítulo V	
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	38
Capítulo VI	
OBJETIVOS	40
I. Objetivo general	41
II. Objetivos específicos	41
Capítulo VII	
MATERIAL Y MÉTODOS	42
I. Diseño	43
II. Tamaño de la muestra	43
III. Criterios de inclusión	43
IV. Criterios de exclusión	43
V. Criterios de eliminación	44
VI. Definición de variables	44
VII. Lugar de referencia	49
VIII. Infraestructura	50
IX. Captura, procesamiento, análisis e interpretación de la información	52
Capítulo VIII	
RESULTADOS	53
I. Demografía	54
II. Trombosis	60
III. Estenosis	70
Capítulo IX	
DISCUSIÓN	75
I. Incidencia de trombosis y estenosis	77
II. Sexo	77
III. Edad	78
IV. Peso	78
V. Motivo de colocación	79
VI. Vena cateterizada	80

VII. Lado cateterizado	80
VIII. Porcentaje de ocupación	81
IX. Número de punciones	81
X. Tiempo de procedimiento	82
XI. Tiempo de permanencia	82
XII. Causa de retiro	83
XIII. Características y posición del trombo venoso	83
XIV. Limitantes	84
Capítulo X	
CONCLUSIONES	86
Capítulo XI	
BIBLIOGRAFÍA	88

ABREVIATURAS

CVC:	Catéter venoso central
CVR:	Catheter vessel ratio
EV:	Estenosis venosa
FWV:	Factor de Von Willebrand
kg:	Kilogramos
MHz:	Megahertz
min:	Minutos
mm:	milímetros
NPT:	Nutrición parenteral total
PICC:	Peripherally inserted central catheter
RaCeVA:	Rapid Central Vein Assessment
SONAR:	Sound navigation and ranging
TAC:	Tomografía Axial Computarizada
TEV:	Tromboembolismo venoso
TV:	Trombosis venosa
TVO:	Trombo venoso oclusivo
TVP:	Trombosis venosa profunda
UCI:	Unidad de cuidados intensivos

UCIP:	Unidad de cuidados intensivos Pediátricos
US:	Ultrasonido
VBa:	Vena Basílica
VBr:	Vena Braquicefálica
VCS:	Vena Cava superior
VFem:	Vena Femoral
VSub:	Vena Subclavia
VSubE:	Vena Subclavia extratorácica
VYI:	Vena Yugular Interna

CAPÍTULO I

RESUMEN

En el paciente pediátrico el uso de un catéter venoso central (CVC) es esencial en el manejo agudo y crónico de múltiples patologías, sin embargo, es el factor de riesgo más importante para el desarrollo de trombosis venosa (TV). Los factores de riesgo conocidos pueden ser inherentes al paciente, relacionados con las características del CVC y relacionadas con el procedimiento de colocación. El diagnóstico de una TV puede ser clínico o radiológico, siendo superior el diagnóstico radiológico por medio del ultrasonido (US), debido al gran porcentaje de pacientes asintomáticos.

El objetivo de nuestro estudio es caracterizar la TV posterior al retiro de un CVC colocado bajo guía ultrasonográfica en el paciente pediátrico.

Se incluyó una población de 49 pacientes menores de 16 años del Hospital Universitario “José Eleuterio Gonzalez” que cumplía con los criterios de inclusión, y se recolectaron las imágenes digitales de US de la vena elegida a cateterizar mediante el protocolo RaCeVA, así como imágenes de control de 24 horas a 7 días posterior al retiro del CVC. Posteriormente un médico radiólogo pediatra analizó las imágenes para identificar la presencia o ausencia de trombosis y estenosis venosa (EV), así como las características de éstas.

Nuestra población de estudio estuvo compuesto de 51% del sexo masculino, la edad menor a 28 días correspondió a un 42.8%, y la mediana de peso fue de 4.3 kg +/- 12.6; la razón por la cual se colocó el CVC fue con la finalidad de recibir antibioticoterapia en un 32.6%. El acceso mayormente utilizado fue la vena subclavia (VSub) en un 46.9%, predominantemente en el lado izquierdo en un 53.1%. El diámetro de la vena cateterizada fue de 3.5 mm, el diámetro del CVC utilizado fue de 1.2 mm, el porcentaje de ocupación del CVC respecto a la vena cateterizada fue de 35.2% +/- 16.4, el número de punciones fue de 1, y el tiempo de procedimiento fue de 13 minutos (min). El tiempo de permanencia del CVC fue de 11 días +/- 2.1, y la principal causa de retiro fue por haber completado esquema de tratamiento en un 59.1%.

Se identificó TV en el 38.7 % de los pacientes, con solo el 2% de la población total con presencia de trombo venoso oclusivo (TVO), y el 63.1% de éstos se localizaban previo sitio de introducción del CV, sin embargo encontramos como hallazgo que en los catéteres introducidos en la vena subclavia, se puede presentar un trombo fuera del sitio

de inserción en estos casos en la vena braquiocefálica. En cuanto a EV, ésta se identificó en el 55.1% de la población total.

Se concluyó que existe una asociación significativa entre un mayor riesgo de TV al cateterizar la vena yugular interna (VYI), sobre todo en pacientes de menor edad y peso, así como un porcentaje de ocupación del CVC en la vena mayor de 33%, así como un mayor riesgo de presentar EV en presencia de TV. De igual manera se encontró una asociación significativa entre un mayor riesgo de EV al cateterizar la vena yugular interna (VYI), sobre todo en pacientes de menor edad y peso, con un diámetro venoso inicial de 1.22 o menor, así como un porcentaje de ocupación del CVC en la vena mayor de 30.7%, así como un mayor riesgo de presentar TV en presencia de EV.

SUMMARY

In the acute and chronic management of the pediatric patient, the use of a central venous catheter is essential; nevertheless it is known as the most important risk factor for developing venous thrombosis. Known risk factors can be patient-dependent, and those related to the catheter's procedural placement, as well as catheter's material and composition characteristics. Venous thrombosis can be clinically or radiographically diagnosed; where the ultrasonographic diagnosis is superior due to the number of asymptomatic cases.

Our study's objective was to describe the characteristics of central venous catheter related venous thrombosis after catheter withdrawal, in pediatric patients whose CVC was placed under ultrasound guidance.

We included 49 patients under the age of 18 who met the inclusion criteria and were located at Hospital Universitario "José Eleuterio González", in Monterrey, Nuevo León. We collected US digital imaging of the selected vein by RaCeVA, and control imaging from 24 hours to 7 days after CVC withdrawal. These images were analyzed by a Pediatric Radiologist, trying to identify presence or absence of venous thrombosis and stenosis, as well as their characteristics.

In our results we found that 51% of them were male, 42.8% of them younger than 28 days of chronologic life, with an average weight of 4.3 kg +/- 12.6, and the main reason why CVC was placed was so that patients could receive antibiotic therapy in 32.6% of cases.

The most catheterized vein was the subclavian vein in 46.9% of patients, 53.1% of them in the left venous system. In regard to procedural measurements, we found that the average vein diameter previous to catheterization was of 3.5 mm, CVC diameter was of 1.2 mm, occupation percentage 35.2% +/- 16.4, number of venous punctures of 1, and procedure time of 13 minutes. Most of our CVC stayed in place for 11 days +/- 2.1, and in 59.1% of patients the cause of withdrawal was because they had completed treatment.

We identified venous thrombosis in 38.7% of patients, with 2% of the general population presenting with occlusive thrombus, and 63.1% of these thrombi were located previous to the puncture zone; we identified as well venous stenosis in 55.1% of our population.

We conclude that there is a significant association between a greater risk of venous thrombosis when we catheterize the internal jugular vein, specially in younger and smaller patients, and when the occupation percentages goes beyond 33.3%; also this patients have a greater risk of developing venous stenosis. We also conclude that there is a significant association between a greater risk of venous stenosis when we catheterize the internal jugular vein, specially in younger and smaller patients, with an initial venous diameter smaller than 1.2 mm, or an occupation percentage greater than 30.7%; also this patients have a greater risk of developing venous thrombosis.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

I. Introducción

El catéter venoso central (CVC) es uno de los avances más cruciales en la medicina. Ha beneficiado a multitudes de pacientes en necesidad de administración de medicamentos o quimioterapia intravenosa, nutrición parenteral total (NPT), trasplante de médula ósea, circuitos extracorpóreos y monitorización hemodinámica; sin embargo en la edad pediátrica la presencia de un CVC es el factor de riesgo más importante para el desarrollo de TV.

II. Catéter venoso central

Ila. Historia del catéter venoso central

La historia del acceso vascular inicia con el uso de la “sangría”, la cual es descrita por primera vez en textos del antiguo Egipto, así como en el Antiguo Testamento de la Biblia católica. Su desarrollo en forma ocurrió hasta el año 1600 cuando se inició la investigación sobre el volumen intravascular y la tensión arterial por el médico inglés William Harvey y sus estudiantes, en donde éstos últimos utilizaban tubos metálicos como cánulas intravenosas. Posteriormente el científico irlandés Robert Boyle, utilizó plumas de ave para desarrollar cánulas con la finalidad de administrar narcóticos intravenosos, así como la popular hemotransfusión entre humanos y animales, la cual fue prohibida en 1967 debido a oposición religiosa y secular. (1)

Pasarían otros 150 años antes del desarrollo de estudios sobre el manejo con fluidoterapia masiva y reposición electrolítica intravenosa en pacientes infectados con *Vibrio cholerae*, lo cual estimuló la investigación respecto al acceso intravenoso. Sin embargo, todos éstos experimentos utilizaron únicamente el acceso vascular periférico, por lo que aún existía el desafío del acceso central, el cual se sospechaba que toleraría mejor la administración de grandes volúmenes de fluidos y sustancias irritantes al administrarse de manera periférica.

Fue en 1900, que Stanley J. Dudrick de la Universidad de Pennsylvania, inspirado por el trabajo de Robert Aubaniac, un cirujano general del ejército francés, describió el concepto y los pasos involucrados en la creación de lo que es considerado el CVC estándar en la actualidad con la finalidad de administrar NPT. Después de múltiples intentos fallidos debido a la respuesta inflamatoria y trombogénica secundaria al material utilizado, en 1967 creó el CVC de polivinilo el cual causaba una respuesta inflamatoria mínima. Se utilizó por primera vez como acceso vascular yugular externo en una paciente pediátrica con diagnóstico de atresia intestinal en el Children's Hospital of Philadelphia, con la finalidad de administrar NPT, la cual recibió durante 22 meses con un aumento de peso efectivo de 18.5 lbs. Posteriormente el Dr. Dudrick refinó el dispositivo utilizando materiales como silicona mezclada con bario con la finalidad de obtener un material radiopaco, y posteriormente agregó un brazalete de Dacron®. (1)

IIb. Tipos y materiales de catéteres

Existen actualmente cuatro tipos de CVC disponibles: no tunelado, tunelado, de inserción periférica, y crónico. La elección del catéter es dependiente de la indicación y el tiempo de uso predicho; se recomienda el mínimo de lúmenes para disminuir la tasa de infección y complicaciones, entre ellas la TV. Los tipos de materiales disponibles son silicona o poliuretano. Aquellos de poliuretano presentaron mayor tasa de trombosis, y aquellos de silicona mayor tasa de ruptura; la tasa de infección es similar para ambos tipos de materiales. (2)

Tipo de Catéter	Utilidad	Característica distintiva
<i>Broviac</i>	Fluidoterapia, hiperalimentación, quimioterapia, terapia de infusión.	Tunelado, retenido en tracto venoso por un brazalete de tela.
<i>Hickman</i>	Fluidoterapia, hiperalimentación, quimioterapia, terapia de infusión.	Similar a Broviac pero de mayores dimensiones.

<i>Groshong</i>	Fluidoterapia, hiperalimentación, quimioterapia, terapia de infusión.	Punta con válvula para reducir formación de trombo
<i>Leonard</i>	Fluidoterapia, hiperalimentación, quimioterapia, terapia de infusión.	Doble lumen que permite la administración de medicamentos no compatibles al administrarse simultáneamente.
<i>Catéter puerto implantable</i>	Quimioterapia, terapia de infusión.	Presencia de puerto subcutáneo
<i>Hemodiálisis</i>	Hemodiálisis, aféresis	Permite alto flujo de retiro y reinfusión.
<i>Hemodiálisis dividido</i>	Hemodiálisis, aféresis, fluidoterapia, hiperalimentación, quimioterapia, terapia de infusión.	2 puntas de catéter separadas con presencia de ventanas en la longitud del catéter
<i>Hohn</i>	Fluidoterapia, hiperalimentación, quimioterapia, terapia de infusión.	No requiere tunelización, se inserta en vena central.
<i>De inserción periférica (PICC)</i>	Fluidoterapia, hiperalimentación, quimioterapia, terapia de infusión.	No requiere tunelización, se inserta en vena periférica.

Tabla 1. Tipos y utilidad de los distintos catéteres venosos centrales.

Ilc. Indicaciones para la colocación de un catéter venoso central

Las indicaciones para la colocación de un CVC incluyen la necesidad de circuitos extracorpóreos, monitorización hemodinámica, necesidad de NPT, y administración de medicamentos o quimioterapia, que no puede ser sostenida por un catéter venoso periférico de corta estancia. (3) Las contraindicaciones absolutas para su colocación son infección de piel y tejidos blandos en el sitio de inserción, distorsión anatómica o dispositivos médicos implantados (Ej. Marcapasos cardíaco), y lesión vascular proximal o distal al sitio de inserción; dentro de las contraindicaciones relativas se encuentra coagulopatía, trombocitopenia, paciente despierto o poco cooperador, quemaduras en el sitio de inserción, distorsión anatómica congénita o secundaria a trauma y obesidad mórbida. (4)

Ild. Técnica de inserción de un catéter venoso central

Se han mencionado diversos factores de riesgo para el acceso venoso difícil como la cateterización previa, limitación del sitio de acceso (otros catéteres, marcapasos, cirugía previa, infección), dificultad previa durante la cateterización (más de 3 punciones en un sitio, más de dos sitios puncionados, o fracaso para obtener acceso), complicación mecánica previa, anomalía vascular conocida, coagulopatía no tratada (INR 2, TTP más de 1.5, Plt menor 50,000), deformidad esquelética, obesidad o pacientes quienes no se encuentran en posición de Trendelenburg. (5) Por este motivo se ha discutido y abogado por el uso de la guía ultrasonográfica en tiempo real al momento de obtener un acceso venoso, con la finalidad de realizar una evaluación previa para escoger el vaso ideal a cateterizar, así como rastreo inmediato posterior a su colocación en búsqueda de potenciales complicaciones. (6) Se han publicado diversos estudios donde se reporta mayor tasa de éxito, menor tiempo de colocación y menor tasa de complicaciones mecánicas al colocar un CVC guiado por ultrasonido. Se han validado estos resultados tanto para la VYI como para el abordaje infraclavicular de Vsub. Los resultados reportados en un estudio prospectivo multicéntrico realizado en 2011 en múltiples Unidades de cuidados Intensivos (UCI) de la ciudad de Atenas, Grecia, fueron de una tasa de éxito de 100% contra 87.5% a favor de la guía ultrasonográfica con una

significancia estadística de $p < 0.05$, así como menor tiempo de colocación, y menor tasa de complicaciones mecánicas como la punción arterial y hematoma, hemotórax, neumotórax, lesión de plexo braquial, lesión de nervio frénico y tamponade cardíaco; concluyendo así que la guía ultrasonográfica es superior a la guía anatómica en el caso del abordaje infraclavicular subclavio. (6) De igual manera en el Hospital General del Estado en Atenas se realizó un estudio prospectivo en pacientes bajo ventilación mecánica en la UCI, a quienes se les colocó un CVC en la VYI bajo guía ultrasonográfica contra guía anatómica. Se reportó una disminución en el tiempo de acceso de 44 ± 95.4 a 17.1 ± 16.5 en los pacientes cateterizados mediante guía ultrasonográfica, aumento en la tasa de éxito de un 94.4% a un 100%, disminución de complicaciones por ejemplo de punción carotídea de 10.6% a un 1.1%, Hematoma de 8.4% a un 0.4%, Hemotórax de un 1.7% a un 0%, Neumotórax de un 2.4% a un 0%, disminución en el número de punciones de un 2.6 ± 2.9 a un 1.1 ± 0.6 , e infección asociada a CVC de un 16% a un 10.4%. (7) En un estudio realizado en la UCI de Ramaiah Medical College and Teaching Hospital en Bangalore, India, se incluyeron 66 pacientes a quienes se les colocó un CVC en la VYI, y se reportó una tasa de éxito de un 100% al primer intento al utilizar guía ultrasonográfica en comparación con guía anatómica en un 83.3%; así como disminución del tiempo de acceso de un 323.23 ± 146.19 s a 152.50 ± 63.90 s. (8)

Posterior a la venopunción, se realiza la inserción del CVC siguiendo una secuencia llamada "Técnica de Seldinger". Ésta fue desarrollada por el médico sueco Sven-Ivar Seldinger, egresado del Karolinska Institute en Estocolmo en 1952, la cual consiste en la punción con aguja del vaso a canular, posterior paso de una guía metálica de punta curva, retiro de la aguja de punción, paso del catéter a través de la guía metálica, y finalmente retiro de la guía. El diagrama original de dicha técnica fue publicado en 1953 por la Acta Radiológica. (9)

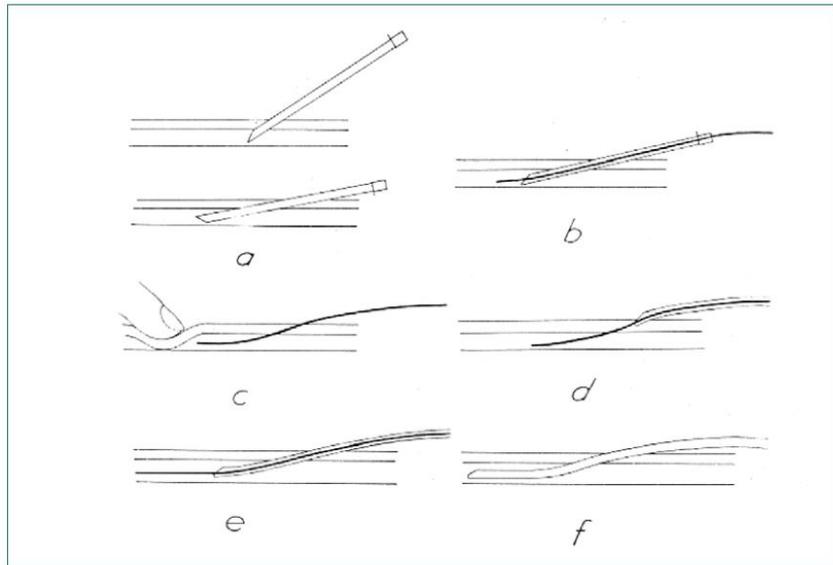


Figura 1. Ilustración original de la técnica de Seldinger para la colocación de catéter venoso central. *Adaptado de Higgs et al, (2005)(9)*

III. Trombosis venosa

IIIa. Fisiología de la hemostasia

Tras un insulto al endotelio vascular ocurren tres eventos: la fase vascular donde ocurre vasoconstricción, la fase plaquetaria la cual es un mecanismo hemostático primario en el cual se forma el tapón plaquetario, y por último la fase de iniciación, amplificación y propagación, en la cual se forma el trombo de fibrina. (10) Es relevante mencionar que los 3 componentes esenciales en la hemostasia son las células endoteliales, las plaquetas, y los factores de coagulación plasmáticos. Las células endoteliales secretan diversas sustancias dentro de las cuales destacan aquellas que repelen las plaquetas del endotelio vascular como la Prostaglandina 12, adenosín difosfato y óxido nítrico; las que inician la coagulación como el colágeno y fibronectina; las que promueven la adhesión plaquetaria como Factor de Von Willebrand (FWV); aquellas que causan la disolución de la fibrina como el factor activador tisular del plasminógeno; las que catalizan la inhibición de la trombina como la heparina y trombomodulina; y por último las que

inhiben el inicio de la disolución de la fibrina. (10) La participación de las plaquetas es fundamental en el proceso fisiológico de la coagulación, ya que estas interactúan con las zonas de lesión endotelial, con la subsecuente liberación de ADP, serotonina y calcio entre otros factores que determinan la formación del coágulo. Cuando ocurre una lesión endotelial se expone el FVW y colágeno de la matriz subendotelial al flujo sanguíneo, lo que ocasiona la unión del FVW plasmático con el colágeno subendotelial, iniciando la adhesión plaquetaria. El mecanismo hemostático primario conlleva la formación del agregado plaquetario, un tapón hemostático temporal, de esta manera las plaquetas son activadas, secretan gránulos que ocasionan cambios conformacionales en los receptores plaquetarios endoteliales, aumentando la avidéz del FVW y fibrinógeno, ocasionando finalmente la formación del TV. (10)

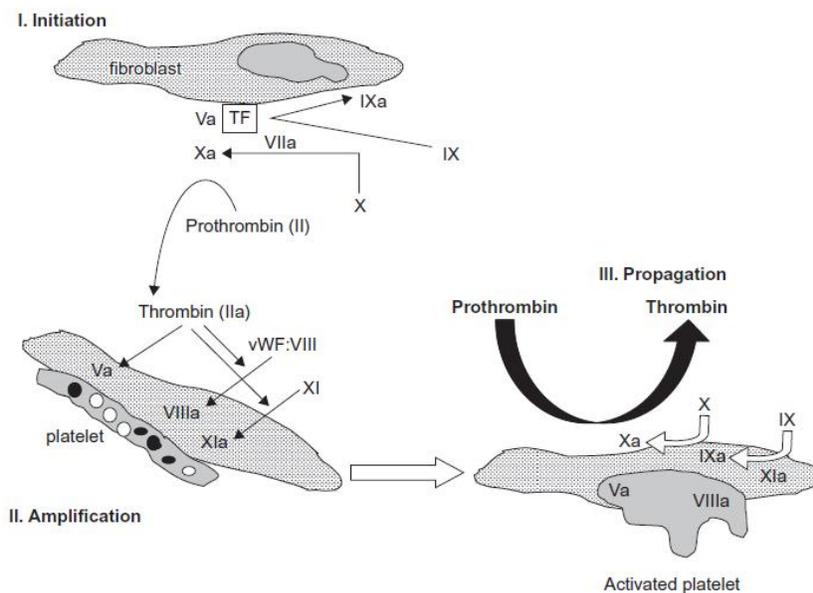


Figura 2. Modelo celular de la cascada de la coagulación. *Adaptado de Hoffman et al (2001) (10)*

IIIb. Factores de riesgo para trombosis venosa

En el paciente pediátrico, la TV asociada a CVC es responsable de más del 85% de los eventos de trombosis venosa profunda (TVP). La tasa de complicaciones trombóticas secundarias al uso de CVC varían de 5% para aquellos pacientes sintomáticos, con un total de 14-18% incluyendo a aquellos pacientes asintomáticos. Su aparición condiciona a mayores complicaciones como el embolismo pulmonar, accidente cerebrovascular por embolismo paradójico, bacteriemia, y pérdida del acceso venoso. (11)

Los factores de riesgo para desarrollar una TV pueden ser aquellos inherentes al paciente como las deficiencias de anticoagulantes, patología oncológica subyacente, uso de quimioterapias y/o NPT, infección previa, etc.; y aquellos relacionados con las características del catéter y su colocación, como la composición de éste, las proporciones del diámetro del catéter en relación al diámetro de la vena que lo aloja, tiempo de permanencia mayor a 4 días, método de inserción (venodisección, punción por guías anatómicas o guiado por ultrasonido), el tiempo de duración del procedimiento y número de punciones. (11)

Los factores de riesgo inherentes al paciente incluyen los estados de hipercoagulabilidad como malignidad, sepsis, enfermedad crítica o falla renal, un episodio de TVP previo, medicamentos (Ej. Talidomida), estado de postración prolongada, o trombofilias hereditarias como la deficiencia de proteína C, elevación de Factor VIII, y mutación del factor V de Leiden entre otros. Dentro de éstas últimas a pesar de ser poco comunes (<10% de la población general), es importante mencionarlas ya que se ha reportado un riesgo de TVP de 3-9 veces mayor cuando uno de estos está presente. (12)

Los factores de riesgo asociados al proceso de colocación del CVC incluyen la posición de la punta del CVC en la unión de la vena cava superior (VCS) con el atrio derecho, la posición izquierda, localización en la vena femoral (Vfem), seguido de VSub, y por último en VYI, y multipunción durante la colocación. (11,13)

Los factores de riesgo relacionados con la presencia del catéter per se incluyen el tipo de CVC con mayor riesgo al utilizar el catéter percutáneo (PICC) por su mayor longitud, uso de CVC multilumen, composición y material del cual está hecho el CVC, si la punta tiene valva o es abierta, y porcentaje de ocupación de la vena. (11,13) En cuanto a este

último, se ha definido el ratio CVC-vaso (CVR) como “el espacio o área consumido u ocupado por un dispositivo intravascular insertado o posicionado dentro de un vaso venoso o arterial”.

En el 2016, nuevas recomendaciones de buena práctica clínica establecieron como óptimo un CVR de 33-45%, debido a que porcentajes superiores disminuyen el flujo vascular intraluminal, condicionando a estasis venosa la cual es un factor de riesgo para la aparición de TV. Esto se ha visto tanto con los CVC de gran calibre y porcentaje de ocupación, como con aquellos de mayor longitud (Ej. PICC) Se ha visto que aquellos pacientes con un CVR $\geq 45\%$ tienen un riesgo 13 veces mayor que el resto de la población de presentar TVP. (14)

Vessel Size	1mm	1.5mm	2mm	2.25mm	2.5mm	2.75mm	3mm	3.5mm	4mm	4.5mm	5mm		
Catheter Size													
24G	X												LEGEND >45% 44-34% <33%
22G	X	~											
20G	X	X											
18G	X	X	~	~									
16G	X	X	X	X	X	~	~						
1 Fr													
2 Fr	~												
3 Fr	X	~											
4 Fr	X	X	~	~									
4.5 Fr	X	X	X	~	~								
5 Fr	X	X	X	X	~	~							
5.5 Fr	X	X	X	X	X	~							
6 Fr	X	X	X	X	X	X	~						
7 Fr	X	X	X	X	X	X	X	~					
8 Fr	X	X	X	X	X	X	X	X	~				

Figura 3. Herramienta para estimar riesgo de trombosis dependiendo del CVR calculado. *Adaptado de Spencer et al (2017) (14)*

Por último cabe destacar que también se ha descrito la infusión de medicamentos o quimioterapia especialmente aquella de carácter viscoso, como un factor de riesgo para el desarrollo de TV. (11)

IIIc. Diagnóstico de la trombosis venosa

El diagnóstico de una TV puede ser clínico o radiológico, siendo el clínico de menor confiabilidad en el paciente pediátrico ya que la mayoría de los trombos venosos son asintomáticos. La presentación clínica incluye disfunción del CVC la cual es secundaria a la aparición de un trombo venoso oclusivo (TVO) posterior a la formación de una vaina de fibrina en la zona de la punta, la cual condiciona a una obstrucción parcial o total de lumen; o cuadro clínico sintomático que varía dependiendo del grado de oclusión del vaso, localización del TV, tipo de vena involucrada.(12) El trombo puede tener distinta localización; se ha descrito el trombo intraluminal el cual se encuentra en el trayecto del catéter, trombo mural cuando se encuentra en la punta del CVC, y trombo venoso cuando se encuentra dentro del vaso. (12,13) Los CVC VFem son aquellos que se asocian con mayor tasa de sintomatología aguda y esta incluye flebitis, edema o síntomas embólicos. La TV también puede condicionar a la aparición del Síndrome post-trombótico hasta en un 7-46% de los pacientes, el cual se manifiesta con dolor crónico y edema de la extremidad cateterizada previamente. (13)

En cuanto al diagnóstico radiológico, algunos hallazgos reportados en los estudios de imagen además del evidente trombo que puede ser oclusivo o no oclusivo y tener localización intraluminal, mural o venosa, es la visualización de una vaina de fibrina intravascular. (15,16,17)

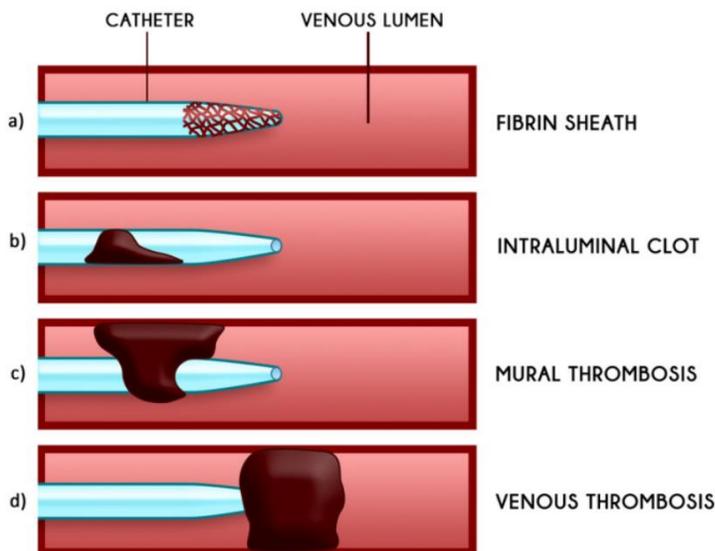


Figura 4. Distintos tipos de trombosis relacionada a la colocación de un catéter venoso central. Adaptado de Citla et al (2020) (28)

Existen múltiples modalidades de imagen a realizar en los pacientes con sospecha de TV. Inicialmente se ofrece el US Doppler venoso el cual se ha descrito tiene una sensibilidad de 91% y especificidad de 93% para la detección de TV, es simple, costo-efectivo y no invasivo; lo que se busca en este estudio es la no compresibilidad de la vena insonada y alteraciones en el patrón y velocidad del flujo venoso. (13) Otras modalidades que se pueden utilizar son la venografía contrastada en casos donde el US Doppler es negativo pero la sospecha de TV es alta, y la tomografía axial computarizada (TAC) y resonancia magnética en casos de TV que involucra vasculatura central o en pacientes en quienes no se puede realizar el US Doppler debido a presencia de vendajes o dispositivos, sin embargo no se utiliza en primera instancia debido a la exposición a radiación y necesidad de sedación intravenosa durante el procedimiento. (13)

Es relevante mencionar que a pesar de su importancia en la detección oportuna y diagnóstico certero, la mayoría de los TV son asintomáticos, resuelven de manera espontánea, no requieren tratamiento y no causan secuelas a largo plazo. (19)

IV. Ultrasonografía

IV a. Historia

El principio fundamental de la ultrasonografía surgió hace 200 años cuando Lazzaro Spallanzani, un biólogo italiano, teorizó que los murciélagos utilizan la ecolocación para cazar en la oscuridad. (20) Sin embargo el estudio de las ondas de sonido fue explorado inicialmente por el neurólogo austriaco Karl Dussik y su hermano Friederich Dussik, quienes utilizaron la transmisión ultrasónica a través del cráneo con la finalidad de descubrir anomalías en la forma de los ventrículos. Esto lo lograron moviendo el transmisor a través del cráneo, y registraron los patrones de luz y oscuridad en una placa fotográfica, lo cual fue llamado “hiperfonograma”. El principio físico involucrado era la atenuación del sonido a medida que pasaba por las estructuras craneales. Los Dussik publicaron sus hallazgos en 1942 y 1947. (21)

Las propiedades físicas del sonido fueron descritas por primera vez en el trabajo de Rayleigh llamado “La teoría del sonido”, el cual escribió en 1871 mientras se encontraba

de luna de miel navegando a través del Río Nilo. Posteriormente en 1880 los hermanos Pierre y Jacques Curie descubrieron el efecto piezoeléctrico, principio de la ultrasonografía convencional actual; sin embargo los estudios y su uso no se desarrolló hasta 70 años después, en la época de los cincuentas. La mayoría de la tecnología eléctrica se desarrolló para la invención y refinamiento del radar durante la Segunda Guerra Mundial, pero cabe mencionar que la técnica del eco pulsado ultrasónico se inventó durante la Primera Guerra Mundial por los gobiernos Francés e Inglés como método para la detección de submarinos enemigos. (21)

Sin embargo tuvieron que surgir tres ideas clave distintas, las cuales al unirse permitieron el exitoso desarrollo del ultrasonido. La primera de ellas, descrita por el físico alemán Alexander Behm en 1912, fue que el US pulsado podía utilizarse bajo el agua con la finalidad de medir la distancia entre estructuras al cronometrar el desplazamiento del eco; la segunda fue que el uso del US en lugar de frecuencias de sonido audibles producían un haz que podía revelar la distancia y dirección de un objeto, por lo que en 1915 Konstantín Tsiolkovski un físico soviético describió el sistema de US pulsado para la detección de submarinos; y la tercer idea y la más importante fue desarrollada por Paul Langevin un físico francés, previo estudiante de los hermanos Curie, quien estudió las propiedades del cristal de cuarzo y el efecto piezoeléctrico, idea que había sido rechazada por los franceses, Robert Boyle físico y químico inventor irlandés y el físico nuclear Ernest Rutherford. Este trabajo formó las bases para la detección por SONAR (Sound navigation and ranging), la cual fue completamente desarrollada durante la Segunda Guerra Mundial. (21)

El potencial del US para proveer información diagnóstica se describió más ampliamente en el primer Congreso Internacional de Ultrasonido en Medicina el cual sucedió en Erlangen, Alemania en 1949. Las primeras aplicaciones diagnósticas del US para patología abdominal fue por el médico estadounidense George Ludwig alrededor de 1940-1950, quien lo utilizó para la detección de litos vesiculares en modelos animales. En 1952 Jack Reid y Wild describieron por primera vez el escaneo en modo bidimensional en tiempo real, el cual utilizaron en una paciente para insonar el tejido mamario. El intervencionismo guiado por ultrasonido nació en el Primer Congreso Mundial sobre diagnóstico Ultrasonográfico en Medicina, el cual se llevó a cabo en Viena

en 1969, cuando el obstetra austriaco Alfred Kratochwil describió el uso del ultrasonido en modo A para marcaje previo a punción de una amniocentesis, protegiendo de esta manera la placenta. La primera punción guiada por ultrasonido en modo B fue la de un quiste renal maligno, realizada a finales de 1969; y hasta el año de 1974 se realizó la primera punción con escaneo dinámico por el grupo de daneses pioneros en ultrasonografía, cuando Fog Pedersen diseñó un transductor multielemento que incluía un dispositivo de punción, con el cual podría puncionar estructuras al mismo tiempo que las visualizaba en el monitor. (21)

IVb. Equipo de ultrasonido y knobología

En 1963 se comercializó la primera máquina de ultrasonido con fines médicos por la corporación de Vidoson Siemens, 50 años después aparecieron los primeros ultrasonidos portátiles, y actualmente siguen evolucionando al ser incluso disponibles en la palma de la mano con una Tablet o teléfono celular. (20)

El equipo consta de una pantalla, una interfaz con un teclado, y una variedad de botones para la manipulación y almacenamiento de imágenes.

A pesar de que existen muchos tipos de transductores, los cuatro tipos básicos son: el lineal, convexo, sectorial, e intracavitario. El transductor básico se compone de un cabezal, cable y conector, y éste es intercambiable en la misma máquina de ultrasonido. Respecto a la terminología ultrasonográfica, la “huella” es la zona del transductor que está en contacto directo con el paciente formando una ventana acústica, lo que determina el área de escaneo; esta zona es transmisora y receptora del rayo de US durante el escaneo. Los cristales piezoeléctricos se encuentran debajo de la zona de “huella” y toman la forma de la punta del transductor, actualmente son cristales sintéticos de circonita de plomo con titanio, comparables con aquellos de cuarzo anteriormente utilizados. Cada transductor posee una marca o muesca lateral a la zona de la “huella”, la cual es un marcador de orientación en la anatomía del paciente. (20)

El principio fundamental de penetración del tejido por el rayo de ultrasonido se expresa en Megahertz (MHz), y esto determina el tipo de ultrasonido que debe utilizarse con el paciente. Los transductores de alta frecuencia (6-15 MHz) proporcionan mejor resolución

en la imagen con menor penetración de tejido, lo cual es ideal al momento de insonar estructuras superficiales, entre ellas la vasculatura; por otro lado los transductores de baja frecuencia (2-5 MHz) se utilizan para visualizar estructuras profundas, por ejemplo aquellas localizadas en zona abdominal o pélvica.

Existen múltiples modos de ultrasonido entre los cuales destacan el modo B, modo M, Doppler Pulsado, Doppler Color, Doppler tisular, los cuales se pueden utilizar para la identificación de estructuras y características especiales de movimiento, flujo, pulsatilidad, y velocidades. (20)

IVc. Acceso vascular

Desde 1984 se ha abogado por el uso de US durante la colocación de un CVC bajo la premisa de que a pesar de que la guía anatómica en manos expertas puede ser eficaz, pasa por alto ciertas situaciones que dificultan la cateterización venosa como anomalías anatómicas, variaciones de calibre con el movimiento del paciente, o presencia de trombosis intravascular. (22)

Para la colocación de CVC guiado por US es preferido el modo B de insonación, en ocasiones coadyuvado por el modo de Doppler color para identificar las características del flujo vascular, con la finalidad de diferenciar entre arteria y vena, o incluso identificar flujo irregular característico de pseudoaneurismas iatrogénicos, fístulas o hematomas. Se utiliza la técnica de un operador, que bien puede ser guía ultrasonográfica indirecta con escaneo de la zona previo a la punción y posteriormente cateterización sin uso del US; o mayormente recomendada la guía directa en tiempo real durante la punción, la cual puede ser con dispositivos que incluyen la aguja en el transductor, o técnica a mano libre la cual es la preferida debido a que provee mayor flexibilidad en los movimientos, la cual consiste en sostener el transductor con una mano y la aguja con la otra. Esta última es la que requiere mayor habilidad y experiencia para ser llevada a cabo exitosamente. El escaneo puede ser longitudinal o “eje largo” vs transversal o “eje corto”; con visualización de la aguja “fuera de plano” o “dentro de plano”, que habla de la descripción espacial de la aguja con respecto al transductor. La elección depende de la localización del vaso, experiencia del operador, y relación del vaso con el resto de la anatomía; donde

usualmente la punción transversal requiere de menor experiencia por lo que es la elegida por los novatos. (22)

En la preparación se utiliza gel para ultrasonido estéril con la finalidad de optimizar la ventana acústica y se cubre el US con una bolsa estéril; previo a la punción se infiltra la zona con anestésico local lo cual también aumenta la ventana acústica. Posterior a la cateterización de la vena, se utiliza el ultrasonido para confirmar la posición intravascular correcta de la guía metálica.

Dentro de las desventajas del uso de US durante la colocación de CVC podemos mencionar que posee una curva de aprendizaje que toma tiempo, el costo del equipo, y el tiempo extra de procedimiento utilizado para preparar y vestir el ultrasonido, sin embargo todas son sobrepasadas por las ventajas antes mencionadas que son: visualización precisa del vaso, visualización de la progresión de la aguja, disminución del número de punciones, aumento de tasa de éxito, disminución tasa de complicaciones, control de localización del CVC. (22)

IVd. Protocolo RaCeVA

Se ha adoptado el uso del US durante la colocación de un CVC por sus múltiples funciones durante el procedimiento como la elección de la vena óptima, venopunción guiada, navegación y localización de la punta de la aguja, así como detección temprana de complicaciones.

La elección de la vena óptima a cateterizar debe realizarse no por familiaridad con el acceso, si no por la evaluación extensa previa de la anatomía vascular, tipo y duración de la terapia, tiempo de permanencia del CVC, resultados de laboratorio del paciente, uso previo de CVC, y comorbilidades subyacentes. Por esta razón se desarrolló el protocolo RaCeVA (Rapid Central Vein Assessment), presentado por primera vez en la 23va Junta Científica de Acceso Vascular en 2009, el cual es un proceso para la evaluación vascular rápida y efectiva, bajo un enfoque metódico y sistematizado, para la exclusión de anomalías venosas como TV, EV, compresión externa, variaciones

anatómicas en tamaño y forma, así como una evaluación anatómica completa de la zona para elegir el sitio de inserción óptimo para el paciente. (23)

Consiste en la evaluación previa al procedimiento para la elección de la vena, posteriormente la guía en tiempo real de la venopunción, detección temprana de complicaciones posterior a la punción, ecocardiografía transtorácica para localizar la punta del catéter, y por último para la detección de complicaciones tardías como trombosis, migración del CVC, o manga fibrosa. Este protocolo está diseñado para enseñar al operador los distintos abordajes al sistema venoso central, ayudarlo a escanear sistemáticamente todas las opciones de las venas disponibles a cateterizar, y para guiarlo a escoger la vena más apropiada con base en información racional y objetiva. (23)

Este protocolo está desarrollado para realizarse en menos de 2 minutos; y siempre debe realizarse bilateralmente. Los criterios de elección de la vena son el calibre de ésta, la profundidad a la que se encuentra, las variaciones de calibre con la respiración, el grado de compresión de la arteria, la proximidad a estructuras vitales, y la zona de salida del CVC con finalidad de conveniencia para cuidado y mantenimiento. (23)

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al menos el 85% de la TV en niños se relaciona con la presencia de un CVC, por lo que se considera el factor de riesgo más importante para su desarrollo. La TV asociada a CVC representa el 70% de todas las trombosis venosas profundas (TVP) de extremidades superiores, y el 10% de los tromboembolismos venosos (TEV). (24)

En Colombia se ha estimado la incidencia de TV en 0.4 a 1.0 por cada 10,000 personas en una población que incluye pacientes adultos y pediátricos, reportada desde 0.6-50% según si fue una TV sintomática detectada clínicamente, o asintomática detectada mediante búsqueda activa con método radiológico. (24)

En el registro canadiense de trombofilia en la infancia se ha reportado una incidencia de TV de 3.5/10,000 pacientes usuarios de CVC con diferentes diagnósticos de base; mientras que en un estudio prospectivo observacional realizado en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) del Hospital Universitario Central de Asturias, se reportó una tasa de 1.18% en una población entre los 0-216 meses de edad, a quienes se les colocó un CVC no tunelizado de poliuretano, no impregnado, colocado bajo guía anatómica. (25)

En la Universidad Médica de Viena en Austria se ha reportado una incidencia de 28% en pacientes pediátricos con enfermedad cardíaca congénita portadores de un CVC. (15) Mientras que en la UCIPs del Hospital Universitario de Karolinska en Estocolmo, reportan una porcentaje de incidencia de 30.3% de TV asociada a CVC en niños, con una tasa de 29.6 casos por cada 1,000 días de permanencia de CVC. (26)

La tasa de TV varía de acuerdo con la edad de la población, patología subyacente, y múltiples factores de riesgo asociados a las características del CVC y su método de colocación mencionados anteriormente, motivo por el cual la incidencia reportada es altamente variable. Por esta razón nuestro estudio posee alto impacto, ya que no existe literatura internacional o nacional que reporte la incidencia y características de la trombosis en los pacientes pediátricos a quienes se les colocó un CVC guiado por US.

La trascendencia de nuestro estudio radica en que la caracterización de la TV nos ayuda a definir factores de riesgo para el desarrollo de TV en un paciente usuario de un CVC. Estos nos ayuda a realizar una intervención temprana mediante la prevención e identificación de población susceptible con la finalidad de reducir tiempo de estancia intrahospitalaria, necesidad de volver a cateterizar lo cual conlleva riesgo de sedación y

de complicaciones por el procedimiento, morbimortalidad asociada a la TV, y costos al sistema de salud relacionados a la estancia intrahospitalaria, medicamentos, y materiales.

Nos brinda información sobre la TV específicamente en el paciente pediátrico en nuestra población lo cual nos permite educar a la familia sobre los beneficios y potenciales riesgos al momento de colocar un CVC con datos pertinentes a nuestra casuística, se disminuye gastos y se evita catástrofe económica familiar.

En cuanto al impacto social de nuestro estudio, la caracterización de la TV e identificación de factores de riesgo nos dictamina la conducta preventiva y potencialmente se disminuye el riesgo de TV asociada a la colocación de un CVC, disminuyendo así los costos del sistema de salud, así como el ausentismo laboral por parte de los padres debido a larga estancia intrahospitalaria.

Nuestro estudio pretende contribuir a caracterizar la TV asociada al uso de un CVC en los pacientes pediátricos mexicanos, debido a que no existe en la actualidad información en la literatura internacional o nacional, con la finalidad identificar factores de riesgo principalmente asociados con el método de colocación para reducir el riesgo de TV asociada a CVC.

CAPÍTULO IV

JUSTIFICACIÓN

La ausencia de literatura internacional y nacional que incluya población pediátrica mexicana, donde se caracterice la TV y EV asociada a la colocación de un CVC bajo guía ultrasonográfica fue aquello que nos motivó a realizar el presente estudio.

Es de carácter relevante debido a que es menester caracterizar a nuestra población para determinar si la incidencia y factores de riesgo descritos en estudios previos son compatibles con los nuestros, y de igual manera identificar los principales factores precipitantes en pos de una conducta preventiva para disminuir la tasa de morbimortalidad asociada a esta TV, el tiempo de estancia intrahospitalaria en aquellos paciente sintomáticos o con presencia de complicaciones secundarias a la TV, y los costos de la economía familiar y del sistema sanitario.

En nuestro centro, la mayoría de los CVC se colocan bajo guía ultrasonográfica en tiempo real, lo cual incrementa la eficacia y seguridad del procedimiento, y disminuye la tasa de complicaciones inmediatas y tardías. Por esta razón consideramos que poseemos un número considerable de pacientes a incluir en este estudio, con características distintas en cuanto a edad, sexo, vena y lado de sistema venoso cateterizado, abarcando distintas variables antes mencionadas como factores de riesgo a recalcar y estudiar.

CAPÍTULO V

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las características de la trombosis venosa posterior al retiro de un catéter venoso central colocado bajo guía ultrasonográfica en el paciente pediátrico?

CAPÍTULO VI

OBJETIVOS

I. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la trombosis venosa post retiro de catéter venoso central colocado bajo guía ultrasonográfica en el paciente pediátrico.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la presencia de trombosis venosa post retiro de catéter venoso central.
- Clasificar el trombo venoso en oclusivo o no oclusivo.
- Identificar si presenta estenosis el vaso que alojó el catéter venoso central.
- Calcular el porcentaje de ocupación del catéter venoso central en relación con el diámetro de la vena cateterizada.
- Identificar las causas de retiro del catéter venoso central.
- Relacionar la causa de retiro del catéter venoso central con la presencia de trombosis venosa.

CAPÍTULO VII

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda en la base de datos de accesos vasculares de pacientes que cumplían con los criterios de inclusión. Con estos datos, se creó una base de datos exprofeso para mayor control y seguridad de éstos. Posteriormente, se recolectaron las imágenes digitales de los pacientes que ingresaron al estudio, las cuales fueron:

- Imagen de ultrasonido de la vena elegida en el RaCeVA (Rapid Central Vein Assessment)
- Imágenes de control de la vena cateterizada, tomadas de 24 horas a 7 días posterior al retiro del catéter venoso central.

Posteriormente un médico radiólogo pediatra analizó las imágenes para identificar la presencia o ausencia de trombosis, catalogarlo como trombo oclusivo o no oclusivo y si el vaso presentó algún grado de estenosis. Finalmente se recolectaron todas las variables para realizar el análisis.

I. DISEÑO

Estudio observacional, transversal, retrospectivo, descriptivo.

II. TAMAÑO DE LA MUESTRA

No se hizo un cálculo probabilístico de la muestra, porque se incluyeron a todos los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión durante el periodo del 01 de mayo 2020 al 30 de abril 2021.

III. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes internados en el Hospital Universitario, “Dr. José Eleuterio González” a quienes se les haya colocado un catéter venoso central guiado por ultrasonido.
- Pacientes que cuenten con imágenes de RaCeVA de la vena elegida a cateterizar previo a la colocación del catéter venoso central, y que cuenten con ultrasonido de control de la vena cateterizada dentro de 24 horas a 1 semana posterior al retiro del catéter venoso central.

IV. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes con edad mayor a 16 años

- Pacientes con onfaloclisia venosa o catéter venoso central de inserción periférica (PICC)

V. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Pacientes que no cuenten con imágenes digitales de ultrasonido de la vena cateterizada posterior al retiro del catéter venoso central.
- Pacientes con datos incompletos en la base de datos, como el sexo, edad, vena cateterizada, lado de sistema venoso cateterizado, diámetro de la vena previo a la cateterización, diámetro del catéter venoso central, porcentaje de ocupación de la vena cateterizada por el catéter venoso central, presencia o ausencia de trombo venoso, presencia o ausencia de estenosis, tiempo de permanencia del catéter venoso central, causa de retiro del catéter venoso central.

VI. DEFINICIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN
Edad del paciente	Tiempo que ha vivido una persona, animal o vegetal.	Tiempo que ha vivido el paciente previo a que se le coloque el catéter venoso central.	Años (a)	Razón

Peso del paciente	Fuerza gravitacional universal que ejerce un cuerpo celeste sobre una masa.	Fuerza gravitacional que ejerce el planeta tierra sobre el cuerpo humano.	Kilogramos (kg)	Razón
Indicación de colocación de CVC	Acción y efecto de decir algo.	Motivo por el cual es necesaria la colocación de un catéter venoso central.	Nominal	Nominal
Vena cateterizada	Vaso o conducto por donde retorna la sangre al corazón.	Vaso por donde retorna la sangre al corazón, el cual es puncionado con la finalidad de canalizar e insertar un catéter venoso central.	Nominal	Nominal

Diámetro de la vena cateterizada	Recta que une dos puntos de una circunferencia, una curva cerrada o una esfera pasando por su centro.	Recta que une dos puntos de la circunferencia de una vena, pasando por su centro.	Milímetros (mm)	Razón
Diámetro del CVC	Recta que une dos puntos de una circunferencia, una curva cerrada o una esfera pasando por su centro.	Recta que une dos puntos de la circunferencia de un catéter venoso central, pasando por su centro.	Milímetros (mm)	Razón
Motivo de retiro	Causa o razón que mueve para algo.	Causa o razón para extracción de catéter venoso central.	Nominal	Nominal

Días de permanencia de CVC	Periodo de 24 horas, que corresponde aproximadamente al tiempo en que la tierra da una vuelta completa sobre su propio eje.	Periodo de permanencia del catéter venoso central dentro de la vena cateterizada medido en días.	Días	Razón
Presencia de trombo en la vena cateterizada	Asistencia o estado de una cosa que se halla delante de otra u otras o en el mismo sitio que ellas.	Asistencia o estado de un trombo venoso dentro de una vena que alojó anteriormente en su interior un catéter venoso central.	Nominal	Nominal
Localización del trombo	Acción y efecto de averiguar el lugar en que se halla alguien o algo.	Acción de averiguar el lugar en que se halla el trombo venoso dentro de la vena que alojó un catéter venoso central.	Ordinal con respecto a la zona de punción.	Ordinal

<p>Oclusión secundaria a trombosis de vena cateterizada.</p>	<p>Acción y efecto de cerrar un conducto o una abertura, de modo que no se pueda abrir naturalmente.</p>	<p>Acción y efecto de cierre de lumen de una vena que alojó previamente un catéter venoso central en su interior.</p>	<p>Dicotómica: si o no</p>	<p>Nominal</p>
<p>Estenosis de vena cateterizada.</p>	<p>Estrechamiento de un orificio o conducto.</p>	<p>Estrechamiento de lumen de una vena que alojó previamente un catéter venoso central en su interior.</p>	<p>Dicotómica: si o no</p>	<p>Nominal</p>
<p>Tiempo de procedimiento</p>	<p>Magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, establecimiento un pasado, un presente y un futuro</p>	<p>Número de segundos necesarios para realizar la venopunción y colocación de un catéter venoso central guiado por ultrasonido.</p>	<p>Minuto (min)</p>	<p>Razón</p>

Número de venopunciones durante procedimiento	Expresión de una cantidad con relación a su unidad.	Cantidad de punciones necesarias para canalizar exitosamente la vena.	Numeración arábica	Razón
--	---	---	--------------------	-------

Tabla 2. Definición de variables

VII. LUGAR DE REFERENCIA

El estudio se llevó a cabo en el Hospital Universitario “José Eleuterio González” (Fig. 5), de la Universidad Autónoma de Nuevo León, localizado en la ciudad de Monterrey.



Figura 5. Hospital Universitario “José Eleuterio González”.

VIII. INFRAESTRUCTURA Y APOYO TÉCNICO DISPONIBLE

Este proyecto se realizó en el Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, e incluyó al Departamento de Pediatría con la colaboración del Departamento de Radiología.

Infraestructura Departamento de Pediatría

- Ultrasonido Sonosite Edge. (Fig. 6)



Figura 6 Ultrasonido Sonosite Edge

- Transductor tipo Hockey Stick de 7 a 13 Mhz. (Fig, 7)



Figura 7. Transductor tipo Hockey Stick de 7 a 13 Mhz

- Computadora MacBook Pro ® (Fig. 8)



Figura 8. Computadora MacBook Pro ®

- Software Microsoft 365
- Sala de profesores
- Sala de juntas de Subdirección de Posgrado

Infraestructura Departamento de Radiología

- Computadora MacBook Pro ® (Fig. 8)
- Oficina de Maestros del Departamento de Radiología

IX. CAPTURA, PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Una vez con la base de datos desarrollada y completa en programa Excel, se analizaron mediante el programa IBM SPSS Statistics 21. Se obtuvieron de todas las variables evaluadas, los estadísticos descriptivos tradicionales (medidas de tendencia central, dispersión y posición) para las variables cuantitativas, así como frecuencias observadas en las variables de tipo cualitativas.

Las variables fueron segmentadas según los factores de interés establecidos en los objetivos, y contrastados mediante pruebas de hipótesis para medias (T de Student o U de Mann Whitney según distribución) y para proporciones (prueba Z) a una confiabilidad del 95%; la búsqueda de correlación y asociación se realizó mediante las pruebas de Pearson o Sperman (según distribución) y Chi2 respectivamente, a la misma confiabilidad del 95%.

CAPITULO VIII

RESULTADOS

I. DEMOGRAFÍA

En términos de resultados demográficos el 51% de nuestra población correspondía al sexo masculino (N=25), y el 49% al femenino (N=24), la mediana de edad en la muestra completa fue de 0.4 (0-18) años , con una mediana de peso de 4.3 (1-75) kg.

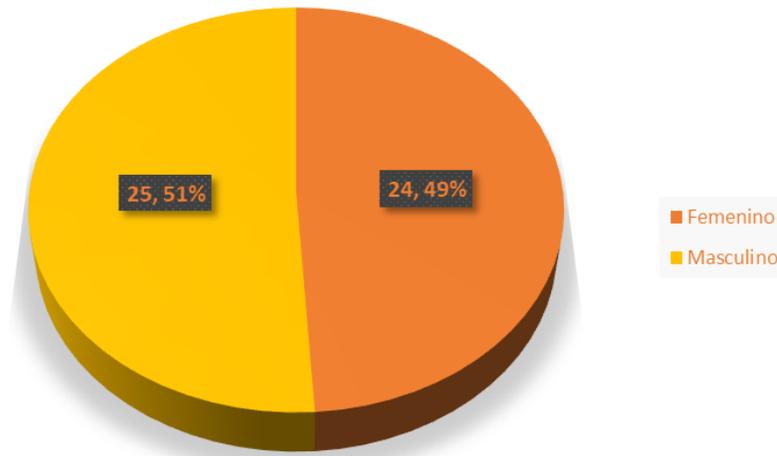


Figura 9. Demografía poblacional: sexo de los pacientes.

Parámetro	Edad (años)	Peso (kg)
Media	2.7	11.5
Desv. tip.	4.782	16.207
Mínimo	0	1
Máximo	18	75

Tabla 5. Características de la población del estudio.

Los CVC utilizados fueron Arrow ® 4 Fr. o 7 Fr. doble o triple lumen de acuerdo a la edad y necesidades de cada paciente. El motivo de colocación del CVC fue para recibir antibioticoterapia en 16 (32.6%), pre quirúrgico en 14 (28.5%), monitorización hemodinámica en 6 (12.2%), necesidad de quimioterapia en 5 (10.2%), por un acceso venoso difícil en 4 (8.1%), para NPT en 2 (4%), y para transfusión de hemoderivados en el 2 (4%).

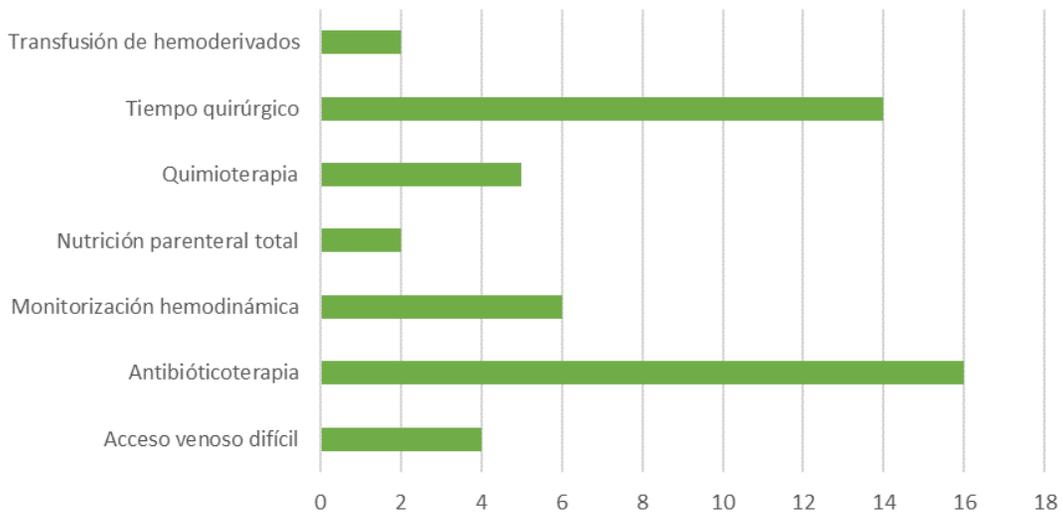


Figura 10. Motivo de colocación del catéter venoso central.

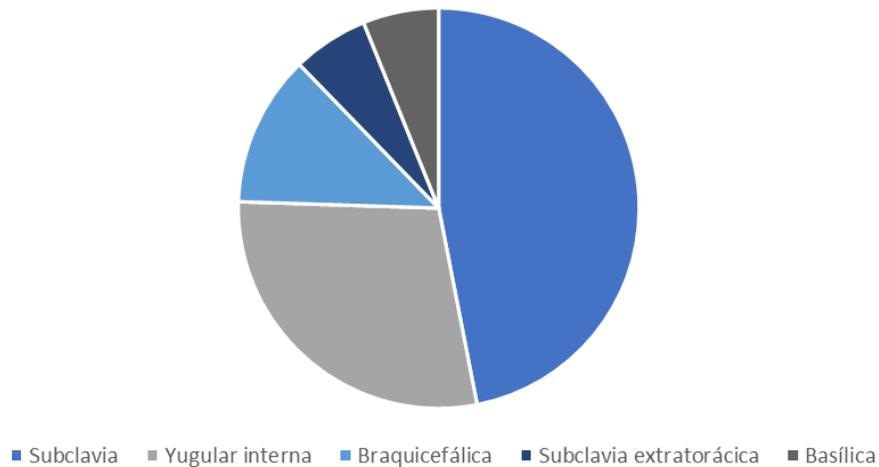


Figura 11. Vena elegida para la colocación del catéter venoso central.

El acceso venoso fue en la VSub en 23 (46.9%) de los pacientes, VYI en 14 (28.5%), vena braquiocefálica (VBr) en 6 (12.2%), vena subclavia extratorácica (VSubE) en 3 (6.1%), y vena basílica (VBa) en 3 (6.1%). El sistema venoso cateterizado fue predominantemente izquierdo en 26 (53.1%), y derecho en 23 (46.9%).

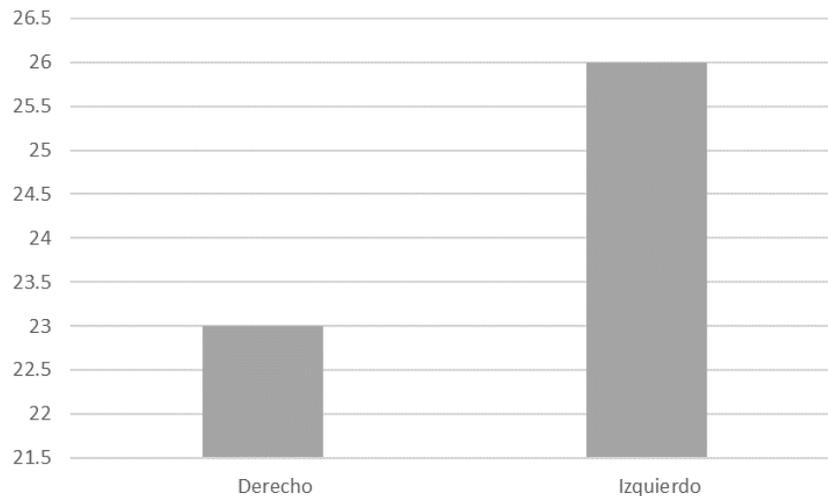


Figura 12. Lateralidad del sistema venoso elegido para la colocación del catéter venoso central.

Previo a la colocación del CVC se estimó el diámetro de la vena cateterizada, con una mediana de 3.5 (2-9) mm y el diámetro del CVC que se utilizó, con una mediana de 1.2 (1-2) mm; posterior a la colocación del CVC se midió el porcentaje de ocupación, con una mediana de 35.2% (14-85%). Las variables relevantes durante el procedimiento fueron el número de punciones que recibió el paciente con una mediana de 1 (1-3), y el tiempo de procedimiento, el cual se tomó desde la colocación de los campos estériles hasta la colocación del parche estéril, con una mediana de 13 (11-21) minutos.

Los CVC colocados tuvieron un tiempo de permanencia con una mediana de 11 (2-61) días; de los cuales 29 (59.1%) se retiró debido a que el paciente había completado su

tratamiento, en 13 (26.5%) se retiró debido a presencia de bacteriemia, en 3 (6.1%) por disfunción del CVC, en 3 (6.1%) presentó una salida accidental, y en 1 (2%) por una sospecha de infección asociada a CVC.

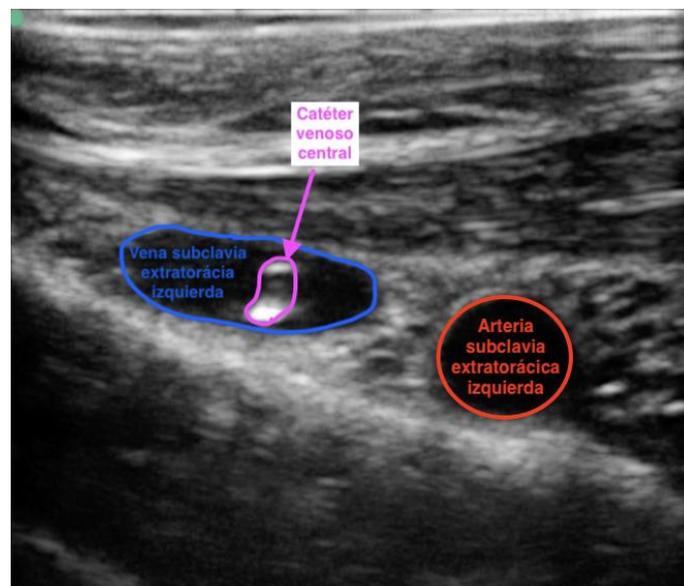


Figura 13. Vista en eje corto (transversal) de vena subclavia extratorácica izquierda con presencia de catéter venoso central en su interior.

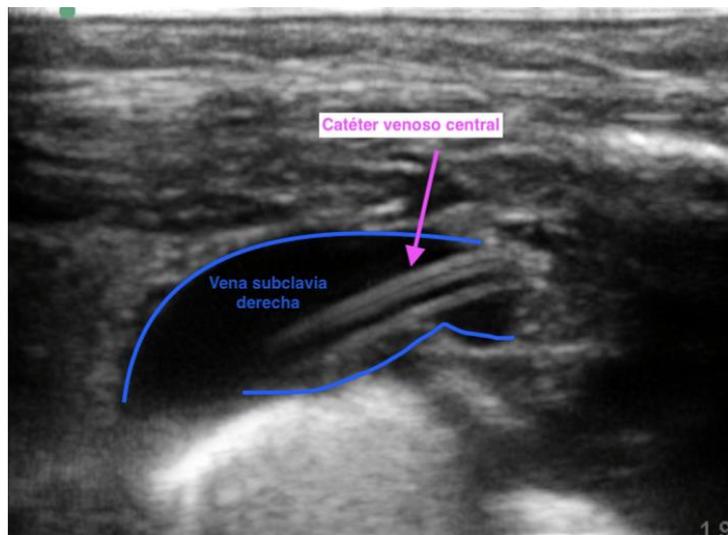
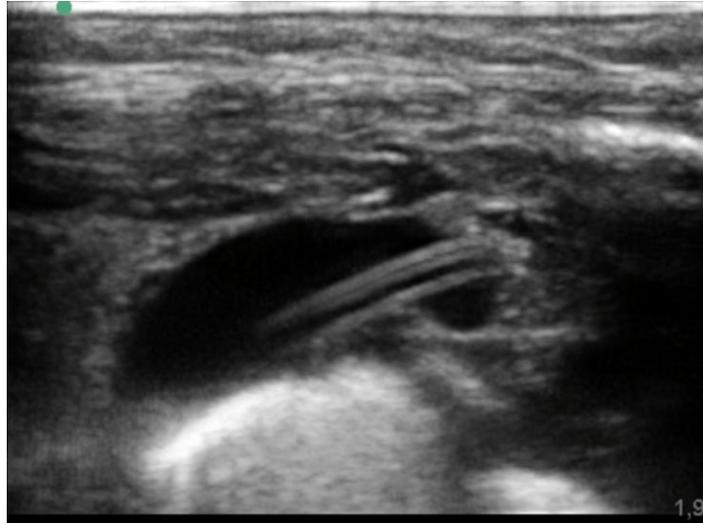


Figura 14. Vista en eje largo (longitudinal) de vena subclavia derecha con presencia de catéter venoso central en su interior.

Parámetros	Diámetro de vena	Diámetro de CVC	Porcentaje de ocupación	Número de punciones	Tiempo de procedimiento	Tiempo de permanencia
Media	3.8	1.3	39.8	1.45	16.2	13.59
Desv. tip.	1.407	0.414	16.45	0.765	13.528	2.159
Mínimo	2	1	14	1	2	11
Máximo	9	2	85	3	61	21

Tabla 6. Datos relevantes a la técnica de cateterización.

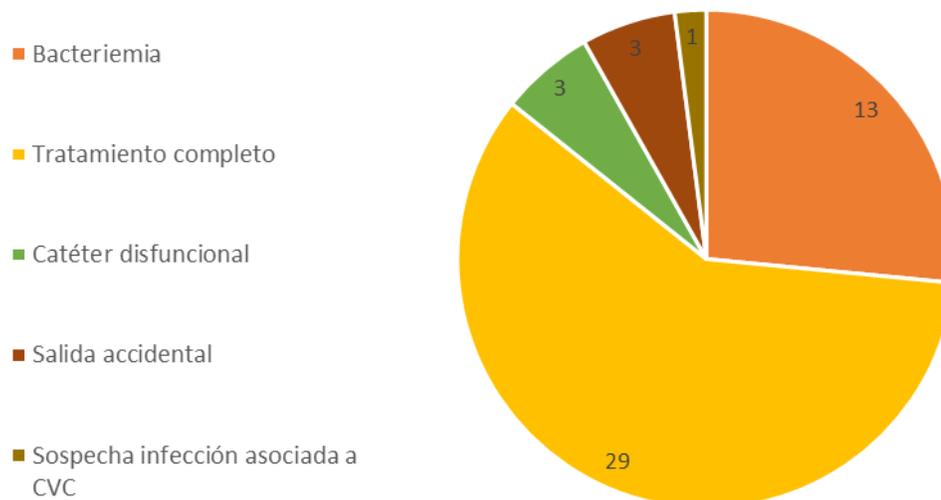


Figura 15. Motivo de retiro del catéter venoso central

En el seguimiento posterior al retiro se identificó TV en 19 (38.7%), y EV en 27 (55.1%). Con respecto a la EV se estimó un diámetro venoso posterior al retiro del CVC con una mediana de 3.3 (0-8) mm, y se identificó EV en 27 (55.1%) de los pacientes. Se decidió recolocar el CVC en 12 (24%) de los pacientes.

II. TROMBOSIS

En la población general, se identificó TV en el 38.7 %. Dentro del grupo con evento trombótico (N=19), 10 (52.6%) pacientes fueron del sexo masculino, con una mediana de edad de 0 (0-17) años, $p = 0.033$, y una mediana de peso de 7.05 (1-60) kg, $p = 0.027$; mientras que en el grupo sin evento trombótico (N=30), 15 (50%) pacientes correspondían al sexo masculino, la mediana de edad fue 0 (0-18) años, $p = 0.033$, y la mediana de peso fue de 14.4 (1-75) kg, $p = 0.027$. (Tabla 3)

En el grupo con evento trombótico el principal motivo de colocación del CVC fue para recibir antibioticoterapia en 7 (36.8%) pacientes, mientras que en el grupo negativo para trombosis fue en 10 (33.3%). La principal vena cateterizada en el grupo positivo para trombosis fue la VYI en 9 (47.3%) casos, $p = 0.020$, predominantemente en el lado derecho en 10 (52.6%) casos, mientras que en aquellos pacientes sin evento trombótico se cateterizó la VSub en 17 (56.6%) casos, predominantemente en el lado izquierdo en 17 (56.7%) de ellos. (Tabla 3)

	Total (N=49)	Trombosis venosa		p
		Sí (N= 19)	No (N= 30)	
Sexo				
Masculino	25 (51%)	10 (52.6%)	15 (50%)	0.545
Femenino	24 (49%)	9 (47.4%)	15 (50%)	0.545
Edad (años)	0.4 (0-16)	0 (0-15)	1.5 (0-16)	0.033
Peso (kg)	4.30 (1-75)	7.05(1-60)	14.4(1-75)	0.027
Motivo de colocación				
Acceso venoso difícil	4 (8.1%)	2 (10.5%)	2 (6.6%)	0.446
Antibióticoterapia	16 (32.6%)	7 (36.8%)	9 (30%)	0.446
Monitorización hemodinámica	6 (12.2%)	4 (21%)	2 (6.6%)	0.446
Nutrición parenteral total	2 (4%)	1 (5.2%)	1 (3.3%)	0.446
Quimioterapia	5 (10.2%)	1 (5.2%)	4 (13.3%)	0.446
Tiempo quirúrgico	14 (28.5%)	4 (21%)	10 (33.3%)	0.446
Transfusión de hemoderivados	2 (4%)	0 (0%)	2 (6.6%)	0.446
Vena cateterizada				
Subclavia	23 (46.9%)	6 (31.5%)	17 (56.6%)	0.07
Yugular interna	14 (28.5%)	9 (47.3%)	5 (16.6%)	0.02
Braquicefálica	6 (12.2%)	3 (15.7%)	3 (10%)	0.07
Subclavia extratorácica	3 (6.1%)	1 (5.2%)	2 (6.6%)	0.07
Basílica	3 (6.1%)	0 (0%)	3 (10%)	0.07
Lado cateterizado				
Derecho	23 (46.9%)	10 (52.6%)	13 (43.3%)	0.366
Izquierdo	26 (53.1%)	9 (47.4%)	17 (56.7%)	0.366
Diámetro de vena cateterizada (mm)	3.50(2-9)	3.9 (2-7)	3.25 (2-9)	0.199
Diámetro de CVC (mm)	1.20 (1-2)	1.2 (1-2)	1.2 (1-2)	0.361
Porcentaje de ocupación (%)	35.2(14-85)	33.3 (14-52)	37.5 (20-85)	0.03
Número de punciones	1 (1-3)	1 (1-3)	1 (1-3)	0.518
Tiempo de procedimiento (min)	13(11-21)	12 (11-19)	13 (11-21)	0.316
Tiempo de permanencia (días)	11 (2-61)	13 (4-59)	10.5 (2-61)	0.607
Causa de retiro				
Tratamiento completo	29 (59.1%)	9 (47.3%)	20 (66.6%)	0.415
Bacteriemia	13 (26.5%)	7 (36.8%)	6 (20%)	0.415
Disfunción	3 (6.1%)	2 (10.5%)	1 (3.3%)	0.415
Accidental	3 (6.1%)	1 (5.3%)	2 (6.7%)	0.415
Sospecha CLABSI	1 (2%)	0 (0%)	1 (3.3%)	0.415
Trombo venoso oclusivo	1 (2%)	1 (5.2%)	0 (0%)	0.388
Posición del trombo venoso				
Previo a zona de punción	14 (28.5%)	12 (63.1%)	2 (6.6%)	1
Posterior a zona de punción	5 (10.2%)	4 (21%)	1 (3.3%)	1
Diámetro de vena cateteriza post retiro CVC (mm)	3.30 (0-8)	3.20 (0-5)	3.45 (0-8)	0.466
Estenosis venosa	27 (55.1%)	16 (84.2%)	11 (36.6%)	0.001
Recolocación de CVC	12 (24.4%)	4 (21%)	8 (26.6%)	0.743

Tabla 3. Trombosis venosa post retiro de catéter venoso central colocado bajo guía ultrasonográfica.

En cuanto a las variables relevantes durante el procedimiento, se encontró que en los pacientes con evento trombótico el diámetro de la vena cateterizada fue de 3.9 (2-7) mm, el diámetro de CVC fue de 1.2 (1-2) mm, y el porcentaje de ocupación fue de 33.3% (14-52%), $p = 0.030$; contra un diámetro venoso de 3.25 (2-9) mm, diámetro de CVC 1.2 (1-2) mm, y porcentaje de ocupación de 37.5% (20-85%), $p = 0.030$, en aquellos pacientes sin trombosis.

El número de punciones que recibieron los pacientes con trombosis positiva fue de 1 (1-3), igual al de aquellos sin trombosis; el procedimiento en pacientes con evento trombótico tuvo una duración de 12 (11-19) min, similar a la del grupo con trombosis negativa el cual fue de 13 (11-21) min; y el tiempo de permanencia del CVC fue de 13 (4-59) días en aquellos pacientes con presencia de trombo, mientras que en los pacientes sin TV fue de 10.5 (2-61) días.

La principal causa de retiro en ambos grupos fue por haber completado su tratamiento, correspondiendo en 9 (47.3%) casos, y 20 (66.6%) casos en el grupo con trombosis y sin trombosis respectivamente.

En aquellos pacientes con evento trombogénico (N= 19) la posición predominante del trombo fue en la zona de punción de la vena en 12 (63.1%), y 4 (21%) posterior a la zona de punción, donde 1 (5.2%) de ellos fue de carácter oclusivo. Por último, de aquellos pacientes quienes presentaron TV, 16 (84.2%), $p = 0.001$ presentó EV concomitante, a diferencia de aquellos sin evento trombótico, donde se presentó únicamente en 11 (36.6%), $p = 0.001$.

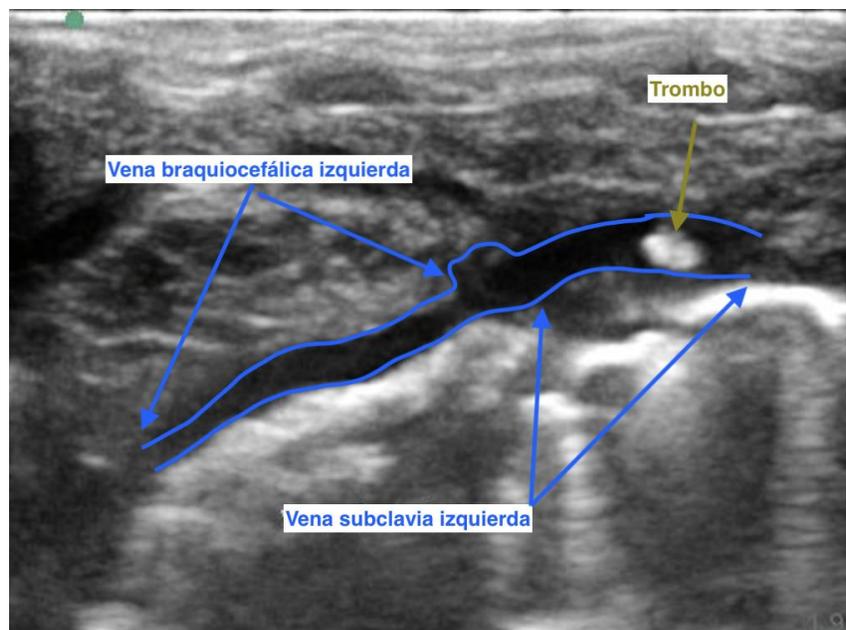


Figura 16. Vista en eje largo (longitudinal) de trombo venoso oclusivo no sintomático localizado en el sitio de entrada del catéter en la vena subclavia izquierda.

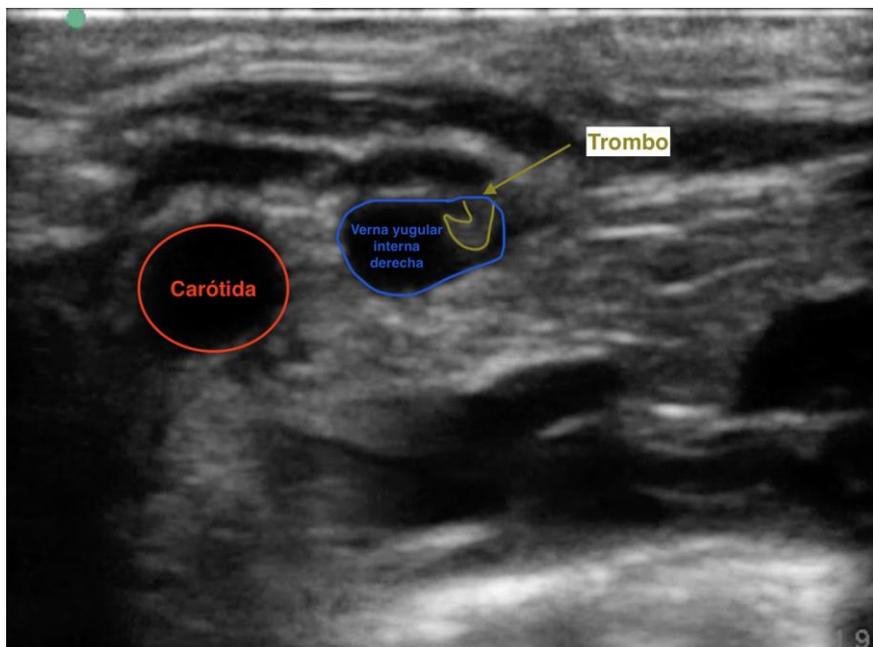
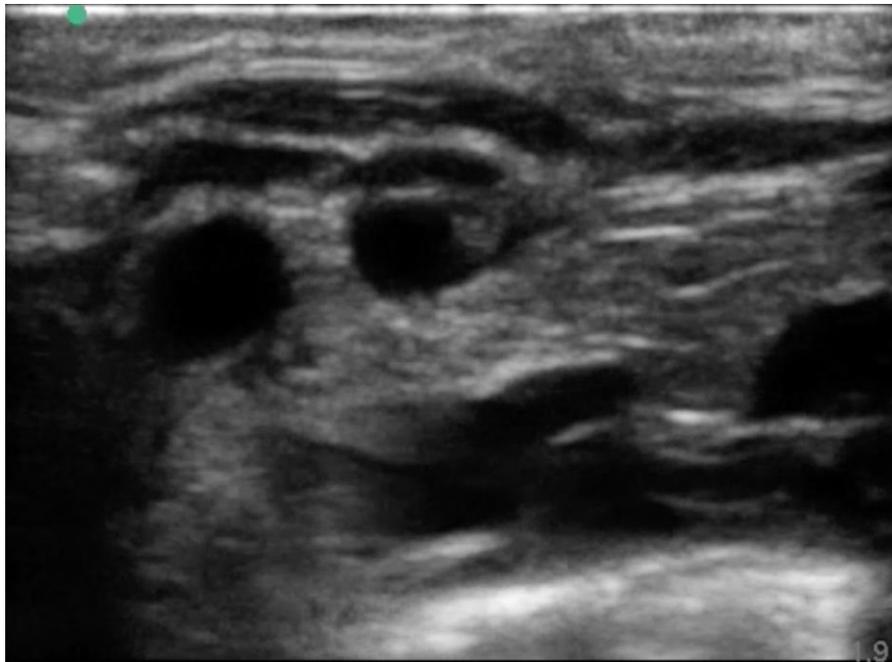


Figura 17. Vista en eje corto (transversal) de trombo venoso no oclusivo localizado en sitio de entrada de catéter en la vena yugular interna derecha.

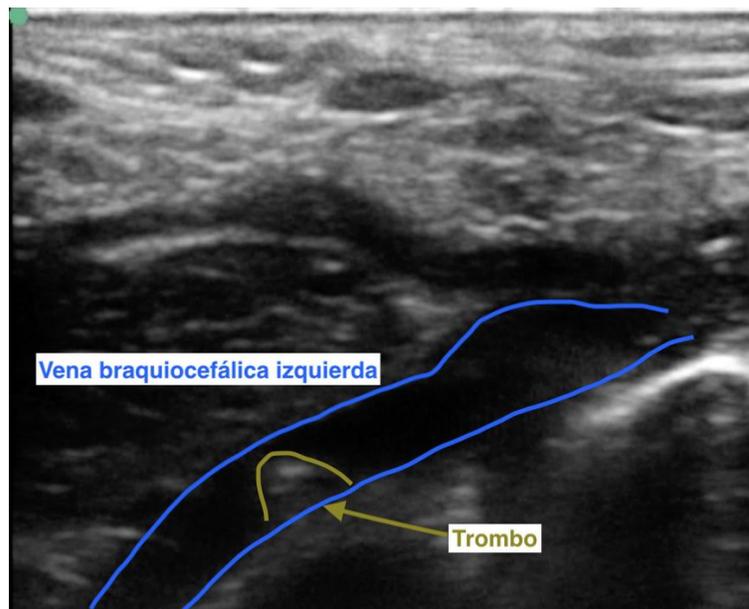
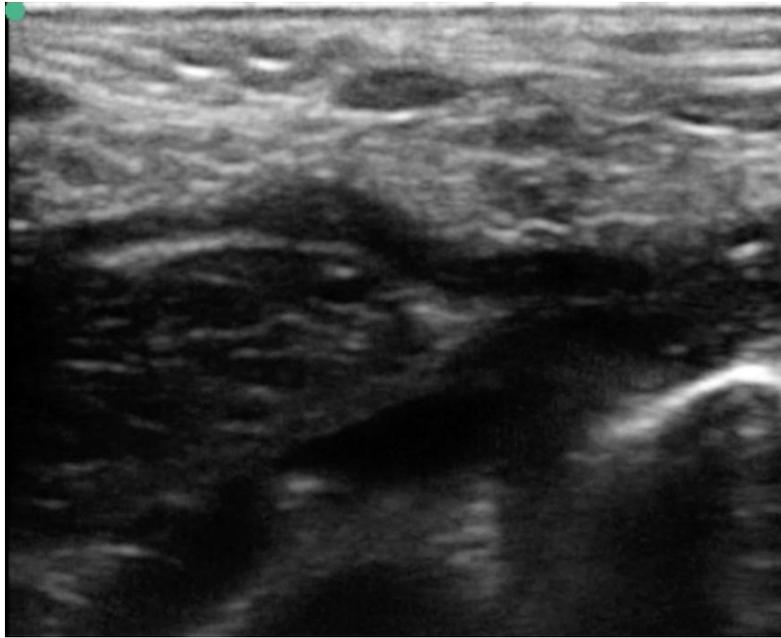


Figura 18. Vista en eje largo (longitudinal) de trombo venoso no oclusivo localizado dentro de la vena braquiocefálica izquierda, de paciente a quien se le colocó un catéter venoso central en vena subclavia izquierda.

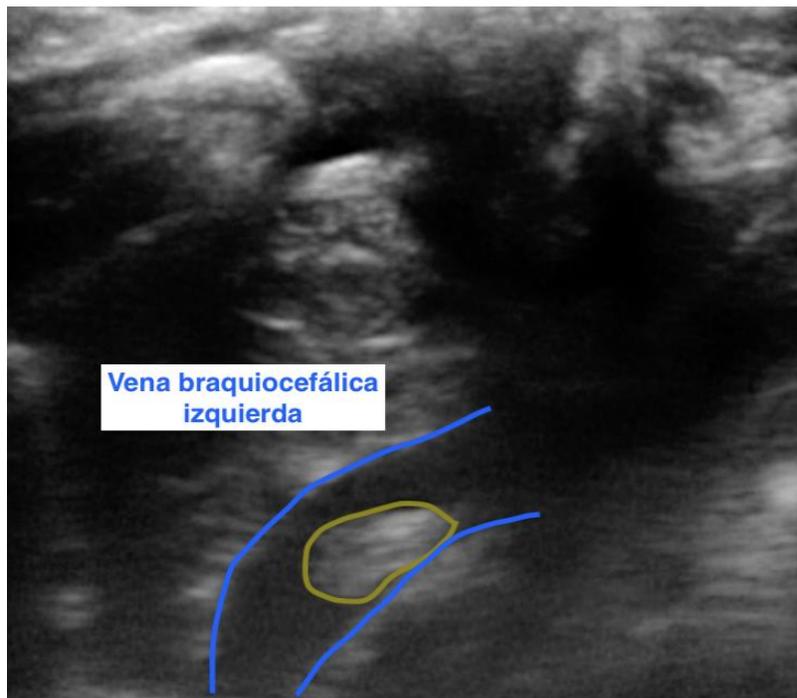
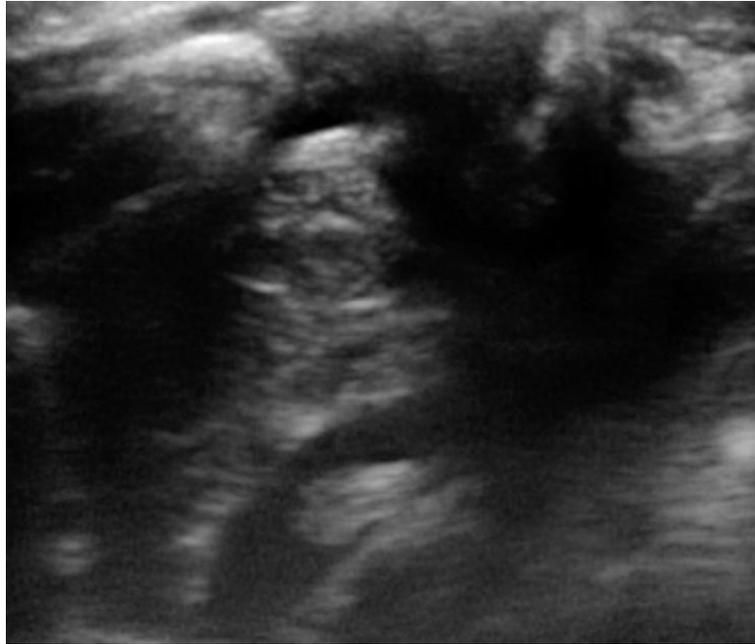


Figura 19. Vista en eje largo (longitudinal) de trombo venoso no oclusivo localizado dentro de la vena braquiocefálica izquierda.

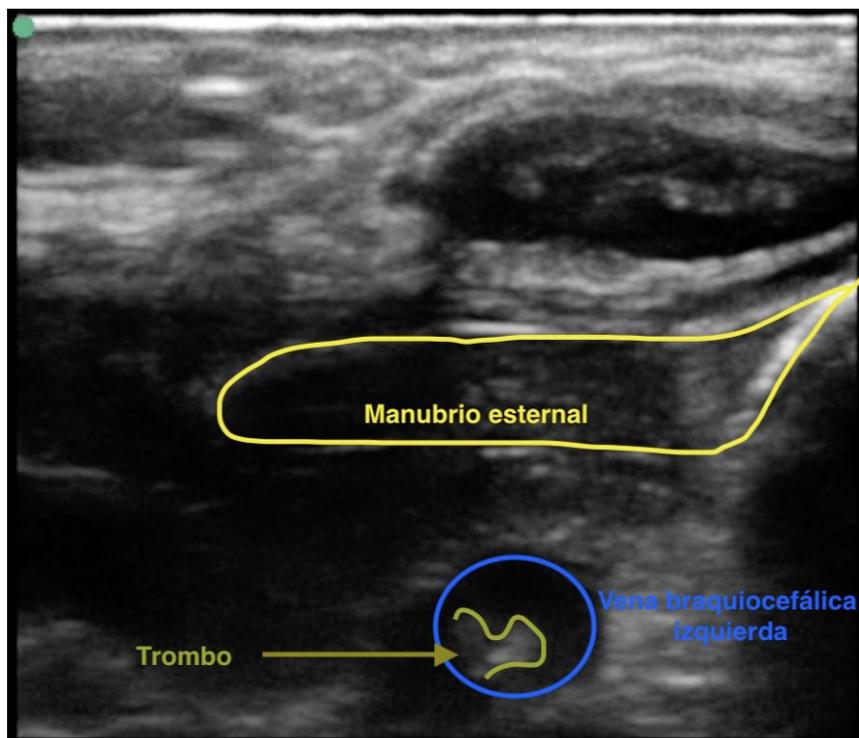
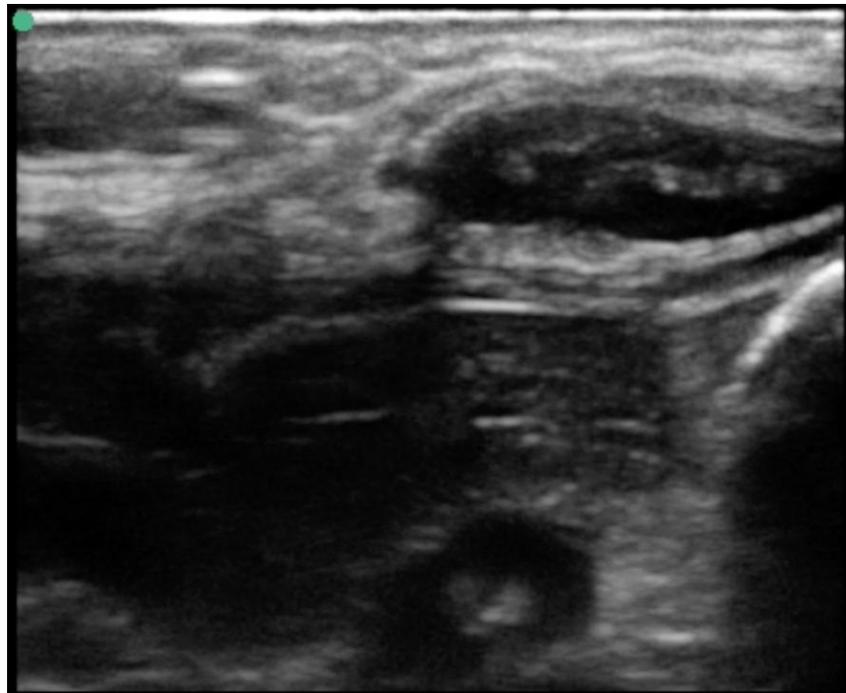


Figura 20. Imagen ultrasonido eje corto (transversal) vena braquiocefálica izquierda con trombo mural no oclusivo.

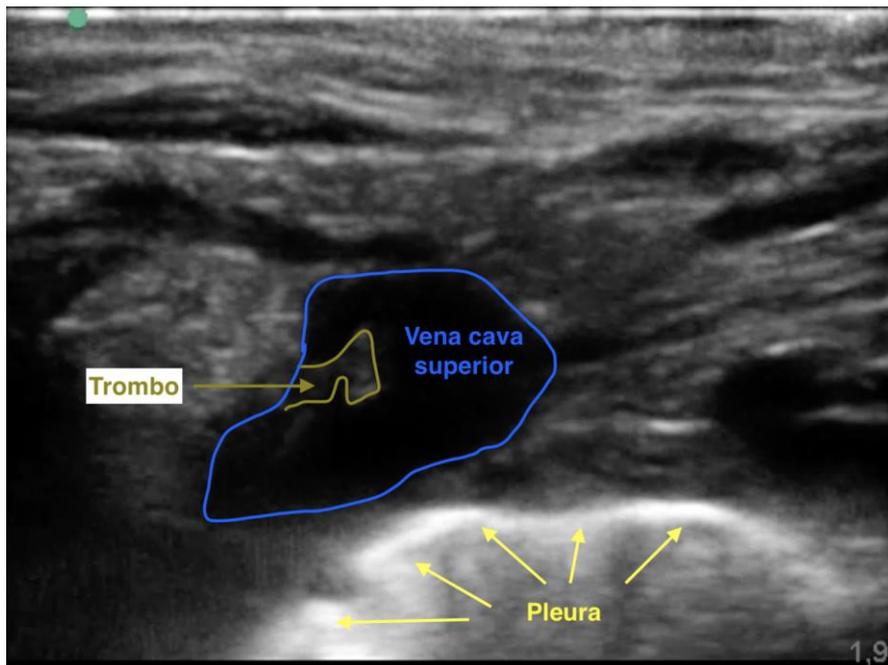
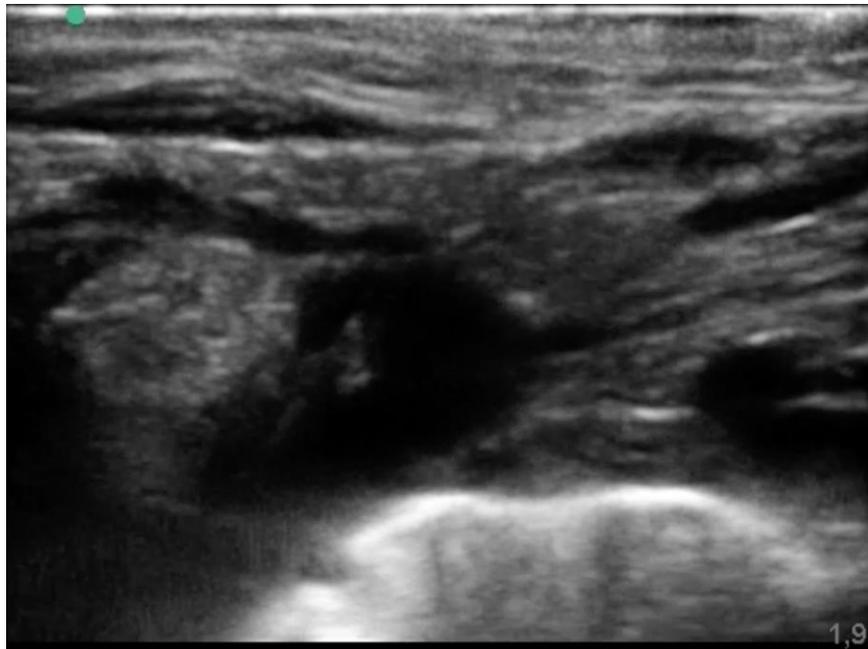


Figura 21. Imágen en eje corto (transversal) en vena cava superior derecha con trombo mural no oclusivo de catéter colocado en vena yugular interna derecha.

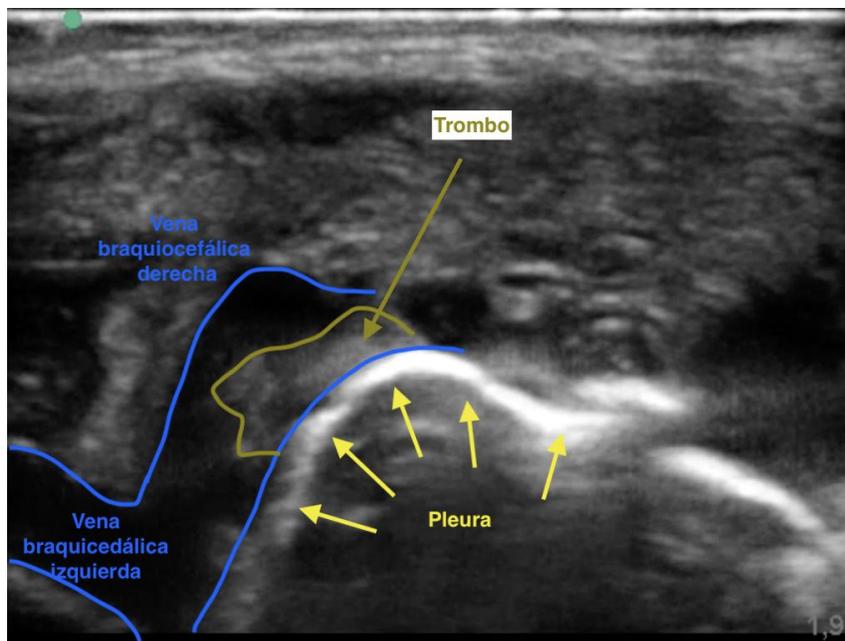
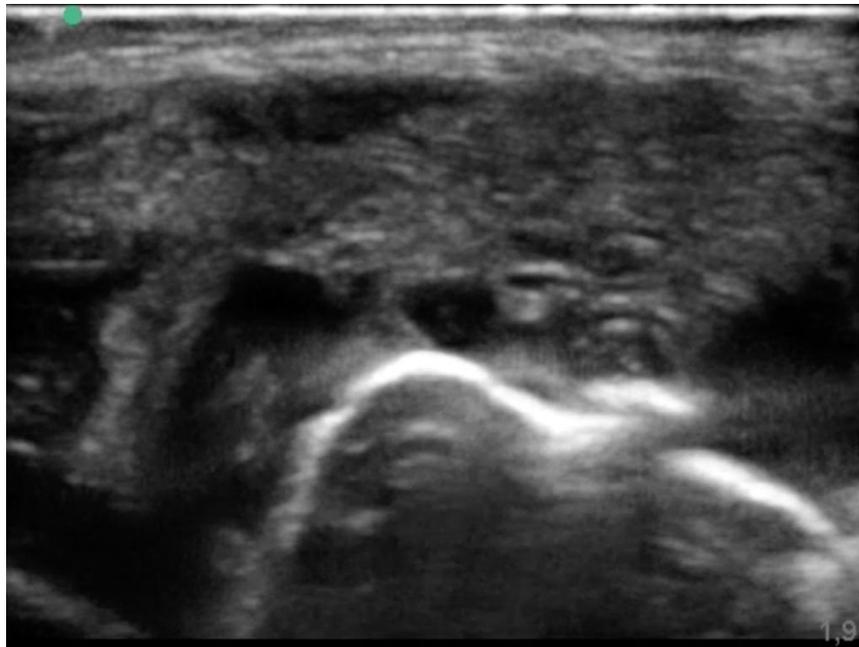


Figura 22. Imagen de ultrasonido eje largo (longitudinal) de vena braquiocefálica izquierda con trombo, de paciente quien tuvo un catéter en vena subclavia derecha.

En este grupo se reportaron diferencias significativas, donde el menor peso y edad de los pacientes, la cateterización de la VYI, y el porcentaje de ocupación de 33.3%, fungieron como factores de riesgo para presentar evento trombótico, el cual a su vez presentó una asociación significativa con la presencia de estenosis hasta en un 84.2% de los pacientes. Las variables tuvieron una distribución no-paramétrica, y la prueba de U de Mann-Whitney fue utilizada para comparar medias independientes.

III. ESTENOSIS

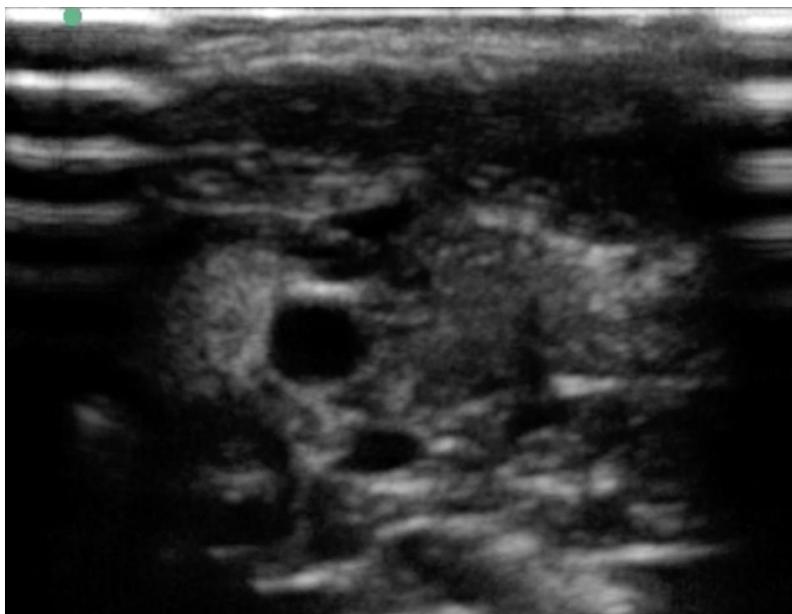
En la población general se identificó EV en el 55.1%. Dentro del grupo con evento de estenosis (N=27), 15 (55.5%) fueron del sexo masculino, con una mediana de edad de 0 (0-18) años, $p = 0.016$, y una mediana de peso de 2.95 (1-75) kg; mientras que en el grupo sin evento estenótico (N=22), 12 (54.5%) correspondía al sexo femenino, la mediana de edad fue 2 (0-17) años, $p = 0.016$, y la mediana de peso fue de 11.4 (1-44) kg. (Tabla 4)

En el grupo con evento de estenosis el principal motivo de colocación del CVC fue para recibir antibioticoterapia en 9 (33.3%) casos, mientras que en el grupo negativo para estenosis fue para pre quirúrgico y antibioticoterapia, cada uno con 7 (31.8%) casos respectivamente. Las principales venas que se cateterizaron en el grupo positivo para estenosis fueron la VYI y VSub con 11 (40.7%) casos cada una, con una $p = 0.037$ para la VYI, predominantemente en el lado derecho en 11 (55.5%), mientras que en aquellos pacientes sin evento estenótico se cateterizó la VSub en 12 (54.5%) casos, predominantemente en el lado izquierdo en 14 (63.3%). (Tabla 4)

	Total (N=49)	Estenosis venosa		p
		Sí (N= 27)	No (N= 22)	
Sexo				
Masculino	25 (51%)	15 (55.5%)	10 (45.5%)	0.339
Femenino	24 (48.9%)	12 (44.4%)	12 (54.5%)	0.339
Edad (años)	0.40 (0-16)	0 (0-16)	2 (0-15)	0.016
Peso (kg)	4.30 (1-75)	2.95 (1-75)	11.4 (1-44)	0.117
Motivo de colocación				
Acceso venoso difícil	4 (8.1%)	2 (7.4%)	2 (9%)	0.844
Antibióticoterapia	16 (32.6%)	9 (33.3%)	7 (31.8%)	0.844
Monitorización hemodinámica	6 (12.2%)	3 (11.1%)	3 (13.6%)	0.844
Nutrición parenteral total	2 (4%)	2 (7.4%)	0 (0%)	0.844
Quimioterapia	5 (10.2%)	3 (11.1%)	2 (9%)	0.844
Tiempo quirúrgico	14 (28.5%)	7 (25.9%)	7 (31.8%)	0.844
Transfusión de hemoderivados	2 (4%)	1 (3.7%)	1 (4.5%)	0.844
Vena cateterizada				
Subclavia	23 (46.9%)	11 (40.7%)	12 (54.5%)	0.218
Yugular interna	14 (28.5%)	11 (40.7%)	3 (13.6%)	0.037
Braquicefálica	6 (12.2%)	2 (7.4%)	4 (18.1%)	0.218
Subclavia extratorácica	3 (6.1%)	2 (7.4%)	1 (4.5%)	0.218
Basílica	3 (6.1%)	1 (3.7%)	2 (9.1%)	0.218
Lado cateterizado				
Derecho	23 (46.9%)	15 (55.5%)	8 (36.3%)	0.147
Izquierdo	26 (53%)	12 (44.4%)	14 (63.6%)	0.147
Diámetro de vena cateterizada (mm)	3.5 (2-9)	3.9 (2-9)	3.2 (2-7)	0.041
Diámetro de CVC (mm)	1.2 (1-2)	1.2 (1-2)	1.2 (1-2)	0.699
Porcentaje de ocupación (%)	35.2 (14-85)	30.7 (14-85)	38.7 (22-79)	0.009
Número de punciones	1 (1-3)	1 (1-3)	1 (1-3)	0.543
Tiempo de procedimiento (min)	13 (11-21)	13 (11-21)	13 (11-17)	0.687
Tiempo de permanencia (días)	11 (2-61)	13 (4-59)	10.5 (2-61)	0.724
Causa de retiro				
Tratamiento completo	29 (59.1%)	14 (51.8%)	15 (68.1%)	0.191
Bacteriemia	13 (26.5%)	8 (29.6%)	5 (22.7%)	0.191
Disfunción	3 (6.1%)	3 (11.1%)	0 (0%)	0.191
Accidental	3 (6.1%)	2 (7.4%)	1 (4.5%)	0.191
Sospecha CLABSI	1 (2%)	0 (0%)	1 (4.5%)	0.191
Trombo venoso oclusivo	1 (2%)	1 (3.7%)	0 (0%)	0.551
Diámetro de vena cateteriza post retiro CVC (mm)	3.30 (0-8)	2.70 (0-8)	3.75 (2-8)	0.002
Trombosis venosa	19 (38.7%)	16 (59.2%)	3 (13.6%)	0.001
Recolocación de CVC	12 (24.4%)	5 (18.5%)	7 (31.8%)	0.228

Tabla 4. Estenosis venosa post retiro de catéter venoso central colocado bajo guía ultrasonográfica.

En cuanto a las variables relevantes durante el procedimiento, se encontró que en los pacientes con evento estenótico el diámetro de la vena cateterizada fue de 3.9 (2-9) mm, $p = 0.041$, el diámetro de CVC fue de 1.2 (1-2) mm, y el porcentaje de ocupación fue de 30.7% (14-85%), $p = 0.009$; contra un diámetro venoso de 3.2 (2-7) mm, $p = 0.041$, diámetro de CVC 1.2 (1-2) mm, y porcentaje de ocupación de 38.7% (22-79%), $p = 0.009$, en aquellos pacientes sin estenosis.



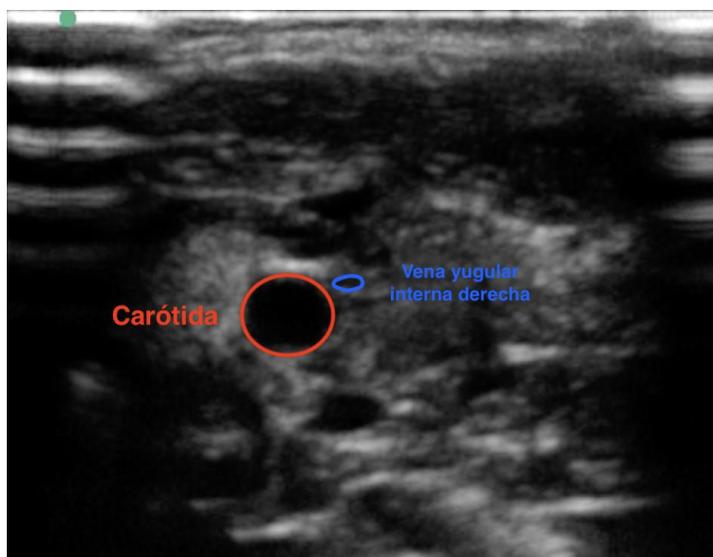


Figura 23. Imagen de ultrasonido eje corto (transversal) vena yugular interna derecha estenótica, post catéter venoso central.

El número de punciones que recibieron los pacientes con estenosis positiva fue de 1 (1-3), igual al de aquellos sin estenosis; el procedimiento en pacientes con evento de estenosis tuvo una duración de 13 (4-59) min, similar a la del grupo con estenosis negativa el cual fue de 10.5 (2-61) min ; y el tiempo de permanencia del CVC fue de 13 (4-59) días en aquellos pacientes con presencia de estenosis, mientras que aquellos que no la presentaron fue de 10.5 (2-61) días.

La principal causa de retiro en ambos grupos fue por haber completado su tratamiento, correspondiendo a 14 (51.8%) y 15 (68.1%) en el grupo con estenosis y sin estenosis respectivamente.

Durante el rastreo ultrasonográfico posterior al retiro del CVC, las características relevantes registradas fueron que 1 (3.7%) paciente con evento estenótico presentó un trombo de carácter oclusivo, mientras que en la población sin estenosis no se reportaron casos. Por último, de aquellos pacientes quienes presentaron estenosis venosa, el 59.2% (16), $p = 0.001$ presentó trombosis concomitante, a diferencia de aquellos sin evento estenótico, donde se presentó únicamente en el 31.8% (7), $p = 0.001$.

En este grupo se reportaron diferencias significativas, donde menor edad de los pacientes, la cateterización de la VVI, el diámetro inicial de la vena cateterizada de 1.2 mm, el porcentaje de ocupación de 30.7%, fungieron como factores de riesgo para presentar evento de estenosis, el cual a su vez presentó una asociación significativa con la presencia de TV hasta en un 59.2% de los pacientes. Las variables tuvieron una distribución no-paramétrica, y la prueba de U de Mann-Whitney fue utilizada para comparar medias independientes.

CAPÍTULO IX

DISCUSIÓN

En el paciente pediátrico el uso de un catéter venoso central (CVC) es esencial en el manejo agudo y crónico de múltiples patologías. Al menos el 85% de la TV en niños se relaciona con la presencia de un CVC, por lo que se considera el factor de riesgo más importante para su desarrollo. La TV asociada a CVC representa el 70% de todas las trombosis venosas profundas (TVP) de extremidades superiores, y el 10% de los tromboembolismos venosos (TEV). (24)

Los factores de riesgo conocidos pueden ser inherentes al paciente, relacionados con las características del CVC y relacionadas con el procedimiento de colocación. La tasa de TV varía de acuerdo con la edad de la población, patología subyacente, y múltiples factores de riesgo asociados a las características del CVC y su método de colocación, motivo por el cual la incidencia reportada es altamente variable.

Se ha estimado la incidencia de TV en 0.4 a 1.0 por cada 10,000 personas en una población que incluye pacientes adultos y pediátricos, reportada desde 0.6-50% según si fue una TV sintomática detectada clínicamente, o asintomática detectada mediante búsqueda activa con método radiológico. (24)

El diagnóstico radiológico por medio del US es superior, debido al gran porcentaje de pacientes asintomáticos. Por este motivo se han implementado diversos protocolos ultrasonográficos, entre ellos RaCeVA, para aumentar tasa de éxito a la primera punción de un 83% por guía anatómica a un 100% guiado por ultrasonido; y disminuir tasa de complicaciones asociadas a la colocación de un CVC.

En nuestro hospital se colocan CVC guiados por ultrasonido principalmente; y en nuestro estudio incluimos 49 pacientes menores de 16 años, a quienes se les realizó el protocolo RaCeVA para elegir de manera óptima la vena a cateterizar, se les colocó un CVC bajo guía ultrasonográfica, y 24 horas a 7 días posterior al retiro del CVC se realizó un rastreo ultrasonográfico de control de este mismo vaso, en búsqueda de trombosis y/o estenosis, y de las características de éstas.

I. Incidencia de trombosis y estenosis

En nuestro estudio el objetivo principal fue caracterizar la trombosis venosa asociada al uso de un CVC el cual fue colocado bajo guía ultrasonográfica, posterior al retiro de éste. Se ha estudiado en la literatura mundial cómo el uso del US durante la colocación de un CVC modifica ciertos parámetros dentro del procedimiento tales como la tasa de lesión a estructuras adyacentes, número de punciones, tiempo de procedimiento, y tasa de complicaciones, (24) todas estas debido a la elección óptima de la vena a cateterizar utilizando protocolos tales como RaCeVA, y a la guía en tiempo real durante la venopunción del vaso.

En nuestro estudio identificamos TV en el 38.7 % de los pacientes, similar a la reportada en Latinoamérica de 0.6-50% (24), pero muy distinta a la Europea 1.18%; todo esto debido a la variedad de reportes en cuanto al método de inserción del CVC así como el método de diagnóstico de la trombosis, por lo que la relevancia de nuestro estudio radica en que todos nuestros CVC fueron colocados bajo guía ultrasonográfica de acuerdo a las recomendaciones actuales, y se rastreó a todos los pacientes quienes tuvieron un CVC colocado bajo guía ultrasonográfica, teniendo en mente que el total de estos pacientes eran asintomáticos al momento de su diagnóstico.

II. Sexo

Se ha reportado una mayor tasa de eventos tromboticos en los pacientes del sexo masculino. (11,24,26) En nuestro estudio la población general correspondió en un 51% al sexo masculino; donde la población positiva para evento de trombosis y estenosis presentó una predominancia hacia el sexo masculino de un 52.6% y 55.5% respectivamente. Nuestra base de datos incluye pacientes dentro de todo el rango de edad pediátrico (0-16 años), por lo que cabe destacar diversos factores de riesgo asociados a la TV descritos previamente en la literatura, como el hecho de que el 52% de la población general masculina fuese menor a 1 año de edad y esto a su vez los condicionara a un menor peso, siendo el 12% menor a 1 kg y el 52% menor a 5 kg; que

el 44% de los accesos fueran izquierdos, y que el 28% recibió más de 1 punción al momento de colocar el CVC, motivos por los cuales posiblemente reportamos mayor tasa de trombosis en el sexo masculino.

III. Edad

Se ha reportado previamente el pico bimodal de presentación de la trombosis asociada a CVC durante la edad pediátrica; durante la prematuridad o periodo neonatal por dificultad para cateterizar las venas y durante la adolescencia en el sexo femenino por el uso de anticonceptivos orales y enfermedades reumatológicas (Ej, Lupus eritematoso sistémico); siendo de mayor riesgo conforme aumenta la edad hacia la adultez. (24,31) Nuestro estudio incluyó pacientes dentro de todo el rango de edad pediátrico; el 42.8% correspondió a la edad menor a 28 días, y reportamos una mediana de edad de 0.4 años con un mínimo de 0 años y máximo de 16 años; por lo que nuestra tasa de trombosis de 38.7% se mantuvo relativamente baja comparado con lo descrito en la literatura, considerando que casi la mitad de nuestra población se encontraba dentro del rango de edad de alto riesgo.

IV. Peso

Se ha reportado que los pacientes desnutridos presentan mayor tasa de TV, específicamente el paciente críticamente enfermo (Ej. sepsis, quemaduras, traumatismo severo), hematooncológico, y enfermo renal o reumatológico, estados en los que usualmente nos encontramos con pacientes con una alta demanda metabólica, hiporexia/anorexia, o contraindicaciones absolutas para inicio de la alimentación o suspensión frecuente para procedimientos o por anomalías hidroelectrolíticas y metabólicas; donde el uso del CVC funge como un pilar en el tratamiento, pero también como uno de los principales factores de riesgo. (31) En nuestra población general tuvimos una mediana de peso de 4.3 kg, y en aquellos pacientes con evento de trombo positivo fue de 7.05 kg, y en evento de estenosis positivo fue de 2.95 kg; sin embargo nosotros no reportamos una asociación estadísticamente significativa para éstas medianas de peso.

V. Motivo de colocación

El motivo de colocación de un CVC es importante factor de riesgo ya que nos predice la probabilidad de presentar TV y EV en nuestro paciente, basado en las comorbilidades que pudieran predisponer a un estado de hipercoagulabilidad, anatomía y somatometría del paciente que nos predice multipunción o mayor tiempo de procedimiento si éste es de acceso difícil, así como terapia a recibir, ya que se ha descrito un mayor riesgo trombogénico en aquellas sustancias con mayor índice de viscosidad, entre otras. (24,31) Mientras que se han descrito múltiples usos del CVC, en nuestra población reportamos que en la población general la principal indicación para su colocación fue con finalidad de recibir antibioticoterapia en un 32.6%, que de igual manera en el grupo para trombosis positiva esta fue la principal razón en un 36.8%, así como en el de estenosis positiva con un 33.3%. En la población con evento trombogénico la segunda indicación más frecuente fue la de pre quirúrgico en un 21% al igual que para monitorización hemodinámica, seguido de acceso venoso difícil en un 10.5%, y en último lugar para administrar NPT y quimioterapia en un 5.2% cada una; en la población con evento de estenosis la segunda indicación más frecuente para colocar un CVC fue prequirúrgico en un 25.9%, seguido de quimioterapia en un 11.1%, igual que monitorización hemodinámica, seguido de acceso venoso difícil y NPT correspondiendo al 7.4% cada uno, y en último lugar para transfusión de hemoderivados en un 3.7%. En nuestro hospital se utiliza frecuentemente el CVC para antibioticoterapia principalmente en aquellos pacientes inmunosuprimidos incluyendo a los hemato-oncológicos, motivo por el cual esta población presentaba múltiples factores de riesgo para TV, como el hecho de que una neoplasia es un estado hipercoagulable, el antecedente de colocación previa de un CVC, y posiblemente algunos de estos pacientes cayeran en la definición de sepsis, lo cual es otro factor de riesgo. De igual manera, otro grupo importante que encontramos en nuestro hospital son los pacientes previamente sanos con una infección grave de primera vez con indicación de antibioticoterapia intravenosa por más de 7 días, donde primordialmente cuando el paciente es pequeños se coloca un CVC para evitar el estrés y las potenciales complicaciones de la multipunción.

VI. Vena cateterizada

Se ha reportado en estudios previos que las mayores tasa de TV asociada a CVC se presentan al cateterizar la Vfem y VSub. En el estudio PARKAA se reportó una tasa de TV en VSub de 53% contra VYI de 14% en niños con leucemia linfoblástica aguda, (29) y en el estudio PROTEKT se reportó la mayor tasa de trombosis en la Vfem con un 32%, seguido de VSub con 27%, VBr con 12%, y VYI con 8%. (30) En nuestro estudio el acceso utilizado principalmente en la población general fue en la VSub con un 46.9%, y en aquellos pacientes con evento de trombosis y estenosis correspondió al 31.5% y 40.7% respectivamente, en segundo lugar se utilizó el el acceso en la VYI en un 47.3% y 40.7% para evento positivo de trombosis y estenosis respectivamente. Nuestros resultados en cuanto porcentaje son similares a lo reportado en la literatura, sin embargo el porcentaje correspondiente a la VYI fue el único estadísticamente significativo. Es importante recalcar que todos los CVC fueron colocados por el mismo cirujano pediatra, quien se encuentra altamente capacitado en el acceso vascular difícil guiado por ultrasonido. En el total de nuestros accesos es relevante también mencionar que, de los accesos a la Vsub el 78% de los pacientes recibieron solo 1 punción, mientras que aquellos en la VYI correspondía al 50%; esto se correlaciona de igual manera en que aquellos pacientes en quienes se decidió colocar en acceso en VYI mediante el protocolo RaCeVa fueron principalmente pacientes menores de 5 kg, con el 42.8% correspondiendo específicamente a pacientes menores 2 kg, motivo por el cual probablemente aquellos a quienes se les cateterizó la VYI presentaron mayor porcentaje de trombosis y estenosis.

VII. Lado cateterizado

Se ha descrito previamente en la literatura tanto de pacientes adultos como en población pediátrica, el mayor riesgo de TV al cateterizar el sistema venoso superior específicamente del lado izquierdo. Por anatomía, al cateterizar el lado izquierdo el CVC debe pasar 2 ángulos en el sistema venoso, lo cual potencialmente aumenta la obstrucción al flujo, adherencia al endotelio venoso, y por último lesión endotelial. (12) En nuestro estudio reportamos en la población general un 53.1% de CVC colocados en

el lado izquierdo; específicamente en el grupo positivo para trombosis correspondía al 47.4%, mientras que para estenosis 44.4%. Vimos que a pesar de cateterizar principalmente el sistema venoso izquierdo, la predominancia en el grupo positivo para estenosis y trombosis fue mayor en el grupo a quienes se les cateterizar el sistema venoso derecho, sin embargo sin significancia estadística por pruebas no paramétricas.

VIII. Porcentaje de ocupación

En el 2016 la INS SOP (INS Standard of Practice) publicó evidencia para recomendar un porcentaje de ocupación o CVR < 45%, preferentemente menor a 33%, como estrategia de prevención de TV asociada a CVC, y Sharp et al. (32) demostró que aquellos pacientes con un CVR >45% tenían un riesgo 13 veces mayor de presentar CVC. En nuestro estudio el porcentaje de ocupación del CVC respecto a la vena cateterizada fue de 35.2% +/- 16.4, con una asociación significativa con la presencia de estenosis y trombosis; esto secundario a cambios en el patrón de flujo laminar intravascular, que condiciona a estasis venosa y lesión endotelial por adherencia del CVC a la pared vascular.

IX. Número de punciones

Se ha descrito previamente el posible papel de la multipunción en el origen de la TV, por un repetido daño al endotelio vascular, y mayor riesgo de causar un hematoma y consecuentemente alterar flujo vascular; sin embargo en los estudios realizados en la población pediátrica no se han reportado aún diferencias estadísticamente significativas. (12,34) Nosotros reportamos una mediana de número de punciones en 1 tanto para trombosis y estenosis venosa, sin embargo la asociación no fue estadísticamente significativa. Tuvimos un 71.4% de éxito al primer intento, 12.2% de los pacientes recibieron 2 intentos, y el 1.6% recibió 3 intentos de venopunción. De éste 1.6% que recibió 3 punciones, el 75% fueron cateterizados en VVI, el 87.5% correspondía a menores de 1 mes de edad, y el 87.5% con peso menor a 5 kg. A pesar de que nuestros

datos no fueron estadísticamente significativos, podemos realizar la asociación entre una mayor probabilidad de multipunción en aquellos pacientes más pequeños, donde preferentemente se recomienda la cateterización de la VYI por su mayor calibre, y donde el US nos aumenta la tasa de éxito, y disminuye la probabilidad de lesión a estructuras adyacentes.

X. Tiempo de procedimiento

Se ha reportado que al utilizar el US para la colocación de un CVC se disminuye el tiempo de procedimiento de manera importante, Aouad, et al.(34) reportan una disminución de 370 (45-1620) a 155 (46-690) segundos al utilizar el US al cateterizar la Vfem por médicos residentes ; y Henjarappa et al. (8) reportan un tiempo de cateterización (desde la punción inicial hasta la fijación del CVC) bajo guía anatómica de 323.23 +/- 146.197 seg, y bajo guía ultrasonográfica de 152.50 +/- 63.907. Como es mencionado por Montes-Tapia (27) tomamos el tiempo a partir de la colocación de los campos estériles hasta la colocación del parche estéril sobre el CVC ; y reportamos un tiempo de procedimiento en la población general de 13 (11-21) min , donde el grupo positivo para trombosis tuvo un tiempo de 12 (1-19) min , y aquel positivo para estenosis de 13 (11-21) min , los cuales no presentaron una asociación significativa.

XI. Tiempo de permanencia

Previamente se ha reportado que un tiempo de permanencia de un CVC por más de 7 días aumenta el riesgo de TV en un 14%; (12) sin embargo en la actualidad existe conflicto con la asociación del tiempo de permanencia y aparición de TV, se han realizado múltiples estudios donde principalmente los PICC son aquellos CVC asociados con menor tiempo para la aparición de TV, por lo que se ha discutido que más importante que el tiempo de permanencia, sería la asociación de este último con el tipo y material del CVC utilizado, así como localización. (33) Nosotros reportamos un tiempo de permanencia del CVC fue de 11 días +/- 2.1, sin embargo su asociación con TV o EV no fue estadísticamente significativa; cabe destacar también que nosotros utilizamos únicamente CVC agudo Arrow ® de poliuretano, factores relevantes en la aparición de la TV y EV, así como la posición predominantemente en la VSub como ya se mencionó

previamente, donde solo aquellos posicionados en la VYI presentaron una asociación significativa con la aparición de TV.

XII. Causa de retiro

Dentro de las complicaciones a largo plazo de la estancia de un CVC son infección asociada a CVC, bacteriemia, trombosis venosa, estenosis venosa, síndrome post trombótico, disfunción de CVC, fractura del CVC, y migración de la punta de CVC. (35) Nosotros reportamos como principal causa de retiro en la población general el haber completado el esquema de tratamiento o haber terminado su función por la cual fue colocado (v.gr. pre quirúrgico, etc.) en un 59.1%, y como principal causa adversa la presencia de bacteriemia en un 26.5%, seguido de disfunción de CVC y salida accidental, cada una en 6.1%; en los grupos para trombosis positiva y estenosis positiva de igual manera la principal causa fue el haber completado esquema de antibioticoterapia en un 47.3%, sin embargo en ninguno de los dos casos esta asociación fue significativa. Podemos relacionar que la causa más frecuente reportada de complicación a largo plazo de un CVC es la infecciosa, ya sea asociada a CVC o bacteriemia; en nuestros pacientes es relevante esta información ya que la principal causa de colocación de un CVC fue precisamente un proceso infeccioso, el cual pudiera fungir como un factor de riesgo a presentar complicaciones a largo plazo. De igual manera es relevante recalcar que a ninguno de nuestros pacientes se les retiró el CVC por TV o EV como complicación, sino que estas fueron detectadas posterior al retiro durante los US de control como una TV y EV asintomática. Debido a que los pacientes eran asintomáticos (57.8%) no se les ofreció terapéutica alguna. Aquellos que se evidenciaba el trombo por más de una semana (28.5%), se continuó en seguimiento hasta que se evidenció la desaparición de este, con un seguimiento de hasta 5 semanas pos retiro.

XIII. Características y posición del trombo venoso

Dentro de las características de la trombosis venosa es importante destacar si es de carácter oclusivo o no oclusivo, ya que esta presentación condiciona de manera importante a la probabilidad de que el evento trombogénico sea sintomático o asintomático; también es de suma importancia localizar el trombo venoso con relación al

CVC, ya que éste puede ser intraluminal, mural o venoso, cuestión que condiciona la presentación clínica, donde usualmente vemos como única manifestación de la TV la disfunción del CVC, y también es de suma importancia ya que aquellos de localización venosa poseen mayor riesgo de causar TEV y TVP. (12) En nuestra población reportamos una tasa de TV del 38.7%, donde el 63.1% correspondía a presencia de trombo venoso en el sitio de la punción, es decir a la entrada en la vena; sin embargo, encontramos como hallazgo que en los catéteres introducidos en la vena subclavia, se puede presentar un trombo fuera del sitio de inserción, en estos casos en la vena braquiocefálica, en su porción descendente hacia la cava inferior, motivo por el cual es relevante realizar escaneo de control en la totalidad del sistema venoso (superior o inferior) y en ambos lados,, ya sea superior o inferior. De aquellos pacientes con evento trombogénico el 5.2% presentó TVO (asintomático) mayormente de la VVI y el 84.2% presentó estenosis venosa concomitante con significancia estadística; en comparación con aquellos con evento de estenosis donde el porcentaje de TVO fue de 3.7%, con un riesgo de trombosis venosa concomitante de 59.2% de igual manera con significancia estadística. Estos datos nos sugieren una sinergia entre la trombosis y estenosis venosa para aumentar el riesgo de TV e incluso específicamente de aquellos de carácter oclusivo; de igual manera vale la pena valorar la posibilidad de que estas dos complicaciones tardías asociadas a CVC podrían manifestarse a manera de “marcha trombótica”, donde en el caso de que la estenosis se presentara previo a la trombosis, podría funcionar como un marcador temprano de TV que valdría la pena estudiar en el futuro.

XIV. Limitantes

- No se realizó un estudio de casos y controles específicos de edad para determinar predominancia de TV en cuanto al sexo del paciente.
- No se realizó un estudio de casos y controles específicos de sexo, para determinar predominancia de TV en cuanto a la edad del paciente.

- El rastreo ultrasonográfico posterior al retiro del CVC no se realizó de manera contralateral, a pesar de que se ha descrito previamente presencia de TV en sistema venoso contralateral al cual alojó el CVC, lo cual pudiese haber aumentado nuestra tasa de incidencia, basado en que el total de nuestros casos de TV fueron asintomáticos.
- No se incluyeron los estudios de laboratorio previo a la colocación del CVC, como criterio de estabilidad hematológica para disminuir la tasa de complicaciones, sobre todo en aquellos pacientes que fueron multipuncionados
- No se consideró como variable la terapia que recibieron nuestros pacientes, donde sabemos que principalmente fue antibioticoterapia, fluidoterapia y quimioterapia, sin embargo habría que incluir los medicamentos más utilizados con mayor índice de viscosidad para realizar una asociación significativa.

CAPÍTULO X

CONCLUSIONES

Primera. Asociación significativa entre un mayor riesgo de trombosis venosa al cateterizar la vena yugular interna en el paciente pediátrico.

Segunda. Asociación significativa entre un mayor riesgo de estenosis venosa al cateterizar la vena yugular interna en el paciente pediátrico.

Tercera. Riesgo mayor de presentar trombosis venosa cuando el paciente presenta un porcentaje de ocupación por un catéter venoso central de la vena cateterizada mayor al 35.2%.

Cuarta. Riesgo mayor de presentar estenosis venosa cuando el paciente presenta un porcentaje de ocupación por un catéter venoso central de la vena cateterizada mayor al 30.7%.

Quinta. Existe una asociación estadísticamente relevante entre la presencia de trombosis venosa y estenosis venosa concomitante.

Sexta. El peso de 4.3 kg +/- 12.6 tuvo una asociación significativa con un mayor riesgo de trombosis venosa en el paciente pediátrico.

Séptima. Encontramos una correlación significativa entre la edad del paciente y el riesgo de trombosis, donde los pacientes más pequeños, específicamente los neonatos que corresponden al 42.8% de nuestra población, presentaron mayor riesgo de trombosis venosa.

Octavo. Reportamos una asociación significativa entre la estenosis venosa y un diámetro venoso de 1.22 mm o menor previo a la colocación del catéter venoso central.

CAPÍTULO XII

BIBLIOGRAFÍA

1. Gow, K. W., Tapper, D., & Hickman, R. O. (2017). Between the lines: The 50th anniversary of long-term central venous catheters. *The American Journal of Surgery*, 213(5), 837–848. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2017.03.021>
2. D., C. M. I. T. (2019). In *The Practical Handbook of perioperative metabolic and Nutritional Care* (pp. 157–167). essay, Elsevier/Academic Press.
3. Kolikof, J., Peterson, K., & Baker, A. M. (2022). Central Venous Catheter. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
4. Karakitsos, D., Labropoulos, N., De Groot, E., Patrianakos, A. P., Kouraklis, G., Poularas, J., Samonis, G., Tsoutsos, D. A., Konstadoulakis, M. M., & Karabinis, A. (2006). Real-time ultrasound-guided catheterisation of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. *Critical care (London, England)*, 10(6), R162. <https://doi.org/10.1186/cc5101>
5. Fragou, M., Gravvanis, A., Dimitriou, V., Papalois, A., Kouraklis, G., Karabinis, A., Saranteas, T., Poularas, J., Papanikolaou, J., Davlouros, P., Labropoulos, N., & Karakitsos, D. (2011). Real-time ultrasound-guided subclavian vein cannulation versus the landmark method in critical care patients: a prospective randomized study. *Critical care medicine*, 39(7), 1607–1612. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318218a1ae>
6. K S, H., Havaladar, P. P., & Shaik, H. S. (2014). A comparative study between ultrasound guided catheterization of the internal jugular vein and classical landmark technique. *International Journal of Anatomy and Research*, 2(4), 757–760. <https://doi.org/10.16965/ijar.2014.541>
7. Higgs, Z. C., Macafee, D. A., Braithwaite, B. D., & Maxwell-Armstrong, C. A. (2005). The Seldinger technique: 50 years on. *Lancet (London, England)*, 366(9494), 1407–1409. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66878-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66878-X)
8. Lanzkowsky, P., & Lanzkowsky, P. (2011). *Manual of Pediatric Hematology and Oncology*. Academic Press.

9. Wall, C., Moore, J., & Thachil, J. (2016). Catheter-related thrombosis: A practical approach. *Journal of the Intensive Care Society*, 17(2), 160–167. <https://doi.org/10.1177/1751143715618683>
10. Citla Sridhar, D., Abou-Ismael, M. Y., & Ahuja, S. P. (2020). Central venous catheter-related thrombosis in children and adults. *Thrombosis research*, 187, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2020.01.017>
11. Neshat-Vahid, S., Pierce, R., Hersey, D., Raffini, L. J., & Faustino, E. V. (2016). Association of thrombophilia and catheter-associated thrombosis in children: a systematic review and meta-analysis. *Journal of thrombosis and haemostasis : JTH*, 14(9), 1749–1758. <https://doi.org/10.1111/jth.13388>
12. Spencer, T. R., & Mahoney, K. J. (2017). Reducing catheter-related thrombosis using a risk reduction tool centered on catheter to vessel ratio. *Journal of thrombosis and thrombolysis*, 44(4), 427–434. <https://doi.org/10.1007/s11239-017-1569-y>
13. Hanslik, A., Thom, K., Haumer, M., Kitzmüller, E., Albinni, S., Wolfsberger, M., Salzer-Muhar, U., & Male, C. (2008). Incidence and diagnosis of thrombosis in children with short-term central venous lines of the upper venous system. *Pediatrics*, 122(6), 1284–1291. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-3852>
14. Jacobs B. R. (2003). Central venous catheter occlusion and thrombosis. *Critical care clinics*, 19(3), 489–ix. [https://doi.org/10.1016/s0749-0704\(03\)00002-2](https://doi.org/10.1016/s0749-0704(03)00002-2)
15. Rand, T., Kohlhauser, C., Popow, C., Rokitansky, A., Kainberger, F., Jakl, R. J., Ponhold, W., & Weninger, M. (1994). Sonographic detection of internal jugular vein thrombosis after central venous catheterization in the newborn period. *Pediatric radiology*, 24(8), 577–580. <https://doi.org/10.1007/BF02012737>
16. Temple, M., Williams, S., John, P., Chait, P., & Connolly, B. (2005). Percutaneous treatment of pediatric thrombosis. *European journal of radiology*, 53(1), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2004.07.020>
17. Jones, S., Butt, W., Monagle, P., Cain, T., & Newall, F. (2019). The natural history of asymptomatic central venous catheter-related thrombosis in critically ill children. *Blood*, 133(8), 857–866. <https://doi.org/10.1182/blood-2018-05-849737>

18. Enriquez, J. L., & Wu, T. S. (2014). An introduction to ultrasound equipment and knobology. *Critical Care Clinics*, 30(1), 25–45. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2013.08.006>
19. Dietrich, C. F., Bolondi, L., Duck, F., Evans, D. H., Ewertsen, C., Fraser, A. G., Gilja, O. H., Jenssen, C., Merz, E., Nolsoe, C., Nürnberg, D., Lutz, H., Piscaglia, F., Saftoiu, A., Vilman, P., Dong, Y., & Hill, C. R. (2022). History of ultrasound in medicine from its birth to date (2022), on occasion of the 50 years anniversary of EFSUMB. A publication of the European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology (EFSUMB), designed to record the historical development of medical ultrasound. *Medical Ultrasonography*, 24(4), 434. <https://doi.org/10.11152/mu-3757>
20. Maecken, T., & Grau, T. (2007). Ultrasound imaging in vascular access. *Critical care medicine*, 35(5 Suppl), S178–S185. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000260629.86351.A5>
21. Spencer, T. R., & Pittiruti, M. (2019). Rapid Central Vein Assessment (RaCeVA): A systematic, standardized approach for ultrasound assessment before central venous catheterization. *The journal of vascular access*, 20(3), 239–249. <https://doi.org/10.1177/1129729818804718>
22. (2022). *Medicina Interna De México*, 38(1). <https://doi.org/10.24245/mim.v38i1.3731>
23. Vivanco Allende, A., Rey Galán, C., Rodríguez de la Rúa, M. V., Alvarez García, F., Medina Villanueva, A., Concha Torre, A., Mayordomo Colunga, J., & Martínez Cambor, P. (2013). Trombosis y obstrucción asociadas a vías venosas centrales. Incidencia y factores de riesgo [Thrombosis and obstruction associated with central venous lines. Incidence and risk factors]. *Anales de Pediatría (Barcelona, Spain : 2003)*, 79(3), 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2012.10.004>
24. Östlund, Å., Fläring, U., Norberg, Å., Dahlberg, A., Berner, J., Kaiser, S., Vermin, L., Svenningsson, A., Frisk, T., Larsson, P., & Andersson, A. (2019). Incidence of

- and risk factors for venous thrombosis in children with percutaneous non-tunnelled central venous catheters. *British journal of anaesthesia*, 123(3), 316–324. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.04.055>
25. Montes-Tapia, F. (2012) Eficacia y Seguridad de la Cateterización de la Vena Yugular Interna con Guía Ultrasonográfica entre las Poblaciones de Neonatos de Bajo Peso. Repositorio de la Universidad Autónoma de Madrid: <http://hdl.handle.net/10486/11224>
26. Male, C., Chait, P., Andrew, M., Hanna, K., Julian, J., Mitchell, L., & PARKAA Investigators (2003). Central venous line-related thrombosis in children: association with central venous line location and insertion technique. *Blood*, 101(11), 4273–4278. <https://doi.org/10.1182/blood-2002-09-2731>
27. Male, C., Julian, J. A., Massicotte, P., Gent, M., Mitchell, L., & PROTEKT Study Group (2005). Significant association with location of central venous line placement and risk of venous thrombosis in children. *Thrombosis and haemostasis*, 94(3), 516–521. <https://doi.org/10.1160/TH03-02-0091>
28. Altaluna, D. (2013). Trombosis en Pediatría. *HEMATOLOGÍA*, 17, 38–43. Retrieved January 2023, from <https://www.sah.org.ar/revistasah/numeros/vol17.n.extra.38.43.pdf>.
29. Sharp, R., Cummings, M., Fielder, A., Mikocka-Walus, A., Grech, C., & Esterman, A. (2015). The catheter to vein ratio and rates of symptomatic venous thromboembolism in patients with a peripherally inserted central catheter (PICC): a prospective cohort study. *International journal of nursing studies*, 52(3), 677–685. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2014.12.002>
30. Menéndez, J. J., Verdú, C., Calderón, B., Gómez-Zamora, A., Schüffelmann, C., de la Cruz, J. J., & de la Oliva, P. (2016). Incidence and risk factors of superficial and deep vein thrombosis associated with peripherally inserted central catheters in children. *Journal of thrombosis and haemostasis : JTH*, 14(11), 2158–2168. <https://doi.org/10.1111/jth.13478>
31. Aouad, M. T., Kanazi, G. E., Abdallah, F. W., Moukaddem, F. H., Turbay, M. J., Obeid, M. Y., & Siddik-Sayyid, S. M. (2010). Femoral vein cannulation performed by residents: a comparison between ultrasound-guided and landmark technique in

infants and children undergoing cardiac surgery. *Anesthesia and analgesia*, 111(3), 724–728. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181e9c475>

32. Patel, A. R., Patel, A. R., Singh, S., Singh, S., & Khawaja, I. (2019). Central Line Catheters and Associated Complications: A Review. *Cureus*, 11(5), e4717. <https://doi.org/10.7759/cureus.4717>

