

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA



**Eficacia y Seguridad de la
Cateterización de la Vena Yugular
Interna con Guía Ultrasonográfica
entre las Poblaciones de Neonatos
de Bajo Peso**

TESIS DOCTORAL

Fernando Félix Montes Tapia

Madrid, 2012



MANUEL ENRIQUE DE LA O CAVAZOS, JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, MONTERREY, MÉXICO, y DOCTOR EN MEDICINA POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

CERTIFICA QUE: D. FERNANDO FÉLIX MONTES TAPIA, licenciado en Medicina y Cirugía por la Universidad Autónoma de Nuevo León de Monterrey, México, ha realizado bajo mi dirección el trabajo de investigación titulado: **“Eficacia y Seguridad de la Cateterización de la Vena Yugular Interna con Guía Ultrasonográfica entre las Poblaciones de Neonatos de Bajo Peso”**, estudio original y que considero completamente satisfactorio para ser presentado y defendido como Tesis para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad Autónoma de Madrid

En Madrid a 10 de mayo de 2012

Fdo.: Prof. Dr. Manuel De La O Cavazos



Facultad de Medicina
Departamento de Pediatría

JOSÉ QUERO JIMÉNEZ, CATEDRÁTICO DE PEDIATRÍA DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID y JEFE DEL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO LA PAZ DE MADRID

CERTIFICA QUE: D. FERNANDO FÉLIX MONTES TAPIA, licenciado en Medicina y Cirugía por la Universidad Autónoma de Nuevo León de Monterrey, México, ha realizado bajo mi dirección el trabajo de investigación titulado: **“Eficacia y Seguridad de la Cateterización de la Vena Yugular Interna con Guía Ultrasonográfica entre las Poblaciones de Neonatos de Bajo Peso”**, estudio original y que considero completamente satisfactorio para ser presentado y defendido como Tesis para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad Autónoma de Madrid

En Madrid a 7 de mayo de 2012

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Quero', is written over a horizontal line.

Fdo.: Prof. Dr. José Quero Jiménez

Agradecimientos:

al Dr. med. **Manuel De La O Cavazos**, Director de este proyecto, por sus enseñanzas clínicas y científicas y por su apoyo para culminar esta etapa de mi desarrollo profesional.

al Prof. **José Quero Jimenez**, Director de este proyecto, por su loable trayectoria profesional y contribuciones científicas internacionales en el área de la Neonatología y, de modo especial, por sus apreciados comentarios científicos y su constante estímulo.

al Prof. **Jesús Argente Oliver**, por su asesoría en las diferentes tesis y estudios DEA ya concluidos en el Departamento de Pediatría de la UANL, y por su generosidad en la realización del Programa de Doctorado de Pediatría.

al Prof. **Juan Tovar Larrucea**, por enseñarme una faceta de la Cirugía Pediátrica que anhele profundizar; gracias por sus consejos, cayeron en tierra fértil.

al Dr. med **Santos Guzmán López**, por su apoyo a los médicos del Hospital Universitario.

al Dr. med. **Valdemar Ábrego Moya**, por su personal contribución que facilitó iniciar esta etapa de mi desarrollo profesional.

al Dr. **Antonio Rodríguez Tamez**, sin sus enseñanzas sobre la técnica de acceso vascular por ultrasonido, este trabajo no se podría haber llevado a cabo.

al maestro **César Luna Gurrola**, por su apoyo en la estadística.

a mis compañeros **Ulises y Guillermo**, por ser parte de mi crecimiento profesional.

a los **profesores del Servicio de Neonatología**, por su cooperación en la inclusión de pacientes.

a los **Residentes del Hospital Universitario** y, en especial, a la Dra. **Itzel Barreto Arroyo** por su colaboración en el seguimiento de estos 28 meses.

a la Dra. **Inmaculada Santos Álvarez**, por su ayuda científica en la elaboración del manuscrito.

al Prof. **Javier Regadera**, sin su ayuda el Departamento de Pediatría de la UANL de Monterrey, México, no tendría esta oportunidad científica para desarrollar el Programa de Doctorado en Pediatría de la UAM.

“Respetar a Dios es el principio de la sabiduría”

Proverbios 1:7

Dedicatoria:

a mi esposa, **Rosario**

a mis hijos, **Félix Paul y Fernando**

a mis padres, **Félix y Emperatriz**

ÍNDICE

ABREVIATURAS	10
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Acceso venoso en la edad pediátrica	13
1.2. La etapa neonatal y su clasificación	13
1.2.1. Clasificación del neonato según la edad gestacional	14
1.2.2. Clasificación del neonato según su peso	14
1.3. Acceso venoso en la etapa neonatal	16
1.4. Acceso venoso en neonatos de bajo peso	16
1.4.1. Vías de acceso venoso en la etapa neonatal	17
1.4.1.1. Acceso umbilical	17
1.4.1.2. Acceso venoso periférico	18
1.4.1.3. Acceso intraóseo	20
1.4.1.4. Acceso venoso central periférico	20
1.4.1.5. Acceso venoso por venodisección	22
1.5. Acceso venoso central	23
1.5.1. Historia del acceso venoso central	23
1.5.1.1. Introducción	23
1.5.1.2. Origen del acceso venoso	24
1.5.1.3. Rutas de inserción	25
1.5.2. Anatomía de las venas centrales	25
1.5.2.1. Introducción	25
1.5.2.2. ¿Qué es una vena central?	25
1.5.2.3. Rutas de acceso a una vena central	27
1.5.2.4. Variaciones anatómicas de las venas centrales	27
1.5.2.5. ¿Dónde debe quedar la punta del catéter?	28
1.5.2.6. Microanatomía	29
1.5.2.7. Estructuras adyacentes	30
1.5.2.8. Elección del mejor abordaje para la vena	30
1.5.3. Examen y evaluación del paciente	33
1.5.3.1. Introducción	33

1.5.3.2.	Información y Consentimiento informado	33
1.5.3.3.	Elección de la técnica anestésica	34
1.5.3.4.	Examen físico del paciente	36
1.5.3.5.	Evaluación vascular	37
1.5.4.	Diseño del catéter y materiales	37
1.5.4.1.	Introducción	37
1.5.4.2.	Materiales del catéter	37
1.5.4.3.	Trombosis	38
1.5.4.4.	Infección	39
1.5.4.5.	Diseño del catéter	39
1.5.4.6.	Agujas de punción	45
1.5.4.7.	Guías	46
1.5.5.	Canulación de la vena yugular interna	46
1.5.5.1.	Introducción	46
1.5.5.2.	Anatomía de la vena yugular interna	47
1.5.5.3.	Contraindicaciones del acceso de la vena yugular Interna	48
1.5.5.4.	Técnicas de inserción	48
1.5.5.5.	Consideraciones específicas del neonato de bajo peso	52
1.5.5.6.	Factores que influyen en el éxito	52
1.5.5.7.	Complicaciones	53
1.6.	Acceso venoso guiado por ultrasonido	55
1.6.1.	Introducción	55
1.6.2.	Transductores	56
1.6.3.	Anatomía vascular ultrasonográfica	56
1.6.4.	Técnicas de visualización y punción	56
1.7.	Estudios relacionados	59
1.8.	Justificación	59
2.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	61
2.1.	Hipótesis	62
2.2.	Objetivos	62

2.2.1.	Objetivo General	62
2.2.2.	Objetivos Específicos	62
3.	MATERIAL Y MÉTODOS	63
3.1.	Material	64
3.2.	Métodos	67
3.2.1.	Diseño Metodológico del Estudio	67
3.2.2.	Tamaño de la muestra	73
3.2.3.	Criterios de inclusión	74
3.2.4.	Criterios de exclusión	74
3.2.5.	Criterios de eliminación	74
3.2.6.	Lugar de referencia	74
3.2.7.	Método estadístico	75
3.3.	Ética del Estudio	76
4.	RESULTADOS	77
4.1.	Estudio Descriptivo	78
4.1.1.	Descripción de la Muestra	78
4.1.2.	Características Antropométricas	79
4.1.3.	Datos Relativos a la Técnica	82
4.1.4.	Datos Relativos al Éxito del Procedimiento	83
4.1.5.	Datos Relativos al Fracaso del Procedimiento	84
4.2.	Estudio Analítico	85
4.2.1.	Variables Relativas a Grupos	85
4.2.1.1.	RNBP (<2500g)	85
4.2.1.2.	RNMBP (1000-1500g)	87
4.2.1.3.	RNEBP (<1000g)	88
4.2.2.	Variables Relativas al Éxito del Procedimiento por Grupos	92
4.2.3.	Variables Relativas al Fracaso del Procedimiento por Grupos	94
5.	DISCUSIÓN	96
5.1.	Parámetros Vasculares de la YID	99
5.2.	Eficacia de la Cateterización de la Vena YID Guiada por Ultrasonido	100
5.2.1.	Anatomía del cuello	103

5.2.2.	Localización	103
5.2.3.	Diámetro de la YID	104
5.2.4.	Profundidad	104
5.2.5.	Posición del paciente	105
5.2.6.	Posición de la cabeza	105
5.2.7.	Tracción cervical	106
5.2.8.	Colapso de la pared anterior	106
5.2.9.	Punción por transfixión	107
5.2.10.	Catéter venoso central	107
5.2.11.	Guía	107
5.2.12.	Capacitación	108
6.	CONCLUSIONES	111
7.	RESUMEN	113
8.	SUMMARY	116
9.	REFERENCIAS	119

ABREVIATURAS

Cardiopat: cardiopatía.

CVC: catéter venoso central.

Desv. típ.: Desviación típica

ECM: músculo esternocleidomastoideo.

ECN: enterocolitis necrosante.

EMH: enfermedad de membrana hialina.

EUA: Estados Unidos de América.

Femoral der: vena femoral derecha.

Fr: French.

HiPe: hipoxia perinatal severa.

HIV: hemorragia intraventricular.

Neumon: neumonía.

Neuroinfecci: neuroinfección.

PICC: catéteres centrales de inserción periférica.

PosQx: postquirúrgico.

PVC: polivinilo de cloruro.

RNBP: Recién nacido de bajo peso.

RNEBP: Recién nacido de extremado bajo peso.

RNMBP: Recién nacido de muy bajo peso.

SEG: semanas de edad gestacional.

TP: tiempo de protrombina.

TTP: tiempo de tromboplastina.

UCIN: Unidad de cuidados intensivos neonatales.

UCIREN: Unidad de cuidados intermedios neonatales.

US: Ultrasonido.

VCI: vena cava inferior.

VCS: vena cava superior.

VEU: Vida extrauterina.

VYI: vena yugular interna.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El cuidado de los recién nacidos prematuros es una prioridad mundial, la Organización de las Naciones Unidas tiene dentro de su programa “*Nosotros podemos terminar la pobreza 2015*” (We can end Poverty 2015) las “*Metas de Desarrollo del Milenio*” (Millennium Development Goals),¹⁴² y dentro de éstas, la meta 4 corresponde a reducir la mortalidad infantil:

“Reducir hasta en dos tercios, entre 1990 y 2015, la tasa de mortalidad de los menores de 5 años”.

Las complicaciones del recién nacido pretérmino son la principal causa directa y factor de mayor riesgo de las muertes neonatales, ya que ésta es responsable del 27% o cerca del millón de muertes neonatales anualmente.⁸⁰

1.1 ACCESO VENOSO EN LA EDAD PEDIÁTRICA

Después de la introducción en la población de pacientes adultos y la expansión en la utilización de los catéteres venosos centrales (CVC), se inició la utilización de estos dispositivos en la población pediátrica. Sin embargo, el acceso vascular en la edad pediátrica muchas veces es difícil y frustrante.¹³³

La cateterización venosa central en los pacientes pediátricos críticamente enfermos es utilizada para múltiples propósitos, ya que se requiere para monitorización hemodinámica, para la administración de soluciones hipertónicas, medicamentos, nutrición parenteral o muestras sanguíneas.

La etapa neonatal por otro lado representa una categoría de pacientes con problemas específicos y sitios de acceso venoso que difieren de las otras edades en la edad pediátrica.³⁴

1.2 LA ETAPA NEONATAL Y SU CLASIFICACIÓN

Se considera etapa neonatal como la de todos los recién nacidos hasta el mes de edad. Los pacientes en la etapa neonatal se clasifican según la edad gestacional, ya que esta clasificación es más significativa que la basada en el peso, debido a que el grado de inmadurez en el desarrollo del recién nacido condiciona el pronóstico de supervivencia de estos pacientes. Es así como la clasificación en función de la edad gestacional es de acuerdo a la edad posmenstrual.²⁷

1.2.1 Clasificación del Neonato Según la Edad Gestacional

- Pretérmino: menor de 37 semanas de gestación (259 días).
- A término: de 37 a 41⁺⁶ semanas (260-294 días).
- Postérmino: 42 semanas (295 días).

Aproximadamente, el 12% de todos los nacimientos en los Estados Unidos de América (EUA) son prematuros, y el 2% son menores de 32 semanas de gestación. En México, esta incidencia se ha incrementado en los últimos años, asociada principalmente al embarazo de madres adolescentes.

Aunque la etiología es desconocida en la mayoría de los casos, el parto pretérmino y los recién nacidos de bajo peso al nacer se asocian con algunas situaciones, como el bajo nivel socioeconómico, madres menores de 16 años y mayores de 35 años, madres que tengan alguna actividad durante el embarazo, enfermedad materna aguda o crónica, partos múltiples, antecedente de parto pretérmino, factores obstétricos, y problemas fetales.

Los pacientes prematuros conllevan riesgo de sufrir otras patologías por la dificultad de adaptación extrauterina debido a la inmadurez de los sistemas orgánicos; entre estas patologías, destacan los problemas respiratorios, neurológicos, cardiovasculares, nutricionales, gastrointestinales, metabólicos, renales, inmunológicos y oftálmicos, entre otros.

El riesgo de morbilidad y mortalidad está directamente relacionado con la disminución de la edad gestacional.²⁷

1.2.2 Clasificación del Neonato Según su Peso

Aún no existe un consenso universal, las definiciones aceptadas son:

- Recién nacido macrosómico: 4000g o más.
- Recién nacido de peso normal: 2500g a 3999g.
- Recién nacido de bajo peso: <2500g.

Aunque la mayoría de los recién nacidos de bajo peso son prematuros, algunos son a término pero de bajo peso para la edad gestacional.

El recién nacido de bajo peso se clasifica a su vez en:²⁷

- Recién nacido de bajo peso (RNBP): 1500-2500g
- Recién nacido de muy bajo peso (RNMBP): 1000-1500g
- Recién nacido de extremado bajo peso (RNEBP): < 1000g

Los RNMBP (<1500g.) son pacientes con un alto riesgo de morbi-mortalidad y consumen el 65% de los costos del otorgado al cuidado médico neonatal, especialmente si la edad gestacional es igual o inferior a 25 semanas. A pesar de esto, en los últimos años ha habido un incremento en la sobrevida de estos pacientes gracias a los esteroides prenatales, antibioticoterapia en madres de alto riesgo, mejores técnicas de monitorización del trabajo de parto, nuevas estrategias de resucitación, utilización de surfactante, nuevas técnicas de ventilación mecánica y protocolos de nutrición.

Este incremento en la sobrevida también ha obligado a cambiar y mejorar el cuidado perinatal y posnatal de estos recién nacidos de alto riesgo con la finalidad de disminuir la incapacidad neurológica a largo plazo y otros problemas de salud.

En España, del 2002 al 2005, hubo 1.378.300 nacimientos. Teniendo en cuenta la clasificación del peso del recién nacido, del 1,4 al 1,7% fueron RNMBP, es decir, un estimado de 19.296 a 23.440 nacimientos con peso menor de 1500g.

Tomando como parámetro el peso, los RNMBP y RNEBP son responsables de un 60 a un 70% de la mortalidad neonatal y representan el grupo de recién nacidos de más alto riesgo.

En España, el 50% de los recién nacidos con peso inferior a 600g muere en las primeras 24 horas de vida.⁹⁷

Esa inmadurez con la que cursan los RNMBP y RNEBP conlleva una incidencia de enfermedad de membrana hialina de un 69,6% en estas poblaciones de recién nacidos, con la secuela de displasia broncopulmonar en un 10,4%. Debido a esta patología pulmonar, el 69% de los recién nacidos requieren ventilación mecánica. Tanto la morbilidad neurológica, como la hemorragia intraventricular se refieren en el 8% de los casos. Así mismo, estos pacientes críticamente enfermos cursan con una incidencia de septicemia temprana y tardía del 5% y 29%, respectivamente. Otra patología asociada es la enterocolitis necrosante que se presenta

en el 6%; la cardiopatía más frecuente es la persistencia del conducto arterioso, encontrada en el 24% de los pacientes, el 15% de los cuales requieren una intervención quirúrgica.^{98,125}

1.3 ACCESOS VENOSO EN LA ETAPA NEONATAL

La cateterización intravascular del sistema venoso es una parte importante del cuidado médico de los neonatos. El éxito del acceso intravascular es el primer paso hacia la colocación de un dispositivo vascular venoso.

El acceso vascular más efectivo y seguro se obtiene de una cuidadosa elección teniendo en consideración el tamaño del neonato, las necesidades terapéuticas y la duración del tratamiento, así como el catéter apropiado y la adecuada técnica y localización de la inserción.

El acceso venoso en la etapa neonatal se puede dividir en acceso venoso periférico y acceso venoso central. El acceso venoso periférico se realiza con catéteres cortos. Mientras que el acceso venoso central, se realiza a través de un acceso venoso periférico con la utilización de catéteres largos para localización central, o por acceso venoso en una vena central.⁸⁹

1.4 ACCESO VENOSO EN NEONATOS DE BAJO PESO

Con el avance de la tecnología y los mejores cuidados prenatales y de terapia neonatal, se logran cada día la sobrevida de pacientes de menor peso, algunos de los cuales requerirán un catéter para monitorización de la presión sanguínea, muestras sanguíneas y la infusión de líquidos y medicamentos.¹¹⁸

Los catéteres intravasculares son considerados como “líneas de vida”, indispensables en el cuidado crítico de los neonatos. La inserción de un catéter intravascular es el procedimiento invasivo más común realizado en la terapia intensiva neonatal.⁵⁷

Dentro de la etapa neonatal, los pacientes menores de 2500g son un grupo de pacientes en los que técnicamente es difícil el acceso venoso percutáneo, relacionado principalmente con los diámetros de sus venas centrales.

Un acceso venoso central es a menudo obligatorio en el cuidado del neonato crítico y del prematuro. En la etapa neonatal frecuentemente nos enfrentamos con situaciones en las

cuales el acceso vascular parece imposible por el tamaño del paciente o porque los sitios disponibles han sido utilizados temporalmente o no son utilizables (umbilicales o accesos periféricos); por lo tanto, debemos estar familiarizados con las técnicas de acceso venoso central.

1.4.1 Vías de Acceso Venoso en la Etapa Neonatal

La localización preferida para un acceso venoso central en recién nacidos son los vasos umbilicales y los vasos periféricos, pero estos tienen inconvenientes, como la corta duración en función y que son catéteres de diámetros pequeños y de un solo lumen. Otras localizaciones utilizadas para el acceso venoso central en la etapa neonatal son la vena femoral, la subclavia y la yugular interna.¹⁴⁸

1.4.1.1 Acceso Umbilical

El cordón umbilical contiene dos arterias y una vena y éstas se encuentran dentro de la gelatina de Wharton. Una vez que penetran los vasos umbilicales en el cuerpo, la vena corre cefálicamente, entra en el hígado y se divide. Una rama se une a la rama izquierda de la vena porta. La otra rama se convierte en el ducto venoso y hace un by-pass para pasar el flujo sanguíneo dentro de la vena cava inferior, a través de la vena suprahepática izquierda.

La vena y la arteria umbilical son fácilmente accesibles durante los primeros días de vida, algunas veces hasta el final de la primera semana. La vena umbilical es recomendada como una vía de emergencia en caso de resucitación. Esta puede ser utilizada como cualquier otra vía central para toma de productos sanguíneos o para administrar líquidos, nutrición parenteral o productos sanguíneos (exanguineotransfusión). Otras indicaciones secundarias en neonatos de RNMBP y RNEBP es utilizarlo como un acceso venoso crónico o de largo plazo. También se puede utilizar para corroborar el diagnóstico de drenaje venoso anómalo total de venas pulmonares infradiafragmático.

Las contraindicaciones para esta vía son la onfalitis, onfalocele, gastrosquisis y peritonitis. La enterocolitis necrosante es una contraindicación relativa para la utilización de la arteria umbilical.

En la colocación hay que tener ciertas precauciones como son:

- Utilizar las precauciones universales (lavado de manos, uso de bata estéril, guantes, mascarilla y gorro estéril).
- No dejar la punta del catéter cerca del origen de los vasos hepáticos, la vena porta o el foramen oval. La mejor localización es el ducto venoso o la vena cava inferior.
- Verificar la localización de la punta del catéter antes de una exanguíneotransfusión. Evitar que esté en la porta o intrahepático.
- Evitar la infusión de sustancias hipertónicas si no están en la vena cava inferior.
- Evitar dejar el catéter abierto a la atmósfera por riesgo de embolismo aéreo.

Las complicaciones de este acceso incluyen:

- Infección.
- Tromboembolismo con coágulos, gelatina de Wharton.
- Trauma vascular, como perforación y formación de aneurisma.
- Malposición de la punta del catéter venoso, dando como resultado acumulación de líquido en el espacio pleural, espacio pericárdico o peritoneo, obstrucción del retorno venoso, arritmias y hematoma hepático.
- Trombosis de la cava o vena porta, algunas veces asociado a hematocritos altos con los que cursan los RNMBP y RNEBP.^{16,38,89,103}

1.4.1.2 Acceso Venoso Periférico

Este acceso es el conocido como “canalización” en donde se realiza la venopunción de una vía venosa periférica.

Las indicaciones de esta vía son la toma de muestras sanguíneas, exámenes de rutina - sobre todo si se requiere una muestra grande de sangre-, hemocultivo, hematocrito central y la administración de medicamentos. Esta vía es preferible para ciertos estudios (sobre las muestras capilares) como son:

- Niveles de drogas.
- Cruzamiento de sangre.
- Hemoglobina/Hematocrito.
- Cariotipo.

Dentro de las contraindicaciones se encuentran:

- Utilización de venas profundas en presencia de defectos de coagulación.
- Infección local en el sitio de la punción.
- Vena femoral o yugular interna.
- Vena yugular externa en casos de neonatos con dificultad respiratoria, hemorragia intracraneal o incremento de la presión intracraneal.

En el acceso venoso periférico hay que tener las siguientes precauciones:

- Seguir las precauciones universales.
- Colocar al neonato en posición de Trendelenburg para evitar embolismo aéreo cuando se toman muestras de vasos del cuello.
- Utilizar sitios distales hasta donde sea posible.
- Usar catéteres venosos periféricos de diámetro pequeño 24Ga. y cortos.

Venas en orden de preferencia:

- Fosa antecubital.
- Dorso de manos.
- Dorso de pies.
- Vena safena mayor en el tobillo.
- Venas de la muñeca.
- Cráneo.
- Vena safena mayor proximal.
- Cuello.

Las complicaciones de este acceso incluyen:

- Oclusión del catéter.
- Migración del catéter.
- Retiro accidental.
- Hemorragia.
- Defectos de coagulación.
- Punción de venas profundas.

- Trombosis o émbolo venoso con punción de grandes vasos o profundos.
- Laceración de arterias adyacentes.^{17,20,38,87,89,140}

1.4.1.3 Acceso Intraóseo

Este acceso es un verdadero acceso venoso central. Se suele utilizar como último recurso vascular, como en casos de resucitación cuando no se ha podido acceder por ninguna vía venosa y se requiere un acceso rápido. Esta vía es considerada como una medida temporal. El sitio preferido de inserción es la parte proximal o distal de la tibia, o la parte distal del fémur. Se puede utilizar cualquier aguja de aspiración de médula ósea, pero existen agujas especialmente diseñadas para este propósito, con diferentes longitudes (2.5, 3 y 4 cm) y diseños.

En el acceso intraóseo hay que tener las siguientes precauciones:

- Evitar la extravasación.
- No utilizarlo en fracturas óseas en el hueso elegido.
- Evitar huesos utilizados previamente.
- Debe fijarse bien la aguja intraósea e inspeccionar regularmente el sitio de acceso.

Las posibles complicaciones de este acceso son:^{38,89}

- Celulitis.
- Osteomielitis.
- Fractura ósea.
- Embolismo graso o de médula.

1.4.1.4 Acceso Venoso Central Periférico

Los catéteres venosos centrales insertados periféricamente son una manera semi-invasiva de proveer un acceso venoso central intermedio o de largo plazo, para ser utilizado en infusión de nutrición parenteral, tratamiento con antibióticos o soporte con medicamentos inotrópicos.

Esta vía combina las ventajas de las vías periféricas y centrales, es decir, se puede colocar en la cama del paciente, son de relativo bajo costo, seguros y compatibles con una

gran variedad de medicamentos, y ofrecen un largo uso. Sin embargo, también muestran desventajas, como la difícil introducción del catéter en la vena después de canalizarla, y la dificultad que presentan en la toma de muestras sanguíneas o la infusión rápida de líquidos debido a los pequeños calibres.

Los sitios preferidos en la extremidad superior son la vena cefálica, basílica, mediana antebraquial y venas accesorias cefálicas. En la extremidad inferior, las venas safena interna y externa. También se pueden utilizar las venas craneales, como la occipital, metópica o las temporales.

En el acceso central periférico hay que tener las siguientes precauciones:

- Colocación correcta de la punta del catéter, verificado radiológicamente con contraste si es necesario.
- Evitar áreas cercanas a pérdida de piel o de infecciones.
- Evitar vasos cercanos a las articulaciones, porque la inmovilización es más difícil.
- Precaución en diferenciar venas de arterias.
- Evitar en áreas de compromiso circulatorio.
- Evitar catéteres periféricos largos en neonatos ya que incrementa el daño al endotelio vascular y la posibilidad de trombosis.

Las posibles complicaciones de este acceso son:

- Hematoma, es la causa más común de complicación pero usualmente no es significativa. Los hematomas se pueden manejar con compresión manual.
- Venoespasmó, ocurre raramente como una complicación del acceso venoso y se suele resolver espontáneamente.
- La flebitis es la complicación significativa más común asociada a los catéteres venosos centrales periféricos. Cuando ocurre flebitis, el riesgo de una infección relacionada con el catéter se incrementa.
- Infiltración del tejido subcutáneo con soluciones intravenosas.
- Infección.

- Inyección accidental o infusión dentro de una arteria con arterioespasmo y posible necrosis tisular.
- Embolismo aéreo.
- Isquemia o gangrena de la extremidad inferior, complicando las infusiones en la vena safena.
- Arritmias cardíacas.
- Perforación miocárdica.
- Taponamiento cardíaco.
- Derrame pleural.
- Ruptura del catéter con migración dentro de la arteria pulmonar.^{21,38,47,77,83,87,89,129}

1.4.1.5 Acceso Venoso por Venodisección

Los catéteres vasculares y técnicas modernas han convertido la venodisección tradicional en obsoleta. Sin embargo, esta vía de acceso vascular es aún utilizada en casos de urgencias o en lugares donde no se cuente con la tecnología o personal capacitado en acceso venoso percutáneo. La vena safena en el tobillo es el acceso más seguro y rápido en pacientes pediátricos, pero en neonatos, y más aún en los RNBP, las venas cervicales son fácilmente accesibles (yugular externa) y proporcionalmente de mayor tamaño (yugular interna). No hay que olvidar que el acceso intraóseo es también un acceso en caso de urgencia absoluta.

Los estudios acerca del acceso por venodisección para la colocación de un CVC en recién nacidos de peso bajo son escasos, pero en una investigación que compromete RNMBP y RNEBP, se encontró más de una complicación en el 57% de los RNEBP.¹¹⁰ Por ello, cuando no se pueden llevar a cabo otros métodos, la venodisección se convierte en la única alternativa para el acceso venoso en un momento de urgencia. Este acceso está indicado cuando la vía percutánea no es posible, así como en caso de terapia intravenosa de emergencia. Con respecto a las contraindicaciones, hay que destacar lo importante que es valorar la relación riesgo-beneficio cuando hay presencia de diátesis hemorrágica; de otra parte, no debe utilizarse como procedimiento de rutina para iniciar una vía intravenosa cuando el método percutáneo es técnicamente difícil, pero no imposible.

En el acceso por venodisección hay que tener las siguientes precauciones:

- Aspirar antes de inyectar xylocaina para no producir una infusión intravascular inadvertida.
- No realizar una incisión muy profunda que lesione los vasos.
- Evitar soluciones muy hipertónicas.

Las posibles complicaciones de este acceso son:^{38,89,91,143}

- Lesión vascular de vasos adyacentes.
- Lesión neurológica de nervios adyacentes.
- Infección de sitio quirúrgico.
- Hematoma de sitio quirúrgico.
- Trombosis del vaso utilizado para el acceso.

1.5 ACCESO VENOSO CENTRAL

1.5.1 Historia del Acceso Venoso Central

1.5.1.1 Introducción

Las técnicas e indicaciones del acceso venoso central han ido cambiando en los últimos años con el advenimiento de novedosos dispositivos, nuevas técnicas radiológicas y características de los pacientes.

Como es sabido, el acceso venoso central es más difícil y conlleva mayores complicaciones en niños que en adultos, especialmente en RNBP, RNMBP Y RNEBP.⁴¹

El acceso venoso central ofrece numerosas ventajas, permite: administrar rápidamente líquidos y derivados sanguíneos, enviar medicamentos justo al sitio en el que se necesita su acción farmacológica, monitorizar la presión venosa central, administrar medicamentos incompatibles, disminuir las venopunciones cuando la patología requiere múltiples y continuas muestras de laboratorio y, finalmente, suministrar soluciones hiperosmolares o irritantes que requieren la infusión en vasos de gran calibre. En este último caso, si se usaran venas periféricas, el volumen de líquidos necesarios para diluir estas soluciones y evitar el daño en la vena sería demasiado grande para los niños de muy bajo peso.

1.5.1.2 Origen del Acceso Venoso

Algunas fechas importantes en la historia:

- 1628, William Harvey publicó un libro en el que argumentó que la sangre era bombeada alrededor del corazón en un sistema circulatorio.
- En el siglo XVII se descubrió la inyección intravenosa, como nuevo procedimiento para la administración de fármacos.
- Las primeras inyecciones de sustancias por esta vía, realizadas con fines experimentales y no terapéuticos, se deben a Christopher Wren que, en 1656 con la ayuda de una vejiga de cerdo como recipiente y una pluma de ganso como aguja, logró introducir cerveza y vino en la vena de un perro.
- Estos ensayos fueron continuados por Robert Boyle y Robert Hooke, que inyectaron opio y azafrán también en perros, observando sus resultados.
- En 1662, Johann Daniel Major llevó a cabo con éxito la primera inyección de droga intravenosa en el cuerpo humano.
- En 1665, se transfunde sangre de un animal a otro.
- En 1667, Jean Baptiste Denis transfunde sangre de cordero a un niño de 15 años, el paciente muere y no se sigue adelante.
- En 1843, George Bernard logró introducir soluciones de azúcar en animales.
- En 1891, Kart Landsteiner demostró que no toda la sangre humana es igual, fue el descubridor de los grupos sanguíneos.
- El premio Nóbel de 1956 lo obtuvieron Werner Forssmann, André Cournand y Dickinson Richards por sus descubrimientos en la cateterización cardíaca y los cambios patológicos en el sistema circulatorio.
- Dudrick y Wilmore en 1967 y 1968, inician la era de la nutrición parenteral, así como la utilización de catéteres centrales con túneles subcutáneos. Posteriormente aparecerían los catéteres de Hickman y Broviac bajo este concepto de tunelización subcutánea.¹¹¹

1.5.1.3 Rutas de Inserción

El acceso a la circulación central puede llevarse a cabo mediante la inserción de un catéter por una vena central o periférica. La vena cava superior (VCS) y la vena cava inferior (VCI) permiten flujos y volúmenes muy altos que facilitan la dilución rápida de sustancias hipertónicas. El acceso a estas venas puede realizarse a través de sus venas tributarias que tengan el suficiente diámetro para permitir la introducción de un catéter. La VCS es accesible a través de las venas yugulares externas, yugulares internas, subclavias y axilares. A la VCI se accede a través de la vena femoral o la vena umbilical. El acceso a estos sitios es un procedimiento a ciegas, por lo cual es importante el conocimiento profundo de las guías anatómicas.^{123,134}

1.5.2 Anatomía de las Venas Centrales

1.5.2.1 Introducción

En niños hay pocos estudios de la anatomía clínica de las venas centrales y de las extremidades superiores en poblaciones de neonatos de peso bajo (RNBP, RNMBP y RNEBP), sobre todo con resultados consistentes. Además, se conoce poco acerca de la anatomía relativa en la infancia temprana en donde las proporciones se encuentran alteradas, sobre todo porque la cabeza y el cuello dominan esta área.^{41,124}

Existen al menos 250 nombres de venas en el cuerpo humano. La mayoría de las grandes estructuras vasculares no pueden ser visualizadas externamente a simple vista durante la canalización. Además, todos los catéteres centrales pasarán por algunas de las grandes venas del tórax o del abdomen para arribar a su localización pericardiaca. Es así que el adecuado conocimiento de la anatomía y las variaciones más comunes ayudarán en el acceso de una vía venosa central.

1.5.2.2 ¿Qué Es una Vena Central?

Una vena central es aquella que se encuentra cerca del centro de la circulación, en este caso hablamos del corazón. Un acceso de este tipo se requiere para los siguientes propósitos:

En un neonato:

- Monitorizar la presión venosa central.

- Administrar rápidamente sangre y líquidos.
- Administrar medicamentos vasoactivos.
- Administrar medicamentos irritantes o mezclas de alta osmolaridad.
- Administrar medicamentos incompatibles, para lo que se requieren catéteres multivías.
- Administrar nutrición parenteral.
- Tener accesos venosos de larga permanencia cuando son necesarios.

El riesgo de lesión vascular por infusiones esclerosantes está relacionado con el diámetro de la vena y la velocidad del flujo, más que por la proximidad al corazón. En general, cuanto más central es la vena, mayor es el diámetro y flujo de ésta.

Las venas que cumplen con grandes diámetros y flujos rápidos son la vena cava superior, las venas braquiocefálicas, las venas subclavias, la vena cava inferior, las venas ilíacas externas y las comunes. Aunque no es una vena la aurícula derecha también cumple este requisito.^{89,111}

Anatomía de la Vena Cava Superior

La vena cava superior drena la sangre venosa de la porción superior del cuerpo humano. Esta vena está formada por el drenaje de las dos venas braquiocefálicas por detrás del primer arco costal, este vaso no tiene válvulas. Este vaso desciende casi verticalmente de forma recta y termina en la parte superior de la aurícula derecha. La perforación de la VCS a este nivel puede causarse tanto en el momento de pasar una guía, como el dilatador. La radiografía anteroposterior no permite distinguir esta situación, pero tendrá como resultado un hemotórax exanguinante en la población de RNBP.

Hay que remarcar que la mayoría de las descripciones anatómicas están hechas en adultos y la extrapolación a la población pediátrica no siempre es posible. Es así, por ejemplo, en el caso del aporte sanguíneo cerebral en los niños, el cual es proporcionalmente mayor que el aporte sanguíneo al cuerpo; en consecuencia, el drenaje venoso es mayor y los diámetros de la venas son más grandes.

En recién nacidos a término el diámetro transversal de la VCS es de 59 mm² y disminuye al mes de vida a 41 mm²; en recién nacidos de pesos bajos (RNBP, RNMBP, RNEBP) el diámetro externo es de 41mm².⁴¹

1.5.2.3 Rutas de Acceso a una Vena Central

La VCS y la VCI son muy difíciles de canalizar directamente, ya que se encuentran profundamente en el tórax o en el abdomen, por ello se requiere técnicas de imagenología. Sin embargo, la mayoría de las veces, estos grandes vasos son canalizados periféricamente y se introducen catéteres largos para llegar a ellos.

Hay nueve venas que con frecuencia son canalizadas percutáneamente para acceder a los vasos centrales:

- Yugular interna.
- Subclavia.
- Femoral.
- Basílica (por abordaje de la fosa antecubital).

Venas utilizadas menos frecuentemente:

- Axilar (abordaje anterior o lateral).
- Yugular externa.
- Braquial.
- Cefálica (abordaje fosa antecubital)
- Braquiocefálico (abordaje supraclavicular).

1.5.2.4 Variaciones Anatómicas de las Venas Centrales

Las variaciones anatómicas de las vena centrales pueden ser congénitas o adquiridas. La alta frecuencia de variabilidad es un argumento poderoso para la utilización rutinaria de técnicas de imagenología.

Variaciones Congénitas. La variante más frecuente de la VCS es la persistencia de la VCS izquierda; su incidencia es de 0.3 a 4.3%. Esta vena puede presentarse con o sin la VCS derecha.^{23,32}

Otra anomalía de la VCS se observa en pacientes con dextrocardia, en los que se encuentra asociada con *situs inversus*, la VCS y la VCI se localizan a la izquierda de la línea media. Se ha estimado que ocurre en 1 de cada 10.000 nacimientos.¹⁰⁴

Variaciones Adquiridas. Cualquier paciente que previamente ha tenido un catéter tiene riesgo potencial de tener anomalías. Se asocia la estenosis o trombosis venosa en pacientes que permanecen con catéteres de forma prolongada. Así mismo, están descritas las desviaciones mediastinales secundarias a derrames pleurales o colapso pulmonar.

1.5.2.5 ¿Dónde Debe Quedar la Punta del Catéter?

Siempre se debe comprobar la localización de la punta del catéter por medio de una radiografía de tórax. Para el catéter insertado en la vena yugular interna (VYI), la punta debe localizarse en la vena cava superior antes de la entrada en el pericardio y que el catéter se encuentre paralelo al vaso.³⁸

En pacientes pediátricos se han realizado análisis para que por marcas anatómicas se pueda determinar la inserción del CVC, las cuales incluyen las distancias desde el sitio de inserción hasta el nivel de ambas tetillas con el objetivo de que la punta se encuentre cerca de la carina.¹⁰⁰

En estudios de cadáveres de infantes y niños se ha encontrado que la reflexión pericárdica se encuentra 5 ± 0.4 mm por debajo de la carina y puede extenderse hasta 5 mm por arriba en los neonatos. Por lo tanto, la carina, como un marcador de la entrada al pericardio, no es una guía confiable en neonatos, como sí lo es en la población adulta.⁶⁴ Por lo que algunos autores recomiendan que la punta del CVC esté por fuera de la reflexión pericárdica; esta distancia se puede estimar como 1cm por fuera de la silueta cardíaca en el neonato pretérmino, y 2cm por fuera de la silueta cardíaca en los neonatos a término.¹⁰⁸

Bajo estas reglas, hay algunas consideraciones que tenemos que tener en cuenta:

- La vena utilizada siempre debe ser la de diámetro más ancho y de alto flujo, así las drogas administradas podrán diluirse y no ocasionar lesión a la vena.

- La punta del catéter debe estar a lo largo del eje mayor de la vena, es decir, paralelo a éste, más que contra la pared del vaso, así disminuyen lesiones en la pared de la vena. También se deben evitar las uniones de venas.
- Se debe colocar la punta del catéter después de la última válvula venosa en la ruta de acceso.^{1,46}

Sitios seguros para dejar la punta de un catéter son las venas braquiocefálicas, la parte superior o inferior de la VCS (esta localización es difícil de definir en las poblaciones de RNBP, RNMBP Y RNEBP), parte superior o inferior de la VCI, o la parte superior de la aurícula derecha. Cuanto más pequeña sea una vena, mayor es el riesgo de lesión en la pared.

Así pues, localizaciones seguras para los CVC insertados en el lado izquierdo del tórax son particularmente difíciles, ya que sortear la unión de la vena braquiocefálica izquierda a la VCS es algunas veces un reto.

Otro punto de interés en la localización de la punta del CVC es conocer si la punta se encuentra por dentro o por fuera del pericardio. Algunas publicaciones refieren un taponamiento cardiaco que resulta rápidamente mortal, en los que la punta en la parte inferior de la VCS ha penetrado la pared. Se sabe que el pericardio puede llegar a cubrir la parte inferior de la VCS, por ello, lo seguro es dejar el CVC en la parte superior de la VCS, ya que si existiera una penetración de la vena esta drenaría hacia el espacio pleural y no al pericardio.

La colocación de la punta por dentro de la aurícula derecha incrementa el riesgo de arritmias, trombosis y perforación.^{12,65,149}

1.5.2.6 Microanatomía

Grosor de la pared. Las paredes de las venas son delgadas y más distensibles que las de las arterias, debido a la debilidad del recubrimiento muscular medial de las venas. Esto hace que el sistema venoso sea muy distensible y actúe como un reservorio sanguíneo. Se estima que el 60-75% de la sangre en el cuerpo se encuentra contenida en las venas. De este volumen, el 80% se encuentra en las venas de menos de 200 micras de diámetro.¹⁵ El grosor de las paredes de las venas es casi una décima parte de su diámetro interno. De otra parte, las venas con posición inferior al corazón tienen válvulas más gruesas que las venas de la parte

superior del corazón, esto es debido a la mayor presión hidrostática a la que están sometidas en la posición erecta.

Componentes de las paredes venosas. Las paredes de las venas constan de tres capas: la capa endotelial interna, la capa media muscular y la capa externa de tejido conectivo, que se conocen como túnica interna (endotelial), túnica media (fibro-muscular) y túnica adventicia (tejido conectivo).

La túnica interna o íntima es una delicada capa de tejido liso, compuesta por células endoteliales, soportada por tejido conectivo, y orientada longitudinalmente. La túnica media tiene una orientación circunferencial de fibras musculares con tejido elástico. Y la túnica externa o adventicia es una capa de tejido conectivo con una organización longitudinal.

Estas capas son iguales en todas las venas; no obstante, una característica distintiva de las venas, a diferencia de las arterias, es que tienen una capa adventicia de tejido conectivo muy desarrollada y una pequeña proporción de tejido muscular en la túnica media. Esta diferencia hace que las venas sean muscularmente débiles y más delgadas que las arterias. Así mismo, la distribución mayormente longitudinal de sus capas o túnicas hace que, en caso de lesión, ésta se extienda longitudinalmente, es decir, si se lesiona la vena en el momento de la dilatación, se producen defectos longitudinales amplios con los consecuentes sangrados.

1.5.2.7 Estructuras Adyacentes

Las venas habitualmente recorren el cuerpo con otras estructuras, principalmente arterias, nervios y vasos linfáticos, los cuales se encuentran en riesgo de ser lesionados de forma inadvertida cuando se realiza la punción de las venas para canalizarlas.

1.5.2.8 Elección del Mejor Abordaje para la Vena

No hay un sitio ideal para la inserción de los catéteres venosos centrales; el sitio escogido dependerá de la experiencia del médico, la anatomía corporal, la presencia de áreas de trauma y algunas circunstancias clínicas específicas, como trastornos de coagulación, traqueotomía, anormalidades pulmonares, ventilación mecánica y anticoagulación, entre otras. Por ello, hay que tener en mente y considerar ciertos riesgos:

- Riesgo de infección.

- Riesgo de trombosis.
- Riesgo de estenosis.
- Riesgo de sangrado.
- Riesgo de neumotórax.
- Facilidad de inserción.
- Estabilidad clínica del paciente.
- Experiencia y habilidad del médico.
- Disponibilidad de catéter adecuado y equipo de imagen.⁶⁹

Riesgo de infección. Las infecciones relacionadas con CVC son más comunes en los accesos vasculares femorales, en comparación con otras regiones corporales. Los catéteres centrales por vía periférica tienen una incidencia de infección del 22,5%, frente al 12,2% observado en los colocados en otras regiones corporales.¹⁴¹ Esto es debido a la proximidad de los genitales (diuresis), la región anal (evacuaciones) y los pliegues inguinales. Este riesgo es aún mayor en los neonatos de peso bajo que tienen tiempos prolongados de permanencia con el catéter.^{62,82}

Riesgo de trombosis y embolización. Los neonatos son particularmente susceptibles a tromboembolismo debido al pequeño calibre de los vasos sanguíneos, la inmadurez de los sistemas trombolíticos, y el desequilibrio hemostático causado por complicaciones, como asfixia perinatal, deshidratación y enfermedades cardíacas congénitas. Los CVC también causan tromboembolismo por lesión del endotelio y administración crónica de nutrición parenteral. Es más frecuente el tromboembolismo con los CVC que con los catéteres periféricos

De los abordajes más comunes, el riesgo de trombosis es menor en la vena yugular interna, un poco mayor en la vena subclavia, y mucho mayor en los vasos femorales.

El riesgo de trombosis de un vaso aumenta cuando se combinan varios factores: bajo flujo sanguíneo, turbulencia e incremento en la coagulopatía. Por ello, hay que evitar los vasos pequeños y las uniones de vasos.

Teniendo en cuenta la morbilidad, una trombosis de los vasos superficiales de la mano causará una morbilidad menor que una trombosis de los vasos femorales que, incluso, podría

ocasionar un émbolo pulmonar. Éste es uno más de los factores en contra de un acceso femoral. Otro factor de riesgo es la colocación por medio de venodisección.^{35,117,119,151}

Riesgo de estenosis venosa. Las deformaciones o estenosis en las venas después de retirar los CVC son otros de los posibles riesgos que pueden tener los neonatos, y son el resultado de la lesión a los pequeños y frágiles vasos durante la inserción y permanencia del catéter. También guarda una relación muy estrecha con los diámetros de los catéteres disponibles en el mercado, que es mucho mayor que el diámetro de las venas, ocasionando oclusión parcial o total.^{41,73}

Riesgo de sangrado. Las venas corren habitualmente acompañando a las arterias, por ello, uno de los riesgos principales de una cateterización venosa es la punción arterial. En pacientes adultos, el riesgo de punción arterial es mayor en las venas femorales que en la vena yugular interna, y menor que en la vena subclavia.^{54,93} Otros riesgos que se deben tener en cuenta son consecuencia de estas punciones arteriales: si se punciona una arteria subclavia no hay forma de realizar una compresión manual, por lo que habría que considerar las consecuencias de un hemotórax. La punción carótida al intentar canalizar una vena yugular interna puede ocasionar sangrado que podría ocluir o desplazar la vía aérea, pero el cuello es un sitio accesible a la compresión para controlar el sangrado. Por otro lado, el acceso femoral es una vía adecuada para los pacientes con trastornos de la coagulación, ya que es fácilmente compresible, pero tiene en contra el hecho de que los diámetros de estos vasos son minúsculos en los RNMBP y RNEBP.^{70,121}

Riesgo de neumotórax. La vena subclavia en el paciente pediátrico es extratorácica hasta aproximadamente el año de edad. La proximidad de la vena a la pleura determina un mayor riesgo de neumotórax en el abordaje subclavio.^{26,28,38}

Facilidad de inserción y factibilidad para la guía ultrasonográfica. En la edad pediátrica el acceso percutáneo tiene menor éxito que en el paciente adulto. En la edad pediátrica los RNBP, RNMBP y RNEBP son los que presentan mayor grado de dificultad, tanto por el diámetro de las venas, como por la falta de dispositivos de calibre adecuado para acceder a estas pequeñas venas.

Los puntos de referencia que habitualmente se describen para la punción de vasos

centrales son difíciles de palpar o de localizar, sobre todo en los recién nacidos pretérmino.^{44,81,153} Otra limitante de la factibilidad son los escasos estudios morfométricos de las venas centrales y de las extremidades superiores existentes en niños.^{11,28,124}

Bajo estos conceptos, en la población de recién nacidos de bajo peso, la guía ultrasonográfica para la punción venosa incrementa la tasa de éxito y disminuye la incidencia de complicaciones. La vena que particularmente es mejor visualizada por ultrasonido (US) es la vena yugular interna.^{38,48,110}

1.5.3 Examen y Evaluación del Paciente

1.5.3.1 Introducción

Los CVC han mejorado notablemente el cuidado de salud de los neonatos y pacientes pediátricos críticamente enfermos en los pasados 30 años. La variedad de catéteres han incrementado, haciendo que la colocación de un CVC sea uno de los procedimientos más frecuentemente realizados en niños.¹⁰ Por lo tanto, la colocación de un CVC viene a ser un procedimiento rutinario realizado en manos de profesionales de salud con experiencia en acceso vascular, y asociado a pocas complicaciones. Sin embargo, en manos menos experimentadas o en entrenamiento, este procedimiento puede ser peligroso y traer ocasionalmente resultados severos o de letales consecuencias, muchos de los cuales pueden evitarse si se realiza un correcto examen y evaluación del paciente previo a la inserción del CVC.

La evaluación del paciente incluye la identificación no solo de la vena más accesible, sino también de los medicamentos intravenosos que está recibiendo el paciente y el volumen que se va a administrar. En la etapa neonatal, y de acuerdo al peso del recién nacido, es importante tener en cuenta el diámetro del catéter con el que se cuenta.

1.5.3.2 Información y Consentimiento Informado

La educación que se brinda a los familiares de los pacientes es importante, a pesar de que los recién nacidos críticamente enfermos no se encuentran bajo el cuidado directo de los familiares, ellos deben saber las medidas de seguridad y cuidados de los dispositivos

intravasculares. La información que deben recibir los padres o familiares será la correspondiente a:

- ¿Qué es un CVC?
- ¿Cuáles con las ventajas o desventajas de un CVC?
- ¿Cuáles son los riesgos inherentes a la inserción de un CVC?
- ¿Cuáles son los cuidados de un CVC?
- ¿Cuándo se retira un CVC?

En lo posible se debe involucrar a los padres en la toma de decisiones sobre la vena de acceso y el tipo de catéter apropiado para las necesidades del recién nacido.

El consentimiento informado es el acto de la obtención del permiso de los familiares para la realización del procedimiento o tratamiento indicado para el cuidado del paciente. Se obtiene o solicita después de una explicación adecuada del tratamiento o procedimiento que se impondrá al paciente. La información que se proporciona es relativa a los riesgos, beneficios, alternativas y curso que llevará el paciente. Es importante que toda la información que se brinde a los familiares sea consistente con su nivel de comprensión y que se utilice el lenguaje adecuado.¹⁸

1.5.3.3 Elección de la Técnica Anestésica

Los neonatos, tanto de término, como pretérmino, experimentan dolor y tienen el derecho de recibir alivio efectivo y seguro del dolor. Comparado con el adulto, los neonatos de término o pretérmino demuestran una hipersensibilidad a los estímulos sensoriales. Lamentablemente los neonatos no verbalizan su dolor, dependen de otros para que lo reconozcan, lo valoren y lo maneje. El dolor ocurre frecuentemente durante el periodo neonatal, en las unidades de terapia intensiva, debido a procedimientos diagnósticos, terapéuticos, lesiones en tejidos o enfermedad. Sin embargo, el dolor en neonatos está infrarreconocido, infratratado y frecuentemente no evaluado ni reevaluado.

En los últimos años se han publicado consensos acerca del manejo del dolor en la etapa neonatal. La evidencia hasta el momento demuestra que en neonatos:

- La maduración anatómica de las vías nociceptivas está completa a la mitad o a finales del segundo trimestre.
- Las respuestas fisiológicas en conducta, cardiovasculares, respiratorias, endocrinas y del sistema endocrino son similares a los episodios de dolor experimentados en un paciente adulto o en un niño mayor.
- Las respuestas conductuales y fisiológicas a los estímulos dolorosos pueden ser minimizados o calmados con analgesia.

El impacto del dolor tiene consecuencias a corto (fisiológico y conductual) y a largo plazo (respuestas conductuales al dolor incrementadas o disminuidas).

Los principios generales para la prevención y manejo del dolor en neonatos incluyen:

- Los componentes de los sistemas neuroanatómicos y neuroendocrinos están suficientemente desarrollados para la transmisión del estímulo doloroso en el neonato.
- El dolor en el neonato está infrarreconocido e infratratado. Los neonatos experimentan dolor y la analgesia debe ser prescrita cuando esté indicada durante el cuidado de su salud.
- Si un procedimiento es considerado doloroso en adultos, también debe ser considerado doloroso en neonatos, inclusive si éste es pretérmino.
- Comparado con pacientes de mayor edad, los neonatos pueden experimentar mayor sensibilidad al dolor y son más susceptibles a los efectos a largo plazo de la estimulación dolorosa.
- El adecuado tratamiento del dolor puede estar asociado con una disminución de complicaciones clínicas e, inclusive, disminución de la mortalidad.
- La sedación no provee alivio del dolor y puede enmascarar la respuesta del neonato al dolor.
- Una pérdida de las respuestas conductuales (incluyendo llanto y movimientos) no necesariamente indica ausencia de dolor.

- La severidad del dolor y los efectos de la analgesia pueden ser valorados en el neonato. Los profesionales de la salud tiene la responsabilidad de proveer un abordaje sistemático al manejo de dolor que incluya valoración, prevención y tratamiento del dolor en neonatos.
- El tratamiento del dolor debe incluir el apropiado manejo del medio ambiente, conductuales y de intervenciones farmacológicas.
- El medio ambiente debe ser tan propicio como sea posible para promover el bienestar del paciente y la familia.
- Es responsabilidad de los hospitales la educación y validación de las competencias en valoración y manejo del dolor de todos los médicos y enfermeras involucrados en la atención de los neonatos.

Para realizar la inserción de un catéter central se recomienda:^{3,14,45,51,61,114}

- Aplicación de EMLA (0.5-1g) en el sitio elegido entre 60 y 90 minutos antes del procedimiento (cuando el procedimiento no es urgente o la unidad de cuidados intensivos lo considere seguro)
- Considerar la utilización de sacarosa por vía oral.
- Utilizar una envoltura de sujeción para detener al neonato.
- Se pueden utilizar opioides si se tiene un acceso intravenoso.
- Infiltración subcutánea de lidocaina.

1.5.3.4 Examen Físico del Paciente

Al igual que toda exploración física, este proceso se tiene que iniciar con la inspección del tamaño del recién nacido, tipo de ventilación que presenta y posición del paciente. A continuación, hay que analizar las signos vitales para saber las condiciones en las que se encuentra el recién nacido, investigar si está con sedación o si se le administran medicamentos. Valorar los requerimientos del acceso vascular. Averiguar el diagnóstico de base del recién nacido. Conocer las condiciones de la función respiratoria (traqueotomía) y cardiovascular, sobre todo patología congénita cardíaca, así como la existencia de algún tipo de patología neurológica, hemorragia intraventricular, o estoma abdominal.⁴⁰

1.5.3.5 Evaluación Vascolar

La evaluación vascular requiere llevar a cabo un examen físico de las áreas anatómicas y referencias de los principales sitios de acceso venoso, la historia de lesiones producidas por otros catéteres previos -si los tuvo- o si tiene algún acceso vascular en ese momento, el registro de las lesiones, tumoraciones o malformaciones congénitas que se encuentren en las áreas de acceso venoso central, la valoración de la zona donde se va a fijar el CVC registrando el posible edema de áreas adyacentes a las zonas de punción y la red venosa colateral. Además, también se puede realizar una exploración con ultrasonido (US) del vaso que se ha elegido para valorar su permeabilidad y disposición en relación con la arteria adyacente.

1.5.4 *Diseño del Catéter y Materiales*

1.5.4.1 Introducción

Desde finales de 1960, se han diseñado y puesto en el mercado diferentes tipos y diámetros de agujas metálicas y catéteres rígidos de polietileno o plástico, así como catéteres de un lumen o multilúmenes de diferentes tamaños y materiales. En el diseño también se ha considerado el tiempo de permanencia del catéter, catalogándolos como agudos o de larga estancia.^{39,89}

El personal de salud que se encargue de colocar el catéter debe conocer los diferentes dispositivos, tanto en lo referente a materiales, como a longitudes y diámetros. Para tomar la mejor decisión acerca de qué catéter elegir, también se debe tener en cuenta el tipo de medicamentos que se van a administrar, así como otros posibles usos que se le vayan a dar.

1.5.4.2 Materiales del catéter

Poliuretano. Los catéteres de poliuretano son biocompatibles con la mayoría de los medicamentos y son resistentes a casi todos los químicos. Sin embargo, la utilización de agentes limpiadores a base de alcohol puede debilitar el catéter o provocar su deterioro.

El poliuretano también es trombo-resistente y se hace suave dentro de los vasos sanguíneos, disminuyendo así el trauma mecánico y la irritación vascular con respecto a otros materiales más rígidos. Otra ventaja es su fuerte resistencia a la tensión, lo que permite a la

industria producir dispositivos con paredes más delgadas, de múltiples lúmenes y de diámetros externos más pequeños, maximizando así el flujo sanguíneo del vaso huésped.⁵²

Actualmente, los modernos catéteres de poliuretano son de materiales semi-rígidos y flexibles, y se utilizan habitualmente como CVC de corto plazo. Estos catéteres son lo suficiente rígidos como para que se puedan colocar por punción percutánea sobre una guía sin cánula y, como mencionamos anteriormente, una vez en contacto con la circulación sanguínea el catéter se vuelve más blando.³⁸

Silicona. La silicona es suave y flexible, y es un material trombo-resistente. Entre las ventajas que presentan los catéteres de este material se encuentran el ser resistente a enroscamientos del catéter, y ser biocompatible con la mayoría de los medicamentos. Sin embargo, la silicona tiene una resistencia a la tensión limitada y se puede fracturar, lo que obliga a mantener presiones de flujo controladas. Para su inserción requiere una camisa o cánula. De otra parte, la silicona es compatible con soluciones de limpieza que contengan alcohol, pero puede ser degradada por el peróxido y algunas soluciones de yodo-povidona.¹⁵⁰

Otros. Existen otros materiales para la fabricación de catéteres, como polivinilo de cloruro (PVC), Teflón y Polietileno, pero la mayoría de éstos han sido reemplazados por el poliuretano o la silicona.

1.5.4.3 Trombosis

El riesgo relativo de trombosis debida al material del catéter está relacionado con la rigidez del catéter. El poliuretano y el PVC fueron utilizados en el pasado por su naturaleza rígida, que permitía su fácil inserción percutánea. Sin embargo, ambos materiales se han relacionado con un incremento en la trombogenicidad, debido precisamente a esta rigidez que ocasiona lesión en la íntima de la vena y, consecuentemente, agregación plaquetaria.

Si bien es cierto que la rigidez es importante, también es posible que la composición química suponga un riesgo mayor de trombosis. En un estudio realizado para comparar catéteres de poliuretano suave y silicona, demostraron que la tromboflebitis ocurría menos frecuentemente con el poliuretano.^{86,105}

1.5.4.4 Infección

Una consideración importante cuando se selecciona el material del catéter es que las bacterias se adhieren y se multiplican en la superficie de todos los catéteres. Aunque macroscópicamente la superficie del catéter parezca intacta, visto con microscopía electrónica la superficie puede parecer llena de cráteres lunares. La fibrina y las bacterias adheridas a la superficie predisponen a un incremento de bacterias y de formación de trombo que, cayendo en un círculo vicioso, promueven la colonización bacteriana.⁴²

Segundos después de colocar un CVC, las plaquetas interactúan con la superficie del catéter, resultando en un catéter recubierto con proteínas y líquidos corporales, con subsecuente agregación de fibrina y plaquetas. Este mismo proceso ocurre con cualquier cuerpo extraño que se introduzca en el sistema vascular, siendo más aparente con algunos materiales que con otros.

Debido a esta adhesión plaquetaria y a la activación, los catéteres se encuentran rodeados por fibrina en 5 a 7 días, periodo en el cual se formará una vaina de fibrina. Esta acumulación de fibrina se inicia en el área de ingreso del catéter en la vena y se prolonga hasta la punta que toca la íntima de la vena. La mejora en los materiales, haciéndolos más compatibles con las venas o impregnando el catéter con heparina, son medidas para ayudar a disminuir la trombogenicidad.

Algunos catéteres están recubiertos con antibióticos (minociclina/rifampicina, Spectrum Arrow®) o impregnados de plata por todo el dispositivo, confiriendo al catéter una protección contra potenciales bacterias que quieran colonizarlo. Existen otros catéteres impregnados de antisépticos, como la sulfadiazina de plata o clorhexidina. Estos catéteres están recomendados para reducir la colonización e infección relacionada con el catéter, y hay evidencias que sugieren recomendarlos en pacientes adultos cuando se espera que el catéter permanezca puesto más de 5 días.^{31,95,109,115,128}

Otro dato a tener en cuenta es que todos estos catéteres tienen riesgo de sensibilización del paciente a las drogas que recubren el catéter o la emergencia de bacterias resistentes.

1.5.4.5 Diseño del catéter

Existen en el mercado diseños de catéteres de diferentes tipos con ventajas y

desventajas propias de cada uno, por lo que es recomendable conocer los que tenemos a nuestra disposición. También hay que recordar que cada uno de los diseños requiere algunas modificaciones en la forma de inserción, así como algunas diferencias en el tipo de aguja de punción, guía dilatador y el tipo de equipo de curación y campos con los que vienen los equipos de CVC.

Tipos de Catéter

- **Catéter agudo.** Este tipo de catéter habitualmente está compuesto de poliuretano y es utilizado en casos agudos en donde se requiere un acceso vascular de corto tiempo. La forma de la punta de estos catéteres es con disminución gradual de calibre. Puede utilizarse de 3 a 10 días o más. Existen en longitudes de 5, 13 o 30 cm.
- **Catéter de permanencia intermedia.** Tienen una duración de 2 a 4 semanas. Están hechos predominantemente de silicona. Se encuentran de 1 o 2 vías. Se colocan mayormente en venas de antebrazo (basílica o cefálica) y se dejan antes de la axila.
- **Catéter central insertado periféricamente.** Pueden estar hechos de poliuretano o silicona, se encuentran de 1, 2 o 3 vías. Son insertados a través de la fosa antecubital de la extremidad superior y se lleva la punta del catéter a la vena cava superior. Está recomendado para permanencia intermedia de 6 semanas a 1 año. Se encuentran en diámetros de 2, 3, 4 5 y 6 French (Fr).
- **Catéter con manguito (cuff) tunelados.** Estos catéteres son para colocación realizando tunelaje de la salida en piel a la entrada en la vena. Tienen manguito o *cuff de dacrón* que crea una reacción de crecimiento de tejido dentro de estos y así fijar el catéter al tejido subcutáneo. Estos manguitos también sirven como barrera contra los microorganismos. Están hechos de poliuretano o silicona y se encuentran de 1, 2 o 3 vías.
- **Reservorios totalmente implantables.** Estos catéteres están diseñados para que un catéter tunelado termine en un reservorio de localización subcutánea. Los reservorios existen de diferentes tamaños. El catéter está hecho de silicona y el reservorio de titanio o plástico. Los catéteres con reservorio son ideales para tratamientos crónicos o inyecciones intermitentes.

Vías y Diámetros de catéter

En cuanto a las vías encontramos de 1, 2, 3, 4 y 5 vías.

Los catéteres 4 Fr muestran la siguiente disposición de vías en un corte transversal, y contienen 2 vías de 22 Ga cada una, con una vía proximal y otra distal (Fig. 1).^{29,135}

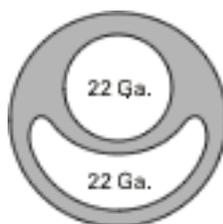


Figura 1. Distribución de vías en el catéter 4Fr de 13 cm de 2 vías.

Tabla 1. Distribución del catéter 4Fr de 5cm de 2 vías.

Fr	Vías	Gauge	Flujo* (cm ³ /h)
4.0	distal	20	1,38
	proximal	22	720

Flujo*: flujo aproximado.

En cuanto al diámetro, encontramos de 4, 5, 5.5, 7, 8, 8.5, 12 y 14 Fr.

El French, abreviado como Fr, es una medida que se utiliza para expresar el calibre de diferentes instrumentos médicos tubulares, incluyendo sondas y catéteres. 1Fr equivale a 0.33 mm, el diámetro en mm de un catéter es determinado al dividir los Fr entre 3 (diámetro en mm = Fr/3)

Un incremento en Fr indica un diámetro más grande. Esta interpretación es contraria al gauge (Ga) que es el calibre, en donde el diámetro de una aguja es 1/gauge, así que mientras más grande es el Ga (calibre) más estrecho es el calibre de la aguja (Fig. 2 y Tabla 2).²⁴

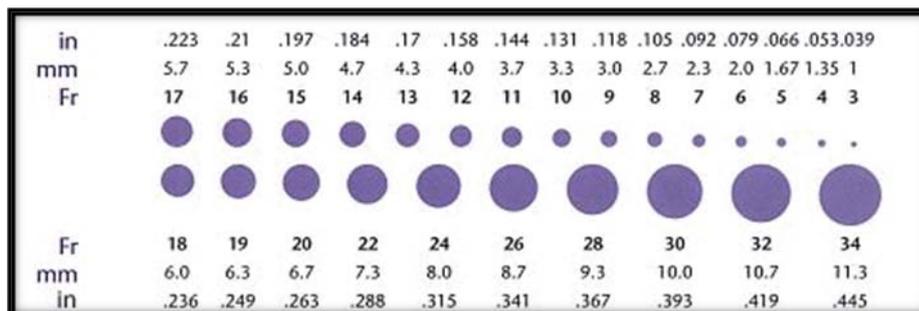


Figura 2. Comparación del diámetro de los catéteres en French.

Tabla 2. Comparación del diámetro de las agujas en gauges (Ga).

Aguja	Diámetro Externo		Diámetro Interno	
	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm
14	0,083	2,108	0,063	1,600
16	0,065	1,651	0,047	1,194
18	0,050	1,270	0,033	0,838
20	0,03575	0,9081	0,02375	0,603
21	0,03225	0,8192	0,02025	0,514
22	0,02825	0,7176	0,01625	0,413
24	0,02225	0,5652	0,01225	0,311

Se elige el calibre más adecuado en función del peso y la indicación que ha motivado la canalización. Se recomienda el diámetro del catéter 2 Fr (0,6 mm) si el neonato es menor de 2 Kg, y 3 (1mm) o 4 Fr (1,3mm) para los neonatos mayores de 2 Kg.³⁸

Los catéteres de múltiples vías permiten administrar fármacos, nutrición parenteral y soluciones incompatibles simultáneamente, y evitan la colocación de numerosas llaves de 3 vías. Sin embargo, hay que tener en cuenta que una buena práctica y recomendación es la utilización de un CVC con el mínimo de vías esenciales para el manejo del paciente, esta recomendación ayuda a disminuir las infecciones hospitalarias.¹⁰⁹

Diseño de la Punta del Catéter

Existen múltiples formas de punta en los CVC.

- **Punta abierta sin disminución gradual de diámetro (*open-ended non-tapered*):** de este tipo de punta existen de 1, 2 o 3 lúmenes, estos lúmenes terminan directamente en la punta, así que pueden cortarse de acuerdo a las necesidades de longitud del paciente. Ejemplos: Catéter tipo Hickmanm, PICC (catéteres centrales de inserción periférica), estos son hechos de silicona. Estos catéteres necesitan ser insertados a través de una camisa, directamente dentro de la vena con una guía dentro de ellos para que les confiera rigidez.
- **Punta abierta con disminución gradual de diámetro (*open-ended tapered*):** estos no se pueden cortar, viene en una longitud fija. La punta con disminución gradual de tamaño facilita que el catéter se pueda introducir sobre una guía o agujas si el catéter es lo suficientemente rígido. Los catéteres multivía generalmente tienen los orificios de cada lumen escalonados con una punta blanda atraumática (Fig. 3).

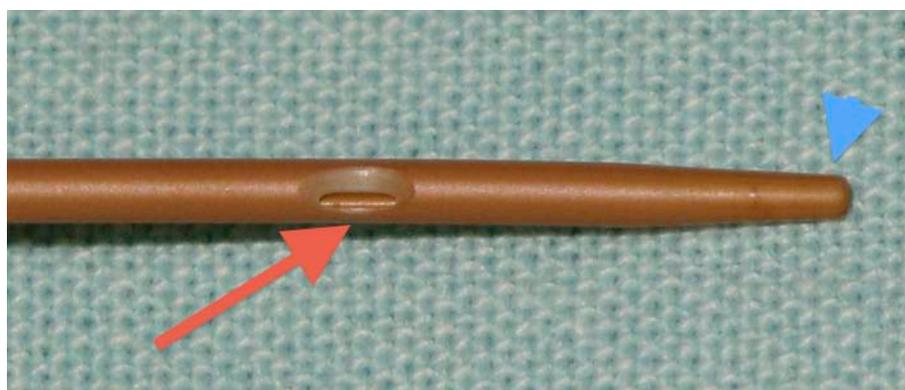


Figura 3. Catéter 4 Fr x 5cm doble lumen. Punta abierta con disminución gradual de diámetro a la punta del catéter, que corresponde a lumen distal (punta de flecha azul), lumen proximal (flecha roja).

Los catéteres de punta abierta (*open-ended*) generalmente desarrollan reflujo sanguíneo que causa un coágulo y obstrucción del catéter si éste no se permeabiliza regularmente con una maniobra efectiva. Este problema es mayor cuanto mayor es el diámetro del catéter. Algunas veces este reflujo puede reducirse con catéteres que tengan la punta valvulada, como el tipo Groshong.⁷²

Técnicas de inserción

- **Técnica de Seldinger o con guía.** Está técnica fue descrita en 1953.
 - * El procedimiento inicia con la inserción de la aguja de punción dentro de la vena.
 - * Luego se pasa una guía a través de la aguja.
 - * Después se retira la aguja y se deja la guía dentro de la vena.
 - * Se realiza la dilatación de la entrada de piel y tejido celular subcutáneo con un dilatador.
 - * Se retira el dilatador.
 - * Luego se introduce el catéter a través de la guía dentro de la vena.
 - * Existe una modificación a la técnica en la que después de dejar la guía dentro de la vena se pasa un dilatador con una camisa. Por dentro de esta camisa se pasa el catéter, habitualmente la camisa tiene un dispositivo “Peel away” para retirar la camisa sin desalojar el catéter intravascular.

La ventaja de esta técnica es que la punción de la vena se puede realizar con agujas de calibres pequeños y la utilización de la guía incrementa el éxito del paso de un catéter blando intravascularmente.

Se pueden realizar punciones con agujas muy finas y pasar guías de calibres finos para luego ir dilatando hasta llegar al calibre requerido por el diámetro del CVC.

- **Catéter sobre aguja.** Esta técnica se diseñó para eliminar el riesgo de lesionar el vaso en el momento de canalizar la vena e introducir la aguja intravascular. Este es el principio de los catéteres cortos intravasculares (jelco®, intracath®).
 - * La aguja está cubierta con el catéter y pasan juntos en el momento de la canalización intravascular
 - * Se retira la aguja y se deja el catéter dentro de la vena.
 - * El catéter se puede desplazar intravascularmente sin riesgos de lesionar si solo tuviera la aguja.

Una ventaja de esta técnica es que el orificio que se realiza en la vena es menor que el del catéter, con lo que los riesgos de sangrado son menores.

- **Catéter a través de la Aguja.** La técnica se realiza de la siguiente forma :
 - * Se realiza la punción de la vena con un catéter intravascular corto (jelco®, intracath®).
 - * Se retira la aguja y se deja el acceso de la vena con el catéter corto.
 - * Se introduce a través del catéter corto, el catéter venoso que habitualmente tienen grandes longitudes para llegar centralmente. (PICC)

Estos dispositivos pueden utilizarse como de corto o largo plazo.

En esta técnica el orificio de la vena es mayor que el catéter por lo que puede sangrar en los sitios de venopunción.

1.5.4.6 Agujas de Punción

Los catéteres más pequeños que se encuentran en el mercado para ser utilizados como CVC son de 4 Fr de diámetro. Estos equipos vienen con aguja de punción 21 Ga x 1.1/2” (3.81cm), y por esta se introduce la guía para realizar la técnica de inserción de Seldinger. Cuando se utiliza una aguja para el procedimiento, se realiza la punción de la vena elegida, una vez localizada y con retorno de sangre a través de la aguja, se sujeta en esa posición y no se desliza más la aguja dentro de la vena cateterizada, a continuación se introduce la guía adecuada.

En la población de neonatos de bajo peso (RNBP, RNMBP y RNEBP), las venas centrales son demasiado pequeñas para alojar el diámetro de las agujas de punción con las que viene el equipo de catéter 4Fr. Por ello, para incrementar el éxito en la canalización de las venas centrales se deben utilizar catéteres venosos cortos (jelco®, intracath®) 22 Ga o 24 Ga. Por los catéteres cortos 24 Ga no pasa la guía que viene con el catéter 4Fr, por lo tanto, se debe utilizar una guía más pequeña. Cuando se utilizan catéteres cortos para el procedimiento, se realiza la punción de la vena elegida, una vez localizada y con retorno de sangre, se retira la aguja y se queda en su lugar la cánula de plástico, ésta se puede introducir completamente dentro de la vena, como una canalización periférica, o dejar -como cuando se utiliza solo la

aguja- lo suficiente de cánula para que esté dentro de la vena y, a continuación, introducir la guía a través de ésta.

1.5.4.7 Guías

La guía se introduce a través de la aguja de punción o de un catéter venoso corto, ésta sirve para introducir el catéter. Aunque el procedimiento para incorporar la guía se realiza a ciegas, se puede hacer guiado por fluoroscopia.

Dos tipos de guías se utilizan para canalizar las venas en neonatos de bajo peso. La guía que viene con el equipo del catéter 4Fr doble lumen de 13 cm, es una guía de 0.018 pulgadas (0.46 mm) de diámetro con una longitud de 45 cm, esta guía se introduce por un catéter venoso corto 22 Ga y no a través de un catéter venoso corto 24 Ga.

También se utiliza la guía de 0.014 pulgadas (0.35 mm) de diámetro, la cual tiene una punta recta tipo “Floppy”, que no viene en el equipo de catéter 4Fr, esta guía se introduce a través de un catéter venoso corto 24 Ga.

1.5.5 *Canulación de la Vena Yugular Interna*

1.5.5.1 Introducción

Desde la publicación original por English *et al.*⁴³ en 1969 de la cateterización de la VYI, esta vía de acceso ha permanecido siendo popular como una vía de colocación de CVC de corto y de largo plazo.⁴³

La cateterización venosa central en infantes es muchas veces difícil y desafiante, y con más riesgos asociados de morbilidad y mortalidad.

La vena yugular interna ofrece una vía de acceso de confianza para una canalización venosa central, aunque es más difícil en infantes que en la edad adulta, y aún más difícil mientras más pequeño sea el recién nacido.

Esta vía es frecuentemente elegida porque es una gran vena superficial que razonablemente es consistente en sus puntos de referencia y de fácil visualización con el ultrasonido, estas ventajas hacen predecible su canalización. Así mismo, su curso recto hace que no haya barreras para llegar fácilmente a la VCS.

1.5.5.2 Anatomía de la Vena Yugular Interna

La vena yugular interna sale desde la base del cráneo a través del foramen yugular y entra en la vaina carotídea dorsalmente con la arteria carótida interna, luego se sitúa pósterolateral a la arteria y debajo del músculo esternocleidomastoideo (ECM). Se localiza medialmente a la porción anterior del ECM, antes de alcanzar la vena subclavia cerca del borde esternal de la clavícula.

La unión de la vena yugular interna derecha con la vena subclavia derecha y luego la vena innominada forman un estrecho camino a la vena cava superior. La arteria carótida interna avanza medial a la vena yugular interna, pero raras veces se sitúa directamente por detrás. Detrás de la arteria carótida interna, justo por fuera de la vaina carotídea, se sitúa el ganglio estrellado y la cadena cervical simpática. La cúpula pleural está inferior a la unión de la vena yugular interna con la vena subclavia.

Por detrás de la base del cuello se sitúan los nervios frénico y vago. El conducto torácico se sitúa detrás de la vena yugular interna derecha y alcanza el borde superior de la vena subclavia, en la unión yugulo-subclavia. El conducto linfático tiene las mismas relaciones anatómicas, pero es más pequeño.

Las características de las venas comparadas con las arterias son:

- Pared más delgada.
- Endotelio lábil.
- Poseen válvulas en su pared.
- Son vasos de capacitancia.
- No hay receptores de plaquetas (anticoagulantes).
- Capa muscular muy delgada.
- Flujo centrífugo, retorno venoso.
- Efecto de succión por acción de vacío por el tórax.

1.5.5.3 Contraindicaciones del Acceso de la Vena Yugular Interna

- Lesiones cutáneas infecciosas en el sitio de la punción.
- Hematoma en la región cervical.
- Trombosis de vena yugular interna derecha.
- Traqueotomía con abundantes secreciones.
- Cuando el intento del lado contralateral ha resultado en una complicación severa.

1.5.5.4 Técnicas de Inserción

Existen dos técnicas estándares para la inserción de un catéter venoso central: la venodisección y la punción percutánea.^{30,53}

La **venodisección** implica un incisión en la piel, disección de la vena yugular interna, venotomía para la inserción del catéter vía visión directa y reparación de la venotomía o ligadura de la misma.

Uno de los problemas potenciales de la venodisección es la oclusión venosa, descrita en el 33% de los pacientes tras una venodisección de la yugular interna. Así mismo, el traumatismo que se produce en la vena incrementa el riesgo de trombosis.

La técnica para la **colocación percutánea** de catéteres en la VYI fue descrita primeramente en pacientes adultos, posteriormente en pacientes pediátricos y, finalmente, en la etapa neonatal, refiriéndose una mayor incidencia de complicaciones en relación con el tamaño del paciente.^{13,55,59,68}

Existen diferentes técnicas de punción de la VYI, todas ellas “a ciegas”, es decir, guiada por referencias anatómicas, esto hace que la tasa de éxito de canalización de la vena disminuya dependiendo de varios factores, como el peso del paciente, el tamaño del catéter, etc. El panorama de éxito disminuye según lo hace el tamaño del paciente.^{38,55,106,118}

Respecto al tipo de abordaje, éste se ha dividido en dos tipos: abordajes altos y abordajes bajos; esta clasificación es arbitraria y depende de si el sitio de punción está por encima o por debajo de una línea imaginaria que pasa a través de cartílago cricoides, que es difícil de palpar en los neonatos.

En la práctica existen descritas innumerables variaciones, por lo que algunas publicaciones refieren un desproporcionado número de complicaciones, como la punción de la carótida, siendo algunas de ellas de consecuencias mortales. Esto ha conducido a que la guía de la punción por US de la VYI sea el método recomendado para la inserción de un CVC en la VYI, tanto en adultos, como en niños.^{49,79,94,106}

De las múltiples vías de punción percutánea descritas, los puntos de referencia principales son el músculo esternocleidomastoideo y la clavícula.

Abordaje por Referencias Anatómicas

- **Técnica media o central:** es el abordaje con menos riesgo de punción carotídea y de punción pleural. La punción se realiza en el ápex del triángulo formado por los haces esternal y clavicular del músculo esternocleidomastoideo y la clavícula en la base. Se identifica el pulso carotídeo y las punciones se hacen laterales a éste. Se realiza la punción con un catéter venoso corto en un ángulo de 45 grados, dirigida hacia la glándula mamaria ipsilateral, aspirando hasta obtener retorno; una vez canalizado el vaso, por técnica de Seldinger se introduce el catéter venoso central.
- **Técnica anterior:** en esta técnica la punción se realiza en el aspecto lateral del esternocleidomastoideo, a la altura del cartílago cricoides y lateral al pulso carotídeo. Se realiza la punción con un catéter venoso corto que se dirige en un ángulo de 30 a 45 grados en el plano coronal y 15 grados lateral, orientada hacia la glándula mamaria ipsilateral, aspirando hasta obtener retorno; una vez canalizado el vaso, por técnica de Seldinger se introduce el catéter venoso central. Esta técnica debe ser restringida a canulaciones que no sean de urgencia por el alto riesgo de la punción de las carótidas.
- **Técnica posterior:** con esta aproximación hay menor riesgo de hacer punción carotídea. La punción se realiza en el borde lateral del esternocleidomastoideo, en la unión de los dos tercios superiores con el tercio inferior. La punción con el catéter venoso corto se dirige caudal y medialmente bajo el borde lateral del esternocleidomastoideo, hacia la horquilla esternal, aspirando hasta obtener retorno; una vez canalizado el vaso, por técnica de Seldinger se introduce el catéter venoso

central. No conviene avanzar el catéter venoso corto de manera muy profunda por el riesgo de punción traqueal.

- **Punción con aguja piloto:** otra técnica para la canulación de la vena yugular interna es la punción con aguja piloto. Se ha publicado que esta técnica tiene un 81% de éxito en detectar la VYI en menores de 6 meses, y la carótida es puncionada en un 4%. Así mismo, el éxito de la primera punción en menores de 6 meses es del 75%, no logrando canalizar la vena en el 10% de los pacientes, en los que se requiere otra vía.¹³⁸

La cateterización de la vena yugular interna guiada por referencias anatómicas y la palpación de la pulsación de la arteria carótida siguen siendo el método más popular en la práctica diaria de muchos países.¹⁵²

Cote *et al.*,³⁰ en 1979, demostraron que la canulación en niños utilizando el abordaje alto estaba asociado con una mayor incidencia de punción carotídea que el abordaje inferior.

La tasa de éxito de la punción por guías anatómicas es del 65,6%⁵ y, en menores de 1 mes, del 80%.¹⁰⁷ En menores de 6 meses, la punción de carótida en punciones guiadas por anatomía es del 13,6%.¹⁴⁶

Procedimiento General Para la Inserción de Catéteres Venosos Centrales

Hay tres principios que deben observarse para establecer la seguridad y eficacia en la colocación de los catéteres venosos centrales:

1. Preparación del paciente. En todo procedimiento es necesario conocer al paciente, su peso y patología de base, comentar con el neonatólogo el tipo de acceso vascular elegido, pedir el consentimiento informado a los familiares, planear la sedación y manejo del dolor, y, por supuesto, seguir las técnicas de asepsia. La canalización de las venas centrales es un procedimiento quirúrgico, por lo cual, es esencial la adherencia estricta a los métodos de asepsia.
2. Verificar la disponibilidad de material y equipo. El hecho de contar con los instrumentos necesarios con antelación facilita el procedimiento ya que evita tener

que buscarlos con el paciente sedado. La presencia del equipo médico, como la enfermera y el neonatólogo, también facilita la realización del procedimiento.

3. Disponibilidad del personal de salud. La colocación del catéter central se facilita aún más si se cuenta con personal entrenado, que conoce sus funciones y utiliza los instrumentos y elementos apropiados.

Evaluación Previa al Procedimiento:

- Historia clínica y razón de la solicitud. El cateterismo central es un procedimiento quirúrgico que implica riesgos, por lo cual debe ser practicado con muy claras indicaciones.
- Determinar el sitio anatómico para la inserción según ventajas y desventajas.
- Elegir el catéter adecuado, lo que disminuye el riesgo de complicaciones durante y después del procedimiento. Debe recordarse que la tasa de flujo del catéter es directamente proporcional a la longitud. En neonatos de PB, PMB y PEB se utilizan catéteres 4 Fr y, en menores de 1500g, los catéteres de 5 cm de longitud.
- Evaluar los signos vitales y el estado del paciente previo al procedimiento, tratando de que el paciente esté en las mejores condiciones.
- Investigar si hay historia de diátesis hemorrágica.

Procedimiento:

- Comprobar que el material esté completo y disponible en el sitio donde se va a realizar el cateterismo. Debe haber disponibilidad de los recursos necesarios para la reanimación cardiopulmonar.
- Sedación del paciente. Si este ya dispone de una vena periférica, administre midazolam intravenoso (100-150 microgramos/kg). Paciente monitorizado para frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y tensión arterial antes, durante y después del procedimiento, así como saturación de oxígeno.
- Lavado de manos. Es el procedimiento más importante que permite reducir el riesgo de infección nosocomial.

- Colocar al paciente en la posición de decúbito dorsal, con un rollo colocado en forma transversa a los hombros y la cabeza hacia el lado izquierdo del paciente (contralateral al sitio de la punción).
- Lavado exhaustivo del área de inserción con yodopovidona o clorhexidina.
- Utilizar gorro, mascarilla, bata estéril y guantes estériles.
- Destapar la caja del catéter y preparar los elementos que se van a utilizar.
- Colocar los campos estériles sobre el área escogida para la punción percutánea.
- Se procede a colocar el catéter siguiendo los pasos de la técnica de Seldinger.

1.5.5.5 Consideraciones Específicas del Neonato de Bajo Peso

Las poblaciones de neonatos de bajo peso (RNBP, RNMBP Y RNEBP) son pacientes de alto riesgo asociado a su inmadurez, con la adición de las patologías y complicaciones propias de la edad. Estos factores de riesgo -que mencionamos a continuación- hacen de este neonato un gran reto, tanto del cuidado, como para los procedimientos que se realizan.

- Enfermedad de membrana hialina, que requiere ventilación mecánica e hiperexpansión pulmonar.
- Sepsis, en la que se producen trastornos de la coagulación y riesgo de sangrado.
- Enterocolitis necrosante que ocasiona sepsis.
- Patología cardíaca, como el conducto arterioso permeable, que ocasiona inestabilidad hemodinámica.
- Malformaciones congénitas en las que puede estar comprometida la anatomía normal del sistema vascular o malformaciones en los sitios de punción venosa.

1.5.5.6 Factores que Influyen en el Éxito

Existen factores propios de este grupo de pacientes de alto riesgo, dentro de los más importantes se encuentran:

- **Diámetro de las venas centrales.** Aunque no existen muchos estudios sobre la medición de las venas en RNBP, RNMBP y RNEBP, sabemos que los diámetros son

muy pequeños. En niños de 0 a 12 meses de edad el diámetro transversal es de 3.4 ± 2.3 mm.¹⁴⁷

- **Anatomía del cuello.** Está en relación con el pequeño espacio para operar con el transductor del US y las maniobras de punción.¹³⁸
- **Profundidad.** Este factor, al igual que el anterior, hace que las maniobras deban ser necesariamente más finas por la cercanía de la vena a la piel.
- **Catéter/Guía.** Uno de los problemas de la cateterización, es el tamaño de los catéteres en comparación con los diámetros venosos, así como las guías que vienen con los catéteres, ya que son muy gruesas para la adecuada cateterización de la VYI.
- **Técnicas de punción.** Al ser vasos muy pequeños, tienen facilidad para sufrir colapso y la distorsión de las paredes puede impedir una adecuada canalización.
- **Posición de la cabeza.** En este grupo de recién nacidos de bajo peso, el cambio de posición de la cabeza ocasionará cambios en la relación de la carótida y la VYI.
- **Posición del paciente.** El tipo de ventilación y la inestabilidad de estos pacientes gravemente enfermos puede dificultar la adecuada posición del paciente para incrementar el éxito de la punción.
- **Entrenamiento del personal de salud.** El personal que realiza el procedimiento debe de tener experiencia en la utilización del US.

1.5.5.7 Complicaciones

Las complicaciones se dividen en inmediatas o que pueden manifestarse tardíamente. Se deben conocer los diferentes tipos de complicaciones para estar siempre alerta y diagnosticarlos tempranamente en caso de ocurrir alguno de ellos.

Complicaciones inmediatas:^{38,151}

- **Punción arterial:** esta complicación está relacionada con el tamaño del paciente, mientras más pequeño sea, mayor es el riesgo. La punción de la carótida en el intento de la canalización de la VYI puede provocar un hematoma que ocasiona un efecto de masa con desplazamiento y compresión de la VYI. Un efecto tardío de esta complicación puede ser una fístula arteriovenosa.

- Hematoma: éste puede ser secundario a punción de la arteria carótida, como sangrado de la VYI.
- Embolismo aéreo: puede ocurrir al presentar el neonato una inspiración profunda en el momento de la inserción del catéter.
- Neumotórax: esta complicación se produce al puncionar la pleura a nivel de la cúpula pulmonar. Se encuentra relacionada a la punción de la VYI por la técnica media o central.
- Hemotórax: puede suceder por lesión directa en el momento de la cateterización o erosión de un vaso a nivel intrapleurar.
- Malposición: ocurre por una malposición primaria o por migración, que pueden ocasionar trombosis o perforación. Siempre se debe comprobar la posición de la punta del catéter por medio de una radiografía de tórax.

Mediatas o tardías:^{38,57,73,118,119,151}

- Taponamiento: debe sospecharse en caso de un súbito deterioro hemodinámico, esta complicación se ha estimado entre el 0,76 y el 1,8% de los catéteres colocados en neonatos. Se cree que esta complicación es subestimada porque su comportamiento clínico en esta edad de pacientes es atípico y subdiagnosticado.
- Perforación vascular: El mayor riesgo de esta complicación es cuando la punta del catéter se encuentra en contacto con la pared vascular, la cual ocasiona la perforación de la pared del vaso.
- Tromboembolismo: Esta complicación se ha detectado en un 20%-30% de los neonatos que tienen un CVC. La trombosis es más frecuente en los accesos vasculares de las extremidades inferiores.

El riesgo de trombosis o deformidad de la VYI es del 6 al 26%, este riesgo es mayor si el procedimiento se realiza por venodisección, en los neonatos prematuros y de peso bajo al nacer. Otros factores que intervienen en el riesgo de trombosis son el pequeño calibre de los vasos -que está en relación con el peso del pacie- y la inmadurez de sus sistemas trombolíticos y fibrinolíticos. La infusión de heparina en

las soluciones no ha demostrado efectos benéficos en la prevención de esta complicación.

El diagnóstico se puede confirmar por medio de ultrasonido y Doppler ya que muchas veces la presentación es subclínica.

- Infección: La sepsis relacionada con el catéter es la complicación más frecuente y se observa en el rango de 0-29% o 2-49 por 1000 días de catéter. El riesgo de esta complicación es inversamente proporcional a la edad gestacional y al peso.

Del cuidado meticuloso del CVC antes, durante y después de su inserción, dependerá la disminución en la incidencia de las complicaciones, tanto infecciosas, como mecánicas. El desarrollo de protocolos estrictos de manejo de los CVC son los responsables de esta reducción en la morbilidad.

1.6 ACCESO VENOSO GUIADO POR ULTRASONIDO

1.6.1 *Introducción*

Hasta hace poco tiempo la inserción de un acceso venoso en el neonato se basaba esencialmente en la habilidad y la experiencia. Con el advenimiento de US portátiles y transductores pediátricos/neonatales, así como de software para visualización vascular, se ha conseguido el desarrollo de nuevos abordajes que, si son correctamente aprendidos y utilizados, pueden ayudar a realizar un acceso vascular rápido y seguro en esta población de recién nacidos. Obtener un acceso vascular en el neonato es un reto verdaderamente importante en el cuidado de la salud.

El ultrasonido es una de las modalidades más utilizada en radiología pediátrica y se encuentra en franco desarrollo de computación, mejoras del equipo y nuevas aplicaciones. Algunas de las ventajas del US para la realización de intervenciones guiadas por ultrasonido en niños son las siguientes:¹²²

- Excelente resolución.
- Imagen en tiempo real.
- Rápidos.
- Portátiles.

- Bajo costo.
- Seguros
 - Mejor calidad de imagen.
 - No radiación ionizante.

1.6.2 Transductores

La mejor visualización de los vasos superficiales se realiza con transductores lineales y que estén en la frecuencia de 5 a 10 Mhz. En la actualidad existen en el mercado US portátiles con Doppler a color, incremento del tamaño de la imagen (zoom), nuevo software para realizar esta maniobra adecuándolo al tipo de procedimiento que vamos a realizar, como el software vascular.

Los vasos se pueden visualizar en el plano longitudinal o transversal.¹⁰⁶

1.6.3 Anatomía Vascular Ultrasonográfica

La mayor ventaja de la guía ultrasonográfica es la adecuada visualización de las estructuras antes de realizar la punción. Se pueden medir la profundidad y el diámetro de la vena, y visualizar las condiciones intraluminales. También se pueden ver las variaciones anatómicas y su correlación con la carótida.⁹

Vena yugular interna. En el recién nacido esta vena es muy superficial y se encuentra muy próxima, y algunas veces sobrepuesta, a la carótida, aunque puede encontrarse una variedad de relaciones de posición, algunas veces dada por la posición del transductor y, otras, por la posición de la cabeza del recién nacido.

Algunos pacientes también tienen una vena dominante de drenaje en uno u otro lado del cuello y muy raramente puede verse una vena ausente de forma congénita.^{28,36}

1.6.4 Técnicas de Visualización y Punción

En el pasado el acceso vascular se lograba exclusivamente utilizando técnicas no guiadas por imágenes, como la palpación y las referencias anatómicas.

Las técnicas guiadas por imágenes han demostrado que mejoran la tasa de éxito y reducen las complicaciones.^{22,67,78}

La localización de la vena guiada por ultrasonido se describió en 1984 en la población adulta; en este grupo de edad, el Instituto Nacional para la Excelencia Clínica del Reino Unido (NICE) recomienda la utilización de esta técnica.^{49,106}

El ultrasonido ha supuesto una revolución en la canalización de los accesos vasculares, logrando el tránsito desde una técnica “a ciegas” a una técnica con identificación, localización anatómica y guía para puncionar; de forma que ha generado una alta tasa de éxito en la canalización vascular.

En estudios realizados en pacientes adultos, el éxito de la canalización venosa yugular interna por anatomía es del 88,1%, mientras que en la canalización guiada por ultrasonido es del 100%.³⁷

En la población pediátrica también se ha comprobado la eficacia y seguridad de la utilización del ultrasonido en la colocación de un acceso venoso central frente a la técnica que utiliza referencias anatómicas.^{2,13,58,75,121}

La punción arterial es una de las complicaciones que ocurre al intentar canalizar la vena yugular interna, ya que al voltear la cabeza al lado contralateral de la punción, en el 54% de los pacientes la carótida se coloca por detrás de la vena, incrementando así el riesgo de esta complicación, lo cual se evitaría al guiar la punción por ultrasonido.¹³⁹

La utilización de US en tiempo real facilita que la punción venosa de la VYI se realice más rápidamente y que el tiempo para cateterizar la vena sea más corto, lográndose con menos de 3 intentos, que el marcaje previo de localización venosa por US. Es eficaz y seguro en neonatos e infantes de alrededor de 4 Kg con diámetros venosos mayores de 3 mm.⁶⁰

La utilización del ultrasonido en los accesos vasculares ha incrementado la eficiencia de lograr un acceso venoso en el neonato. Las ventajas son grandes si se utiliza el equipo adecuadamente. En el paciente neonatal las estructuras vasculares son pequeñas y el espacio donde se coloca el transductor es limitado, el equipo puede incluir Doppler que ayuda a descartar una oclusión o trombosis del vaso, y también tiene funciones de “zoom”.³⁸

Los vasos se pueden visualizar de diferentes formas:

- Vista de eje corto (SAX, por sus siglas en inglés: short-axis view), se consigue cuando el transductor es colocado transversalmente a la dirección del vaso, por lo que el vaso se ve en un corte transversal.
- Vista longitudinal o de eje largo (LAX, por sus siglas en inglés: long-axis view), se logra cuando el transductor sigue la dirección del vaso, por lo que el vaso se observa en forma longitudinal.

La punción con la aguja puede avanzar en el tejido por debajo del transductor de dos formas:

- Fuera del plano (OOP, por sus siglas en inglés: out-of-plane): la aguja cruza el rayo del ultrasonido perpendicularmente.
- En el plano (IP, por sus siglas en inglés: in-plane): la aguja se mantiene dentro del rayo del ultrasonido.

Las combinaciones más frecuentemente utilizadas al puncionar una vena son: vista en SAX con punción OOP para la vena yugular interna, vena femoral y arteria femoral. La combinación de LAX con punción IP para la vena subclavia.³⁸

La clave para el éxito y seguridad en el acceso venoso guiado por ultrasonido es un entrenamiento adecuado y las siguientes reglas básicas:

- Orientación adecuada del transductor.
- Identificación cuidadosa de la vena elegida, como una regla, la venas son colapsables y las arterias son pulsátiles, sin embargo, en los neonatos esta diferencia puede ser sutil, ya que un poco de presión puede colapsar completamente y hacer desaparecer la vena, y las arterias pueden ser colapsables.
- Colocar la vena elegida en el centro de la pantalla, haciendo que la mitad del transductor coincida con la mitad de la pantalla.
- Visualización continua de la punta de la aguja durante el procedimiento.³⁸

1.7 ESTUDIOS RELACIONADOS

El estudio de casos realizado por Arul *et al.*,⁸ sobre una población que incluye recién nacidos desde 630g hasta recién nacidos de peso normal, siendo el 14% de esta población menor de 1000g, describe la utilización de US como guía de punción y la colocación de catéteres Broviac de 2,7 Fr.

Existen 2 casos clínicos en los que se refiere la utilización de US en la colocación de CVC en recién nacidos de peso bajo; el estudio de Arul *et al.*⁷ describe en su serie un paciente de 600g, pero no menciona el número de neonatos de peso bajo, solo el rango de peso de los pacientes en los que utilizó el ultrasonido para el acceso vascular; así mismo, Machota *et al.*⁹⁰ emplean esta técnica en un neonato de 850g.

Detaille *et al.*,³⁸ en 2010, hacen una revisión del acceso vascular en los neonatos y, aunque mencionan a los menores de 2 kg, no entran en detalle en las poblaciones de RNMBP o RNEBP.

1.8 JUSTIFICACIÓN

- Existe escasa experiencia, nacional e internacional, sobre el acceso vascular de la vena yugular interna guiada por ultrasonido en poblaciones de neonatos y, ninguna, en poblaciones de RNBP, RNMBP Y RNEBP.
- No existe en la literatura un estudio que evalúe la eficacia del acceso vascular de la vena yugular interna guiada por ultrasonido en poblaciones de neonatos de bajo peso.
- Es necesario conocer el diámetro de la vena yugular interna en neonatos de bajo peso para saber la relación entre ésta y los equipos de catéteres que actualmente existen en el mercado.
- Identificar los pasos críticos en el acceso vascular de la vena yugular interna guiada por ultrasonido en poblaciones de neonatos de bajo peso.
- Se requiere información de la seguridad del acceso vascular de la vena yugular interna guiada por ultrasonido en poblaciones de neonatos de bajo peso.

- Todo ello justifica el propósito de realizar el presente estudio, identificando primeramente los neonatos de peso bajo y, luego, clasificándolos dentro de los grupos de RNBP, RNMBP Y RNEBP para incluirlos en el protocolo de acceso vascular de la vena yugular interna guiada por ultrasonido.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 HIPÓTESIS

El acceso vascular de la vena yugular interna guiada por ultrasonido en poblaciones de neonatos de bajo peso es eficaz y seguro.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficacia y seguridad del acceso vascular de la vena yugular interna derecha guiada por ultrasonido en poblaciones de neonatos de bajo peso.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Primero.** Identificar y clasificar a los neonatos de peso bajo.
- Segundo.** Establecer la correlación, si existe, entre el diámetro de la vena yugular interna y las poblaciones de neonatos de peso bajo.
- Tercero.** Determinar si existe correlación entre la distancia de la piel a la vena y las poblaciones de neonatos de bajo peso.
- Cuarto.** Comparar el tiempo del procedimiento entre las poblaciones de neonatos de bajo peso.
- Quinto.** Cuantificar el número de punciones para lograr el acceso vascular.
- Sexto.** Identificar las complicaciones del acceso vascular.
- Séptimo.** Evaluar la tasa de éxito del acceso vascular guiado por ultrasonido entre las tres poblaciones de neonatos de bajo peso.

MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 MATERIAL

El material utilizado para lograr el acceso vascular de la vena yugular interna guiada por ultrasonido en poblaciones de neonatos de bajo peso ha sido el siguiente:

- Ultrasonido portátil Micromaxx Sonosite® (Fig. 4)



Figura 4. Ultrasonido Micromaxx Sonosite®

- Transductor 8 – 4 Mhz Sonosite® (Fig. 5).



Figura 5. Transductor Pediátrico Sonosite®

- Catéter Arrow®, 4 Fr doble lumen de 13cm.
- Catéter Cook®, 4Fr doble lumen de 8 cm.
- Catéter Cook®, 4Fr doble lumen de 5 cm (Fig. 6).



Figura 6. Catéter 4Fr de 5 cm.

- Equipo para colocar el catéter (Fig. 7):



Figura 7. Mesa con el equipo necesario para la colocación del catéter venoso central.

- * Campos estériles.
- * Bolsa estéril para transductor de ultrasonido o guantes estériles.
- * Solución de yodopovidona o clorhexidina.
- * Paquete de gasas de 10 unidades.
- * Catéter de punción intravenosa corto 22Ga y 24Ga.
- * Microguía intravascular Runthrough™ de Terumo ® de 0,014 pulgadas.

- * Guía intravascular 0,018 (Fig. 8).

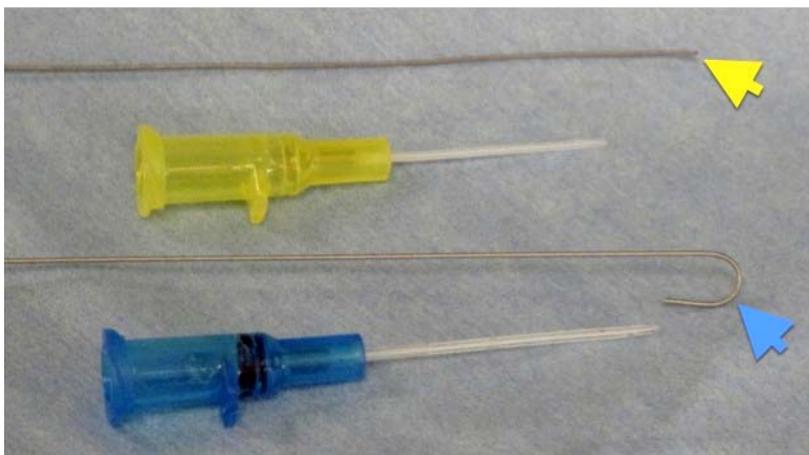


Figura 8. Guía de 0,014 pulgadas de punta recta (flecha amarilla), se introduce a través del catéter venoso corto (amarillo) de 24Ga. Guía de 0,018 pulgadas de punta en “J” (flecha azul), se introduce a través del catéter venoso corto (azul) de 22Ga.

- * Xylocáína al 2%.
- * Solución Fisiológica.
- * Jeringa de 3ml y 5 ml.
- * Torundas alcoholadas.
- * Heparina 100 unidades por ml.
- * Portaagujas.
- * Pinza de disección.
- * Tijera.
- * Sutura de seda 4-0 o nylon 4-0.
- * Parche impermeable (Tegaderm ®)
- * Jalea conductora.
- * Cinta adhesiva tipo Micropore®.
- * Líquido adhesivo (Benjui).
- * Bata estéril.

- * Guantes estériles.
- * Gorro quirúrgico.
- * Mascarillas.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 *Diseño Metodológico del Estudio*

- El estudio es prospectivo, comparativo, y longitudinal.
- Una vez solicitada la interconsulta se identifica al paciente y se revisa el expediente clínico para valorar su diagnóstico.
- Se solicita carta de consentimiento informado para el procedimiento y la sedación.
- Se clasifica al paciente de acuerdo al peso, y se conforman los 3 grupos de estudio RNBP, RNMBP y RNEBP (Fig. 9).



Figura 9. Foto clínica de un recién nacido de extremado bajo peso (RNEBP).

- Se utiliza sedación por vía intravenosa con midazolam 100 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ y anestesia local con xylocaina al 1%.

- A los recién nacidos de RNMBP y RNEBP se les colocarán cintas adhesivas para tracción de la piel del cuello, con el fin de evitar la retracción de la piel y que los vasos no sean comprimidos fácilmente en el momento de introducir la guía por US (Figs. 10 y 11).



Figura 10. Colocación de las cintas de tracción cervical.

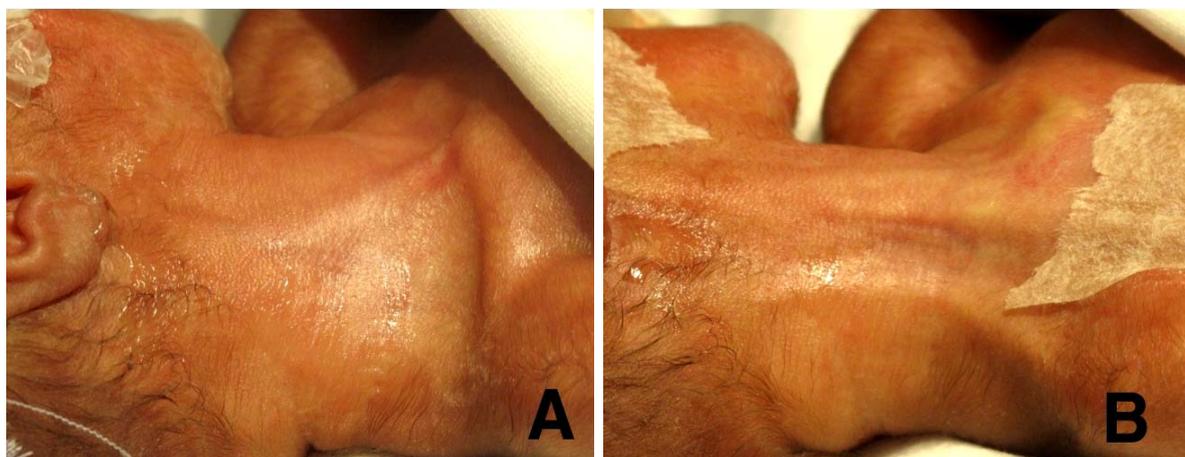


Figura 11. Tensión de la piel de la región cervical. A: sin tracción cervical; B: con tracción cervical.

- Antes del procedimiento, se realiza la medición del diámetro anteroposterior en SAX de la vena yugular interna a nivel del cricoides, así como de la distancia de la piel a la pared anterior de la vena. Estos datos se guardan en la memoria del equipo de ultrasonido para luego vaciarlo en la base de datos Excel (Figs. 12 y 13).



Figura 12. El investigador realizando la valoración vascular antes del procedimiento. Investigador siempre en línea con monitor de ultrasonido.

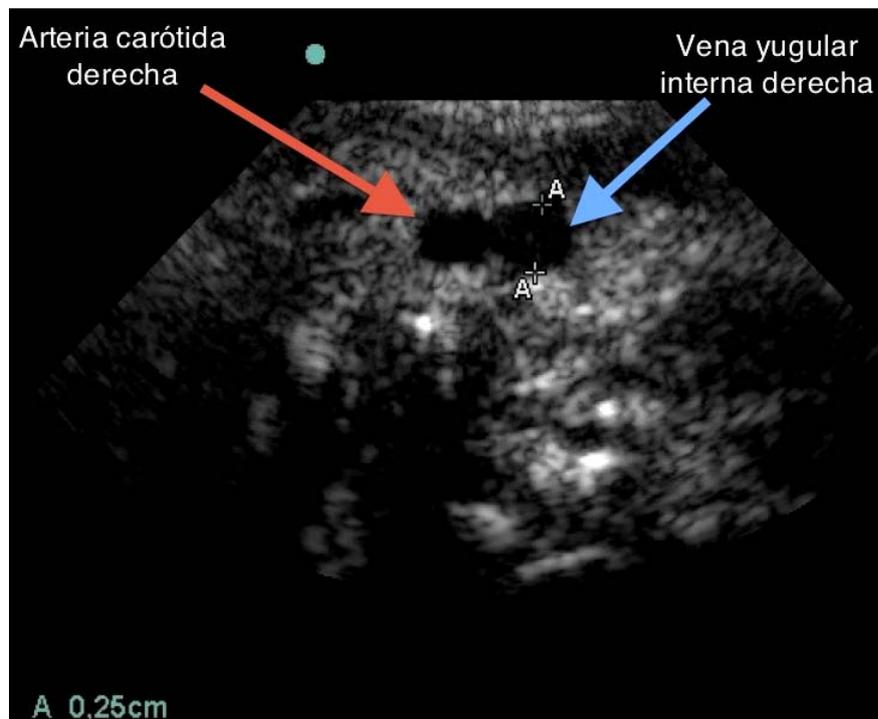


Figura 13. Medición anteroposterior de la vena yugular interna derecha. A+A: diámetro anteroposterior 0,25cm=2,5mm.

- Se realiza asepsia de la región con yodopovidona o clorhexidina. Se inicia la medición del tiempo del procedimiento con el reloj del equipo de ultrasonido, desde el momento de colocar los campos estériles.
- Se infiltra con xylocaina y se realiza la punción de la YID con técnica SAX y OOP con catéter venoso corto 22 Ga para los RNBP y 24 Ga para los pacientes RNMBP y RNEBP. Figs. 14-16).
- Se utiliza la técnica de punción de transficción en todas las poblaciones.



Figura 14. Investigador alineado hacia la pantalla del ultrasonido para puncionar la vena guiado con ultrasonido en tiempo real.



Figura 15. Punción con técnica OOP, con catéter venoso corto 24 Ga.



Figura 16. Introducción de guía 0,014 por catéter venoso corto 24Ga.

- Se utiliza guía de 0,018 pulgadas para los RNBP, y de 0,014 pulgadas para los pacientes de RNMBP y RNEBP.
- Se utilizan catéteres 4Fr doble lumen de tres tipos, Arrow® de 13 cm, Cook® de 8 cm y Cook® de 5 cm de acuerdo a la existencia en el almacén.
- Se introduce por técnica de Seldinger el catéter y se fija con seda 4-0 o nylon 4-0. (Figs. 17-20).



Figura17: Técnica de Seldinger. Dilatación de vena yugular interna derecha.



Figura 18. Técnica de Seldinger. Inserción de catéter sobre guía. Catéter 4Fr 5cm.

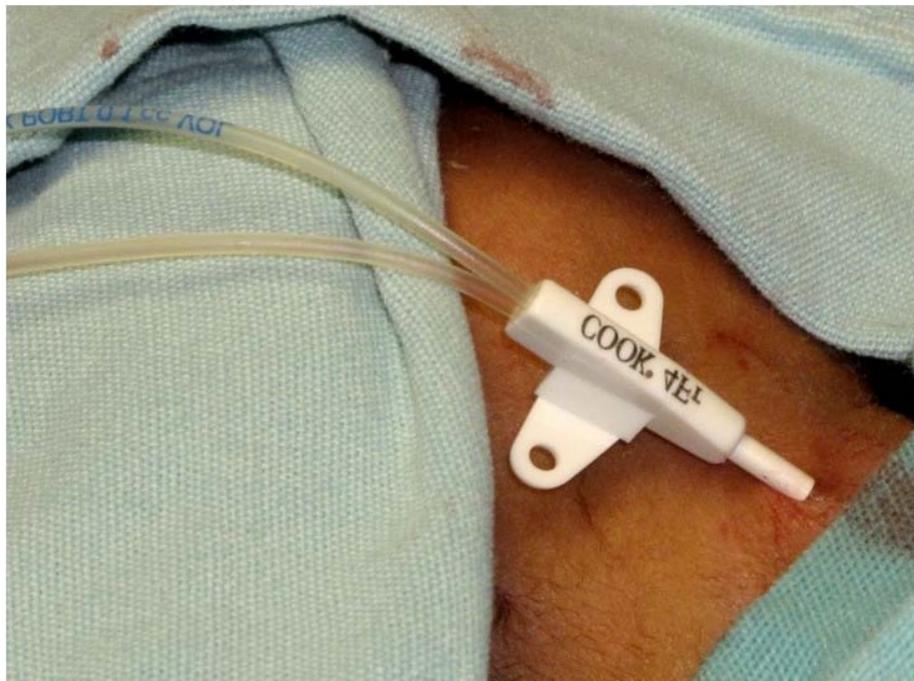


Figura19. Catéter 4Fr de 5cm colocado.



Figura 20. Catéter 4Fr de 13 cm fijo con seda 4-0.

- Se realiza aseo del área y colocación de parche impermeable.
- Se cuantifica el tiempo total, se realiza nota en el expediente médico y se transcribe en la memoria del ultrasonido el tiempo de procedimiento, número de punciones, complicaciones y éxito del procedimiento.
- Se toma radiografía de tórax al concluir el procedimiento para identificar la localización de la punta del catéter o complicaciones inmediatas.

3.2.2 *Tamaño de la Muestra*

Se incluyeron todos los pacientes de peso bajo (< 2500g) en los que se solicitó al equipo de acceso vascular un catéter venoso central (n=100), una vez que se agotaron o fueron fallidos los accesos vasculares convencionales (umbilicales, periféricos o femorales) en un periodo de 28 meses. La población se segmentó en 3 grupos, RNBP: recién nacidos de bajo peso (1500-2500g), RNMBP: recién nacidos de muy bajo peso (1000-1500g) y RNEBP: recién nacido de extremado bajo peso (<1000g).

3.2.3 *Criterios de Inclusión*

- Neonato de bajo peso (<2500g)
- Requerir un acceso venoso central.
- Carta de consentimiento informado firmada.

3.2.4 *Criterios de Exclusión*

- Neonato de peso mayor a 2500g.
- Lesiones en región cervical derecha.

3.2.5 *Criterios de Eliminación*

- No se realicen las mediciones ultrasonográficas de la vena yugular interna derecha.
- No se realice toma de tiempo del procedimiento.
- Datos incompletos en la base de datos de captura.

3.2.6 *Lugar de Referencia*

- El estudio se realizó en el Hospital Universitario “Dr. José E. González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León: Institución pública de tercer nivel de atención localizado en la ciudad de Monterrey y con influencia regional (Fig. 21).



Figura 21. Hospital Universitario “Dr. José E. González”.

- Los pacientes se evaluaron en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) o Cuidados Intermedios Neonatales (UCIREN) (Fig. 22).
- Se realizó el procedimiento en las cunas térmicas de la UCIN.



Figura 22. Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Universitario.

3.2.7 Método Estadístico

Los resultados obtenidos se reflejaron en una base de datos, desarrollada en programa Excel, para su posterior análisis mediante el programa IBM Statistics 19 (antes llamado SPSS). Se obtuvieron, de todas las variables evaluadas, los estadísticos descriptivos tradicionales, tales como las medidas de tendencia central (media, mediana y moda), medidas de dispersión (varianza, desviación estándar y coeficiente de variación) y medidas de posición (cuartiles, quintiles y deciles) en el caso de las variables cuantitativas; en las variables cualitativas se determinaron las frecuencias.

Los valores de estudio se segmentaron según la subdivisión de peso en los siguientes grupos: RNBP: 1500g a 2500g, RNMBP: 1000g a 1499g, y RNEBP: < 1000g. Se analizaron los mismo estadísticos antes establecidos, además de comparar y evaluar los resultados de cada variable analizada según grupo, mediante pruebas de hipótesis para medias y

proporciones, según sea el caso para cada tipo de variable (cuantitativas y cualitativas, respectivamente) a una confiabilidad del 95%.

3.3 ÉTICA DEL ESTUDIO

No se requerirá una carta de consentimiento adicional a la solicitada del procedimiento, ya que no se realizará maniobra adicional para la colocación del catéter venoso central.

RESULTADOS

4.1 ESTUDIO DESCRIPTIVO

Durante el año 2010 hubo 4069 nacimientos en el Hospital Universitario, siendo prematuros, es decir, menores de 36 semanas de edad gestacional (SEG), 351 (8.6%) de los recién nacidos. La distribución por edad gestacional fue:

- Pretérmino tardío (32-36 SEG): 257 recién nacidos.
- Pretérmino (>28 y <32 SEG): 75 recién nacidos.
- Pretérmino extremo (<28 SEG): 19 recién nacidos.

De acuerdo a la clasificación por peso, pesaron menos de 2500g, es decir, fueron recién nacidos de bajo peso 290 (7,1%), la distribución por peso correspondió a:

- RNBP: 202 (69,6%)
- RNMBP: 57 (19,6%)
- RNEBP: 31 (10,8%)

En el mismo periodo, se ingresaron en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) 406 recién nacidos, de los cuales 243 (59,8%) recién nacidos eran menores de 2500g.

4.1.1 Descripción de la Muestra

En un periodo de 28 meses (23 de agosto de 2009 a 23 de diciembre de 2011), se registraron 100 neonatos que requirieron un CVC y cumplían los criterios de inclusión, convirtiéndose en nuestra población de estudio.

La composición de la población incluida en el estudio fue de un 96% de recién nacidos prematuros y un 19% de prematuros extremos.

Con respecto a la distribución por peso de los neonatos, el 39% fueron RNBP, otro 33% fueron RNMBP, y un 28% correspondieron al grupo de RNEBP (Fig. 23).

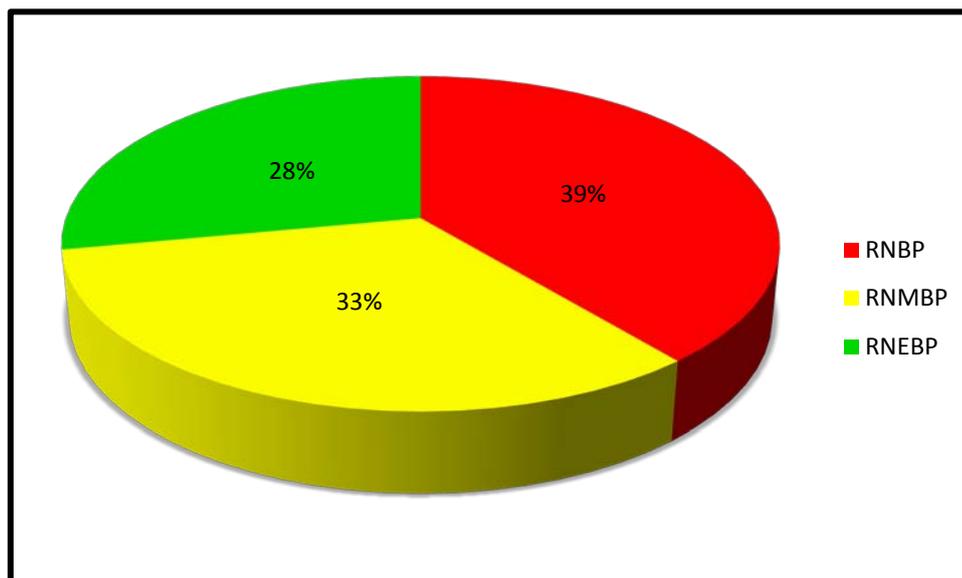


Figura 23. Distribución de grupos. RNBP: recién nacido de bajo peso, RNMBP: recién nacido de muy bajo peso, RNEBP: recién nacido de extremado bajo peso. n=100 Fuente: Historia clínica e instrumento estandarizado.

Todos los procedimientos se realizaron en la UCIN, donde se encontraban internados el 96% de los pacientes; los demás pacientes (4%) fueron trasladados desde la unidad de cuidados intermedios (UCIREN) a la UCIN para realizar la colocación del CVC.

El 73% de los recién nacidos se encontraban con ventilación mecánica y, sin ella, el 27%.

4.1.2 Características Antropométricas

El 53% de los recién nacidos fueron del sexo femenino (Fig. 24). La media de edad gestacional fue de 31,5 semanas, la media de peso, de 1352g, y se colocó el CVC a los 12 días como media de vida extrauterina (Tabla 3).

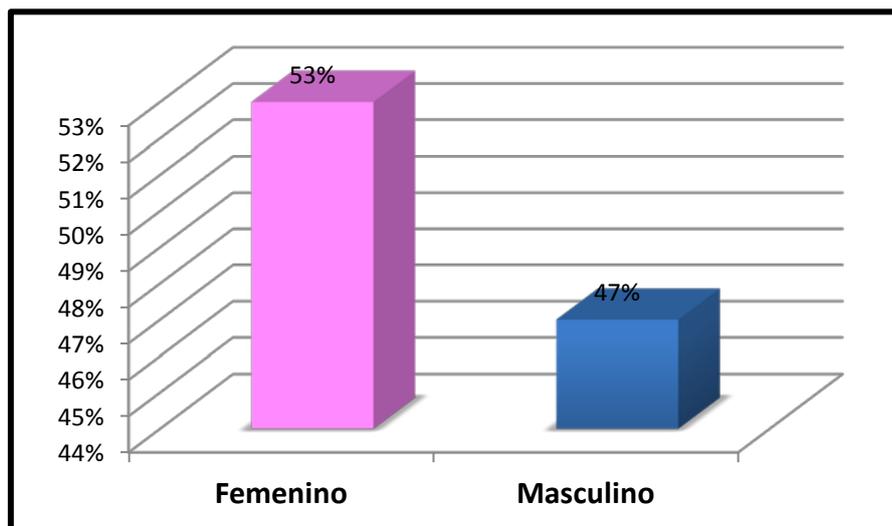


Figura 24. Distribución por sexo de los recién nacidos estudiados. n=100. Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

Tabla 3. Características de la población de estudio.

Parámetro	Edad gestacional (sem)	DVEU (días)	Peso (g)
Media	31,5	12,2	1352,8
Desv. típ.	3,3	14,5	458,8
Mínimo	25	1	540
Máximo	40	108	2480

n=100; Fuente: Historia clínica e instrumento estandarizado. DVEU: días de vida extrauterina, sem: semanas.

En la valoración inicial de los recién nacidos se identificaron múltiples diagnósticos, pero solo se capturó en la base de datos el diagnóstico por el que se indicó el CVC. El diagnóstico más frecuente como indicación de colocación de CVC fue sepsis, en el 39% de los neonatos, seguido de enfermedad de membrana hialina, en el 23% (Fig.25).

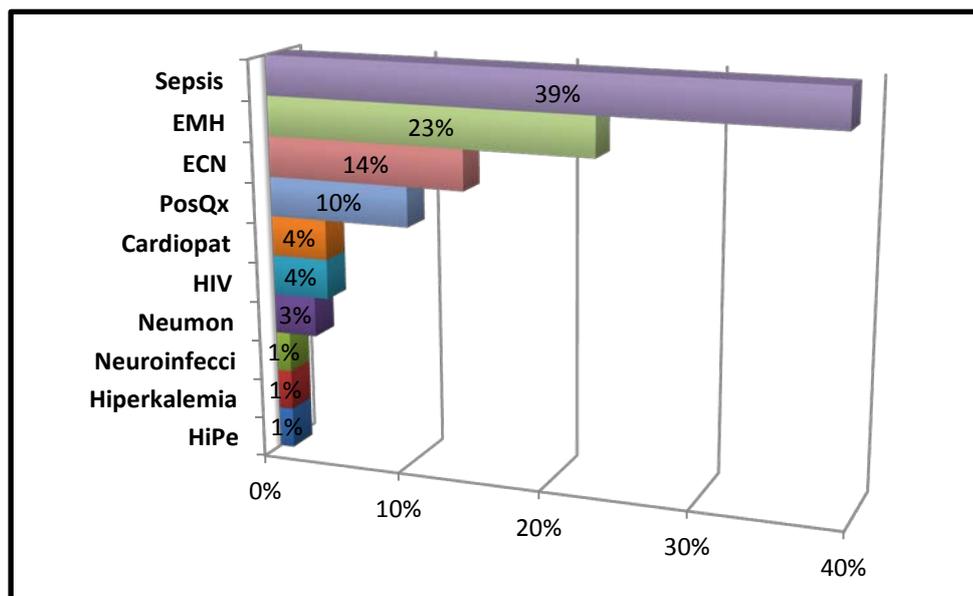


Figura 25. Frecuencia de los diagnósticos como indicación de colocación de catéter venoso central. EMH: enfermedad de membrana hialina, ECN: enterocolitis necrosante, PosQx: postquirúrgico, Cardiopat: cardiopatía, HIV: hemorragia intraventricular, Neumon: neumonía, Neuroinfecci: neuroinfección, HiPe: hipoxia perinatal severa. n=100. Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

Para valorar la estabilidad hematológica, se revisó la analítica de sangre con la que contaban los recién nacidos tomada al menos 24 horas antes del procedimiento. Todos los pacientes tenían descrita en el expediente la cifra de plaquetas y, el 97%, la de hemoglobina (Tabla 4); sin embargo, con respecto a los tiempos de coagulación, solo el 31% de los pacientes tenían el tiempo de protrombina (TP) y el tiempo de tromboplastina (TTP).

Tabla 4. Valores hematológicos pre-procedimiento.

Parámetro	Hemoglobina (n=97)	Plaquetas (n=100)
Media	12,6	134.274
Desv. típ.	2,1	105.792
Mínimo	8,1	2.800
Máximo	18,1	529.000

n=100; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

4.1.3 Datos Relativos a la Técnica

En las mediciones vasculares por ultrasonido de la vena YID en la población, se obtuvo un diámetro transversal anteroposterior de $2,4 \pm 0,7$ mm y una distancia de la piel a la pared anterior de YID de $3,7 \pm 1,1$ mm. Se realizaron una media de 2 intentos de punción a la vena YID; la duración media del procedimiento fue de $16,8 \pm 6,7$ minutos (Tabla 5).

Tabla 5. Datos relativos a la técnica de cateterización.

Parámetros	Diámetro YID (mm)	Distancia piel-YID (mm)	Nº Intentos	Duración del procedimiento (min)
Media	2,4	3,7	2	16,8
Desv. típ.	0,7	1,1	1	6,7
Mínimo	1,2	1,5	1	10
Máximo	4,5	6,8	8	40

YID: Yugular interna derecha. n=100. Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

El diámetro de catéter que se utilizó fue de 4 Fr en todos los recién nacidos, la longitud (13, 8 o 5 cm) varió de acuerdo a la disponibilidad en el momento del procedimiento; el más frecuentemente utilizado fue el de 13 cm, en el 85% de los procedimientos (Fig. 26).

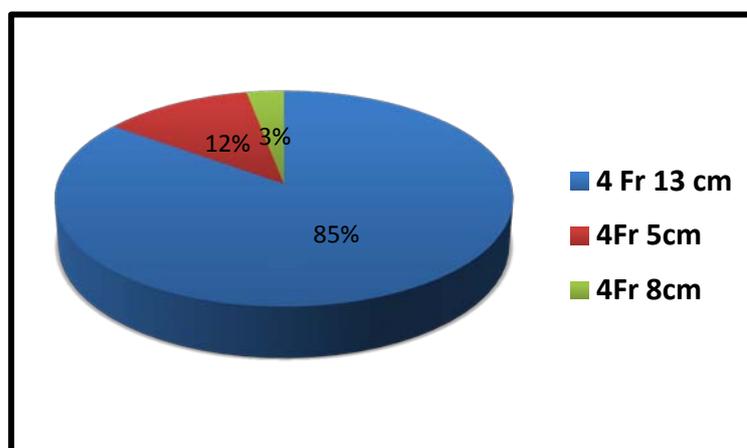


Figura 26. Longitud del catéter utilizado. n=100; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

4.1.4 Datos Relativos al Éxito del Procedimiento

Se logró con éxito la colocación del CVC, consiguiendo la canalización de la YID, en el 94% de los recién nacidos (Figs. 27 y 28).

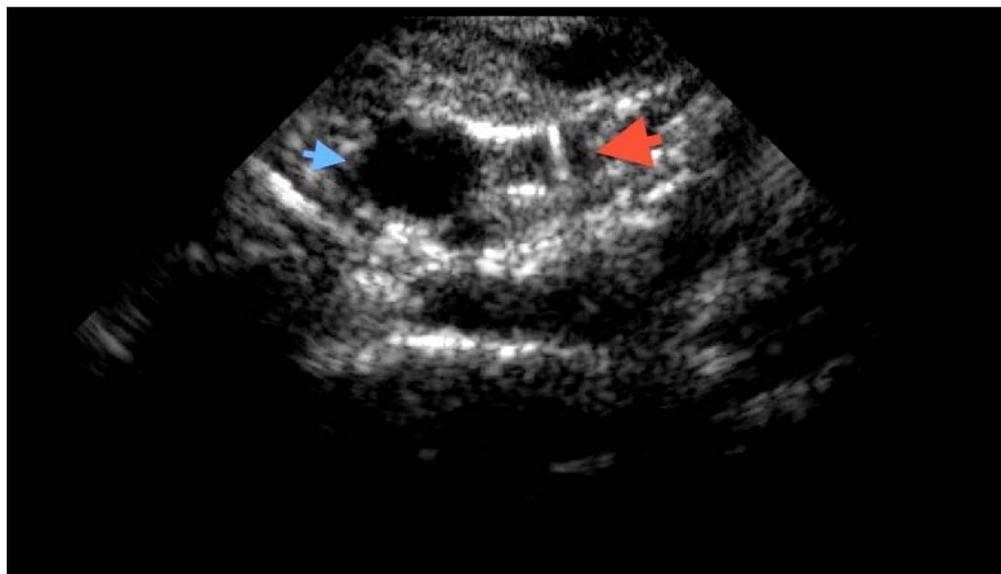


Figura 27. Canalización de vena yugular interna derecha. Flecha roja: catéter venoso corto 22Ga dentro de la luz de la vena. Flecha azul: arteria carótida.

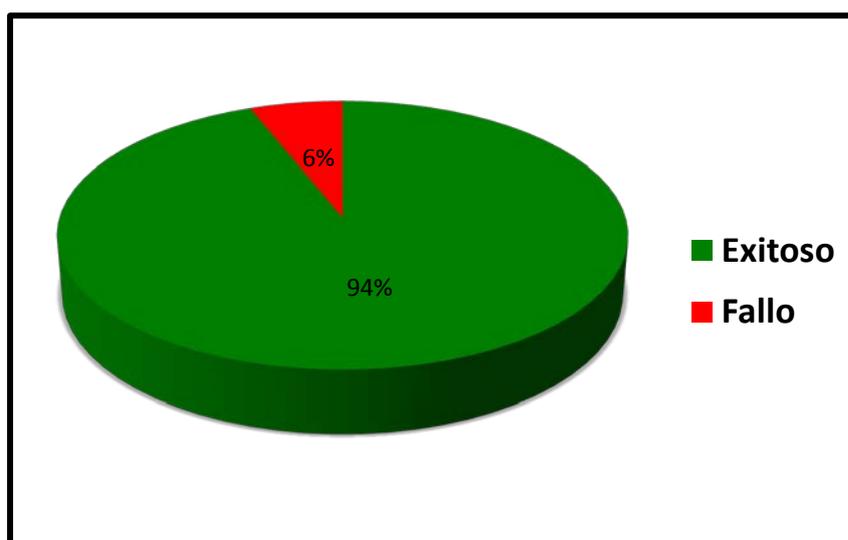


Figura 28. Porcentaje de éxito en la colocación del catéter venoso central. n=100; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

En los pacientes en los que se logró con éxito la colocación del CVC, la canalización se consiguió en la primera punción en 47 recién nacidos (50%). Así mismo, cabe destacar que con 3 punciones se logró el éxito del procedimiento en el 84% de los neonatos (Tabla 6).

Tabla 6. Correlación entre el éxito del procedimiento y el número de punciones.

Nº Intentos	Éxito	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	47	50	50
2	18	19,1	69,1
3	14	14,9	84
4	6	6,4	90,4
5	5	5,3	95,7
6	3	3,2	98,9
8	1	1,1	100
Total	94	100	

n=100; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

4.1.5 Datos Relativos al Fracaso del Procedimiento

En el 6% de los pacientes en los que no se consiguió la colocación del CVC, el 5% presentaron un hematoma en el área de punción, por lo que no se pudo cateterizar la vena, y en el 1% la guía no pasó. A los 5 pacientes que presentaron un hematoma, se les realizó un US de control a las 24 horas, y en los 5 pacientes se encontraba la vena permeable.

En estos 6 pacientes, en los que fue fallido el procedimiento, se logró colocar el CVC en otra localización, como en yugular interna izquierda, vasos subclavios y femoral de acuerdo a la valoración en el momento de la intervención (Fig. 29).

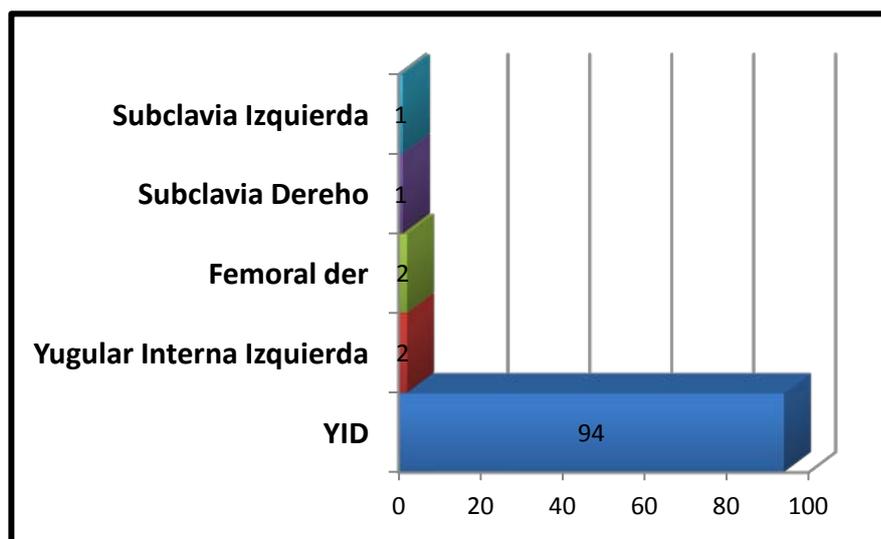


Figura 29. Localizaciones del catéter venoso central en la población de estudio. Femoral der: vena femoral derecha, YID: vena yugular interna derecha. n=100. Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

4.2 ESTUDIO ANALÍTICO

4.2.1 *Variables Relativas a Grupos*

Se realizó el análisis inferencial de los grupos y se encontró que la población estaba bien dividida metodológicamente entre los tres grupos: RNBP, RNMBP y RNEBP. Las características de los grupos quedaron de la siguiente manera:

4.2.1.1 RNBP (1500-2500g)

Este grupo lo formaron el 39% de los neonatos; presentaron una media de edad gestacional de 34,3 semanas (31-40 sem), y una media de peso de 1841g (1500-2480g). La distribución por sexo correspondió a 19 pacientes (48,7%) de sexo femenino y, 20 (51,3%), del masculino. En el momento del procedimiento, 20 neonatos (51,3%) se encontraban con ventilación mecánica.

Los días de vida extrauterina en los que se colocó el CVC mostró una media de 11 días para este grupo (1-60 días).

De otra parte, el diámetro anteroposterior de la VYI fue de $2,8 \pm 0,7$ (1,3-4,5mm), y la distancia de la piel a la vena, de $4 \pm 1,2$ mm (1,8-6,8 mm). La duración del procedimiento obtuvo una media de 16 minutos (10-40min) (Fig. 30 y Tabla 7).

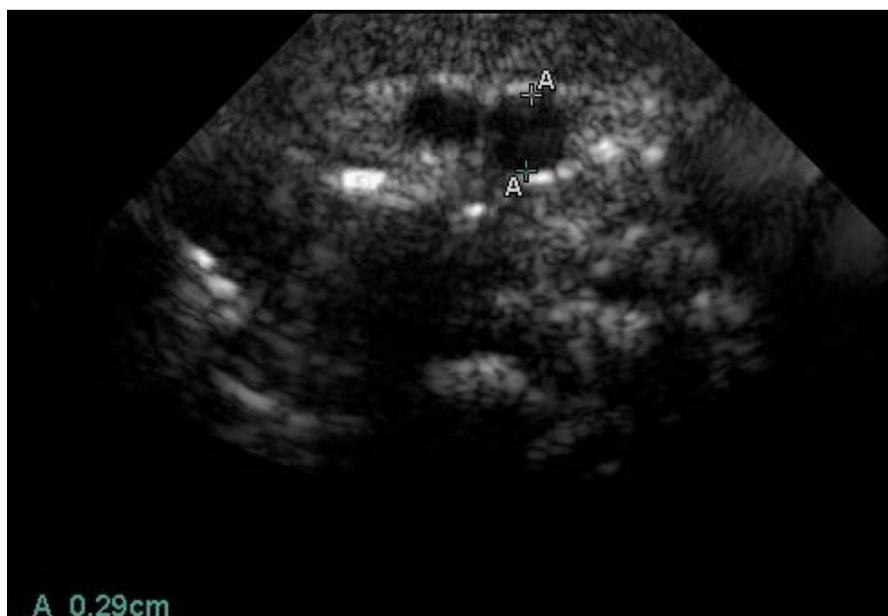


Figura 30. Diámetro anteroposterior de la yugular interna derecha (A-A=2,9 mm) en un recién nacido de 1680g.

Tabla 7. Características generales de los recién nacidos de bajo peso (RNBP)

Variable	Media / n (%)	Mínimo	Máximo
Edad Gestacional (sem)	34,5	31	40
Peso (g)	1841	1500	2480
Sexo: Femenino	19 (48,7%)	---	---
Masculino	20 (51,3%)	---	---
Ventilación Mecánica	20 (51,3%)	---	---
DVEU (días)	11	1	60
Diámetro YID (mm)	2,8	1,3	4,5
Distancia piel-YID (mm)	4	1,8	6,8
Duración Procedimiento (min)	16	10	40

DVEU: días de vida extrauterina; YID: yugular interna derecha; n=39; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

4.2.1.2 RNMBP (1000-1499g)

En este grupo se encontraron el 33% de los neonatos. La edad gestacional presentó una media de 30,6 semanas (26-38 sem), y la media de peso fue 1222g (1030-1470g). Del sexo femenino se registraron 18 pacientes (54,5%), y otros 15 (45,5%) del sexo masculino. En el momento del procedimiento 26 neonatos (78,8%) presentaban ventilación mecánica.

En este grupo, los días de vida extrauterina a los que se colocó el CVC mostró una media de 15 días (1-108 días).

El diámetro anteroposterior de la VYI fue de $2,2 \pm 0,5$ mm (1,3-3,4 mm), y la distancia de la piel a la vena fue $3,7 \pm 0,9$ mm (2,3-5,6mm). El procedimiento duró una media de 16 minutos (10-30min.) (Fig. 31 y Tabla 8).

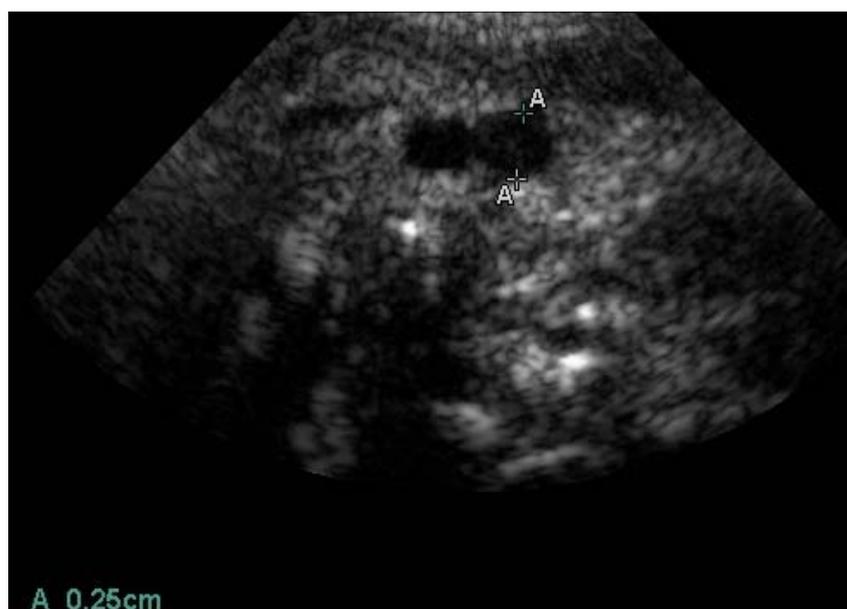


Figura 31. Diámetro anteroposterior de la vena yugular interna derecha (A-A=2,5 mm) en un recién nacido de 1190g.

Tabla 8. Características generales de los recién nacidos de muy bajo peso (RNMBP)

Variable	Media / n (%)	Mínimo	Máximo
Edad Gestacional (sem)	30,6	26	38
Peso (g)	1222	1030	1470
Sexo: Femenino	18 (54,5%)	---	---
Masculino	15 (45,5%)	---	---
Ventilación Mecánica	26 (78,8%)	---	---
DVEU (días)	15	1	108
Diámetro YID (mm)	2,2	1,3	3,4
Distancia piel-YID (mm)	3,7	2,3	5,6
Duración Procedimiento (min)	16	10	30

DVEU: días de vida extrauterina; YID: yugular interna derecha; n=33; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

4.2.1.3 RNEBP (<1000g)

En este grupo se encontraron el 28% de los neonatos, la media de edad gestacional del grupo fue de 28 semanas (25-36 sem), y la media de peso 825g (540-960g). Del sexo femenino se registraron 16 pacientes (57,1%), y del sexo masculino, otros 12 (42,9%). Se encontraban en ventilación mecánica en el momento del procedimiento 27 neonatos (96,4%).

Los días de vida extrauterina a los que se colocó el CVC presentó una media de 9 días (1-30 días).

El diámetro anteroposterior de la YID fue de $1,9 \pm 0,3$ mm (1,2-2,8 mm), y la distancia de la piel a la vena fue $2,9 \pm 1$ mm (1,5-5,7 mm). El procedimiento duró una media de 18 minutos (10-40 min) (Fig. 32 y Tabla 9)

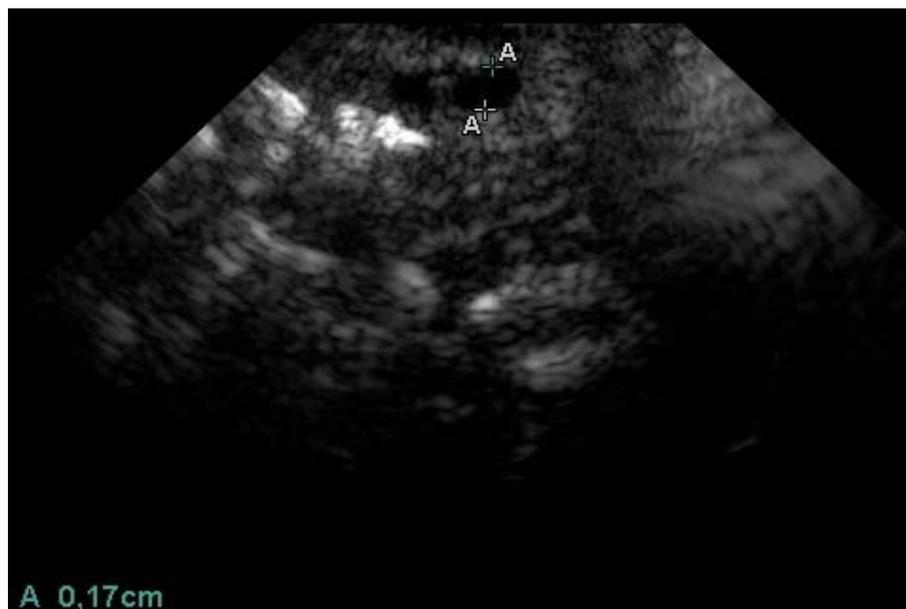


Figura 32. Diámetro anteroposterior de la vena yugular interna derecha (A-A=1,7mm) en un recién nacido de 690g.

Tabla 9. Características generales de los recién nacidos de extremado bajo peso (RNEBP).

Variable	Media / n (%)	Mínimo	Máximo
Edad Gestacional (sem)	28	25	36
Peso (g)	825	540	960
Sexo: Femenino	16 (57,1%)	---	---
Masculino	12 (42,9%)	---	---
Ventilación Mecánica	27 (96,4%)	---	---
DVEU (días)	9	1	30
Diámetro YID (mm)	1,9	1,2	2,8
Distancia piel-YID (mm)	2,9	1,5	5,7
Duración Procedimiento (min)	18	10	40

DVEU: días de vida extrauterina; YID: yugular interna derecha; n=28; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

La comparación entre grupos mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) entre los RNBP y los RNEBP: los primeros presentaron mayor edad gestacional, peso, diámetro de la YID y distancia piel-YID que los RNEBP (Tablas 10 y 11 y Fig. 33).

Así mismo, la comparación entre los RNBP y los RNMBP también reveló diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$): en los primeros la edad gestacional, el peso y el diámetro de la YID fue mayor que en los RNMBP (Tablas 10 y 11 y Fig. 33).

Finalmente, la comparación entre los grupos RNMBP y RNEBP también mostró diferencias estadísticamente significativas: los primeros presentaron mayor edad gestacional ($p < 0.005$), peso ($p < 0.001$), diámetro de la YID ($p < 0.01$) y distancia piel-YID ($p < 0.005$) que los RNEBP (Tablas 10 y 11 y Fig. 33).

Tabla 10. Comparación entre las características generales de los recién nacidos de bajo peso (RNBP), recién nacidos de muy bajo peso (RNMBP) y recién nacidos de extremado bajo peso (RNEBP).

Grupo	Edad Gestacional (sem) X ± SD	DVEU (días) X ± SD	Peso (g) X ± SD
RNBP (n=36)	34 ± 2,2	11 ± 12	1841 ± 255
RNMBP (n=36)	30 ± 2,4*	15 ± 20	1222 ± 110*
RNEBP (n=28)	28 ± 2,3* [#]	9 ± 7	825 ± 107* [§]

* $p < 0.001$ con respecto al primer grupo; [§] $p < 0.001$ con respecto al grupo anterior; [#] $p < 0.005$ con respecto al grupo anterior; DVEU: días de vida extrauterina; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

Tabla 11. Comparación entre las características generales de los recién nacidos de bajo peso (RNBP), recién nacidos de muy bajo peso (RNMBP) y recién nacidos de extremado bajo peso (RNEBP).

Grupo	Diámetro YID (mm) X ± SD	Distancia Piel-YID (mm) X ± SD	Duración del Procedimiento (min) X ± SD	Nº de Intentos X ± SD
RNBP (n=39)	2,8 ± 0,7	4,1 ± 1,1	16 ± 7	2 ± 1
RNMBP (n=33)	2,2 ± 0,5 [‡]	3,7 ± 0,9	16 ± 5	2 ± 1
RNEBP (n=28)	1,9 ± 0,3 ^{*‡}	2,9 ± 1 ^{*#}	18 ± 8	2 ± 2

* p<0.001 con respecto al primer grupo; ‡ p<0.01 con respecto al grupo anterior; # p<0.005 con respecto al grupo anterior; RNBP: recién nacidos de bajo peso, RNMBP: recién nacidos de muy bajo peso, RNEBP: recién nacidos de extremado bajo peso. YID: yugular interna derecha; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

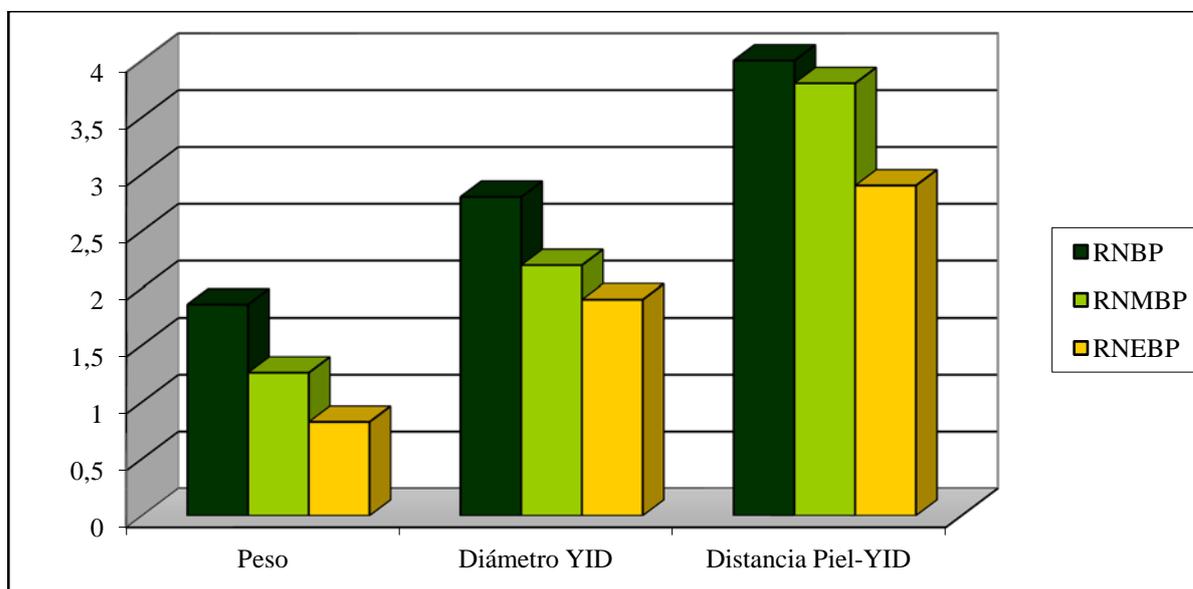


Figura 33. Comparación entre las características generales de los recién nacidos de bajo peso (RNBP), recién nacidos de muy bajo peso (RNMBP) y recién nacidos de extremado bajo peso (RNEBP). YID: yugular interna derecha; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

4.2.2 Variables Relativas al Éxito del Procedimiento por Grupos

El grupo de RNBP estuvo compuesto por 39 pacientes, el éxito se obtuvo en 36 recién nacidos (92,3%), lográndose a la primera punción en 20 neonatos (55,6%); con 3 punciones se canalizó la vena en 31 recién nacidos (88,9%) (Figs. 34 y 35 y Tabla 12).

En el grupo de RNMBP (n=33), el éxito se consiguió en 32 recién nacidos (97%), lográndolo a la primera punción en 14 neonatos (43,8%); con 3 punciones se obtuvo el éxito en 26 pacientes (81,3%) (Figs. 34 y 35 y Tabla 12).

En el grupo de los RNEBP, formado por 28 pacientes, se obtuvo el éxito del procedimiento en 26 recién nacidos (92,9%). En 13 neonatos (50%) se logró canalizar la vena en la primera punción y, en 21 recién nacidos (80,8%), se consiguió con 3 punciones (Tabla 12). Un paciente de este grupo requirió 8 punciones para lograr el éxito del procedimiento, aunque no se observaron complicaciones. Además, se logró canalizar la vena en todas las punciones, pero se encontró dificultad al pasar la guía, sin embargo, al no producirse un hematoma, se prosiguió con el procedimiento hasta insertarlo adecuadamente. El diámetro de la YID en este paciente fue de 1,7 mm (Figs. 34 y 35 y Tabla 12).

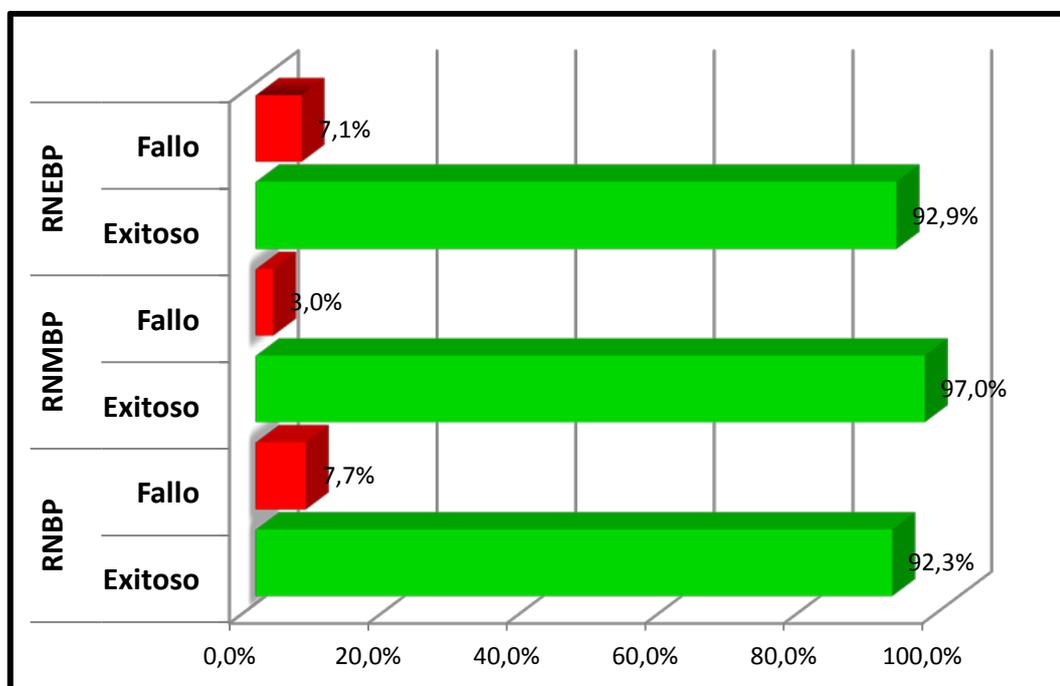


Figura 34. Éxito del procedimiento. RNBP: recién nacido de bajo peso; RNMBP: recién nacido de muy bajo peso; RNEBP: recién nacido de extremado bajo peso. n=100 Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

Tabla 12: Correlación entre el éxito del procedimiento, el número de intentos y el grupo.

Grupo	Nº Intentos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
RNBP	1	20	55,6	55,6
	2	7	19,4	75,0
	3	5	13,9	88,9
	5	3	8,3	97,2
	6	1	2,8	100
	Total	36	100	
RNMBP	1	14	43,8	43,8
	2	7	21,9	65,7
	3	5	15,6	81,3
	4	5	15,6	96,9
	5	1	3,1	100
	Total	32	100	
RNEBP	1	13	50	50
	2	4	15,4	65,4
	3	4	15,4	80,8
	4	1	3,8	84,6
	5	1	3,8	88,5
	6	2	7,7	96,2
	8	1	3,8	100
	Total	26	100	

RNBP: recién nacido de bajo peso; RNMBP: recién nacido de muy bajo peso; RNEBP: recién nacido de extremado bajo peso. n=81; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

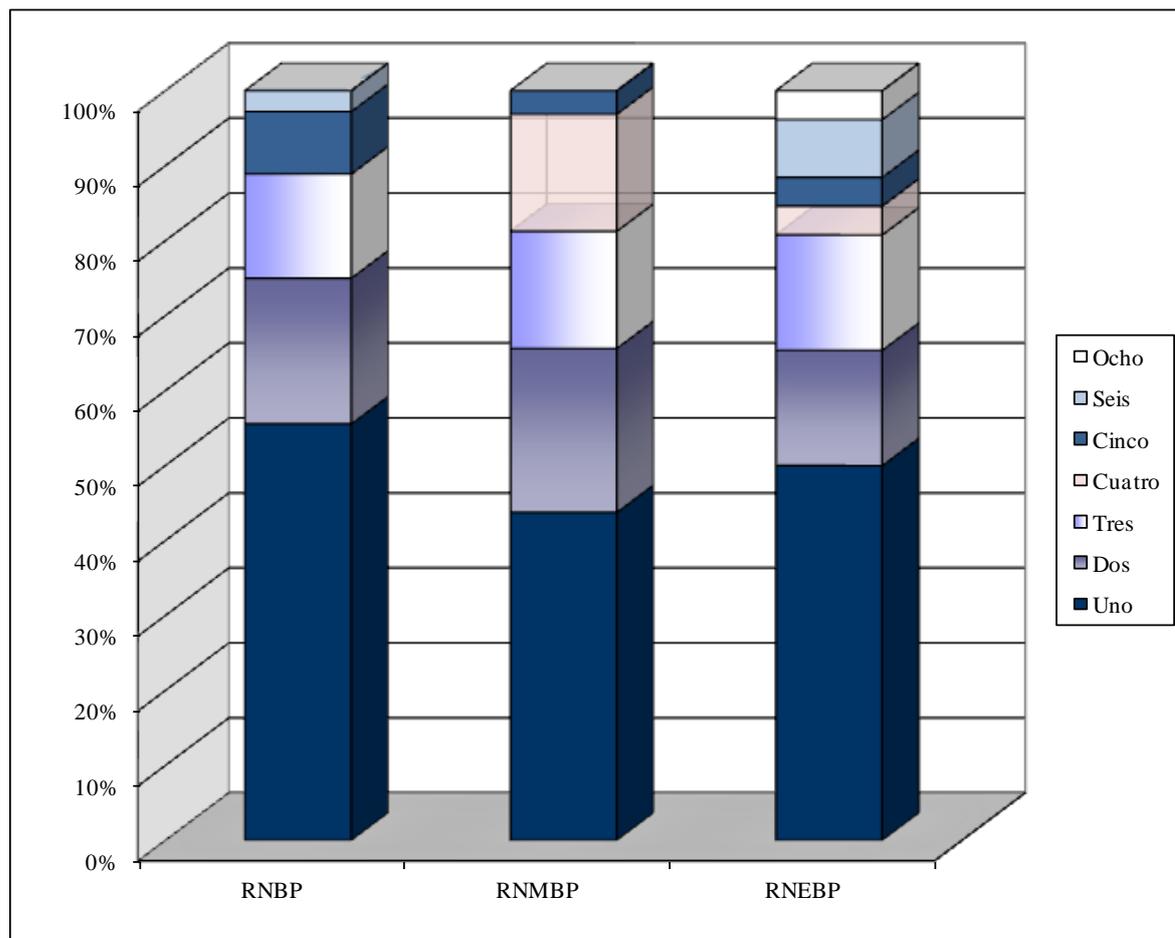


Figura 35. Porcentaje acumulado del éxito del procedimiento con respecto al número de intentos. RNBP: recién nacido de bajo peso; RNMBP: recién nacido de muy bajo peso; RNEBP: recién nacido de extremado bajo peso. n=100 Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

4.2.3 Variables Relativas al Fracaso del Procedimiento por Grupos

El fallo del procedimiento se presentó en el 6% de los pacientes. Tres neonatos (7,7%) pertenecían al grupo de RNBP, siendo la causa más frecuente del fallo la aparición de hematoma. En el grupo de RNMBP se observó 1 fracaso en la intervención, y fue debido a que no pasaba la guía. Finalmente, en 2 pacientes del grupo de RNEBP se registró fallo del procedimiento, con aparición de hematoma (Fig. 34 y Tabla 13).

Tabla 13. Relación entre el peso y el éxito del procedimiento.

Clasificación Peso	Éxito del Procedimiento	n (%)
RNBP	Si	36 (92,3)
	No, Hematoma	3 (7,7)
RNMBP	Si	32 (97)
	No, No pasa guía	1 (3)
RNEBP	Si	26 (92,9)
	No, Hematoma	2 (7,1)

RNBP: recién nacido de bajo peso; RNMBP: recién nacido de muy bajo peso; RNEBP: recién nacido de extremado bajo peso; n=100; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

La relación entre el grupo, las complicaciones y el número de intentos de canalización de la YID mostró una media de 7 punciones en el grupo de RNBP y, en el grupo de RNEBP, una media de 5 punciones, en los que se tuvo la complicación de hematoma por lo que no se pudo tener éxito en la colocación del CVC (Tabla 14).

Tabla 14. Relación entre las complicaciones, el número de intentos y el grupo de recién nacidos.

	RNBP		RNMBP		RNEBP	
	Complicaciones		Complicaciones		Complicaciones	
	No	Si Hematoma	No	Sí no pasa guía	No	Sí Hematoma
Nº Intentos (media)	2	7	2	4	2	5

RNBP: recién nacido de bajo peso; RNMBP: recién nacido de muy bajo peso; RNEBP: recién nacido de extremado bajo peso; n=100; Fuente: historia clínica e instrumento estandarizado.

DISCUSIÓN

La colocación de un catéter venoso central es un procedimiento técnicamente difícil en la edad pediátrica, además es conocida la baja tasa de éxito de un acceso venoso central en infantes y niños cuando se compara con poblaciones de pacientes adultos.⁹² También se ha descrito una elevada frecuencia de complicaciones relacionadas con la colocación del catéter en este grupo de edad. Es así que la canulación venosa central percutánea se encuentra asociada a un gran número de potenciales complicaciones, como neumotórax, punción de las arterias carótida, femoral o subclavia, mala localización del catéter, arritmias, hematomas, lesiones nerviosas o del ducto torácico e, inclusive, la muerte.^{37,68,90,107,120,136,145,146}

De otra parte, se sabe que la guía ultrasonográfica de la punción de la YID disminuye tanto la frecuencia de fracaso, como las complicaciones relacionadas con la punción, por lo que el Instituto Nacional de Excelencia Clínica (NICE) recomienda su utilización en pacientes pediátricos.^{55,106}

El presente estudio reúne una población compuesta de un 96% de recién nacidos prematuros, y un 19% de prematuros extremos, los cuales son considerados de alto riesgo de morbilidad y mortalidad.⁸⁰ Otro parámetro de nuestra población que los hace de alto riesgo es el peso de los recién nacidos incluidos, ya que son menores de 2500g, y este grupo de pacientes representan estadísticamente más del 50% de la mortalidad neonatal.²⁷ Además, hay que añadir que el 28% de nuestro grupo son menores de 1000g, lo que conlleva riesgo de mortalidad en las primeras 24 horas de vida.⁹⁷

Todos estos parámetros de edad gestacional y peso suponen un gran problema prioritario en el cuidado de la salud mundial.^{80,116}

Debido a los riesgos asociados a su patología de prematuridad y peso bajo, el 96% de nuestra población se encontraba en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos y, el 72%, con ventilación mecánica en el momento de realizarse la colocación del CVC.

Es conocido que en el manejo integral de este grupo de pacientes, es vital un acceso venoso central para su sostén nutricional y su monitorización invasiva, así como para la aplicación de su terapéutica intravenosa, por lo que el CVC se convierte en una línea de vida.⁵⁷

El acceso venoso central no es el de primera elección en un neonato; se cuenta con otras vías de acceso, como son las canalizaciones periféricas y los catéteres umbilicales, seguidos por el acceso venoso central por vía periférica. El éxito en la canalización de estas vías depende del tamaño de las venas y de la habilidad de la persona que realiza el procedimiento. Una vez que se han agotado estos accesos venosos, se pensará en un acceso venoso central.^{38,39,118}

En nuestra población, el tiempo de vida extrauterina en el cual se colocó el CVC presentó una media de 12 días con un rango de 1 hasta 108 días. Estos datos indican que el requerimiento de un CVC no siempre fue la primera opción en nuestros pacientes.

Las patologías más frecuentes en la población de recién nacidos prematuros y en las poblaciones con peso menor de 2500g están directamente relacionadas con su inmadurez y sus complicaciones.

La sepsis es la primera causa de mortalidad en la etapa neonatal¹³¹ y, en el presente estudio, fue el diagnóstico más frecuente en provocar la indicación de un CVC, con un 39% de los neonatos. Aunque la incidencia de sepsis varía con la edad, se ha estimado que la etapa neonatal es la que experimenta la más alta incidencia, siendo de 3,6 por cada 1000 habitantes. La sepsis severa se presenta mayormente en neonatos de bajo peso, con un 23%.¹¹³ Sin embargo, en un estudio llevado a cabo en la misma UCIN donde realizamos nuestro trabajo, se registró una incidencia menor que la descrita en la literatura anglosajona, con un 3,7%, pero con una mortalidad casi similar (24%).¹³⁷

En los pacientes con sepsis es donde radica la importancia de un CVC que ayude en la terapéutica de estos pacientes, ya que requerirán dentro de su manejo resucitación intravenosa, medicamentos cardiogénicos (aminas) para el tratamiento del choque y antibioticoterapia.¹¹³

En nuestro estudio, la segunda causa de indicación de un CVC está relacionada con la enfermedad de membrana hialina (23%), causante del síndrome de dificultad respiratoria. Este es uno de los problemas más serios resultantes de la prematuridad, y es el factor más determinante de los límites de viabilidad del recién nacido.¹³²

La tercera causa más frecuente en marcar la necesidad de un CVC fue la enterocolitis (14%). La incidencia de esta patología es inversamente proporcional al peso y edad gestacional de los pacientes.⁸⁵

La cuarta causa de indicación de CVC, con un 10%, fueron los pacientes posquirúrgicos y se relacionó mayormente con el tratamiento de patologías congénitas, como gastrosquisis que ocurrió en el 70% de los casos. Las patologías congénitas son una indicación frecuente de cirugía en los RNMBP y RNEBP, grupos de pacientes que muestran ahora mejor sobrevida.¹²⁶

Como en la mayoría de los procedimientos, hay ciertos requerimientos que aseguran la calidad y seguridad, dentro de ellos se encuentran los exámenes de laboratorio; éstos deben tenerse en cuenta antes de realizar un punción venosa central. En nuestra población contaban con un recuento plaquetario el 100% de los pacientes, pero solo el 31% tenían registro de los tiempos de protrombina y tromboplastina.

El tipo de patologías de nuestra población ocasiona que puedan cursar con coagulopatía, lo que incrementa el riesgo de complicaciones relacionadas con las punciones en recién nacidos prematuros.

5.1 PARÁMETROS VASCULARES DE LA YID

No existe un estudio in vivo que muestre el diámetro de la vena YID en poblaciones de neonatos de los pesos involucrados en el presente estudio.

Nuestros pacientes recién nacidos menores de 2500g presentaron un diámetro anteroposterior de la vena YID de $2,4 \pm 0,7$ mm, el cuál es aún menor que el descrito por Verghese *et al.*,¹⁴⁷ quienes refieren un diámetro de $3,4 \pm 2,3$ mm, aunque el rango de su población son niños de 0 a 12 meses de edad.

En un estudio anatomopatológico de neonatos de menos de 1000g, se refiere un diámetro de la YID de $4,1 \pm 0,8$ mm; este dato es mayor que en nuestra población, lo que podría explicarse por la expansión de los vasos debida a la sangre coagulada dentro de ellos en el momento de realizar el estudio.⁴¹

Otro parámetro que se obtuvo de la exploración vascular es la distancia de la piel a la pared anterior de la vena; nuestra población tiene una distancia de $3,7 \pm 1,1$ mm, este

parámetro es importante porque la introducción del catéter venoso corto que se realiza para la punción no debe penetrar profundamente.

5.2 EFICACIA DE LA CATETERIZACIÓN DE LA VENA YID GUIADA POR ULTRASONIDO

Se ha publicado que el fracaso en el acceso de la vena yugular interna por técnica percutánea en pacientes pediátricos es del 15 al 60%, en contraposición al de la población adulta, donde es del 0% al 16%; sin embargo, cuando se compara en la misma población pediátrica se observa que el fracaso es inversamente proporcional a la edad, con cifras altas en menores de 3 meses.^{43,56,92}

La eficacia en la cateterización de la vena YID en nuestra población fue de 94%. Arul *et al.*⁸ incluyen en su población neonatos de menos de 1000g hasta 4000g y refieren un éxito del 100%. En este grupo de 34 pacientes, el 14% son los menores de 1000g, pero la media de peso es de 2900g, por lo que probablemente su población de recién nacidos sea más grande y fácil de cateterizar, incluso con catéteres más pequeños (2,7 Fr tipo Broviac) que los nuestros de 4Fr.

El éxito en la canulación percutánea de la YID guiada por ultrasonido es alrededor del 80% en recién nacidos menores de 5 meses.^{107,146} En estudios de niños mayores de 8 meses y con más de 6 kg de peso, el éxito en la canulación de la vena YID guiada por ultrasonido está entre el 70% y el 100%.^{9,84,146} De otra parte, si comparamos el éxito de la colocación de un CVC en niños con respecto a los adultos, este es de un 91% frente a un 96%.

Nuestra población se segmentó en tres grupos de acuerdo al peso. El grupo en el que se obtuvo mayor éxito en el procedimiento fue el RNMBP, con un 97%, este grupo presentó una media de peso de 1222g; le siguió el grupo de RNEBP, con un 92,9% de éxito de la intervención y una media de peso de 825g; y finalmente, en el grupo de RNBP se tuvo éxito en el 92,3% de la población, la cual presentó un peso medio de 1841g.

No hemos encontrado en la bibliografía ninguna publicación con poblaciones segmentadas de forma similar a nuestro estudio, solo existen pacientes entre estos rangos de pesos en series de casos o en casos clínicos aislados, en los que se refiere la factibilidad del acceso de la YID guiada por ultrasonido.^{7,8,90}

La Sociedad de radiología Intervencionista publicó, en 2010, unas guías para mejorar la calidad en los accesos venosos centrales.³³ La meta de todo médico que realiza este procedimiento es tener un éxito del 100% con un 0% de complicaciones, en población de adultos. Sin embargo, refieren una tasa de éxito del 96% y un límite del 95%, indicando que en pacientes pediátricos se espera que sea mejor. Siguiendo este principio de mejora de la calidad del acceso vascular, en nuestros pacientes menores de 2500g a través de la guía ultrasonográfica alcanzamos esta meta, con un 0% de complicaciones y un éxito cercano al 95%.

En nuestro estudio, el número de intentos (punciones) para canalizar la vena YID mostró una media de 2 intentos. Fue necesaria una sola punción para poder canalizar y colocar el CVC en el 50% de los neonatos, con 3 punciones se logró en el 84% de los recién nacidos y, con 5 punciones, el éxito alcanzó el 95.7%. El grupo en el que mayor éxito se obtuvo con la primera punción fue el de RNBP (55,6%), seguido del de RNEBP (50%) y, finalmente, el de RNMBP (43,8%).

Aunque no hay una referencia en la literatura que cuantifique el número de punciones para lograr la canalización de la YID en una población similar, en las publicaciones de pacientes pediátricos el rango es amplio. Johnson *et al.*⁶⁸ se refieren a intentos múltiples cuando necesitan más de una punción, pero se han descrito hasta un máximo de 7 punciones en la cateterización percutánea.^{71,107,146}

Verghese *et al.*¹⁴⁶ comparan tres técnicas de acceso a la YID y, aunque en su estudio obtienen una media de punciones de 1,3, refieren que una de las indicaciones para abandonar el acceso a la YID es superar las siete punciones.

El único caso en el que se realizaron 8 punciones en nuestro trabajo fue un neonato de 690g, el sexto de su grupo, y estuvo relacionado con problemas técnicos de introducción de guía, durante todo el procedimiento se canalizó la vena en varias ocasiones sin complicaciones de hematomas.

Otro variable relacionada con el número de punciones son las complicaciones. En el grupo de RNBP y RNEBP encontramos una media de 7 y 5 punciones con la complicación de hematoma de la YID.

Hay que considerar que las punciones o cualquier acción nociceptiva en estos grupos de pacientes pueden ocasionar deterioro en su sistema cardiovascular y neurológico, por lo que, al igual que en las canalizaciones periféricas, el número de 5 punciones sería el adecuado para cambiar de sitio anatómico, además de ser realizadas con buen control de dolor.

Otro parámetro que se debe determinar es el tiempo que se tarda en realizar el procedimiento; sin embargo, no hay una estandarización del tiempo que se debe medir, es decir, hay estudios donde solo miden el tiempo necesario para canalizar la vena (12 segundos), y otros estudios cuantifican el tiempo desde la punción hasta que se tiene el catéter intravascular (4,5 min).^{9,49,145,146}

En nuestra población realizamos la medición del tiempo total, el cual consideramos que incluye desde que se colocan los campos estériles hasta que el catéter se encuentra fijo con sutura y con su parche adhesivo cubriéndolo, siendo una media de 16 minutos (10-40min). No encontramos diferencias en el tiempo del procedimiento en los 3 grupos.

Verghese *et al.*¹⁴⁶ refieren que después de 45 minutos de intentar canalizar la vena, se debe abandonar esa vía; en nuestro grupo el máximo de tiempo fue de 40 minutos.

El fracaso en el procedimiento se refiere a no conseguir la canalización de la YID, lo que se produjo en el 6% de la población. El hematoma fue la causa más frecuente del fallo, con un 5%. Estos hematomas estaban relacionados con la punción de la YID. Secundariamente a los hematomas no se pudo canalizar debido al colapso de la vena. Existe una relación directa entre el número de punciones y las complicaciones, como la punción de estructuras vecinas -sobre todo la carótida-, trombosis y las relacionadas con sepsis.

El hematoma es otra de las indicaciones para cambiar de vía de acceso venoso, estando la mayoría de los hematomas relacionados con punción de la carótida, la cual se encuentra descrita desde un 8,5% a un 25%.^{30,74,145,146} En nuestra población no ocurrió ningún hematoma secundario a punción arterial.

En un solo paciente no se pudo introducir la guía por lo que se consideró el procedimiento como fallido.

En la asepsia de los neonatos para realizar el procedimiento se utilizó indistintamente isodine y clorhexidina; la utilización de cada uno de ellos dependió de la disponibilidad en el momento de realizar el procedimiento. Aunque menos importante para el éxito en la colocación del CVC, debemos resaltar los efectos deletéreos que puede producir una sobrecarga de yodo, afectando la función tiroidea y, secundariamente, cerebral en los recién nacidos prematuros.⁶ Por ello, es nuestro deber prevenir desórdenes tiroideos dejando de utilizar productos con yodo, lo cual implica gestionar administrativamente la adquisición de productos sin yodo para la realización de la asepsia en los procedimientos de pacientes en la edad pediátrica, principalmente prematuros.

Consideraremos algunos factores propios de los recién nacidos de bajo peso para lograr el éxito en la canalización de la vena YID por ultrasonografía.

5.2.1 Anatomía del Cuello

Dentro de las causas anatómicas del fallo en la inserción percutánea, se encuentra la diferencia en los puntos de referencia musculares y óseos de los recién nacidos pretérmino, lo que hace difícil su palpación o localización.⁴¹

La menor área de cuello en los neonatos hace también que las maniobras de punción tengan una menor tasa de éxito en niños, así también la mayoría de equipos de ultrasonido no tiene transductores adecuados, lo que dificulta aún más la correcta maniobra visoespacial.¹⁴⁴

Se sabe que el 18% de los niños pueden tener anomalías en la anatomía venosa y un 10% pueden tener la carótida en la parte posterior de la YID; esto dificulta la canalización y marca una alta incidencia de punciones de la carótida.²

5.2.2 Localización

Algunos prefieren el acceso venoso a través de la vena femoral por la disminución o ausencia de complicaciones que ponen en peligro la vida; sin embargo, la distorsión y compresión de la vena en el momento de la punción constituye un problema que asimila el riesgo al de la vena yugular interna en pacientes en la etapa neonatal. También se conoce que los catéteres en la región femoral se obstruyen más fácilmente, así como el riesgo de infección es mayor en este acceso comparado con el yugular o por subclavia.^{38,55} La ayuda del US en la

punción de la YID hace que se puedan visualizar las anomalías de posición relacionadas con la carótida y la YID, y que disminuya los intentos de canalización de esta vía.^{8,38}

5.2.3 *Diámetro de la YID*

Este es el factor más significativo para el fallo en la canulación venosa de los neonatos y prematuros.^{19,102,138,147} Hasta antes de este estudio sabíamos que el diámetro de la YID era menor a 3-5 mm en neonatos y menores de 1 año, y que el diámetro no se correlaciona con la edad, peso, talla o perímetro cefálico.^{2,127}

El diámetro de la YID en nuestra población de recién nacidos menores de 2500g es de 2,4 mm (1,2-4,5 mm), lo que obliga a utilizar catéteres venosos cortos para la punción; estos diámetros los encontramos en los catéteres 22Ga cuyo diámetro externo es de 0,7 mm, o 24Ga, de 0,5 mm.

El neonato más pequeño de nuestra población pesó 540g y presentó un diámetro de YID de 2,2 mm, en este paciente el procedimiento fue exitoso. Nuestro estudio muestra diferencias estadísticamente significativas en el diámetro de la YID entre los tres grupos, siendo: RNBP > RNMBP > RNEBP. Estos resultados concuerdan con los de Roth *et al.*,¹²⁴ quienes refieren un incremento significativo de acuerdo a la edad (<6 meses yugular derecha $4,7 \pm 0,6$ mm), en nuestro trabajo el incremento de diámetro se realiza de acuerdo al peso.

5.2.4 *Profundidad*

Otra característica menos estudiada es la profundidad donde se encuentra la vena. En nuestra población encontramos que la distancia de la piel a la pared anterior de la vena presenta un rango de 1,5 a 6,8 mm. Este parámetro es de considerar en cuanto a la maniobrabilidad de los catéteres venosos cortos de punción, ya que solo se tendrá que introducir menos de una tercera parte o, en algunos casos, una décima parte de ellos para alcanzar la vena; además, así se facilita el desalojo del catéter venoso corto una vez intravascular ya que un catéter 22Ga tiene una longitud de 25,4 mm y, uno 24Ga, 19 mm.

A diferencia de la canalización periférica es difícil introducir el catéter venoso corto en estas venas de calibre tan pequeño para tener asegurada la vía, por lo que es recomendable

dejar insertado el catéter venoso solo la longitud suficiente hasta que haya retorno de sangre a través de éste.

En la población estudiada encontramos una diferencia significativa en la profundidad, que es mayor en las poblaciones de RNBP y RNMBP cuando se compara con la de RNEBP. Sin embargo, no se observan diferencias en la profundidad al comparar los grupos RNBP y RNMBP. Este hallazgo es contrario al de Roth *et al.*,¹²⁴ quienes sugieren que, si bien es cierto que el diámetro de la vena yugular incrementa con la edad, la profundidad no tiene relación con la edad, siendo en menores de 6 meses de $10 \pm 1,3$ mm. Este resultado indica una mayor profundidad que la encontrada en nuestra población de menos de 2500g. Sin embargo, Alderson *et al.*,² en su estudio, sí observan una correlación positiva entre la profundidad y el peso del paciente, al igual que ocurre en nuestra población.

5.2.5 Posición del Paciente

En nuestra población utilizamos la posición decúbito dorsal con un rollo a nivel de los hombros para lograr una pequeña extensión de la cabeza.

En la población adulta, además de en ésta, también se coloca al paciente en posición de Trendelenburg para aumentar el diámetro de las venas cervicales e incrementar el éxito.

En la edad pediátrica, Sayin *et al.*¹²⁷ no encontraron un incremento en el diámetro de la vena yugular interna con la posición de Trendelenburg en los grupos de edad menores de 6 años (0-12 meses, 1-2 años, 2-6 años), pero sí observaron un incremento en niños mayores de 6 años similar al de los pacientes adultos.

5.2.6 Posición de la Cabeza

Tradicionalmente para puncionar la vena yugular interna se rota la cabeza al lado contralateral de la punción.⁷⁶

Arai *et al.*⁴ publican un incremento en la magnitud de la sobreposición de la yugular sobre la carótida al rotar la cabeza de posición neutral a 45°, lo que sugiere una mayor probabilidad de punción de la carótida. Por otro lado, Roth *et al.*¹²⁴ demuestran que, con la cabeza en posición neutral, la YID se encuentra cubriendo parcialmente la arteria carótida

homolateral en el 54,4% de los pacientes; sin embargo, en los menores de 6 meses (excluyen los prematuros en este estudio), la vena yugular interna del lado derecho se encuentra anterior en un 44%, y anterolateral, en un 37%. Mantener la cabeza neutral o una rotación inferior al 40% reduce el riesgo de punción de la carótida entre un 1% y un 26,7%.^{2,25}

En nuestra serie realizamos una rotación de aproximadamente 45°, ya que el espacio que hay en el cuello de estos prematuros es muy estrecho para realizar la punción guiada con ultrasonido. Sin embargo, al utilizar el US podemos visualizar anomalías de posición o anomalías congénitas de la YID. En nuestra serie no tuvimos ninguna punción de carótida.

5.2.7 Tracción Cervical

La tracción cervical se lleva a cabo para tener en tensión la piel cervical, se realiza a través de cintas que tiran en forma opuesta a nivel del ángulo de la mandíbula derecha y del hombro del mismo lado. Esta maniobra fue descubierta incidentalmente al iniciar nuestro trabajo, encontrando una publicación similar en pacientes pediátricos de 2,4Kg a 4,9 Kg.⁹⁶ El objetivo de esta maniobra es que la YID no se colapse, además de facilitar la canalización de la vena, sobre todo en las poblaciones de menor peso. En el presente trabajo solo lo utilizamos en los RNMBP y RNEBP, en los que comprobamos que cuando se tiene en tensión la piel cervical, la YID no se colapsa tan fácilmente al colocar el transductor por encima de ésta. Otro de los beneficios de esta maniobra, que consideramos importante, es que al introducir el catéter venoso corto y retirarlo progresivamente, en los RNEBP la piel se levanta formando una tienda y esto facilita que al quitar el agujero, el catéter venoso corto de plástico se desaloje más fácilmente, no así al tener la piel en tensión.

5.2.8 Colapso de la Pared Anterior

Otro factor que influye en el éxito de la canalización es lo que se conoce como el “colapso de la pared anterior”. Este fenómeno es una distorsión de la vena que se produce por la presión que se realiza al puncionarla, es de mayor relevancia en la vena yugular interna que en la vena subclavia. La vena subclavia presenta menos distorsión por colapso de la pared anterior ya que esta vena se encuentra fija a la clavícula. Este colapso también se produce en los RNMBP y RNEBP, en el momento de poner el transductor sobre la YID para realizar la punción, la vena se colapsa y disminuye su visualización. Por lo tanto, el colapso de la pared

anterior de la vena ocasiona que se produzca transfixión al puncionar la vena, hematoma o punción fallida. Una forma de ayudar a disminuir este fenómeno es a través de la tracción cervical.¹¹²

5.2.9 Punción por Transfixión

A diferencia de la técnica de canalización percutánea en donde se realiza aspiración de sangre para saber si se ha canalizado el vaso, en los recién nacidos, y más aún en los de muy bajo peso, la técnica de aspiración puede colapsar el vaso y no dar retorno de sangre. Así que la técnica recomendada y la que utilizamos es la de transfusión, en la cual se obtiene más sangre cuando la aguja está saliendo de la vena que cuando se avanza.^{38,90}

5.2.10 Catéter Venoso Central

Los catéteres utilizados en nuestra población fueron 4Fr, solo variaron en longitud dependiendo de la disponibilidad, la longitud más utilizada fue de 13 cm en el 85% de los casos. Es importante tomar en consideración el diámetro externo del catéter ya que también implica un riesgo de trombosis o que no se pueda canalizar la YID.⁶⁶ Así mismo, el riesgo de complicaciones derivados de un catéter con diámetro muy grande y la trombosis son factores bien descritos.

El once por ciento de los catéteres utilizados en el presente estudio estaban recubiertos de antibióticos (minociclina/rifampicina). Los catéteres medicados están indicados en pacientes pediátricos en los cuales se estime que tendrán el acceso venoso de 1 a 3 semanas o un riesgo alto de tener una infección relacionada con el catéter, como es el caso de nuestros paciente prematuros.⁵⁵

5.2.11 Guía

Utilizamos para la cateterización de la vena en los grupos de RNMBP y RNEBP la microguía intravascular Runthrough™ de Terumo ® de 0.014 pulgadas (0,35 mm) de diámetro que pasa fácilmente por el catéter venoso corto de 24Ga y, para los RNMBP, la guía 0,018 (0,45 mm), la cual pasa adecuadamente por un catéter venoso corto 22Ga. La utilización de estas guías 0,014 pulgadas incrementa el éxito en la canalización de las venas.³⁸

La incidencia de complicaciones en los RNBP se debió a la punción repetida con canalización y al hecho de no pasar la guía, lo que indica que la guía de 0,014 pulgadas se debe utilizar en todos los recién nacidos de menos de 2500g para incrementar el éxito. Sin duda, ésta es una de las razones por las que Arul *et al.*⁸ obtuvieron un éxito del 100% en su población, ya que utilizaron catéteres 2,7 Fr.

Uno de los problemas de la cateterización de las pequeñas venas es que el diámetro de la “J” en las guías de los catéteres 4Fr es igual o mayor que el diámetro de las venas, y éste ya causa una disminución del éxito de la canalización.^{63,101,107,127}

El fallo en la canalización de la YID frecuentemente ocurre durante el avance de la guía en la técnica de Seldinger, sobre todo en pacientes menores de 1000g.⁹⁰ Debido a esto varios autores indican utilizar la parte recta de las guías.^{84,145} La utilización de la parte recta ocasiona temor en muchos médicos porque puede causar complicaciones debido precisamente a la punta; sin embargo, hay estudios donde se utiliza esta parte de la guía en pacientes menores de 5 años sin complicaciones de arritmias o lesiones cardíacas.¹⁴⁵ La microguía intravascular Runthrough™ de Terumo ® de 0,014 pulgadas tiene la punta recta.

5.2.12 Capacitación

Si el acceso vascular en el paciente pediátrico es un gran reto, en el recién nacido de bajo peso o prematuro, lo es más. Hay una considerable evidencia acerca del beneficio del US en el acceso venoso central en poblaciones de pacientes adultos y pediátricos, pero no en la etapa neonatal.

Sigaut *et al.*¹³⁰ refieren que hay poco beneficio en la utilización del US para aquellos que tengan experiencia en la canalización percutánea, pero sí es útil para adquirir destreza en aquellas personas con menor experiencia. Este análisis solamente se llevó a cabo en estudios con pacientes mayores de 1 mes.

La mayoría de los artículos son publicados por anestesiólogos, y cada vez hay más centros de capacitación en el acceso vascular guiado por ultrasonido. *The Royal College of Radiologist* establece que para obtener el nivel de competencia en esta área se necesitan al menos 25 procedimientos supervisados en adultos, pero no hay referencia alguna con respecto al número de procedimientos necesarios en pacientes pediátricos. Todo esto hace que la

capacitación en el acceso vascular por parte de los médicos encargados de realizar procedimientos en pacientes menores de 2500g sea clave, porque es un factor de éxito del procedimiento.⁹⁹

Dentro del ámbito de la capacitación, la simulación viene a tomar un lugar en el entrenamiento de este procedimiento por lo que se debe de expandir el conocimiento a través de esta arma de la educación, a veces poco utilizada.⁸⁸

Finalmente, la experiencia en la utilización del US es crítica para ser consistentes con los resultados de un elevado éxito en canalizar una vena y una baja incidencia de punciones carotídeas, especialmente para aquellos que no tuvieron la oportunidad de desarrollar la coordinación ojo-mano, como las nuevas generaciones que sí lo hacen con todos los dispositivos portátiles de videojuegos. Estos dispositivos ayudan a aprender la coordinación de ver la pantalla mientras se manipula la aguja de punción.

Cuando la experiencia y habilidad en la canalización percutánea se incrementa gracias a la ayuda de las tecnologías de imagen, como el ultrasonido, y se elimine prácticamente la punción carotídea, será difícil prescindir de la utilización del US ya que habrán incrementado la calidad y seguridad del procedimiento.^{50,144}

En definitiva, las ventajas que encontramos en nuestra población de neonatos de bajo peso fueron:

- La guía ultrasonográfica demuestra claramente la presencia de la vena.
- Evitamos la punción de la carótida.
- Con la técnica de ultrasonido en tiempo real se facilita la canalización de vasos muy pequeños y la localización intraluminal de la guía.
- Con la técnica de ultrasonido en tiempo real identificamos complicaciones que se presentan inmediatamente, como el hematoma de la vena, y que impedirán la canalización de ésta.

El procedimiento también presentó las siguientes desventajas:

- Requiere una mejor coordinación ojo-mano que en los procedimientos con pacientes mayores.

- Precisa una buena técnica para poder identificar adecuadamente el catéter venoso corto con el que se canaliza la vena.
- Necesita una excelente coordinación de movimientos muy finos debido a los pequeños espacios con los que cuenta el paciente (área de cuello y longitud piel-pared anterior de vena).
- Coste del equipo.

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

- Primera.** La eficacia de la cateterización de la vena yugular interna derecha guiada por ultrasonido en poblaciones de recién nacidos de bajo peso es del 94%.
- Segunda.** El mayor éxito de cateterización de la vena yugular interna derecha se consiguió con los grupos de recién nacidos de muy bajo peso (RNMBP) y recién nacidos de extremado bajo peso (RNEBP).
- Tercera.** La cateterización de la vena yugular interna derecha guiada por ultrasonido en poblaciones de recién nacidos de bajo peso es un procedimiento seguro. Solo se observó un 5% de complicaciones relacionadas con la intervención, sin secuelas y sin ningún paciente con punción carotídea.
- Cuarta.** El diámetro de la vena yugular interna derecha en recién nacidos de bajo peso es $2,4 \text{ mm} \pm 0,7 \text{ mm}$.
- Quinta.** La distancia de la piel a la pared anterior de la vena es $3,7 \text{ mm} \pm 1,1 \text{ mm}$.
- Sexta.** El diámetro de la vena yugular interna derecha es directamente proporcional al peso de los pacientes
- Séptima.** La media de punciones en nuestra población fue de 2.
- Octava.** Se requieren al menos 5 punciones para canalizar el 95.7% de la población.

RESUMEN

7. RESUMEN

Introducción. En la etapa neonatal los pacientes menores de 2500g constituyen un grupo en el que técnicamente es difícil el acceso venoso percutáneo, debido principalmente a los diámetros de sus venas centrales. En la actualidad, existe escasa experiencia, nacional e internacional, sobre el acceso vascular de la vena yugular interna guiada por ultrasonido en poblaciones de neonatos y, ninguna, en poblaciones de RNBP, RNMBP Y RNEBP.

Objetivo. Evaluar la eficacia y seguridad del acceso vascular de la vena yugular interna derecha guiada por ultrasonido en poblaciones de neonatos de bajo peso.

Material y Métodos. Se trata de un estudio prospectivo, comparativo y longitudinal realizado sobre pacientes menores de 2500g que requerían la colocación de un catéter venoso central (CVC), bajo guía ultrasonográfica en la vena yugular interna derecha (YID). Se incluyeron 100 pacientes hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital Universitario de la Universidad Autónoma de Nuevo León en la ciudad de Monterrey, México. En todos los pacientes se había solicitado el acceso vascular tras ser utilizados los accesos habituales o no haber podido canalizar alguno de estos. Se excluyeron los pacientes que presentaban una lesión en la región cervical derecha. La población se segmentó en 3 grupos, RNBP: recién nacidos de bajo peso (1500-2500g), RNMBP: recién nacidos de muy bajo peso (1000-1499g) y RNEBP: recién nacido de extremado bajo peso (<1000g). Se solicitó carta de consentimiento informado para el procedimiento y la sedación.

Resultados. En un periodo de 29 meses se incluyeron 100 neonatos con la siguiente distribución: 39% de RNBP, 33% de RNMBP y 28% de RNEBP. El 53% fueron del sexo femenino. La media de edad gestacional fue de 31,5 semanas y el peso de 1352 g. Se colocó el CVC a los 12 días como media de vida extrauterina. La indicación más frecuente fue sepsis, observada en el 39% de los casos. En la población de neonatos el diámetro transversal anteroposterior de la vena YID fue de $2,4 \pm 0,7$ mm y la distancia de la piel a la pared anterior de YID de $3,7 \pm 1,1$ mm. Los resultados muestran que el diámetro de la vena YID es directamente proporcional al peso del paciente; así mismo, la profundidad de la vena YID a la piel guarda una relación estadísticamente significativa de mayor profundidad entre los grupos de RNBP y RNMBP comparado con los RNEBP. Se realizaron una media de 2 intentos de

punción a la vena YID, y la media de duración del procedimiento fue de $16,8 \pm 6,7$ minutos. Se utilizó catéter 4Fr en todos los casos. El éxito del acceso vascular de la vena yugular interna derecha guiada por ultrasonido en las tres poblaciones de recién nacidos fue del 94%. Para lograr esto, se requirió 1 punción para canalizar la VYI en el 50% de la población, y con 5 punciones se logró canalizar al 95,7% de los pacientes. En función de las poblaciones de neonatos, el éxito fue el siguiente: un 97% en los RNMBP, un 92,9% en RNEBP y un 92,3% en RNBP. No se logró el éxito en un 6% de los casos, donde el hematoma en el área de punción se presentó en el 5%. No se realizó ninguna punción de la carótida.

Conclusiones. La cateterización de la vena yugular interna derecha guiada por ultrasonido es un procedimiento eficaz y seguro en las diferentes poblaciones de neonatos de peso bajo.

SUMMARY

8. SUMMARY

Introduction. Percutaneous vascular access is technically difficult during the neonatal period in patients with a weight less than 2500 g because of the diameter of their central veins. There is very little national and international experience with internal jugular vein access guided by ultrasound in neonates and none in low, very low, and extremely low birthweight infants.

Objective. Evaluate the efficacy and safety of right internal jugular vein access guided by ultrasound in low birthweight neonates.

Material and Methods. We carried out a prospective, comparative, longitudinal study in patients less than 2500 g that required placement of a central venous catheter guided by ultrasound in the right internal jugular vein. We included 100 patients hospitalized in the Pediatric Intensive Care Unit of the Universidad Autónoma de Nuevo León University Hospital in Monterrey, México. In all patients a vascular access had been ordered after having attempted the usual accesses without successfully entering a vein. Patients with a lesion in the right cervical region were excluded. The population was divided into three groups: low (LBWN, 1500-2500g), very low (VLBWN, 1000-1499g), and extremely low (ELBWN, <1000g) birthweight newborns. A letter of informed consent for the procedure and sedation was obtained from the parents.

Results. During a period of 29 months we included 100 neonates with the following distribution: 39% with LBW, 33% with VLBW, and 28% with ELBW. Of these 53% were female patients. Mean gestational age was 31.5 weeks and weight was 1352 g. A central venous line was placed at a mean of 12 days of extrauterine life. The most frequent indication was sepsis, which was found in 39% of cases. In the neonate population, the cross-sectional anteroposterior diameter of the internal jugular vein was 2.4 ± 0.7 mm and the distance from the skin to the anterior wall was 3.7 ± 1.1 mm. The results show that the diameter of the internal jugular vein is directly proportional to the weight of the patient; also, the depth from the skin to the vein has a statistically significant relationship between LBWN, and VLBWN in comparison with ELBWN. An average of two attempts to puncture the internal jugular vein were made and mean duration of the procedure was 16.8 ± 6.7 minutes. A 4 Fr catheter was

used in all cases. The success of right internal jugular vein access guided by ultrasound in three low birthweight newborn populations was 94%. To accomplish this, one puncture was required in 50% of the population, and with five punctures 95.7% of the patients were cannulated. With regard to the populations, success was 97% in VLWN, 92.9% ELWN, and 92.3% in LWN. Cannulation was not successful in 6% of cases with a hematoma being present in the puncture area in 5% of cases. Puncture of the carotid artery did not occur.

Conclusions. Catherization of the right internal jugular vein guided by ultrasound is an effective procedure in different low birthweight neonate populations.

REFERENCIAS

1. **Albrecht K, Nave H, Breitmeier D, Panning B, Troger HD.** Applied anatomy of the superior vena cava-the carina as a landmark to guide central venous catheter placement. *Br J Anaesth* 2004;92:75-77.
2. **Alderson PJ, Burrows FA, Stemp LI, Holtby HM.** Use of ultrasound to evaluate internal jugular vein anatomy and to facilitate central venous cannulation in paediatric patients. *Br J Anaesth* 1993;70:145-148.
3. **Anand KJ; International Evidence-Based Group for Neonatal Pain.** Consensus statement for the prevention and management of pain in the newborn. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2001;155:173-180.
4. **Arai T, Matsuda Y, Koizuka K, Yasuoka A.** Rotation of the head might not be recommended for internal jugular puncture in infants and children. *Paediatr Anaesth* 2009;19:844-847.
5. **Arai T, Yamashita M.** Audio-Doppler guidance using a small-caliber Doppler probe for internal jugular venous puncture for central venous catheterization in infants and children. *Paediatr Anaesth* 2004;14:744-747.
6. **Ares S, Quero J, de Escobar GM.** Iodine balance, iatrogenic excess, and thyroid dysfunction in premature newborns. *Semin Perinatol* 2008;32:407-412.
7. **Arul GS, Lewis N, Bromley P, Bennett J.** Ultrasound-guided percutaneous insertion of Hickman lines in children. Prospective study of 500 consecutive procedures. *J Pediatr Surg* 2009;44:1371-1376.
8. **Arul GS, Livingstone H, Bromley P, Bennett J.** Ultrasound-guided percutaneous insertion of 2.7 Fr tunnelled Broviac lines in neonates and small infants. *Pediatr Surg Int* 2010;26:815-818.
9. **Asheim P, Mostad U, Aadahl P.** Ultrasound-guided central venous cannulation in infants and children. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002;46:390-392.
10. **Bagwell CE, Salzberg AM, Sonnino RE, Haynes JH.** Potentially lethal complications of central venous catheter placement. *J Pediatr Surg* 2000;35:709-713.
11. **Bargy F, Barbet P, Houette A.** Diameter of the superior vena cava in the newborn: clinical applications in parenteral nutrition. *Surg Radiol Anat* 1987;9:293-297.
12. **Baskin KM, Jimenez RM, Cahill AM, Jawad AF, Towbin RB.** Cavoatrial junction and central venous anatomy: implications for central venous access tip position. *J Vasc Interv Radiol* 2008;19:359-365.
13. **Beagle GL.** Bedside diagnostic ultrasound and therapeutic ultrasound-guided procedures in the intensive care setting. *Crit Care Clin* 2000;16:59-81.
14. **Bell SG.** The national pain management guideline: implications for neonatal intensive care. Agency for Health Care Policy and Research. *Neonatal Netw* 1994;13:9-17.
15. **Bergan J, Pascarella L.** Venous anatomy, physiology and pathophysiology. In: *The Vein Book*. Bergan JJ (ed.). Elsevier, San Diego, Ca, 2007. pp:39-46.
16. **Boo NY, Wong NC, Zulkifli SS, Lye MS.** Risk factors associated with umbilical vascular catheter-associated thrombosis in newborn infants. *J Paediatr Child Health* 1999;35:460-465.
17. **Bourgeois FC, Lamagna P, Chiang VW.** Peripherally inserted central catheters. *Pediatr Emerg Care* 2011;27:556-561.
18. **Breiner SM.** Preparation of the pediatric patient for invasive procedures. *J Infus Nurs* 2009;32:252-256.
19. **Breschan C, Platzer M, Jost R, Stettner H, Likar R.** Size of internal jugular vs subclavian vein in small infants: an observational, anatomical evaluation with ultrasound. *Br J Anaesth* 2010;105:179-184.
20. **Bueno TM, Diz AI, Cervera PQ, Perez-Rodriguez J, Quero J.** Peripheral insertion of double-lumen central venous catheter using the Seldinger technique in newborns. *J Perinatol* 2008;28:282-286.
21. **Bulbul A, Okan F, Nuhoglu A.** Percutaneously inserted central catheters in the newborns: a center's experience in Turkey. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2010;23:529-535.
22. **Caridi JG, West JH, Stavropoulos SW, Hawkins IF Jr.** Internal jugular and upper extremity central venous access in interventional radiology: is a postprocedure chest radiograph necessary? *AJR Am J Roentgenol* 2000;174:363-366.
23. **Caruselli M, Piattellini G, Camilletti G, Giretti R, Pagni R.** Persistent left superior vena cava in pediatric patients. *J Vasc Access* 2009;10:219-220.
24. **Chabi R.** (2011, 05/10/2011). Escala francesa de Charrière, 2011. From: <http://es>.

- wikipedia.org/wiki/Escala_francesa_de_Charrrière
25. **Chuan WX, Wei W, Yu L.** A randomized-controlled study of ultrasound prelocation vs anatomical landmark-guided cannulation of the internal jugular vein in infants and children. *Paediatr Anaesth* 2005;15:733-738.
 26. **Citak A, Karabocuoglu M, Utsel R, Uzel N.** Central venous catheters in pediatric patients--subclavian venous approach as the first choice. *Pediatr Int* 2002;44:83-86.
 27. **Cloherly J, Eichenwald E, Stark A.** Manual de Neonatología. 6ª Ed.). Wolters Kluwer, Barcelona, 2009. pp.40-57.
 28. **Cobb LM, Vinocur CD, Wagner CW, Weintraub WH.** The central venous anatomy in infants. *Surg Gynecol Obstet* 1987;65:230-234.
 29. **Cook M.** Cook Spectrum Minocycline/Rifampin Catheters Suggested Lumen Use Quick Reference Guide. 2011, from: http://www.cookmedical.com/cc/lumen.do?label=Lumen&mediaId=1520&file=cc_lumen.jsp&id=4857
 30. **Cote CJ, Jobes DR, Schwartz AJ, Ellison N.** Two approaches to cannulation of a child's internal jugular vein. *Anesthesiology* 1979;50:371-373.
 31. **Crnich CJ, Maki DG.** Are antimicrobial-impregnated catheters effective? Don't throw out the baby with the bathwater. *Clin Infect Dis* 2004;38:1287-1292.
 32. **Currarino G.** Migration of jugular or subclavian venous catheters into inferior tributaries of the brachiocephalic veins or into the azygos vein, with possible complications. *Pediatr Radiol* 1996;26:439-449.
 33. **Dariushnia SR, Wallace MJ, Siddiqi NH, Towbin RB, Wojak JC, Kundu S, Cardella JF; Society of Interventional Radiology Standards of Practice Committee.** Quality improvement guidelines for central venous access. *J Vasc Interv Radiol* 2010;21:976-981.
 34. **de-Jonge R, Polderman K, Gemke R.** Central venous catheter use in the pediatric patient: Mechanical and infectious complications. *Pediatr Crit Care Med* 2005; 6:329-339.
 35. **Demirel N, Aydin M, Zenciroglu A, Bas AY, Yarali N, Okumus N, Ipek MS.** Neonatal thrombo-embolism: risk factors, clinical features and outcome. *Ann Trop Paediatr* 2009;29:271-279.
 36. **Denys BG, Uretsky BF.** Anatomical variations of internal jugular vein location: impact on central venous access. *Crit Care Med* 1991;19:1516-1519.
 37. **Denys BG, Uretsky BF, Reddy PS.** Ultrasound-assisted cannulation of the internal jugular vein. A prospective comparison to the external landmark-guided technique. *Circulation* 1993;87:1557-1562.
 38. **Detaille T, Pirotte T, Veyckemans F.** Vascular access in the neonate. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2010;24:403-418.
 39. **Donaldson JS.** Pediatric vascular access. *Pediatr Radiol* 2006;36:386-397.
 40. **Earhart A, Jorgensen C, Kaminski D.** Assessing pediatric patients for vascular access and sedation. *J Infus Nurs* 2007; 30:226-231.
 41. **Eiffinger F, Briskin K, Roth B, Koebke J.** Topographical anatomy of central venous system in extremely low-birth weight neonates less than 1000 grams and the effect of central venous catheter placement. *Clin Anat* 2011;24:711-716.
 42. **Elliott TS, Tebbs SE.** Prevention of central venous catheter-related infection. *J Hosp Infect* 1998;40:193-201.
 43. **English IC, Frew RM, Pigott JF, Zaki M.** Percutaneous catheterisation of the internal jugular vein. *Anaesthesia* 1969;24:521-531.
 44. **Fawcett SL, Gomez AC, Hughes JA, Set P.** Anatomical variation in the position of the brachiocephalic trunk (innominate artery) with respect to the trachea: a computed tomography-based study and literature review of Innominate Artery Compression Syndrome. *Clin Anat* 2010;23:61-69.
 45. **Fitzgerald M, Beggs S.** The neurobiology of pain: developmental aspects. *Neuroscientist* 2001;7:246-257.
 46. **Fletcher SJ, Bodenham AR.** Safe placement of central venous catheters: where should the tip of the catheter lie? *Br J Anaesth* 2000;85:188-191.
 47. **Gandini D, Koh TH.** A novel, simple way to insert percutaneous central venous catheters in newborn babies. *J Perinatol* 2003;23:162-163.
 48. **Goutail-Flaud MF, Sfez M, Berg A, Laguenie G, Couturier C, Barbotin-**

- Larrieu F, Saint-Maurice C. Central venous catheter-related complications in newborns and infants: a 587-case survey. *J Pediatr Surg* 1991;26:645-650.
49. Grebenik CR, Boyce A, Sinclair ME, Evans RD, Mason DG, Martin B. NICE guidelines for central venous catheterization in children. Is the evidence base sufficient? *Br J Anaesth* 2004;92:827-830.
50. Gualtieri E, Deppe SA, Sipperly ME, Thompson DR. Subclavian venous catheterization: greater success rate for less experienced operators using ultrasound guidance. *Crit Care Med* 1995;23:692-697.
51. Guideline statement: management of procedure-related pain in neonates. *J Paediatr Child Health* 2006;42 Suppl 1:S31-39.
52. Hadaway LC. Comparison of vascular access devices. *Semin Oncol Nurs* 1995;11:154-166.
53. Hall DM, Geefhuysen J. Percutaneous catheterization of the internal jugular vein in infants and children. *J Pediatr Surg* 1977;12:719-722.
54. Hall AP, Russell WC. Toward safer central venous access: ultrasound guidance and sound advice. *Anaesthesia* 2005;60:1-4.
55. Harron K, Ramachandra G, Mok Q, Gilbert R, Team C. Consistency between guidelines and reported practice for reducing the risk of catheter-related infection in British paediatric intensive care units. *Intensive Care Med* 2011;37:1641-1647.
56. Hayashi Y, Uchida O, Takaki O, Ohnishi Y, Nakajima T, Kataoka H, Kuro M. Internal jugular vein catheterization in infants undergoing cardiovascular surgery: an analysis of the factors influencing successful catheterization. *Anesth Analg* 1992;74:688-693.
57. Hermansen MC, Hermansen MG. Intra-vascular catheter complications in the neonatal intensive care unit. *Clin Perinatol* 2005;32:141-156.
58. Hind D, Calvert N, McWilliams R, Davidson A, Paisley S, Beverley C, Thomas S. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ* 2003;327:361.
59. Hogan MJ. Neonatal vascular catheters and their complications. *Radiol Clin North Am* 1999;37:1109-1125.
60. Hosokawa K, Shime N, Kato Y, Hashimoto S. A randomized trial of ultrasound image-based skin surface marking versus real-time ultrasound-guided internal jugular vein catheterization in infants. *Anesthesiology* 2007;107:720-724.
61. Howard RF. Current status of pain management in children. *JAMA* 2003;290:2464-2469.
62. Hsu JF, Tsai MH, Huang HR, Lien R, Chu SM, Huang CB. Risk factors of catheter-related bloodstream infection with percutaneously inserted central venous catheters in very low birth weight infants: a center's experience in Taiwan. *Pediatr Neonatol* 2010;51:336-342.
63. Humphrey MJ, Blitt CD. Central venous access in children via the external jugular vein. *Anesthesiology* 1982;57:50-51.
64. Inagawa G, Ka K, Tanaka Y, Kato K, Tanaka M, Miwa T, Morimura N, Koyama Y, Hiroki K. The carina is not a landmark for central venous catheter placement in neonates. *Paediatr Anaesth* 2007;17:968-971.
65. Jakubczyk M, Chrzanowska M, Apanasiewicz M, Chrupek M, Kazmirczuk R, Reszczyńska M, Prokurat AI, Szkulmowski Z, Kusza K. Iatrogenic pleuropneumonia complicating central venous cannulation in a very low birth weight infant. *Anestezjol Intens Ter* 2010;42:147-150.
66. Janik JE, Conlon SJ, Janik JS. Percutaneous central access in patients younger than 5 years: size does matter. *J Pediatr Surg* 2004;39:1252-1256.
67. Jaques PF, Mauro MA, Keefe B. US guidance for vascular access. Technical note. *J Vasc Interv Radiol* 1992;3:427-430.
68. Johnson EM, Saltzman DA, Suh G, Dahms RA, Leonard AS. Complications and risks of central venous catheter placement in children. *Surgery* 1998;124:911-916.
69. Juno RJ, Knott AW, Racadio J, Warner BW. Reoperative venous access. *Semin Pediatr Surg* 2003;12:132-139.
70. Kanter RK, Zimmerman JJ, Strauss RH, Stoeckel KA. Central venous catheter insertion by femoral vein: safety and effectiveness for the pediatric patient. *Pediatrics* 1986;77:842-847.
71. Karapinar B, Cura A. Complications of central venous catheterization in critically ill children. *Pediatr Int* 2007;49:593-599.

72. **Kenney MA.** Vascular access. In: Nursing care of the pediatric surgical patient. Tczak Browne N, Flanigan L, McComiskey CA, Pieper P (eds.), 2nd ed. Jones & Barlett Publishers, Sudbury, Mass., 2007. pp.49-54.
73. **Kim MJ, Chang HK, Lee MS, Han SJ, Oh JT.** Internal jugular vein deformities after central venous catheterisation in neonates: evaluation by Doppler ultrasound. *J Paediatr Child Health* 2010;46:154-158.
74. **Koksoy C, Kuzu A, Erden I, Akkaya A.** The risk factors in central venous catheter-related thrombosis. *Aust N Z J Surg* 1995; 65:796-798.
75. **Koroglu M, Demir M, Koroglu BK, Sezer MT, Akhan O, Yildiz H, Yavuz L, Baykal B, Oyar O.** Percutaneous placement of central venous catheters: comparing the anatomical landmark method with the radiologically guided technique for central venous catheterization through the internal jugular vein in emergent hemodialysis patients. *Acta Radiol* 2006;47:43-47.
76. **Korshin J, Klauber PV, Christensen V, Skovsted P.** Percutaneous catheterization of the internal jugular vein. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl* 1978;67:27-33.
77. **Kossoff EH, Poirier MP.** Peripherally inserted central venous catheter fracture and embolization to the lung. *Pediatr Emerg Care* 1998;14:403-405.
78. **Lameris JS, Post PJ, Zonderland HM, Gerritsen PG, Kappers-Klunne MC, Schutte HE.** Percutaneous placement of Hickman catheters: comparison of sonographically guided and blind techniques. *AJR Am J Roentgenol* 1990;155:1097-1099.
79. **Latto IP.** The internal jugular vein. In: Percutaneous Central Venous and Arterial Catheterisation. Latto IP, Ng WS, Jones PL, Jenkins BJ (eds.), 3rd ed. WB Saunders, London, UK, 2000. pp.135-195.
80. **Lawn JE, Cousens S, Zupan J; Lancet Neonatal Survival Steering Team.** 4 million neonatal deaths: when? Where? Why? *Lancet* 2005;365:891-900.
81. **Lechner P, Anderhuber F, Tesch NP.** Anatomical bases for a safe method of subclavian venipuncture. Clinical experience in 350 cases. *Surg Radiol Anat* 1989;11:91-95.
82. **Lee JH.** Catheter-related bloodstream infections in neonatal intensive care units. *Korean J Pediatr* 2011;54:363-367.
83. **Leipala JA, Petaja J, Fellman V.** Perforation complications of percutaneous central venous catheters in very low birthweight infants. *J Paediatr Child Health* 2001;37:168-171.
84. **Leyvi G, Taylor DG, Reith E, Wasnick JD.** Utility of ultrasound-guided central venous cannulation in pediatric surgical patients: a clinical series. *Paediatr Anaesth* 2005;15:953-958.
85. **Lin PW, Nasr TR, Stoll BJ.** Necrotizing enterocolitis: recent scientific advances in pathophysiology and prevention. *Semin Perinatol* 2008;32:70-82.
86. **Linder LE, Curelaru I, Gustavsson B, Hansson HA, Stenqvist O, Wojciechowski J.** Material thrombogenicity in central venous catheterization: a comparison between soft, antebrachial catheters of silicone elastomer and polyurethane. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1984;8:399-406.
87. **Liossis G, Bardin C, Papageorgiou A.** Comparison of risks from percutaneous central venous catheters and peripheral lines in infants of extremely low birth weight: a cohort controlled study of infants < 1000 g. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2003;13:171-174.
88. **Ma IW, Brindle ME, Ronksley PE, Lorenzetti DL, Sauve RS, Ghali WA.** Use of simulation-based education to improve outcomes of central venous catheterization: a systematic review and meta-analysis. *Acad Med* 2011;86:1137-1147.
89. **MacDonald MG, Ramasethu J.** Atlas of Procedures in Neonatology. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2007.
90. **Machotta A, Kerner S, Hohne C, Kerner T.** Ultrasound-guided central venous cannulation in a very small preterm neonate. *Paediatr Anaesth* 2005;15:325-327.
91. **Mactier H, Alroomi LG, Young DG, Raine PA.** Central venous catheterisation in very low birthweight infants. *Arch Dis Child* 1986;61:449-453.
92. **Mallinson C, Bennett J, Hodgson P, Petros AJ.** Position of the internal jugular vein in children. A study of the anatomy using ultrasonography. *Paediatr Anaesth* 1999;9:111-114.
93. **McGee DC, Gould MK.** Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med* 2003;348:1123-1133.

94. **Mey U, Glasmacher A, Hahn C, Gorschluter M, Ziske C, Mergelsberg M, Sauerbruch T, Schmidt-Wolf IG.** Evaluation of an ultrasound-guided technique for central venous access via the internal jugular vein in 493 patients. *Support Care Cancer* 2003;11:148-155.
95. **Modak S, Sampath L, Miller HS, Millman I.** Rapid inactivation of infectious pathogens by chlorhexidine-coated gloves. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1992;13:463-471.
96. **Morita M, Sasano H, Azami T, Sasano N, Fujita Y, Ito S, Sugiura T, Sobue K.** A novel skin-traction method is effective for real-time ultrasound-guided internal jugular vein catheterization in infants and neonates weighing less than 5 kilograms. *Anesth Analg* 2009;109:754-759.
97. **Moro M, Figueras-Aloy J, Fernandez C, Domenech E, Jimenez R, Perez-Rodriguez J, Pérez-Sheriff V, Quero J, Roqués V, Grupo SEN 1500.** Mortality for newborns of birthweight less than 1500 g in Spanish neonatal units (2002-2005). *Am J Perinatol* 2007;24:593-601.
98. **Moro M, Perez-Rodriguez J, Figueras-Aloy J, Fernandez C, Domenech E, Jimenez R, Pérez-Sheriff V, Quero J, Roqués V, Grupo SEN 1500.** Predischage morbidities in extremely and very low-birth-weight infants in Spanish neonatal units. *Am J Perinatol* 2009;26:335-343.
99. **Murphy PC, Arnold PA.** Ultrasound-assisted vascular access in children. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* 2011;11:44-49.
100. **Na HS, Kim JT, Kim HS, Bahk JH, Kim CS, Kim SD.** Practical anatomic landmarks for determining the insertion depth of central venous catheter in paediatric patients. *Br J Anaesth* 2009;102:820-823.
101. **Nakayama S, Takahashi S, Toyooka H.** Curved-end guidewire for central venous cannulation in neonate. *Anesth Analg* 2003;97:917-918.
102. **Nakayama S, Yamashita M, Osaka Y, Isobe T, Izumi H.** Right internal jugular vein venography in infants and children. *Anesth Analg* 2001;93:331-334.
103. **Narang S, Roy J, Stevens TP, Butler-O'Hara M, Mullen CA, D'Angio CT.** Risk factors for umbilical venous catheter-associated thrombosis in very low birth weight infants. *Pediatr Blood Cancer* 2009;52:75-79.
104. **Neema PK, Duara R, Manikandan S, Rathod RC.** Total anomalous pulmonary venous connection in a patient with situs inversus and dextrocardia: which internal jugular vein to cannulate, right or left? *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2006;20:632-633.
105. **Ng SC.** Choosing the equipment. In: *Percutaneous Central Venous and Arterial Catheterisation*. Latta I., NG W, Jones P, Jenkins B (eds.). London, UK, WB Saunders, 2000. pp:13-31.
106. **NICE.** Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. Technology Appraisal Guidance No.49. 2002. Retrieved from www.nice.org.
107. **Nicolson SC, Sweeney MF, Moore RA, Jobs DR.** Comparison of internal and external jugular cannulation of the central circulation in the pediatric patient. *Crit Care Med* 1985;13:747-749.
108. **Nowlen TT, Rosenthal GL, Johnson GL, Tom DJ, Vargo TA.** Pericardial effusion and tamponade in infants with central catheters. *Pediatrics* 2002;110:137-142.
109. **O'Grady NP, Alexander M, Dellinger EP, Gerberding JL, Heard SO, Maki DG, Maki DG, Masur H, McCormick RD, Mermel LA, Pearson ML, Raad II, Randolph A, Weinstein RA; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee.** Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2002;23:759-769.
110. **Pandit PB, Pandit FA, Govan J, O'Brien K.** Complications associated with surgically placed central venous catheters in low birth weight neonates. *J Perinatol* 1999;19:106-109.
111. **Peters JL.** The history of central venous access. In: *Central Venous Catheters*. Hamilton H, Bodenham A (eds.). United Kingdom, Wiley-Blackwell, 2009. pp:1-5.
112. **Pirotte T.** Ultrasound-guided vascular access in adults and children: beyond the internal jugular vein puncture. *Acta Anaesthesiol Belg* 2008;59:157-166.
113. **Playfor S.** Management of the critically ill child with sepsis. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* 2004;4:12-15.
114. **Prevention and management of pain and stress in the neonate.** American Academy of Pediatrics. Committee on Fetus and

- Newborn. Committee on Drugs. Section on Anesthesiology. Section on Surgery. Canadian Paediatric Society. Fetus and Newborn Committee. *Pediatrics* 2000;105:454-461.
115. **Raad I, Darouiche R, Dupuis J, Abi-Said D, Gabrielli A, Hachem R, Wall M, Harris R, Jones J, Buzaid A, Robertson C, Shenaq S, Curling P, Burke T, Ericsson C.** Central venous catheters coated with minocycline and rifampin for the prevention of catheter-related colonization and bloodstream infections. A randomized, double-blind trial. The Texas Medical Center Catheter Study Group. *Ann Intern Med* 1997;127:267-274.
 116. **Rajaratnam JK, Marcus JR, Flaxman AD, Wang H, Levin-Rector A, Dwyer L, Murray CJ.** Neonatal, postneonatal, childhood, and under-5 mortality for 187 countries, 1970-2010: a systematic analysis of progress towards Millennium Development Goal 4. *Lancet* 2010;375:1988-2008.
 117. **Ramasethu J.** Management of vascular thrombosis and spasm in the newborn. *NeoReviews* 2005;6:e298-311.
 118. **Ramasethu J.** Complications of vascular catheters in the neonatal intensive care unit. *Clin Perinatol* 2008;35:199-222.
 119. **Rand T, Kohlhauser C, Popow C, Rokitansky A, Kainberger F, Jakl RJ, Ponhold W, Weninger M.** Sonographic detection of internal jugular vein thrombosis after central venous catheterization in the newborn period. *Pediatr Radiol* 1994;24:577-580.
 120. **Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Pribble CG.** Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: a meta-analysis of the literature. *Crit Care Med* 1996;24:2053-2058.
 121. **Rey C, Alvarez F, De La Rua V, Medina A, Concha A, Diaz JJ, Menéndez S, Los Arcos M, Mayordomo-Colunga J.** Mechanical complications during central venous cannulations in pediatric patients. *Intensive Care Med* 2009;35:1438-1443.
 122. **Roebuck DJ.** Pediatric interventional ultrasound. In: Pediatric Ultrasound. How, Why and When. Rose DB (ed). 1st. Ed. United Kingdom, Elsevier, 2005. pp:321-340.
 123. **Romao RL, Valinetti E, Tannuri AC, Tannuri U.** Percutaneous central venous catheterization through the external jugular vein in children: improved success rate with body maneuvers and fluoroscopy assistance. *J Pediatr Surg* 2008;43:1280-1283.
 124. **Roth B, Marciniak B, Engelhardt T, Bissonnette B.** Anatomic relationship between the internal jugular vein and the carotid artery in preschool children--an ultrasonographic study. *Paediatr Anaesth* 2008;18:752-756.
 125. **Sanchez-Torres A, García-Alix A, Cabañas F, Elorza M, Madero R, Pérez J, Quero J.** Impacto de la reanimación cardiopulmonar avanzada en recién nacidos pretérmino de extremado bajo peso. *An Pediatr (Barc)* 2007;66:38-44.
 126. **Sawicka E, Zak K, Boczar M, Ploska-Urbanek B, Mydlak D, Woynarowska M.** Surgical treatment of neonates with very low (VLBW) or extremely low (ELBW) birth weight. *Med Wieku Rozwoj* 2011;15:394-405.
 127. **Sayin MM, Mercan A, Koner O, Ture H, Celebi S, Sozubir S, Aykac B.** Internal jugular vein diameter in pediatric patients: are the J-shaped guidewire diameters bigger than internal jugular vein? An evaluation with ultrasound. *Paediatr Anaesth* 2008;18:745-751.
 128. **Schierholz JM, Fleck C, Beuth J, Pulverer G.** The antimicrobial efficacy of a new central venous catheter with long-term broad-spectrum activity. *J Antimicrob Chemother* 2000;46:45-50.
 129. **Serrano M, Garcia-Alix A, Lopez JC, Perez J, Quero J.** Retained central venous lines in the newborn: report of one case and systematic review of the literature. *Neonatal Netw* 2007;26:105-110.
 130. **Sigaut S, Skhiri A, Stany I, Golmar J, Nivoche Y, Constant I, Murat I, Dahmani S.** Ultrasound guided internal jugular vein access in children and infant: a meta-analysis of published studies. *Paediatr Anaesth* 2009;19:1199-1206.
 131. **Simmons LE, Rubens CE, Darmstadt GL, Gravett MG.** Preventing preterm birth and neonatal mortality: exploring the epidemiology, causes, and interventions. *Semin Perinatol* 2010;34:408-415.
 132. **St John EB, Carlo WA.** Respiratory distress syndrome in VLBW infants: changes in management and outcomes observed by the NICHD Neonatal Research Network. *Semin Perinatol* 2003;27:288-292.

133. **Stovroff M, Teague W.** Intravenous access in infants and children. *Pediatr Clin North Am* 1998;45:373-394.
134. **Tecklenburg FW, Cochran JB, Webb SA, Habib DM, Losek JD.** Central venous access via external jugular vein in children. *Pediatr Emerg Care* 2010;26:554-557.
135. **Teleflex I.** Two-Lumen Central Venous Catheterization Kit with Blue FlexTip® Catheter. 2012, from <http://www.arrowintl.com/products/boms/AK12402.asp?cat=7&item=AK-12402&xsec=B-22-22>
136. **Tercan F, Oguzkurt L, Ozkan U, Eker HE.** Comparison of ultrasonography-guided central venous catheterization between adult and pediatric populations. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2008;31:575-580.
137. **Tijerina-Torres CY, Rodriguez-Balderrama I, Gallegos-Davila JA, Cavazos-Elizondo M, Romero-Rocha JA.** Incidence and risk factors associated with in-hospital neonatal sepsis. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2011;49:643-648.
138. **Tripathi M, Pandey M.** Modified anchoring maneuver using pilot puncture needle to facilitate internal jugular vein puncture for small children. *Paediatr Anaesth* 2008;18:1050-1054.
139. **Troianos CA, Kuwik RJ, Pasqual JR, Lim AJ, Odasso DP.** Internal jugular vein and carotid artery anatomic relation as determined by ultrasonography. *Anesthesiology* 1996;85:43-48.
140. **Tsai MH, Chu SM, Lien R, Huang HR, Wang JW, Chiang CC, Hsu JF, Huang YC.** Complications associated with 2 different types of percutaneously inserted central venous catheters in very low birth weight infants. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32:258-266.
141. **Tsai MH, Lien R, Wang JW, Huang HR, Chiang CC, Chu SM, Hsu JF, Huang YC.** Complication rates with central venous catheters inserted at femoral and non-femoral sites in very low birth weight infants. *Pediatr Infect Dis J* 2009;28:966-970.
142. **United Nations.** We can end Poverty 2015. Millenium development goals. 2012. from <http://www.un.org/millenniumgoals/education.shtml>
143. **Vegunta RK, Loethen P, Wallace LJ, Albert VL, Pearl RH.** Differences in the outcome of surgically placed long-term central venous catheters in neonates: neck vs groin placement. *J Pediatr Surg* 2005;40:47-51.
144. **Vergheze ST, McGill WA.** Difficulty in using ultrasonography for central venous cannulation in children: 'a case of old dogs and new tricks'? *Br J Anaesth* 2005;94:135.
145. **Vergheze ST, McGill WA, Patel RI, Sell JE, Midgley FM, Ruttimann UE.** Ultrasound-guided internal jugular venous cannulation in infants: a prospective comparison with the traditional palpation method. *Anesthesiology* 1999;91:71-77.
146. **Vergheze ST, McGill WA, Patel RI, Sell JE, Midgley FM, Ruttimann UE.** Comparison of three techniques for internal jugular vein cannulation in infants. *Paediatr Anaesth* 2000;10:505-511.
147. **Vergheze ST, Nath A, Zenger D, Patel RI, Kaplan RF, Patel KM.** The effects of the simulated Valsalva maneuver, liver compression, and/or Trendelenburg position on the cross-sectional area of the internal jugular vein in infants and young children. *Anesth Analg* 2002;94:250-254.
148. **Warner BW, Gorgone P, Schilling S, Farrell M, Ghory MJ.** Multiple purpose central venous access in infants less than 1,000 grams. *J Pediatr Surg* 1987;22:820-822.
149. **Weil BR, Ladd AP, Yoder K.** Pericardial effusion and cardiac tamponade associated with central venous catheters in children: an uncommon but serious and treatable condition. *J Pediatr Surg* 2010;45:1687-1692.
150. **Weinstein S, Plumer AL.** Central Venous Access. In: Principles and Practic of Intravenous Therapy. Weinstein S, Plumer AL (eds.), 8th Ed. United States of America, Lippincott-Raven, 2007. pp:277-330.
151. **Wu J, Mu D.** Vascular catheter-related complications in newborns. *J Paediatr Child Health* 2012;48:E91-95.
152. **Xiao W, Yan F, Ji H, Liu M, Li L.** A randomized study of a new landmark-guided vs traditional para-carotid approach in internal jugular venous cannulation in infants. *Paediatr Anaesth* 2009;19:481-486.
153. **Yoon SZ, Shin JH, Hahn S, Oh AY, Kim HS, Kim SD, Kim CS.** Usefulness of the carina as a radiographic landmark for central venous catheter placement in paediatric patients. *Br J Anaesth* 2005;95:514-517.