



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE MEDICINA

CENTRO MÉDICO ABC

COMPARACIÓN DE ACCESO VENOSO CENTRAL YUGULAR INTERNO
CON ULTRASONIDO VERSUS MÉTODO CONVENCIONAL.

TESIS DE POSGRADO

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA ESPECIALIDAD EN:

Anestesiología

PRESENTA:

DRA. JULIA ANNA MIKOLAJCZUK JASTRZEBSKA

ASESORA:

DRA. GABRIELA BRIONES CORONA
MÉDICO ADSCRITO DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO ABC.



CENTRO MÉDICO ABC
MÉXICO, D. F., AGOSTO 2010.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DR. JOSÉ HALABE CHEREM
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
CENTRO MÉDICO ABC

DR. IGNACIO CARLOS HURTADO REYES
JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO ABC

DR. PASTOR LUNA ORTIZ
PROFESOR TITULAR DEL CURSO
CENTRO MÉDICO ABC

DRA. GABRIELA BRIONES CORONA
MÉDICO ADSCRITO DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO ABC.
ASESORA DE TESIS

DR. JUAN PABLO CAMACHO
MÉDICO ADSCRITO DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO ABC
ASESOR DE TESIS

Dedicada a:

Alicja, a quien amo con todo mi corazón. Por enseñarme las cosas importantes de la vida y
por sus consejos

Irek, porque gracias a él aprendí a vencer cada obstáculo

Piotrek, por cuidar y velar por mí en todo momento

Agradezco:

A todos mis amigos y compañeros que a lo largo de este camino, han estado conmigo

A los todos los médicos anestesiólogos que han dejado una huella en mí:

Dr. Horacio Olivares, Dr. Jaime Ortega, Dr. Pastor Luna, Dr. Carlos Hurtado, Dr. Hilario Genovés, Dr. Jorge Romero, Dra. Fabiola de los Santos, Dr. Ildefonso Añorve, Dr. José Luis García, Dra. Mariana García, Dr. Juan Pablo Sánchez, Dr. Rafael Álvarez González, Dra. Gabriela Briones, Dr. Miguel Ángel González, Dr. Juan P. Camacho, Dra. Socorro Espíritu, Dr. Bermúdez, Dr. Marco A. Chávez, Dr. Abraham Gutiérrez, Dra. Verónica Colín, Dr. Adalberto Toro, Dra. Rosario Porras, Dr. Carlos Peón, Dr. Mario Torreblanca, Dr. Delwin Cordero, Dr. Guillermo Domínguez, Dra. Delia Borunda, Dr. Bernardo Gutiérrez, Dr. Mario Suárez, Dra. Cecilia Mendoza, Dr. Alejandro Díaz, Dr. Leopoldo Torres, Dra. Mercedes Cendón, Dr. Francisco Ramírez, Dra. Mariana Herrera, Dra. Carolina Hernández, Dra. Vanessa Rodríguez, Dra. Erika Reyes, Dr. Rodrigo Rubio, Dr. Jesús Cruz, Dr. Andrés Loaiza, Dra. Taryn García, Dra. Paulina Seguí, Dra. Elisa Rionda, Dra. Claudia Calderón, Dr. Alfonso Cota, Dra. Teresa Esquinca, Dr. Pablo Fernández, Dr. Rubén Valdespín, Dr. Francisco Revilla, Dr. Mario Quintero, Dra. Adriana Jiménez, Dra. Gabriela Cardona, Dra. Thalpa Montoya, Dr. Antonio Covarrubias, Dr. Rafael Martínez, Dr. Alejandro Jiménez, Dra. Marcela Berrocal, Dr. César Zambada, Dr. Álvaro Mesa, Dra. Ana Paula Aizpuru, Dr. Roberto Guzmán, Dr. Ulises Beltrán, Dr. Enrique Flores, Dr. Eduardo Etulain, Dr. Gerardo Álvarez Resendiz, Dra. Patricia Ochoa, Dra. Cecilia Carral, Dra. Estela Melman, Dr. Roger Luna, Dr. Raúl Salazar, Dr. Víctor M. San Román, Dr. Fernando Villegas.

ÍNDICE

1. Antecedentes y marco teórico	7
2. Planteamiento del problema	30
3. Justificación	31
4. Objetivos	36
5. Hipótesis	37
6. Material y metodología	38
7. Consideraciones éticas	47
8. Resultados	48
9. Análisis de resultados	52
10. Discusión	55
11. Conclusiones	57
12. Referencias bibliográficas	59
13. Anexos	61

ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.

Desde su introducción a la práctica clínica a finales de 1960, la punción percutánea de la vena yugular interna derecha, ha sido el método preferido por anestesiólogos para el acceso venoso central. Las razones de esta preferencia incluyen una localización anatómica más consistente y predecible de la vena yugular interna, así como la identificación y palpación de las estructuras y un curso corto y directo a la vena cava superior. Un catéter venoso en la vena yugular interna, es altamente accesible durante la mayoría de los procedimientos quirúrgicos y tiene una tasa de éxito de colocación de aproximadamente del 90 – 99%. ²

El acceso de una vena central de mayor calibre, es el método de elección clínico para la monitorización de la presión venosa central, y está también indicada, en otras intervenciones terapéuticas como asegurar un acceso vascular para la administración de drogas vasoactivas o para iniciar una reanimación con líquidos intensiva. Frecuentemente, la localización de este sitio, es el único acceso disponible. Además, el acceso venoso central se requiere para iniciar marcapasos cardiaco transvenoso, hemodiálisis temporal o cateterización de la arteria pulmonar para una monitorización cardiaca óptima. ¹

A continuación se mencionarán las indicaciones para canalización venosa central:

- 1.- Monitorización de la presión venosa central
- 2.- Cateterización y monitorización de las presiones de la arteria pulmonar
- 3.- Colocación de marcapasos transvenoso
- 4.- Hemodiálisis temporal
- 5.- Administración de drogas: Drogas vasoactivas, hiperalimentación, quimioterapia, agentes irritantes a las venas periféricas, terapia antibiótica prolongada.
- 6.- Infusión rápida de líquidos: Trauma, cirugía mayor.
- 7.- Aspiración de émbolos aéreos, acceso periférico inadecuado, sitio para tomar muestras de sangre de forma repetida. ¹

La selección del lugar más seguro y efectivo de la colocación del catéter venoso central requiere de tomar en cuenta aspectos como el propósito (monitorización de presiones o administración de drogas o líquidos), la condición subyacente del paciente, el estado clínico y las habilidades del operador. En pacientes con sangrado severo, es mejor elegir un sitio de punción en el cual, el sangrado se detecta fácilmente y se puede controlar con compresión local. En estos pacientes, un abordaje yugular externo o interno es el preferible a un acceso de la vena subclavia debido a un mayor riesgo de complicaciones en este último. Si se requiere la colocación de un marcapasos transvenoso, la cateterización de la vena yugular interna se recomienda, debido a su ruta directa al ventrículo derecho. Los pacientes con trauma y cuello inmovilizado con collarín cervical se resucitan mejor con abordajes ya sea femoral o subclavio; éste se debe utilizar con mayor razón si se sospecha de neumotórax. ¹

La experiencia personal del operador, indudablemente, juega un importante papel para determinar el sitio de punción venosa central, particularmente cuando el procedimiento se realiza en condiciones de urgencia. ¹

Técnica de colocación de accesos centrales.

Aubaniac, fue el primero en describir un abordaje por la vena subclavia en 1952. En 1953, Seldinger describió un método para reemplazar un catéter utilizando una guía. Hoy en día, se utiliza una técnica modificada de Seldinger, como abordaje convencional para la punción venosa central. ²

Se debe contar con el equipo de monitorización apropiado como electrocardiógrafo y oxímetro de pulso antes del procedimiento. Todo el equipo necesario debe estar listo antes de que inicie el procedimiento, además de que el operador, debe estar familiarizado con el mismo. El paciente se debe posicionar apropiadamente y las estructuras anatómicas se deben identificar.

Las referencias anatómicas, incluyendo la escotadura esternal, la clavícula, el músculo esternocleidomastoideo, se deben identificar antes de la preparación y la colocación de campos estériles para una mejor apreciación. Posteriormente, se debe realizar asepsia y antisepsia de la piel del sitio de inserción circundante. La clorhexidina, es superior a la povidona o al alcohol de isopropilo para estos propósitos. Cuidadosamente, se debe realizar

lavado de manos y crear una barrera estéril de protección con campos estériles, cubrebocas, gorro y guantes. Se debe identificar la arteria carótida y su trayecto; ésta corre lateral a la tráquea, usualmente por debajo del haz medial esternal del músculo esternocleidomastoideo. La vena yugular interna se encuentra entre los haces esternal y clavicular del músculo esternocleidomastoideo, lateral y ligeramente anterior a la arteria carótida. ²

El abordaje anterior para la vena yugular interna, comienza con la posición Trendelenburg, se puede utilizar el lado derecho o izquierdo. Las almohadas que causan flexión en el cuello se deben remover. La extensión forzada del cuello o una rotación a la izquierda extrema de la cabeza se debe evitar porque esto puede alterar la anatomía vascular cervical. ²

El operador, se coloca a la cabecera de la cama y la cabeza del paciente se gira hacia el lado opuesto de la punción. Se identifica el triángulo formado por las porciones medial y lateral del músculo esternocleidomastoideo y la clavícula. La clavícula sirve como base del triángulo imaginario. La vena yugular interna corre del ápice del triángulo hacia la base, paralela al eje longitudinal del cuerpo. La arteria carótida, corre en dirección similar pero es medial y más profunda que la vena yugular. La identificación de la pulsación de la arteria carótida antes del inicio se recomienda para evitar punciones inadvertidas de la misma. La piel, se punciona en el ápice del triángulo, y la aguja se dirige caudalmente a un ángulo de 45 grados con respecto al plano frontal, y ligeramente lateral hacia la tetilla ipsilateral. Ésta se debe avanzar a una profundidad de 3 a 5cm dependiendo de la talla y anatomía del paciente. En cuanto a la profundidad a la que se debe introducir el catéter, Mc Gee y colaboradores demostraron una colocación intracardiaca de la punta del catéter en 47% de los pacientes en los cuales la inserción fue más de 20cm. En este estudio, la inserción óptima del catéter es de 16.5 cm para adultos promedio. La punta del catéter, debe descansar justo por encima de la unión de la vena cava superior y la aurícula derecha. Este punto se encuentra aproximadamente a nivel del segundo espacio intercostal. ²

Una vez que la longitud de inserción del catéter se ha determinado, el sitio de entrada del mismo, se debe infiltrar con lidocaína al 1%. La aguja (16-18G) se inserta angulada y aplicando una gentil succión todo el tiempo. La entrada a la vena es identificada por la presencia súbita de sangre venosa (además de la presencia de flujo turbulento) en la jeringa. Si la vena no se encuentra antes de alcanzar la profundidad predeterminada de inserción, la

aguja se va retirando lentamente por el mismo trayecto, aplicando la misma succión. Si no se logra entrar a la vena, la punta de la aguja se redirige y el procedimiento se repite. Una vez que se logra entrar a la vena, hay que retirar la jeringa de la aguja e inmovilizar ésta con la mano libre, se debe colocar rápidamente el dedo pulgar del operador, para disminuir el riesgo de embolismo aéreo. Posteriormente, se procede a introducir y avanzar la guía por la vena, se debe sentir mínima resistencia. Las guías de la vena yugular interna o subclavia son tan largas que pueden causar arritmias, por lo tanto, es necesaria la continua monitorización electrocardiográfica. Cuando la guía está en su lugar, la aguja se retira del sitio de inserción mientras que la guía se mantiene inmóvil. Se utilizará una hoja de bisturí y un dilatador para abrir la piel y dilatar el tejido subcutáneo. Utilizando un movimiento rotatorio, el operador avanza el catéter por encima de la guía. Posteriormente, la guía es removida y se confirma el libre flujo de sangre venosa en el lumen del catéter. Si el catéter está correctamente posicionado, la sangre se aspirará fácilmente de cada lumen, el cual, es aspirado y posteriormente lavado con solución fisiológica estéril, además de que hay que asegurarse de remover todas las burbujas de aire. El catéter se asegura a la piel con suturas o grapas y una cubierta estéril. Para catéter venoso central yugular o subclavio, se debe obtener una radiografía de tórax posterior a la colocación del mismo, para corroborar la posición y para la detección oportuna de posibles complicaciones. ²

La función de la guía durante la colocación del catéter venoso central es preservar el acceso venoso, dirigir el catéter a la vena cava superior y prevenir que la punta perfora una pared vascular o cardíaca. Para estos propósitos, la longitud de la guía se avanza hacia la vasculatura central 2 o 3 cm por encima de la posición final de la punta del catéter. Las guías de la Food and Drug Administration, recomiendan que la punta del catéter nunca entre a la aurícula. Estudios previos, han demostrado que las puntas, pueden migrar 1 a 3 cm caudalmente con el movimiento de los brazos o cabeza del paciente. Por lo tanto, los catéteres centrales correctamente colocados, deben estar alojados con su punta 2 a 3 cm cefálica a la unión de la vena cava con la aurícula.^{1º}

Mc Gee y colaboradores, en un estudio de colocación de 162 catéteres en 5 hospitales, concluyeron que “el promedio de la profundidad de inserción segura para los catéteres venosos centrales yugulares internos derechos o izquierdos o de la vena subclavia es de 16.5cm” y al aplicar las fórmulas de Peres y Czepizak y colaboradores, se obtuvo en otro

estudio, que la longitud de inserción fue en promedio de 16.2cm. Este hallazgo, hace razonable que 18 cm puede ser un límite superior para inserción de la guía intravascular. ^{1º}

En cuanto a la longitud de inserción del catéter yugular interno, en otro estudio realizado por Peres y Czepizak y colaboradores, se evaluó la posición de la punta de los catéteres en 239 pacientes, demostrado por radiografía y correlacionando la punta del catéter y la longitud de éste. Con estos datos, se encontró que en general, las fórmulas para el cálculo de la inserción del catéter son: $(H/10)$ para la colocación de catéter venoso yugular interno derecho; $(H/10) - 2$ para el catéter subclavio derecho, $(H/10) + 4$ para la vena yugular externa; donde H es igual a la altura en pacientes expresada en centímetros. Posteriormente, Czepizak y colaboradores calcularon la fórmula para el abordaje subclavio izquierdo: $(H/10) + 2$ y $(H/10) + 4$ para el abordaje yugular interno izquierdo. Es importante mencionar, que en un abordaje posterior, generalmente se aumenta la distancia de 1 a 2 cm en comparación con el abordaje anterior. ^{1º}

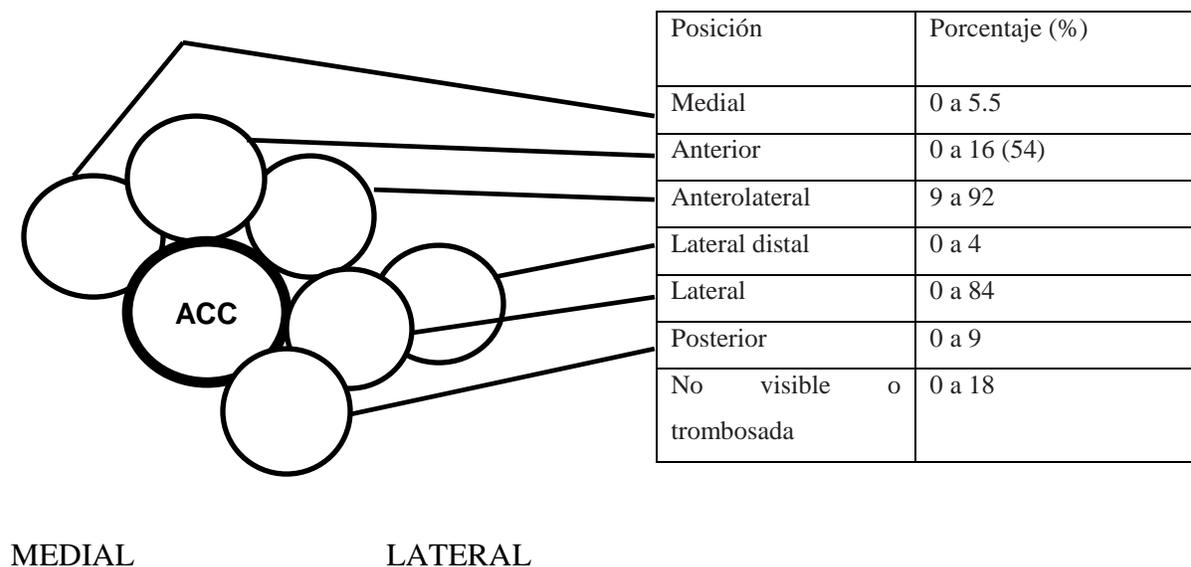
En otro estudio, realizado por la Universidad de Jonhs Hopkins, se encontró mayor correlación entre las variables de género y distancia de inserción de catéter que con la altura y la distancia de inserción de éste. De hecho, el género fue un mejor predictor. Las diferencias reportadas por Czepizak y colaboradores fueron de 1.4 cm en la vena yugular interna derecha y 1.9 cm en la vena yugular interna izquierda. A pesar de la discrepancia, las mismas fórmulas fueron aparentemente efectivas en la predicción de la distancia del catéter tanto para hombres como para mujeres. ^{1º}

Posición de la vena yugular interna

Existen diversas técnicas para puncionar la vena yugular interna, la palpación de la arteria carótida común es un procedimiento común. La arteria carótida común usualmente descansa por debajo de la parte medial del músculo esternocleidomastoideo. La inserción de la aguja, ligeramente lateral al pulso carotídeo y por encima del ángulo del músculo esternocleidomastoideo con el avance de la aguja hacia la tetilla ipsilateral, reduce el riesgo de punción arterial accidental. Desafortunadamente, este procedimiento, no es siempre seguro pues entre los pacientes, existen variaciones anatómicas en la vena yugular interna, como se observa en la Figura 1. Los hallazgos ultrasonográficos de Forauer y Glockner, revelaron en 18% de los pacientes programados para colocación de catéter para

hemodiálisis, oclusión de la vena yugular interna. La trombosis de la vena yugular interna, aumenta la tasa de complicaciones debido a aumento en el número de punciones y además, una desviación subsecuente del sitio óptimo de punción y dirección.¹³

Figura 1. Prevalencia de la ocurrencia de la variación en la posición de la vena yugular interna en relación con la arteria carótida común (ACC). Los círculos describen las posiciones reportadas de la vena yugular interna. Los datos, fueron tomados de la referencia número 13.



Aún una localización anterolateral de la vena yugular interna con respecto a la arteria carótida, trae consigo el riesgo de punción arterial accidental. La punción guiada por ultrasonido demuestra, cómo la pared de la vena, se puede comprimir con la punta de la aguja sin realmente penetrar en el vaso.¹³

La localización y punción exitosa de la vena yugular interna con el método convencional, depende de un número de factores como son: el tamaño de la vena yugular interna, el estado volémico del paciente, etc., mientras que en el acceso y detección por ultrasonido los factores son: el grado de presión ejercida por el transductor del ultrasonido en el paciente, la rotación de la cabeza y la posición de éste.¹³

Se ha visto, que en pacientes sometidos a cirugía bajo anestesia general con colocación de mascarilla laríngea, la punción de la vena yugular interna puede ser aún más difícil debido a la alteración en la palpación de la arteria carótida común y el desplazamiento del músculo esternocleidomastoideo. ¹⁴

Un estudio realizado por Takeyama y colaboradores, demostró que la ventilación con mascarilla laríngea aumentó la superposición de la vena yugular interna y la arteria carótida común cuando la cabeza se rotaba 30 grados en dirección opuesta al sitio de punción. Esto fue reportado en el punto medio del proceso mastoideo y en la inserción del haz clavicular y esternal del músculo esternocleidomastoideo pero no en la vecindad supraclavicular. La superposición de la vena yugular interna y la arteria carótida común se asocia con un aumento en el riesgo de punción arterial. ¹⁵

Sitios alternativos de acceso venoso central.

Vena yugular interna izquierda.

El acceso de la vena yugular interna izquierda, se realiza con una técnica similar a la derecha, aunque existen detalles que hacen a este sitio, menos atractivo que el derecho. La cúpula de la pleura se encuentra superior a la del lado derecho, teóricamente, incrementando el riesgo de neumotórax. El ducto torácico se puede lesionar durante el procedimiento, al entrar al sistema venoso en la unión de la vena yugular interna izquierda y subclavia. La vena yugular interna izquierda es comúnmente más pequeña que la derecha, y demuestra un mayor grado de superposición con la arteria carótida adyacente durante la rotación de la cabeza. El catéter, debe atravesar la vena inominada y entrar a la vena cava superior perpendicularmente, por lo que la punta puede atravesar la pared de la misma, aumentando el riesgo de lesión vascular. Además, la menor familiaridad con la técnica del lado izquierdo, es una situación que resulta en mayores eventos adversos y morbilidad. ¹

Vena subclavia

La vena subclavia, es un sitio importante para acceso venoso central, y es particularmente popular entre los cirujanos y otros especialistas que colocan catéteres en situaciones de emergencia para resucitación con terapia de líquidos, hemodiálisis o para propósitos de monitorización. Las ventajas del acceso subclavio incluyen un menor riesgo de infección

con respecto al abordaje yugular o femoral, la facilidad de inserción en pacientes con trauma, mayor comodidad del paciente, etc., para el acceso subclavio, el paciente se coloca en posición decúbito supino con los brazos completamente aducidos y la cabeza girada hacia el lado contrario de la punción. Se coloca un pequeño rollo entre los hombros para exponer el área infraclavicular completamente. La piel se punciona de 2 a 3 cm caudalmente al punto medio de la clavícula, lejos de su borde inferior, para evitar una angulación hacia abajo de la aguja mientras se inserta justo por debajo de la superficie posterior de ésta. La punta de la aguja, se dirige hacia la escotadura supraesternal, la cual se debe estar identificando constantemente por medio de la palpación del operador. La aguja siempre se avanza realizando presión negativa gentilmente. Si la vena subclavia no es canalizada al primer intento, la aguja se debe redirigir en dirección cefálica y mientras se avanza, se debe evitar la angulación caudal de la misma. Una vez que la vena subclavia es puncionada, la cateterización procede de manera similar a la descrita para la cateterización de la vena yugular. Es de gran importancia, el evitar más de 3 punciones, pues está claro que las complicaciones de este procedimiento, particularmente la incidencia de neumotórax y la punción de la arteria subclavia, están directamente asociadas al número de intentos. La venopunción bilateral subclavia está contraindicada debido a la seria morbilidad de neumotórax bilateral y a la dificultad en la detección y tratamiento de la lesión de la arteria subclavia. La seguridad de la colocación de una línea venosa subclavia depende de la experiencia del operador. En manos experimentadas, la incidencia de complicaciones es baja, con el desarrollo de neumotórax en menos de 2% y la punción arterial menos del 5%.

1

Vena yugular externa

Ambas, la vena yugular externa derecha e izquierda, proveen una alternativa segura, aunque no siempre, al acceso de las venas yugular interna o subclavia. Debido a que las venas yugulares externas, son más superficiales, permiten una punción prácticamente, sin riesgo de neumotórax o punción arterial. En la mayoría de los casos, es mejor el uso de un catéter 18G más que una aguja delgada para introducir la guía debido a la tortuosidad de la vena yugular externa y la frecuente necesidad de manipular la guía repetidamente en la vena cava superior. Se debe usar una guía con punta de J porque se debe avanzar por debajo de la clavícula y a la circulación central. Cuando la guía no avanza como lo deseado y parece moverse periféricamente hacia la vena subclavia, se debe abducir el hombro

ipsilateral por debajo de 90 grados antes de avanzar la guía para facilitar el paso venoso central. Se debe tener cuidado en no usar excesiva fuerza cuando se avanza el catéter y el dilatador a la vena yugular externa porque el ángulo de ésta con respecto a la vena subclavia aumenta el riesgo de lesión venosa. Desafortunadamente, los problemas con una colocación fallida ocurren aproximadamente en el 20% de los pacientes, limitando la aplicación de esta técnica. ¹

Vena femoral.

El acceso de la vena femoral provee un sitio útil para monitorización de presión venosa central cuando los abordajes yugular y subclavio no están disponibles, como es el caso común de pacientes con trauma por quemaduras, durante procedimientos quirúrgicos que involucran la cabeza, cuello y parte superior del tórax o durante resucitación cardiopulmonar. El uso de la vena femoral obvia muchas de las complicaciones de la cateterización venosa central, específicamente, neumotórax; sin embargo, el riesgo que existe con esta técnica es el de punción de la arteria femoral y lesión del nervio femoral. La venopunción femoral se realiza por debajo del ligamento inguinal, justo medial al pulso palpado de la arteria femoral, de manera similar que la usada para el acceso a la arteria femoral. Se puede colocar un catéter largo (40 – 70cm) por medio de guía fluoroscópica, en la vena cava inferior cerca de la unión cavoatrial; o se puede utilizar un catéter corto (15-20cm) de la vena femoral a la vena iliaca común. Ambas técnicas, proveen mediciones intrabdominales que se asemejan a las presiones medidas en la vena cava superior en pacientes mecánicamente ventilados. No está claro si esta correlación se mantiene válida en pacientes que ventilan espontáneamente, en aquellos con elevación de presiones intrabdominal o intratorácica, o en aquellos que no están en posición supina. Las desventajas de esta ruta, incluyen un elevado riesgo de complicaciones tromboembólicas e infecciosas, así como también lesión vascular, la cual puede dar como consecuencia hemorragia intrabdominal o retroperitoneal. ¹

Vena axilar y periféricas.

En pacientes con extensas lesiones por quemadura, la región axilar es comúnmente utilizada y provee un sitio útil para el monitoreo de presiones arterial o venosa. Un catéter estándar de 20cm se coloca en las venas axilares, aproximadamente 1cm medial a la palpación de la arteria axilar, y permite la medición de la presión de la vena cava superior. Aún presiones más distales medidas en las venas periféricas en la mano y antebrazo pueden

proveer un estimado de la presión venosa central en algunos pacientes sometidos a cirugía. Aunque este método de medición de presión venosa central no representa mayor riesgo que el asociado con la colocación, no se ha validado completamente como para reemplazar el acceso venoso central en la mayoría de las circunstancias. ¹

Complicaciones de la colocación de catéter venoso central.

Las complicaciones del acceso venoso central se consideran una mayor causa de morbilidad, aproximadamente 15-20% y existe literatura que menciona que hasta 30% de los pacientes han experimentado algún tipo de evento adverso. Aunque las complicaciones serias inmediatas son infrecuentes cuando este procedimiento se realiza con operadores bien experimentados, las complicaciones infecciosas son comunes, y el uso de catéter para medir presión venosa central continúa siendo un alto riesgo de morbimortalidad. Las complicaciones se dividen en mecánicas, tromboembólicas y causas infecciosas ¹ o también se pueden clasificar en aquellas relacionadas a la colocación, permanencia y retiro del catéter ⁶

La incidencia de complicaciones, depende de un número de factores, incluyendo el sitio de inserción del catéter y la condición del paciente. Existen algunos factores de riesgo como:

- 1.- Inexperiencia, pues existe relación entre mayor tasa de complicaciones y menor experiencia. ³
- 2.- Número de intentos, con la incidencia de complicaciones aumentando con más de dos venopunciones a seis veces más si se realizan tres venopunciones. ³
- 3.- IMC mayor a 30 o menor de 20, cateterización previa y deshidratación severa o hipovolemia. ³
- 4.- Las coagulopatías no parecen aumentar el riesgo si se toman las precauciones necesarias como transfusión de plaquetas en pacientes trombocitopénicos (recuento plaquetario menor de 50,000) y plasma fresco congelado a pacientes con tiempos de protrombina y trombolastina elevados. Inclusive la heparinización de los pacientes, no parece aumentar

el riesgo de sangrado o hematoma durante la inserción de catéter en la vena yugular interna.

3

5.- Los catéteres de tamaño largo como aquellos utilizados para diálisis parecen influenciar el riesgo de complicaciones vasculares en su inserción. ³

6.- La falla en la cateterización está influenciada por factores como la experiencia, cateterizaciones previas del paciente, número de intentos, cirugías previas o radioterapia en el sitio anatómico de interés. ³

7.- La inserción no exitosa es el predictor más fuerte de complicaciones. En pacientes en los que se realizan más de 2 intentos, las complicaciones se desarrollan hasta en un 28%. ³

La punción segura de la vena yugular interna fue descrita por Hermosura y colaboradores en adultos en 1966, utilizando el método guiado por estructuras anatómicas. Sin embargo, existen reportes que refieren hasta el 30% o 40% de tasa de complicaciones. Las complicaciones comunes para el acceso venoso central incluyen: punción arterial accidental, hematoma, neumotórax e incluso la muerte. Las consecuencias serias relacionadas al sangrado por la punción accidental arterial incluyen hematoma del cuello y mediastinal o hemotórax. También existe la posibilidad de lesión potencial al ganglio cervicotorácico, nervios frénicos y otros nervios importantes. ¹³

McGee y Golud describieron las complicaciones dependientes de la ruta de punción. Encontraron una tasa de punción arterial accidental durante el acceso a la vena yugular interna de 6.3% a 9.4%. El hematoma ocurrió en 0.1% a 2.2%. La relativamente rara complicación de neumotórax ocurrió en 0.1% a 0.2% de los casos. En contraste con la cateterización de la vena yugular interna, la punción de la vena subclavia se asoció a una mayor tasa de neumotórax o hemotórax (1.5% a 3.1% y 0.4% a 0.6%, respectivamente). La punción accidental de la arteria subclavia ocurrió en 3.1% a 4.9% de los casos, respectivamente.¹¹

Una publicación realizada por Eisen y colaboradores reportó complicaciones mecánicas en un 14% (excluyendo los intentos fallidos) para la punción venosa en 385 pacientes críticamente enfermos. Solo el 67% (265 de 385 pacientes) presentaron un acceso sin

incidentes. Esta publicación confirma que la frecuencia de punción arterial accidental se asocia al sitio de inserción reportado por McGee y Golud, encontrando que la mayor incidencia se encuentra en los abordajes femorales (7.1%), seguido del abordaje yugular (5%) y por último el abordaje subclavio (3.2%).¹²

Eisen y colaboradores, definieron “el fracaso de colocación” como múltiples intentos sin acceso y sin pedir ayuda, la cual fue la complicación más común. Más de dos punciones fallidas estuvieron asociadas a un aumento en la tasa de complicación.¹²

Los estudios retrospectivos y observacionales han demostrado que en general, la punción arterial no intencionada es la complicación mecánica más común, con una incidencia que va entre 1.9% - 15%. Muchas de estas lesiones resultan en una formación de hematoma localizada, pero en ocasiones, aún una aguja de calibre pequeño puede dar lugar a complicaciones serias como tromboembolismo arterial.¹

Las lesiones vasculares de la cateterización venosa central tienen un rango de consecuencias clínicas. Las complicaciones menores más comunes son hematoma localizado o lesión a las válvulas venosas. Las complicaciones más serias incluyen perforación del espacio pleural o del mediastino, resultando en hidrotórax, hemotórax, hidromediastino, hemomediastino, quilotórax o cualquier combinación de estas secuelas. Otras complicaciones mayores raras reportadas, incluyen perforación aórtica y avulsión de la vena facial. Las complicaciones vasculares retrasadas después de una cateterización central no son comunes pero siempre se deben considerar después de la realización de este procedimiento, como son, fístula aortoatrial, fístula venobronquial, fístula de arteria carótida o de la vena yugular y formación de pseudoaneurisma.³

La complicación vascular más importante que amenaza la vida de la cateterización venosa central, es el taponamiento cardíaco, resultado de la perforación de la vena cava superior intrapericardial, la aurícula derecha o el ventrículo derecho y un subsecuente hemopericardio o una instilación al pericardio de líquidos intravenosos. El taponamiento cardíaco, resultó en muerte de 81% de los casos en el reporte realizado por la American Society of Anesthesiologists Closed Claims Project en el año 2004.⁴ y generalmente sus manifestaciones se pueden presentar de 1 a 5 días, indicando que esta complicación se relaciona al mantenimiento del catéter. La mayoría de los reportes documentan que la naturaleza de estos eventos y la predisposición de estos pacientes a esta complicación, se

debe a mala posición de la punta del catéter, ya sea en las cámaras del corazón o porque se encuentra abultada en la pared de la vena cava superior. Esta última posición, se debe reconocer radiográficamente, observando la curvatura de la punta del catéter en la vena cava superior. Esta observación, enfatiza que la confirmación objetiva de la localización adecuada de la punta del catéter es obligatoria, sin importar si el catéter se inserta en un sitio central o periférico. ⁴

El neumotórax se considera como la complicación más común del acceso a la vena subclavia, aunque la punción inadvertida de la arteria es actualmente la más frecuente. Mansfield y coautores, reportaron un 1.5% de incidencia de neumotórax y 3.7% de incidencia de punción arterial en 821 pacientes a los cuales se les realizó punción de vena subclavia. El neumotórax es aún menos frecuente con el abordaje de la vena yugular interna. Shad y colaboradores reportaron 0.5% de incidencia de neumotórax en series de 6000 cateterizaciones yugulares internas. El operador, siempre debe estar preparado para la posibilidad de neumotórax a tensión y sus secuelas adversas hemodinámicas. Además del neumotórax, otras lesiones respiratorias se han reportado como enfisema subcutáneo y mediastino, perforación traqueal y ruptura del globo del tubo endotraqueal. ⁴

El neumotórax es una de las mayores complicaciones de inserción de catéter venoso central, representando un 30% de los eventos mecánicos adversos asociados a la colocación de éste. Su incidencia, varía entre 0% y 6.6% con incidencias más altas cuando el número de intentos es mayor a 3 veces en casos de emergencia o en pacientes con la anatomía modificada; además cuando se insertan catéteres largos, como los usados para diálisis. En general, su incidencia es de 1% a 1.5%. ⁴

Complicaciones tromboembólicas de la cateterización venosa central.

Las trombosis relacionadas a colocación de catéter venoso central varían de acuerdo al sitio de cateterización y ocurren hasta en el 25.5% en pacientes con abordaje de la vena femoral y en 1.9% de los catéteres venosos subclavios. El catéter posicionado por debajo de la aurícula derecha puede ser factor de riesgo para formación de trombos, posiblemente debido a la irritación mecánica del endocardio de la aurícula derecha por el catéter. Los trombos que se forman en la punta del catéter o que se adhieren al endocardio, tienen el potencial de formar un nido de infección, causar síndrome de la vena cava superior, o

embolizar en la circulación pulmonar. Ocasionalmente, la remoción quirúrgica se requiere.

1

Además del tromboembolismo, otras complicaciones embólicas incluyen embolismo de porciones del catéter o de la guía y embolismo aéreo. Invariablemente, estas complicaciones son el resultado del mal uso del equipo. ¹

La complicación tardía del acceso venoso central es la infección. Las infecciones del torrente sanguíneo ocurren en aproximadamente 5% de pacientes. ⁴

La acción para la prevención de la infección es la atención meticulosa de la técnica aséptica. Cuando se anticipa un acceso venoso central a largo plazo, el sitio subclavio se prefiere debido a que los abordajes yugular o femoral tienen mayor riesgo de infección. Los catéteres multilumen son de mayor riesgo que los de un lumen. Los catéteres están hechos de materiales como silicón, cloridopolivinil, teflón y poliuretano. Los catéteres con heparina han demostrado reducción en la incidencia de las trombosis relacionadas al catéter y a la infección. La incorporación de los tratamientos en la superficie del catéter como la combinación de clorhexidina y sulfadiazina de plata o minociclina, han demostrado disminuir la tasa de colonización y la infección del torrente sanguíneo. El uso de una esponja con gluconato de clorhexidina ha demostrado disminución en la tasa de colonización del catéter en niños pero no reduce la tasa de las infecciones del torrente sanguíneo. ³

Las lesiones vasculares durante la inserción de un catéter venoso central incluyen un amplio espectro de complicaciones, siendo la punción arterial la más común. Ocurre frecuentemente en accesos a vena yugular o femoral, en menor grado, en accesos a la vena subclavia; y aunque esta complicación se autolimita, no se debe pasar por alto, pues puede dar lugar a una complicación mayor incluso la muerte. La punción de la arteria carótida durante las cateterizaciones de vena yugular interna, comprende aproximadamente el 6% en estudios prospectivos, aunque se han reportado porcentajes más altos con la técnica guiada por estructuras anatómicas (desde 18% - 25%) en pacientes pediátricos. Es de importancia clínica que hasta en un 40%, las punciones carotídeas, están asociadas con hematoma. Esto, en conjunción con la presión manual, se ha interpretado como el mecanismo responsable de la aparición de déficit neurológico cerebrovascular y muerte. La punción de la arteria subclavia durante la cateterización venosa central ocurre en un 0.5% a 4% de pacientes. El

hemotórax, es la máxima expresión de una lesión arterial inadvertida, el cual, se reporta en la literatura con una incidencia de aproximadamente 1% de las cateterizaciones centrales, a veces, dando consecuencias tan graves como cuadriplejia. ⁴

La perforación o punción de la arteria carótida o subclavia ocurre aproximadamente en 0.1% a 1.0% de los casos. Esta complicación, está asociada a consecuencias devastadoras. Aproximadamente el 30% de estos pacientes pueden presentar síntomas como sangrado, secuelas neurológicas u otras; además la tasa mortalidad, es de 20% a 40%. Los accidentes cerebrovasculares o el déficit neurológico, asociado a lesión arterial extensa ocurre en un 27% y se asocia principalmente a infusión arterial. ⁴

Las lesiones a la arteria pulmonar son más comunes por el uso de catéteres pulmonares, aunque a veces son causadas por la lesión directa durante los intentos de cateterización venosa central. La incidencia estimada de lesión de la arteria pulmonar asociada a catéter venoso es de 0.1% a 0.2% con una tasa de mortalidad de 42%.

Los pseudoaneurismas, fístulas AV, y lesiones de la arteria vertebral son complicaciones raras de perforación o punción inadvertida. ⁴

La incidencia de ectopia cardiaca durante cateterización se relaciona claramente con la profundidad de inserción de la guía. La ectopia ventricular se puede desencadenar en hasta 25% de los pacientes, aumentando la probabilidad de que ocurra una arritmia maligna. Solo un pequeño porcentaje de las arritmias son sintomáticas y casi la mayoría de estas dificultades, pueden cesar cuando la guía se retira. ⁴ En el pasado, la literatura médica reportaba que encontrar ectopia durante la inserción de la guía, es un marcador de una correcta posición. Considerando la posibilidad de inducir ectopia ventricular, los esfuerzos por evitar una inserción exagerada de la guía es la conducta prudente. ⁴

La lesión nerviosa, es otra complicación potencial del acceso venoso central. El daño puede ocurrir a nivel del plexo braquial, ganglio estelar, nervio frénico o cuerdas vocales. Además se atribuyen a este procedimiento otros síndromes de dolor crónico. ¹

Las complicaciones neurológicas de inserción de catéter venoso central más comúnmente reportadas, excluyendo accidentes cerebrovasculares, incluyen lesiones de plexo braquial y síndrome de Horner. Las plexopatías braquiales pueden ser consecuencia de cateterización

de vena yugular interna o subclavia. Los hematomas múltiples, pueden dar lugar a empeoramiento de los síntomas, resultando a veces, en daño permanente. ⁴

La incidencia de lesiones linfáticas durante la inserción de catéter venoso central es difícil de estimar porque la mayoría de la literatura está limitada al reporte de éstas, aunque se estima que el 25% de todos los casos de quilotórax son resultado de lesión quirúrgica. El quilotórax y quilo-pericardio pueden ocurrir como complicación de trombosis venosa inducida por un catéter venoso central o por daño directo a los ductos linfáticos. ⁴

La pérdida de la guía durante la inserción de un catéter venoso central es un evento raro, ocurriendo aproximadamente en 2 de cada mil de cateterizaciones. Las guías se pueden doblar, atrapar o pegar dentro del catéter, cortar o fracturar y embolizar, produciendo insuficiencia arterial aguda, inclusive perforación cardiaca. ⁴

La infección, es la principal complicación de la colocación de catéteres con una incidencia estimada de 5.3 por 1,000 catéteres. Se le atribuye una mortalidad del 18% (0% a 35%). La mayoría de las infecciones se originan en la piel del sitio de inserción, son perpetuadas por el medio de cultivo como la película con la que es cubierta el catéter. ⁴

La trombosis inducida por catéter venoso central tiene una ocurrencia de entre 33% y 59%, aunque los síntomas clínicos, se desarrollan solo en un pequeño porcentaje de pacientes. La patogénesis es multifactorial, pero la lesión endotelial, turbulencia del flujo venoso y la trombogenicidad del catéter juegan un papel importante, así como también la composición del material infundido por el mismo y las características del proceso de la enfermedad. Se forma una hoja de fibrina después de 24 horas de la inserción del catéter y aunque ésta contribuye a que el catéter se ocluya, no predice trombosis venosa profunda subsecuente del vaso. ⁴

La fractura y la embolización ocurren en 0.5% a 3% de los pacientes. La embolización puede traer consigo arritmia con arresto cardiaco, embolismo pulmonar con hemoptisis, perforación, trombosis e infección, con una tasa de morbilidad de 71% y una tasa de mortalidad de 30% a 38%. Aunque el embolismo aéreo puede ocurrir durante la inserción del catéter, se ha visto asociado a complicaciones de extracción del catéter. Está reportado en 0.13% a 0.5% de todas las inserciones. ⁴

Históricamente, el realizar una punción a ciegas dependía totalmente del conocimiento de la anatomía vascular y de la experiencia clínica. Los hallazgos anatómicos básicos, menosprecian situaciones como anomalías en la anatomía de las estructuras vasculares, dependencia del movimiento de los pacientes y una variabilidad aumentada en la posición de los vasos, relacionada a la adhesión de las estructuras del área perivascular. El método de la identificación de las estructuras anatómicas, puede llegar a fallar si la vena se ha trombosado, y puede dar como resultado a que el operador pase la aguja en una dirección inapropiada. Las variantes anatómicas de los pacientes, pueden resultar en una punción difícil, con o sin complicaciones. Desde 1984, los autores han recomendado el uso de la guía por ultrasonido para optimizar la tasa de éxito de las punciones. ¹³

Uso de Ultrasonido

La descripción del uso del ultrasonido para el acceso venoso central, fue publicada por primera vez en la literatura de la anestesiología, y subsecuentemente en otras ramas como la cirugía, radiología, nefrología, cuidados críticos y medicina de urgencias. ²

En 1978, Ullman y Stoelting describieron el uso de Doppler en “forma de lápiz” para identificar los sonidos de la vena yugular interna, para marcar el sitio de punción. Legler y Nugent publicaron la primer experiencia en localización de la vena yugular interna antes de la cateterización. En 1986, Yonei y colaboradores, reportaron por primera vez el uso de ultrasonido 2-D en tiempo real para la punción de la vena yugular interna. ⁴

En 2001, la Agencia para la Investigación y Calidad en Salud, AHRQ por sus siglas en inglés, publicó un reporte basado en la evidencia en el cual, se incluye un capítulo de la guía con ultrasonido para el acceso venoso central. Este reporte, se basó en los hallazgos de la literatura previa, revisados por Randolph y colaboradores en 1996, en el cual, se analizaron 8 estudios aleatorizados controlados de la guía con ultrasonido Doppler versus la identificación del acceso venoso central tradicional. Se encontró una significativa disminución en la tasa de complicaciones y número de intentos realizados. ⁴

Un meta análisis subsecuente comisionado por el Instituto Británico Nacional para la Excelencia Clínica (NICE, por sus siglas en inglés) fue publicado en 2003. Se incluyeron 18 estudios aleatorizados controlados en octubre de 2001. Estos estudios compararon el ultrasonido 2-D en tiempo real versus Doppler con el método tradicional de colocación de

catéter venoso central. El meta análisis consideró el riesgo de mala colocación, complicaciones, falla en el primer intento, número de intentos para obtener un acceso adecuado y el tiempo de acceso exitoso.⁵ Se analizaron los tipos de venas estudiadas (vena yugular interna, subclavia y femoral), los métodos ultrasonográficos (2-D y Doppler) y las edades (adulto e infante). Este meta análisis concluyó que la guía con ultrasonido 2-D fue más efectiva que el método tradicional para todos los accesos en adultos. Los riesgos relativos, complicaciones e intentos fallidos, fueron reducidos en 86%, 57% y 41%, respectivamente. Se requirieron significativamente menos intentos para una punción exitosa, además de que la vena yugular interna se identificó más rápido utilizando el ultrasonido. Se encontró evidencia limitada utilizando ultrasonido 2-D en cuanto al acceso en la vena subclavia y femoral.⁵

Las ventajas de la asistencia del ultrasonido para la colocación de catéter venoso central han sido reportadas desde 1978, y la literatura que apoya esta adopción continúa en expansión. Existe en la actualidad, suficiente literatura que establece que el uso del ultrasonido es el método más seguro para prevenir o disminuir la tasa de complicaciones relacionadas a la inserción, pues, éste, puede ayudar al operador a observar la relación entre vena y arteria en pacientes en los cuales la anatomía venosa es anormal, además de que permite observar qué vaso es mejor para puncionar, cuánto se debe girar la cabeza del paciente y el efecto de la posición de éste con respecto al diámetro de la vena. El uso del ultrasonido no es infalible, y existen ciertas complicaciones y precauciones las cuales el operador debe considerar constantemente. La punción arterial, por ejemplo, puede ocurrir aún con el uso de ultrasonido.⁵

El peso de la evidencia a favor del uso del ultrasonido, disminuye la incidencia de complicaciones mecánicas, sugiriendo que el abordaje para la colocación de catéter venoso central se debe realizar rutinariamente.⁶

Las indicaciones, técnicas y complicaciones del acceso venoso central están bien documentadas. Aunque estos accesos pueden salvar vidas, también están asociados a altos riesgos, los cuales, dependen de la anatomía del paciente (obesidad mórbida, caquexia, cicatrices quirúrgicas o tratamiento con radiación). La mayoría de los procedimientos para acceso venoso central, se realizan utilizando las estructuras anatómicas. Los intentos múltiples y los operadores inexpertos, han demostrado ser factor de riesgo para desarrollar un mayor número de complicaciones durante el procedimiento. También, un índice de masa corporal mayor (IMC) mayor a 30 es un factor de riesgo conocido para desarrollar éstas. La

punción guiada por ultrasonido aumenta la tasa de éxito en la punción y minimiza la tasa de complicaciones de los accesos venosos centrales, aún en operadores inexpertos. ⁴

Existen dos tipos de tecnología disponible para la colocación de catéter venoso central guiada por Doppler, y son: Doppler audio-guiado, y el ultrasonido modo B el cual también se conoce como ultrasonido bidimensional (además del audio, proyecta la imagen en una pantalla en tiempo real). Ambas tecnologías han demostrado su eficacia para realizar la cateterización. ⁶

La cateterización venosa central guiada por ultrasonido, utiliza al mismo en tiempo real para realizar la inserción del catéter; o antes del procedimiento, para marcar la superficie de la piel. Ambos métodos se han asociado a mayores tasas de éxito con respecto al método de estructuras anatómicas convencional, aun cuando se realiza con operadores con experiencia limitada ⁷

El principio del Doppler, se basa en escuchar un cambio de frecuencia cuando el pulso del ultrasonido se refleja en un objeto en movimiento, en este caso, los glóbulos rojos. La onda venosa resulta en un sonido completamente diferente que la arterial. ⁶

El ultrasonido modo B, o bidimensional, involucra el uso de un transductor de 7.5MHz para visualizar la anatomía relevante y se puede realizar de tres formas diferentes: la técnica de identificar el punto de punción, en la cual, el operador identifica la arteria carótida sonográficamente, (en el caso de punción de vena yugular interna) y marca el sitio de inserción sobre la piel. Posteriormente, se realiza el avance con la aguja sin usar la imagen en tiempo real. La segunda técnica, es la técnica con una mano, en la cual el operador, identifica la anatomía y avanza la aguja visualizando en tiempo real. La otra técnica, llamada de tres manos, involucra a dos operadores, uno que sostiene el ultrasonido y otro que inserta el catéter. El ultrasonido debe estar cubierto en un material estéril, además de que el operador (es) debe guardar las técnicas de asepsia y antisepsia debidas. ⁷

La elección de cada técnica de ultrasonido, depende de la localización del vaso a ser puncionado, las características específicas del operador, paciente y el equipo a la mano. Además, la visualización del vaso se puede obtener de dos distintas formas: el eje longitudinal y el eje transversal. ⁷

El método indirecto

Con este abordaje, el ultrasonido se utiliza solo para identificar el vaso y posteriormente, colocar una marca en la piel que corresponde a la posición subcutánea del vaso. Esta marca se utiliza para el sitio de punción después de que se ha localizado con el ultrasonido. No existe visualización directa de la aguja mientras entra al vaso, por lo que esta técnica ha sido criticada debido a que se argumenta que de esta forma, no se aprovecha el potencial del ultrasonido. Mansfield y colaboradores compararon este método con la técnica convencional. Este estudio se cerró después de que observaron que no existía diferencia entre las dos técnicas. ⁴

Visualización en tiempo real.

La alternativa al método indirecto, es realizar la punción en tiempo real, es decir, el procedimiento completo se visualiza continuamente. El transductor es cubierto con una barrera estéril, la cual en la punta contiene gel transmisor. Posteriormente, el transductor se coloca en la piel y los vasos se identifican y centran en la pantalla. Con la otra mano, se infiltra con anestésico local en el punto correspondiente. Posteriormente, la aguja se avanza a través de la piel. Después de la punción, el operador puede mirar hacia el monitor del ultrasonido en donde la aguja aparece sonográficamente como una línea ecogénica con un artefacto en forma de anillo. El avance de la aguja se guía con la observación de la progresión de ésta, en la pantalla del ultrasonido. Cuando el operador visualiza la aguja puncionando la pared anterior del vaso y a su vez, obtiene flujo de sangre en la jeringa, el transductor se retira y el procedimiento se realiza normalmente. ⁴

Abordaje eje transversal versus eje longitudinal

Existen dos abordajes con respecto al eje de visualización del vaso que se desea puncionar. Para el abordaje transversal, el vaso se identifica y se centra por debajo del transductor. El punto medio del transductor será el punto de referencia para la inserción de la aguja. La aguja se inserta a 45 grados con respecto al transductor. Mientras se avanza la aguja, la punta se visualiza mientras ésta se va acercando a la pared anterior del vaso. Después de tener contacto con ésta, la posterior inserción de la aguja, causará desplazamiento posterior de la pared del vaso. Un flujo de sangre en la jeringa significa que ésta ha entrado en el

vaso. En este punto, el transductor se deja a un lado y el procedimiento continúa de la manera habitual. ⁴

Por otro lado, el abordaje del eje longitudinal, identifica el vaso e involucra el delimitarlo a lo largo con el transductor hasta identificar su mayor diámetro anteroposterior. La aguja se inserta a través de la piel justo en la parte final del transductor con un ángulo aproximado de 30 grados. Mientras se avanza la aguja, su progreso a través del tejido subcutáneo se monitoriza en tiempo real en la pantalla del ultrasonido. Después de que la aguja ha puncionado la pared anterior del vaso y se presenta un flujo de sangre en la jeringa, el transductor se retira y se continúa con el resto del procedimiento. ⁴

En el abordaje del eje longitudinal los vasos se visualizan oscuros, y se pueden visualizar durante todo el procedimiento la entrada de la aguja al vaso y su trayecto dentro de éste. La técnica del eje transversal, es preferida por los sonógrafos novatos, pues está descrita como más sencilla y más rápida. Aún no está descrito con certeza, cuál de los dos abordajes es más preciso y sencillo de realizar, aunque se ha visto, que los operadores novatos, mientras son más expertos en la técnica, prefieren utilizar el abordaje longitudinal. Esto probablemente se debe a una mayor precisión adquirida con el uso del ultrasonido, es decir, mayor experiencia, sobre todo en pacientes con accesos vasculares difíciles. ⁸

La mayoría de los estudios reportan el uso de la guía por ultrasonido en tiempo real, utilizando un abordaje transversal. Sin embargo, debido a que no se visualiza por completo la entrada de la aguja, se debe tener más cuidado para no perder la punta de la aguja y para no penetrar en estructuras más profundas. ⁸

Tipo de transductor

La mayoría de accesos venosos realizados con ultrasonido utilizan un transductor lineal de alta frecuencia (6-10MHz). Éste provee un amplio espectro de visualización el cual, permite observar el avance de la aguja a través de todo su trayecto. Además, debido a que la mayoría de los vasos son superficiales, los transductores de alta frecuencia permiten una resolución superior de los tejidos subcutáneos, el avance de la aguja y la visualización de los vasos ya sea para puncionarlos o evitarlos. ⁶

Barrera estéril.

Otro componente del equipo en el acceso vascular guiado por ultrasonido, es que se debe contar con una barrera estéril. Esta barrera usualmente está diseñada especialmente para cubrir tanto el transductor como su cable, y permite que se lleve a cabo de forma estéril el procedimiento.⁶

Los ajustes en cuanto a la posición del transductor del ultrasonido bidimensional en la circunferencia del cuello, se han recomendado como estrategia para reducir el potencial de una punción no intencionada de la arteria carótida durante la punción de la vena yugular interna. De acuerdo a un estudio no invasivo en el cual se analizó la geometría de la relación de la vena yugular interna con respecto a la arteria carótida con el ultrasonido, se observó que los ajustes realizados, como el grado de rotación de la cabeza del paciente, la elección entre un abordaje superior o inferior o la elección entre la vena yugular interna derecha o izquierda, son estrategias que al realizarlas, parecen ser más efectivas que la técnica convencional, pues si bien, existe la probabilidad de realizar una punción de arteria carótida aún con el uso de ultrasonido, éstas medidas, ayudan a reducir en gran medida este fenómeno que se puede presentar en manos inexpertas o en operadores novatos.¹⁶

Un mecanismo importante por el cual puede ocurrir una punción carotídea a pesar del uso del ultrasonido, es por la coincidencia de dos factores: la variación anatómica de un cambio debido a alguna patología estructural sobre cualquiera de las porciones de la arteria carótida (superposición venoarterial), y la penetración de la pared posterior de la vena yugular (doble punción de pared venosa) debido al avance a través de todo el eje transversal de la vena. El primero de estos factores, ocurre en hasta 78% de los pacientes y depende de variables como edad, el grado de rotación de la cabeza, la indicación de la colocación de catéter venoso central y el abordaje del operador. La incidencia del segundo factor puede depender del calibre de la aguja, el tamaño, la velocidad de inserción y el nivel de entrenamiento del operador.¹⁶

Una solución al problema de la punción transvenosa en operadores novatos, es realizar una exploración del cuello inicial utilizando el ultrasonido y variando en el grado de rotación de la cabeza, para identificar en la pantalla en qué posición la superposición de los vasos es menor.¹⁶

Las estrategias que aumentan la tasa de éxito y seguridad para la punción yugular interna por ultrasonido son: eliminar la rotación de la cabeza, la selección de un abordaje inferior y la punción de la vena de mayor calibre. Además, el operador, puede aumentar la presión intratorácica para promover la distensión de la vena yugular de diversas formas como maniobra de Valsalva, PEEP, etc. Mientras que lo que se debe evitar es: no prestar atención en la posición del transductor, pues se puede confundir la arteria con la vena; asumir falsamente que la relación anatómica entre la arteria y la vena es idéntica en todos los niveles del cuello, poner insuficiente atención a la pantalla del monitor del ultrasonido (distrayéndose con el transductor o el sitio de punción) durante el avance de la aguja. Por medio de estas estrategias, se puede crear un modelo tridimensional mental para que el operador pueda elegir el mejor ángulo para realizar la punción, y de esta manera, familiarizarse con la relación que existe entre la vena yugular y la carótida además de aprender a identificar a través del transductor, la distancia que puede existir entre las estructuras cervicales.¹⁶

Este “barrido” circunferencial del cuello parece ser más útil, poderoso y efectivo para reducir el índice de punciones arteriales que pueden ocurrir con el uso del ultrasonido. Esto se refiere a que la técnica se debe individualizar con cada tipo de cuello, dependiendo del paciente. ¹⁶

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. (Pregunta de Investigación).

Se estima que millones de catéteres venosos centrales se insertan por año en los hospitales de todo el mundo y además la colocación de éstos implica un mayor número de complicaciones.

Existe un espectro de técnicas establecidas, además de riesgos asociados. Las tasas de falla y complicaciones, varían entre 10.1% y hasta 25% o 30%, dependiendo de factores como el grado de experiencia del operador y cuestiones anatómicas, el tipo de ventilación pulmonar, etc. Una razón mayor para esta observación es que cerca del 10% de los pacientes presentan una anatomía venosa anómala, incluyendo la completa ausencia de la vena de interés.

El uso del ultrasonido, ha facilitado la localización de las estructuras anatómicas en diversos campos de la medicina incluyendo a la anestesiología.⁴

Claramente, el abordaje “a ciegas” tiene mayores limitantes y la habilidad para localizar la vena de interés antes y durante la punción. El ultrasonido, no sólo optimiza la colocación del catéter venoso central sino que también reduce presumiblemente el riesgo del paciente.

6

Es por eso que en este trabajo, se plantea la pregunta si el uso del ultrasonido para el acceso a la vena yugular interna es más efectivo en cuanto a número de intentos y presencia de complicaciones con respecto al método guiado por estructuras anatómicas.

El uso de ultrasonido para accesos venosos centrales no es una práctica común en nuestro país. Lo que se busca en este estudio es comparar ambas técnicas de acceso en cuanto a número de intentos realizados, acceso exitoso y tasa de complicaciones; y de esta forma, analizarlas y comprobar si alguna de las dos es más efectiva en nuestro medio.

JUSTIFICACIÓN.

Tradicionalmente, el acceso venoso central es guiado solo por estructuras anatómicas como prominencias óseas, superficies musculares y pulsaciones arteriales. Este abordaje “a ciegas” asume una homogeneidad anatómica, y depende del correcto discernimiento de las relaciones anatómicas. La tasa de complicaciones, depende del tiempo necesario para la colocación del catéter, el número de intentos con la aguja, la punción venosa central previa, cirugías previas, la ventilación mecánica, radioterapia y la experiencia del operador.

Bajo estas circunstancias, el margen de error es mínimo, por lo que el acceso venoso central se debe realizar cuidadosamente. ²

La investigación en el área de la anestesiología, terapia intensiva y otras áreas médicas, ha documentado la eficacia de los abordajes tradicionales para acceder a la vena yugular interna, subclavia, femoral, etc., tanto en pacientes adultos como en pediátricos. La tasa de fracaso, sin embargo, se ha reportado hasta en el 30% en algunos estudios; sobre todo en situaciones de emergencia en pacientes con arresto cardiopulmonar o con modificaciones de la anatomía del sitio que se desea puncionar. ⁴

Las ventajas del uso del ultrasonido para la colocación de catéter venoso central se han reportado desde 1978 y la literatura continúa argumentando su adopción. Existe ahora evidencia para establecer que el ultrasonido es el método más seguro para prevenir o disminuir las complicaciones específicas de la inserción del catéter. Los reportes de las ventajas de la ultrasonografía sobre la técnica de la anatomía convencional, han demostrado reducción en el riesgo de complicaciones, así como también, han facilitado el éxito en la punción para todos los sitios de acceso (vena femoral, subclavia, yugular interna), tanto en pacientes adultos como pediátricos. Además, la brecha entre operador experimentado y no experimentado se reduce con el uso del ultrasonido. ⁴

El acceso venoso central guiado por estructuras anatómicas, es un procedimiento con una alta tasa de éxito cuando se realiza bajo circunstancias óptimas y en la anatomía normal. Usando el ultrasonido, Denys y Uretsky demostraron que el 91.5% de 200 pacientes presentaron anatomía normal, 3.5% tenían venas pequeñas, 1% presentaron una alineación lateral de más de un cm hacia la arteria carótida, 2% una alineación medial y anterior a la arteria carótida y en 2.5% existía ausencia completa de vena yugular interna. Por lo tanto,

los problemas para puncionar la vena yugular interna por medio de identificación de estructuras anatómicas, se puede esperar en al menos el 10% de los pacientes.⁵

Muchos estudios, han documentado las variaciones anatómicas relacionadas a las complicaciones. Yonei y colaboradores fueron los primeros en reportar el uso de ultrasonido en tiempo real para la cateterización de vena yugular interna en 1986. En esta serie, las líneas centrales se colocaron exitosamente en 160 pacientes en terapia intensiva sin complicaciones. En 1991, Denys y Uretsky reportaron una serie de 200 pacientes a los cuales se les colocó catéter yugular interno en el laboratorio de cateterización cardiaca, unidad coronaria y unidad de cuidados intensivos. Los investigadores, encontraron anomalías anatómicas de la vena yugular interna (diámetro pequeño, mala respuesta a la maniobra de Valsalva, desplazamiento inexplicado lateral o medial) en 8% de los pacientes.⁴

Troianos y colaboradores, reportaron la serie más grande de casos para determinar la relación anatómica entre la vena yugular interna y la arteria carótida. Con 1009 pacientes programados para cirugía, el 54% presentaron la vena yugular interna alrededor de la arteria carótida en una posición más lateral de como se pensaba. Esta anatomía anómala podría predisponer a los pacientes a sufrir punción arterial si la aguja atravesara la vena yugular interna. En un estudio prospectivo de 31 pacientes con dificultad conocida para colocación de catéter venoso central, Hatfield y Bodenham reportaron una tasa de éxito del 100% usando el ultrasonido en tiempo real para 22 pacientes. Con el resto de los 9 pacientes, para los cuales se utilizó una técnica de punción con ultrasonido indirecta, el 66% fueron puncionados exitosamente al primer intento. Doktor y colaboradores, reportaron un 100% de éxito en la punción en tiempo real con guía por ultrasonido en una serie prospectiva de 150 pacientes. Con el uso del ultrasonido, los investigadores, fueron capaces de documentar el fenómeno de punción de pared doble en alrededor de 30 pacientes.⁴

Además, la experiencia clínica, sugiere que en pacientes obesos (IMC mayor a 30), las cateterizaciones requieren más intentos de punción. Mansfield y colaboradores pudieron demostrar por medio de análisis multivariados de 821 punciones subclavias, que un IMC mayor a 30 se asoció con intentos de acceso fallidos. El número de intentos estuvo fuertemente asociado con fallo en la punción y complicaciones.⁵

El advenimiento del ultrasonido, facilita la localización precisa de la vena. Además, minimiza el impacto de la inexperiencia del operador, y se ha visto en estudios realizados en los cuales se ha analizado el costo-beneficio, que no repercute de manera negativa en gastos para el paciente o el hospital a pesar de lo esperado ⁶

En la actualidad, el uso de instrumentos o guías que permitan al médico disminuir la incidencia de efectos adversos o complicaciones de cierto procedimiento, es importante, pues día a día la medicina es un área que busca la excelencia y calidad en la atención. Dado que se conocen las complicaciones que pueden existir asociadas a la colocación de catéter venoso central, es importante reconocer que la prevención de la más inusual de éstas, debe ser una iniciativa en los centros de salud que cuenten con el equipo, como es en este caso, el Centro Médico ABC.

El peso de la evidencia a favor de que el uso de ultrasonido disminuye la incidencia de complicaciones mecánicas sugiere que este tipo de abordaje, guiado por imagen, para la inserción de catéter venoso central, se debería hacer rutinariamente. ⁴

Debido a que la tasa de complicaciones depende del entrenamiento, es necesario diseñar un método para la inserción de catéter venoso central como un proceso lógico para promover la prevención y disminuir la incidencia de eventos adversos. La estandarización también puede establecer guías de manejo para algunas complicaciones que comúnmente siguen a una inserción de catéter venoso central como el neumotórax; además de que ésta puede establecer un mejor abordaje basado en la evidencia. ⁶

Además, el ultrasonido ha demostrado ser efectivo en la detección de variantes anatómicas. Está reportado en la literatura, que hasta el 30% de pacientes con cateterizaciones previas, pueden tener una variación anatómica, de éstas, el 50% son estenosis y angulaciones que pueden aumentar los riesgos del procedimiento. Se ha estimado, que la mitad de estos pacientes, o hasta el 60% tendrán defectos si han sido previamente cateterizados, particularmente en el abordaje subclavio. ⁴

El Instituto Nacional de Excelencia Clínica, (NICE) por sus siglas en inglés, ha recomendado el uso de ultrasonido en tiempo real durante la cateterización venosa central en todos los pacientes.⁷

Con base a estos datos, la Agencia de Investigación de la Salud y Calidad (AHRQ por sus siglas en inglés) enlistó el uso del ultrasonido en tiempo real para la colocación de catéter venoso central como una de las 11 prácticas para optimizar el cuidado del paciente.⁷

Similarmente, la Asociación Nacional de Excelencia Clínica en Inglaterra (NACEE) encontró una reducción del 86% en intentos fallidos, un 57% en la reducción en complicaciones y un 41% de reducción en primer intento fallido con el uso del ultrasonido en tiempo real.⁷

Once de los 18 artículos incluidos en el meta análisis NICE, investigaron el abordaje de la vena yugular interna en adultos. De estos once estudios, 7 utilizaron el ultrasonido en tiempo real y 4 usaron el modo Doppler. Se observaron notables ventajas sobre el método tradicional guiado por estructuras anatómicas con la guía ultrasonográfica en tiempo real. El riesgo relativo de complicaciones disminuyó en un 57% y el número promedio de intentos de punción disminuyó a 1.5. El tiempo promedio para una punción exitosa disminuyó alrededor de 70 segundos.⁴

Subsecuentemente al meta análisis, otros estudios clínicos aleatorizados que compararon el uso del ultrasonido en tiempo real con el abordaje tradicional entre pacientes intubados sometidos a cirugía electiva fueron publicados. Un estudio, investigó el uso de la guía con ultrasonido indirecta con dos transductores de frecuencia diferentes: 7.5 MHz y 3.75 MHz, midiendo el número de primeros intentos exitosos, el promedio de número de intentos, y la tasa de complicaciones. Los investigadores, descubrieron que no existía diferencia significativa entre las dos frecuencias. Notaron que el transductor con 7.5MHz visualizaba las estructuras con mayor resolución pero que la calidad de la imagen del transductor de 3.75 MHz era aceptable para el propósito de localización de la vena yugular interna y la arteria carótida.⁴

Los investigadores notaron que en 52 pacientes que carecían de venodilatación yugular a la respiración (abultamiento visible de la vena sincronizada con la presión positiva de la inspiración), de lo cual dependen para el abordaje tradicional; la guía por ultrasonido fue superior que la técnica guiada por estructuras anatómicas. El número de intentos casi triplicó el número de accesos exitosos, además de que no existieron complicaciones con el

uso del ultrasonido mientras que la técnica convencional se asoció a tres punciones carotídeas. Estos resultados aunque no fueron sorprendentes, apoyan el uso del ultrasonido especialmente en pacientes con poca visibilidad de las estructuras o en los que se prevé un acceso difícil. ⁶

OBJETIVO.

El objetivo principal de este estudio

- Comparar el método guiado por estructuras anatómicas versus guiado por ultrasonido en tiempo real, para la colocación de catéter venoso central en vena yugular interna.

Los objetivos secundarios:

- Comparar número de intentos para ambas técnicas
- Comparar el número y las complicaciones que se presenten con ambas técnicas
- Comparar ambas técnicas en pacientes con IMC mayor a 30 y con alteraciones en cuello.

HIPÓTESIS.

H0

“El uso del ultrasonido en la inserción de catéter venoso central vía yugular interna, es igual de efectivo que la forma anatómica tradicional”

H1 (de trabajo)

“El uso del ultrasonido en la inserción de catéter venoso central vía yugular interna, es más efectivo que la forma anatómica tradicional en cuanto a número de intentos y complicaciones”

METODOLOGÍA.

DISEÑO.

Es un estudio experimental, prospectivo, de casos y controles y abierto.

UNIVERSO DE ESTUDIO.

Todos aquellos pacientes programados para algún procedimiento quirúrgico y que tengan la indicación de colocación de catéter venoso central (vía yugular interna) en el Centro Médico ABC Campus Observatorio y Santa Fe

MUESTRA

El tamaño de la muestra, se obtuvo aplicando la fórmula:

$$n = \frac{[Z_{\alpha} * \sqrt{2p(1-p)} + Z_{\beta} * \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}]^2}{(P_1 - P_2)^2}$$

Donde:

n = Sujetos necesarios en cada una de las muestras

Z_{α} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado

Z_{β} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado

p_1 = Valor de la proporción en el grupo de referencia, placebo, control o tratamiento habitual.

p_2 = Valor de la proporción en el grupo del nuevo tratamiento, intervención o técnica.

p = Media de las dos proporciones p_1 y p_2

$$p = \frac{p_1 + p_2}{2}$$

Los valores Z_{α} según la seguridad y Z_{β} según el poder se obtuvieron de una tabla.

Sustituyendo los valores correspondientes, se obtuvo un total de 28 pacientes por cada grupo de estudio (con pérdida de hasta el 10% del total)

MUESTREO

No probabilístico al azar por conveniencia, primero todos los pacientes del grupo control y después todos los casos en forma consecutiva.

CRITERIOS DE SELECCIÓN:

Criterios de inclusión:

1. Se incluyó a todos los pacientes que requirieron colocación de catéter venoso central por vía yugular interna por cualquiera de las siguientes causas:
 - a. Monitorización de presión venosa central
 - b. Monitorización y cateterización de presiones de arteria pulmonar
 - c. Marcapasos cardiaco transvenoso
 - d. Hemodiálisis
 - e. Administración de drogas: Hiperalimentación, quimioterapia, fármacos irritantes de venas periféricas, terapia antibiótica prolongada.
 - f. Infusión rápida de líquidos (Cirugía mayor)
 - g. Acceso venoso periférico inadecuado
 - h. Acceso para toma constante de muestras.
2. Edad: Mayores de 18 años
3. Género: Femenino y masculino
4. ASA I, II y III.
5. Que el paciente aceptara y firmara el consentimiento informado de anestesia general mismo que se facilita cuando se somete a cualquier procedimiento quirúrgico.
6. Que los Comités de Ética e Investigación del Centro Médico ABC aprobaran el estudio.

Criterios de no inclusión:

1. Pacientes sometidos a cirugía de urgencia.
2. Pacientes con antecedente de coagulopatía.
3. Deshidratación severa o hipovolemia pues aumenta las probabilidades de complicación.

Criterios de exclusión:

1. Pacientes en los que no se pudo obtener y/o registrar adecuadamente las variables.
2. Que retiraran la autorización para el uso de la información.

VARIABLES.

La única variable dependiente del presente estudio fue el método de colocación del catéter, todas las demás variables que se midieron fueron independientes, ya que son causa de variación de los fenómenos en el estudio.

1. Edad: Medida en años (Cuantitativa de intervalo)
2. Género: Masculino o femenino (Cualitativa nominal)
3. ASA: I, II, III (Cualitativa ordinal)

Clasificación de la American Society of Anesthesiologists (ASA).

ASA I	Paciente sano (sin anomalías físicas, fisiológicas o psicológicas)
ASA II	Paciente con enfermedad sistémica leve sin limitación de las actividades físicas diarias
ASA III	Paciente con enfermedad sistémica severa que limita la actividad física diaria pero no es incapacitante
ASA IV	Paciente con enfermedad sistémica

	incapacitante y que es una constante amenaza para la vida.
ASA V	Paciente moribundo sin expectativas de sobrevivir las próximas 24 horas si no se le realiza el procedimiento quirúrgico.
ASA VI	Paciente con muerte cerebral candidato a ser donador de órganos

4. Peso: Medido en kg (Cuantitativa de intervalo)
5. Talla: Medida en metros y centímetros (Cuantitativa de intervalo)
6. IMC: Peso/Talla al cuadrado (Cuantitativa de intervalo)
7. Clasificación del peso de acuerdo a IMC (Cualitativa nominal)

Clasificación del peso	Clase de Obesidad	IMC	Riesgo de enfermedad
Desnutrición		Menor de 18.5	Aumentado
Peso Normal		18.5 – 24.9	Normal
Sobrepeso		25.0 – 29.9	Aumentado
Obesidad	I	30 – 34.9	Alto
	II	35 – 39.9	Muy alto
Obesidad Extrema	III	Mayor o igual que 40	Extremadamente alto

9

8. Lado de la punción venosa yugular: Derecho o izquierdo (Cualitativa nominal)
9. Número de intentos: Número de punciones con la aguja desde el tejido subcutáneo hasta llegar a la vena yugular interna derecha (Cuantitativa de intervalo)
10. Modificación anatómica: (Si/No) Paciente con antecedente de tumor, cirugía, lesión, quemadura o cualquier condición que modifique la anatomía del cuello, así como también, antecedente de colocación de catéter venoso central (Cualitativa nominal)

11. Acceso exitoso: (Si/No) Punción exitosa cuando la guía en forma de J pasa sin resistencia (Cualitativa nominal)
12. Fallo en la punción: (Si/No) Inhabilidad para puncionar la vena a partir de más de 3 intentos (Cualitativa nominal)
13. Dificultad en el acceso: (Si/No) Inhabilidad para puncionar la vena yugular interna derecha después de 2 intentos, asociada a alguna modificación anatómica del cuello o vascular (Cualitativa nominal)
14. Complicaciones (Si/No) (Cualitativa nominal) se consideró como complicación a las siguientes:
 - i. Punción arterial: Retorno de sangre brillante pulsátil a través de la jeringa exploradora.
 - ii. Hematoma local: Acumulación de sangre causada por la ruptura de vasos capilares en un área determinada, y secundario a una lesión causada sobre la misma.
 - iii. Lesión nerviosa: Ocurrida por punción o compresión de cualquier estructura circundante al sitio. En caso del abordaje de vena yugular interna, puede ocurrir en el plexo braquial, ganglio estrellado, nervio frénico (parálisis diafragmática) y nervio recurrente (parálisis unilateral de cuerdas vocales).
 - iv. Neumotórax: Presencia de aire en el espacio interpleural.
 - v. Hemotórax: Presencia de sangre en la cavidad pleural.
 - vi. Catéter malposicionado: Catéter que no esté localizado dentro de la vena cava superior, en la unión de ésta con la aurícula derecha, paralelo a las paredes de este vaso y/o posicionado por debajo del borde inferior de la clavícula y por encima de la tercer costilla, los espacios T4 y T5, la vena ácigos, la carina o el inicio del tronco principal del bronquio derecho.

DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS.

Posterior a la aprobación del estudio por los Comités Institucionales del Centro Médico ABC, y previo consentimiento informado de anestesia general de los pacientes, se obtuvo en total una muestra de 60 pacientes, los cuales se dividieron en 2 grupos: el grupo control, al cual, de acuerdo a los criterios de inclusión, se les colocó catéter venoso central yugular interno a los 30 pacientes con el método convencional guiado por estructuras anatómicas; y el grupo de estudio o de casos, a los cuales de la misma forma, de acuerdo a los criterios de inclusión de este trabajo, se les colocó catéter venoso central yugular interno con el uso de ultrasonido Sono Site ® MicroMaxx, con transductor 7.5 MHz, que se encuentra disponible en el servicio de anestesiología del Centro Médico ABC, y su uso, no representó costo adicional para el paciente.

Previa monitorización no invasiva: SpO₂, ECG, PANI; se procedió a inducir a anestesia general balanceada a los pacientes de ambos grupos. Posterior a la intubación orotraqueal, se cuidó de que el paciente se encontrara en posición supina, con la cabeza girada levemente hacia el lado contralateral de la punción. Se colocó al paciente, en posición Trendelenburg.

Para el grupo control, se identificaron las referencias anatómicas correspondientes, posteriormente, se realizó asepsia y antisepsia de cuello, se colocaron campos estériles. El operador utilizó gorro, cubrebocas, bata y guantes estériles. Se realizó la venopunción (utilizando el abordaje anterior en todos los pacientes), con aguja 22G montada en una jeringa vacía de 5ml. Se identificó la vena yugular cuando se obtuvo sangre color oscuro en la jeringa. Se retiró la jeringa de la aguja exploradora y posteriormente con una aguja 18G unida a una jeringa de 5 ml, se dirigió hacia el mismo trayecto, tomando en cuenta la localización y profundidad de la vena yugular interna identificada previamente. Se introdujo la guía utilizando la punta en forma de J o el extremo flexible, observando siempre el trazo electrocardiográfico. Posteriormente, se introdujo el dilatador y después el catéter Arrow® doble lumen 7 French a una distancia de aproximadamente 16.5 cm – 17 cm dependiendo de la anatomía del paciente. Se fijó el catéter a piel y se cubrió con gasas estériles y Tegaderm®. Posterior a su colocación se obtuvo radiografía anteroposterior de tórax para verificar la posición del mismo.

Para el grupo de estudio, posterior a la colocación de campos estériles, y la correcta técnica de asepsia y antisepsia del operador. Se utilizó equipo de ultrasonido Sono Site ® Micro

Maxx con transductor de 7.5 MHz. Se colocó barrera estéril sobre el mismo y se procedió a la identificación de los vasos sanguíneos colocando el transductor sobre el cuello del paciente e identificando las estructuras en la pantalla del ultrasonido. Se visualizaron las estructuras, (utilizando abordaje de eje transversal en todos los pacientes). Se observó en la pantalla hasta puncionar la vena yugular interna e introducir la guía identificándola en la misma. Posteriormente, se procedió a la colocación del catéter central con la misma técnica explicada anteriormente. De la misma forma, se verificó la posición adecuada del catéter, obteniendo una radiografía anteroposterior de tórax.

Todos los datos fueron registrados en la hoja de captura de datos, y posteriormente vaciados en una base, utilizando los programas estadísticos Excel y SPSS.

HOJA DE CAPTURA DE DATOS.

Se hizo recolección de datos y variables en base de datos de programa Excel (Versión Windows Vista), especialmente creada para este protocolo, y posteriormente, se utilizó el programa estadístico SPSS (Versión 18) para análisis y aplicación de pruebas estadísticas correspondientes.

RECURSOS.

a) Humanos

- a. Médicos adscritos de anestesiología o cirugía
- b. Médicos residentes de primero, segundo y tercer año de anestesiología.
- c. Personal de enfermería

b) Materiales

- a. Equipo estéril para la colocación de catéter venoso central
- b. Equipo de ultrasonido Sono Site ® Micro Maxx con transductor de 7.5 MHz (sin cargo monetario adicional al paciente)
- c. Gel para ultrasonido estéril
- d. Cubierta estéril para transductor de ultrasonido
- e. Catéter central Arrow® doble lumen 7 Fr
- f. Hojas de papel
- g. Computadora

- h. Impresora y tinta
- i. Expediente médico
- j. Reportes de laboratorio
- k. Rayos X (los cuales se utilizan de rutina en todos los pacientes sometidos a colocación del catéter venoso central y no representa costo adicional al paciente).

VALIDACIÓN DE DATOS

I) Se utilizó estadística descriptiva: medidas de frecuencia y de tendencia central: número y porcentajes, proporciones, rangos, media, mediana, moda, desviación estándar.

II) Para el análisis inferencial se realizó análisis bivariado de correlación: para las variables nominales se utilizó prueba de χ^2 (chi cuadrada), para las ordinales prueba de correlación de Spearman (r y r^2) y para las variables cuantitativas correlación de Pearson (R y R^2) con un IC 95% y una $p \leq 0.05$ para considerarlo significativo.

CONSIDERACIONES ÉTICAS.

El presente estudio cumple los lineamientos mencionados en:

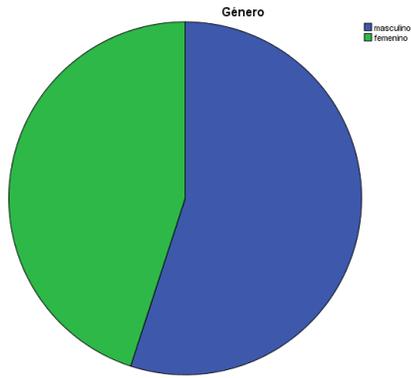
- ❖ La Declaración de Helsinki
- ❖ La Ley General de Salud
- ❖ El Reglamento de la ley general en materia de investigación en salud, título segundo, capítulo 1.
- ❖ Artículo 16. En las investigaciones en seres humanos, se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificándolo sólo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.
- ❖ Artículo 17. Donde considera este tipo de estudios como investigación con riesgo mínimo
- ❖ Requiere de consentimiento informado de acuerdo a lo establecido en los artículos 20, 21 y 22.
- ❖ Dado que se trata de una investigación con riesgo mínimo, se solicita autorización al Comité de Bioética Institucional, para obtener el consentimiento informado en verbal de acuerdo a lo establecido en el artículo 23.

RESULTADOS.

Tabla 1.
Características demográficas y clínicas de los pacientes.

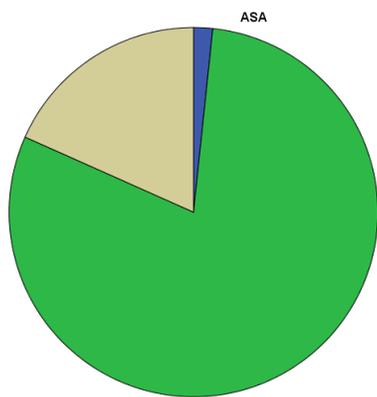
Variable	Controles	Casos
Edad (años) m \pm (DS)	58.40 \pm (15.67)	55.77 \pm (18.93)
Género # (%)		
M	17 (56.7)	16 (53.3)
F	13 (43.3)	14 (46.7)
Asa # (%)		
I	-	1 (3.3)
II	26 (86.7)	22 (73.3)
III	4 (13.3)	7 (23.3)
Peso (kg) m \pm (DS)	71.93 (14.51)	71.22 (14.38)
Talla (m) m \pm (DS)	1.66 (.113)	1.71 (.111)
IMC (Talla/peso ²) m \pm (DS)	25.88 (4.34)	23.85 (3.83)
Clasificación de peso de acuerdo a IMC # (%)		
Desnutrición	1 (3.3)	2 (6.7)
Normal	12 (40)	18 (60)
Sobrepeso	11 (36.7)	8 (26.7)
Obesidad I	5 (16.7)	1 (3.3)
Obesidad II	1 (3.3)	1 (3.3)
Lado de punción # (%)		
Derecho	28 (93.3)	21 (70)
Izquierdo	2 (6.7)	9 (30)
Número de intentos m \pm (DS).	2.00 (1.017)	1.3 (.596)
Antecedentes de alteraciones en cuello # (%)		
Si	6(20)	14 (46.7)
Acceso exitoso # (%)		
Si	26(86.7)	29 (96.7)
Fallo en la punción # (%)		
Si	4 (13.3)	1 (3.3)
Dificultad en el acceso # (%)		
Si	4 (13.3)	6 (20)
Complicaciones # (%)		
Si	9 (30)	3 (10)

Gráfica 1.
Relación de Género en el total de los pacientes.



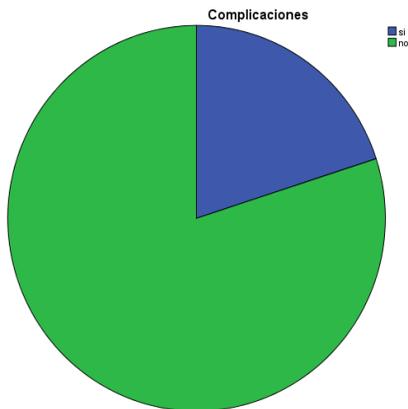
Se observa en esta gráfica, que la distribución de los pacientes en cuanto al género es homogénea.

Gráfica 2.
Relación de clasificación de ASA en el número total de pacientes.

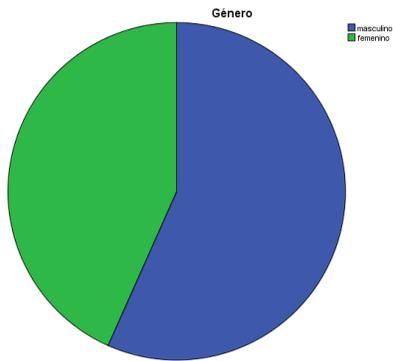


En esta gráfica, se aprecia que la mayoría de los pacientes del total de pacientes fueron ASA II

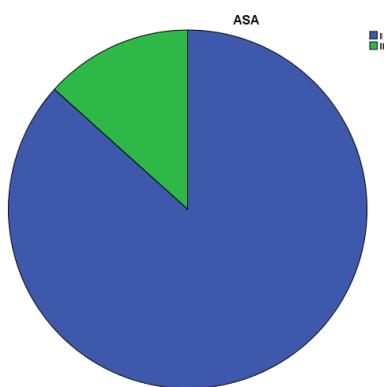
Gráfica 3.
Relación de presencia y ausencia de complicaciones en ambos grupos.



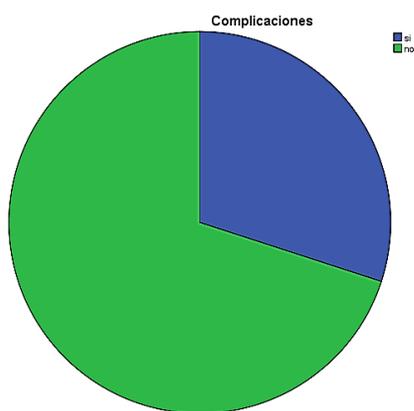
De acuerdo a los datos obtenidos, se obtuvo un 20% de complicaciones en el número total de pacientes.



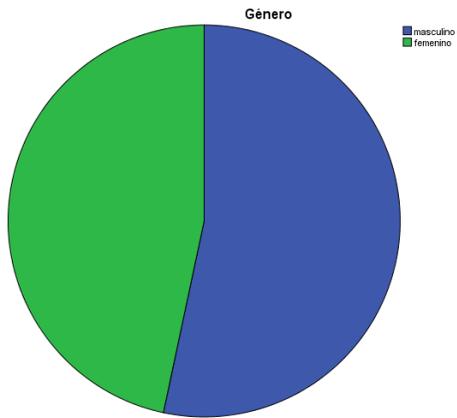
Gráfica 4. En la cual, se muestra la distribución de la población en el grupo control en cuanto al género, masculino: 56.7%, y femenino 43.3%.



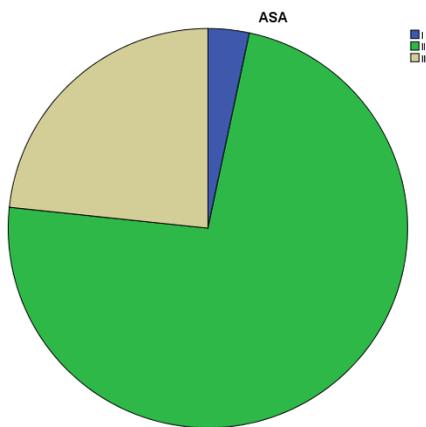
Gráfica 5. Clasificación de acuerdo a la ASA de los pacientes del grupo control. ASA II: 86.7%, ASA III: 13.3%



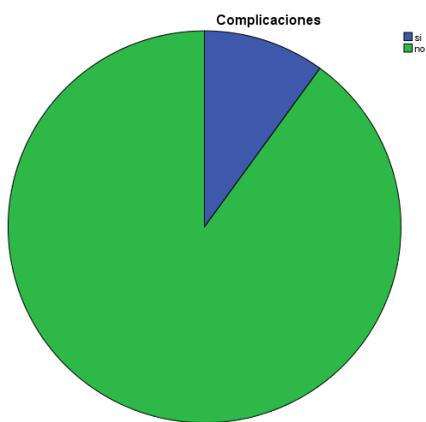
Gráfica 6. Relación de complicaciones en el grupo control. Si tuvieron complicaciones: 30%, y no tuvieron complicaciones: 70%.



Gráfica 7. Relación de género entre el grupo de los casos. Masculino: 53.3%, Femenino: 46.7%



Gráfica 8. Relación de ASA del grupo de los casos. ASA I: 3.3%, ASA II: 73.3%, ASA III: 23.3%



Gráfica 9. Presencia o ausencia de complicaciones en el grupo de los casos. Si: 10%, No: 90%.

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Con respecto a la Tabla 1 se observa que el promedio de edad del grupo de los casos es de 55.7 ± 18.93 años y el de los controles de $58.4 \text{ años} \pm 14.67$ años. En cuanto al género, se observa que en el grupo de los casos, el masculino representa el 53.3% mientras que en el grupo control, es de 56.7%. El género femenino, representa el 46.7% en el grupo de los casos, y 43.3% en el grupo control.

En cuanto a la clasificación de ASA, en el grupo de los casos 3.3% fueron ASA I, 73.3% ASA II y 23.3% ASA III. En el grupo control, no hubo pacientes ASA I, 86.7% ASA II, 13.3% ASA III.

El peso de los pacientes, en promedio fue de $71.22\text{kg} \pm 14.38$ del grupo de los casos y $71.93 \text{ kg} \pm 14.51$ del grupo control. La talla promedio de los pacientes del grupo de los casos fue de $1.71\text{m} \pm .11\text{m}$, y $1.66 \pm .113\text{m}$ en el grupo control. En cuanto al IMC, la media fue de 23.85 ± 3.83 , y 25.88 ± 4.34 en el grupo control. La clasificación del peso de acuerdo a IMC en el grupo de los casos fue de 6.7% con desnutrición, 60% con peso normal, 26.7% con sobrepeso, 3.3% pacientes con obesidad I, 3.3% pacientes con obesidad II. En el grupo control 3.3% con desnutrición, 40% peso normal, 36.7% sobrepeso, 16.7% pacientes con obesidad I, 3.3% pacientes con obesidad II. En ninguno de los grupos hubo pacientes con obesidad grado III.

En cuanto al lado de punción, en el grupo de los casos, fue derecho en 21 pacientes (70%), e izquierdo en 9 pacientes (30%). En el grupo control, fue del lado derecho en 28 pacientes (93.3%) e izquierdo en 2 pacientes (6.7%).

Los pacientes con antecedente de alteración en cuello fueron 14 (46.7%) en el grupo de los casos, y 6 (20%) en el grupo control.

El acceso fue exitoso en 29 (96.7%) pacientes del grupo de los casos y en 26 pacientes (86.7%) en los pacientes del grupo control.

Existió fallo en el acceso en 1 paciente (3.3%) del grupo de los casos y en 4 pacientes (13.3%) del grupo control.

Existió dificultad en el acceso en 6 pacientes del grupo de los casos (20%) y en 4 pacientes del grupo control (13.3%).

En cuanto a las complicaciones, hubo 3 pacientes con alguna complicación (10%) en el grupo de los casos y 9 pacientes (30%) en el grupo control.

TABLA 2.
Univariada de casos y controles
Prueba T de student para variables cuantitativas.

Variable	Controles	Casos	<i>P</i>
Edad	58.40	55.77	.560
Peso	71.93	71.22	.850
Talla	1.66	1.71	.083
IMC	25.88	23.85	.059*
Número de intentos	2.00	1.30	.002*

* *p* estadísticamente significativa.

Las variables IMC y número de intentos son las que presentan una *p* estadísticamente significativa.

Tabla 3.
Prueba de Chi cuadrada y U de Mann-Whitney

Variable	<i>p</i>
Género	.795
ASA +	.496
Clasificación de peso de acuerdo a IMC +	.055*
Lado de punción	.020
Antecedentes de anormalidad en cuello	.028*
Acceso exitoso	.161
Fallo en la punción	.161
Dificultad en el acceso	.488
Complicaciones	.053 *

+ Prueba U de Mann-Whitney

En cuanto a las pruebas realizadas a las variables cualitativas, se observó que las que presentaron *p* estadísticamente significativa fueron: Clasificación de peso de acuerdo a IMC, antecedentes de anormalidad en cuello y complicaciones.

TABLA 4.

CORRELACIONES BIVARIADAS $P \leq 0.05^*$

Variable	r	r ²	P
Número de intentos ‡	-.393	.154	.001*
Antecedentes de anormalidad en cuello +	-.283	.080	.014*
Acceso exitoso +	-.181	.032	.083
Fallo en la punción +	.181	.032	.083
Dificultad en el acceso +	-.089	.007	.248
Complicaciones +	.250	.062	.027*

‡ Correlación de Pearson
 + Correlación de Spearman

Estas pruebas fueron aplicadas, correlacionando las variables con el grupo de estudio, de acuerdo a los parámetros que interesaba explorar, estos fueron los resultados:

De acuerdo a los datos de esta tabla, aplicando las pruebas de correlación de Pearson a las variables cuantitativas y la prueba de Spearman a las ordinales y nominales, se observa que las variables con p estadísticamente significativa son: el número de intentos, con una p de .001, los antecedentes de anormalidad de cuello con una p de .014 y la presencia de complicaciones con una p de .027

DISCUSIÓN.

En la realización de este estudio, se observó que ambos grupos, tanto el de los casos como el de los controles, presentaron pacientes con características muy similares en cuanto a variables como género, ASA, peso, talla, IMC, clasificación de peso de acuerdo a IMC, lado de punción, etc., lo cual hace que al momento de realizar la comparación de los dos grupos, se observe homogeneidad.

Se pudo observar que en cuanto al género, en ambos grupos se observó una distribución normal, además de que la mayoría de pacientes fueron ASA II. En cuanto al peso, la mayoría se encontraba en su peso normal de acuerdo al IMC.

En cuanto a las variables que nos interesó comparar, como lado de punción, acceso exitoso, dificultad en el acceso, presencia o ausencia de complicaciones, antecedente de anormalidad en cuello; se observó que predominó el lado de punción derecho, esto se debe, a que la mayoría de los anestesiólogos prefieren este lado debido a que está relacionado a la presencia de menos complicaciones que el lado izquierdo por las razones ya mencionadas en este trabajo, además de que la mayoría de los operadores, tienen mayor experiencia en puncionar la vena yugular interna derecha. El motivo por el cual se obtuvieron datos de punciones en vena yugular interna izquierda, fue porque en algunos pacientes existió la contraindicación de colocación de cualquier tipo de acceso vascular en este lado por ejemplo por mastectomía radical previa o actual, presencia de catéter derecho, inhabilidad de colocación de catéter, etc.

En cuanto al número de intentos, se observó que el uso del ultrasonido redujo este número en 35%.

Se obtuvo el mismo resultado en cuanto a acceso exitoso y fallo en el mismo, pues éste último estaba relacionado a la dificultad en el acceso. Comparando estas variables en ambos grupos, se observó que estas tres, fueron menos en el grupo de ultrasonido, teniendo que aplicar las pruebas estadísticas correspondientes, para llegar a la conclusión de que su resultado o diferencia, no fue estadísticamente significativa.

La dificultad en el acceso, se observó en ambos grupos, pero no fue un parámetro que fuera determinante en el acceso exitoso, además de que no fue estadísticamente significativo como predictor de complicaciones o fracaso en el acceso en ninguno de los dos grupos.

Con respecto a la bibliografía, se observó que los resultados fueron muy similares, por ejemplo en las complicaciones, se reporta hasta 30% con el método convencional. En este

estudio se observó un mismo porcentaje. En el grupo de los casos, se observó un 10% de complicaciones, lo cual también es parecido a lo reportado por la bibliografía donde también se menciona del 5 al 10% de complicaciones con el uso del ultrasonido.

Comparando las variables de interés, se pudo obtener que de acuerdo a las pruebas estadísticas realizadas, las variables que resultaron estadísticamente significativas fueron: IMC, número de intentos, clasificación del peso de acuerdo a IMC, antecedentes de anormalidad en cuello y complicaciones.

Si bien el ultrasonido no es infalible, pues así como está descrito en la bibliografía pueden existir complicaciones aún con su uso (aunque en menor grado). Es por eso, que el aplicar las estrategias que se recomiendan para familiarizarse con la visión en la pantalla y la operación del equipo, hace que el índice de falla disminuya. En caso de que exista alguna punción accidental de la carótida, el ultrasonido permite visualizarlo y de esta manera, realizar un diagnóstico y tratamiento oportunos para evitar que cualquier complicación se vuelva más peligrosa.

CONCLUSIONES.

- ❖ En este estudio ambos grupos fueron homogéneos por lo que se pudo valorar adecuadamente los dos métodos en cada grupo.
- ❖ Una de las limitantes de éste fue que la colocación del catéter venoso central no fue realizada por el mismo operador, sin embargo, si fue colocada por personas con al menos un año de experiencia en utilización de ultrasonido y con al menos, tres años de experiencia colocando catéteres con el método convencional.
- ❖ De acuerdo a la literatura, el hecho de que el método convencional sea operador dependiente, hace que el método con ultrasonido lo sea también, pues hay que familiarizarse con el equipo; sin embargo, se ha visto que con el uso del ultrasonido la curva de aprendizaje es menor.
- ❖ El ultrasonido no es mejor en cuanto a acceso exitoso o dificultad para éste, sin embargo, en pacientes con mayor IMC, o algún antecedente de alteración en el cuello si es mejor.
- ❖ Durante años, ha existido un gran número de reportes que han comentado las grandes complicaciones que pueden presentar los pacientes sometidos a colocación de catéter venoso central. En el esfuerzo para hacer énfasis en encontrar soluciones efectivas preventivas de éstas, en este contexto, el uso del ultrasonido puede ayudar al operador a identificar la relación que existe entre la arteria y la vena, qué tan común es la anatomía venosa anormal, qué vaso es mejor usar, cuánto debe girar la cabeza y el efecto de la posición del paciente con respecto al diámetro de la vena.
- ❖ La tasa de complicaciones disminuyó un 60% en nuestro estudio por lo que se recomienda el uso del ultrasonido para disminuir éstas en los pacientes del Centro Médico ABC.
- ❖ El uso del ultrasonido no es infalible, siempre pueden existir ciertas complicaciones como punción arterial, mala posición, etc., es por eso que siempre se debe realizar el procedimiento con la debida precaución y adoptando las medidas de seguridad que se adoptan para el método convencional como adecuada asepsia y antisepsia y la obtención de una radiografía de tórax de control.
- ❖ El ultrasonido es una herramienta de la actualidad, considerada como útil en la mayoría de los pacientes según las guías americanas o europeas. Si bien no se ha estudiado o evaluado su uso en México, es importante que se realice si no de rutina, (como está

recomendado), en pacientes con comorbilidad o que se considere que presentan acceso vascular difícil.

- ❖ Es importante implementar este tipo de técnica en el servicio de anestesiología de los hospitales en México, específicamente el Centro Médico ABC, donde se cuenta con el equipo y material necesario, y de esta forma minimizar las complicaciones asociadas a la colocación de catéter venoso central, además de ofrecer un servicio de mejor calidad al paciente.
- ❖ Las desventajas del uso del ultrasonido, también se deben mencionar. Puede existir un proceso de aprendizaje que involucre tiempo y dedicación, además de que toma tiempo el encender y adecuar el aparato, y cubrir el transductor con material estéril. Los accesorios del equipo son caros y con el ultrasonido disponible, el operador se vuelve más dependiente del mismo. Sin embargo, todas estas potenciales desventajas son rebasadas por las ventajas como son: la visualización del vaso a puncionar, la visualización de la progresión de la aguja, los intentos de punción reducidos y la minimización de complicaciones relacionadas al catéter.
- ❖ A pesar de un aumento en el tiempo de punción, variable que no fue medida en este estudio, el tiempo efectivo para el acceso exitoso se puede reducir, especialmente en pacientes con accesos vasculares difíciles.
- ❖ El ultrasonido combina el procedimiento de la punción con el diagnóstico y detección de variantes anatómicas, lesiones y complicaciones, lo cual lo hace una herramienta poderosa y útil para el acceso vascular difícil.
- ❖ Con la implementación de la técnica en el Centro Médico ABC, los accesos venosos centrales podrían reducir los costos asociados a hospitalización, reduciendo las complicaciones y optimizando el procedimiento en la sala de operaciones y en la unidad de cuidados intensivos.
- ❖ El profundo impacto de las complicaciones asociadas con la colocación de éste es muy importante, debido a que los esfuerzos para minimizar o evitar su ocurrencia deberían ser un elemento de rutina en los programas de implementación de calidad.
- ❖ Es importante que en el futuro, todos los anestesiólogos y residentes del Centro Médico ABC, cuenten con la capacitación adecuada para promover el uso de esta técnica y de esta forma, se genere la conciencia de las potenciales complicaciones que se pueden prevenir al momento de colocar un catéter venoso central “a ciegas”; sobre todo si se cuenta con el recurso; esto de acuerdo a los lineamientos y guías europeas y americanas que actualmente, consideran el uso del ultrasonido como de rutina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Ronald D. Miller, MD; Lars I. Eriksson, MD, PHD; Lee A. Fleisher, MD; Jeanine P. Wiener-Kronish, MD; William L. Young, MD. Miller's Anesthesia, 7th edition. Copyright © 2009. Churchill Livingstone.
2. Robert W. Taylor, MD; Ashok V. Palagiri, MD. Central Venous Catheterization. *Critical Care Medicine*. 2007; 35.
3. Roberto E Kusminsky, MD, MPH, FACS. Complications of Central Venous Catheterization. *Journal of American College of Surgery*. 2007:1.
4. Ultrasound guidance for vascular Access. Paul-André C. Abboud, MD. John L. Kendall, MD. *Emergency Medical Clinics of North America*. 2004; 22: 749–773.
5. Wolfram Schummer MD, Claudia Schummer MD, , Heike Tuppatsch MD, Jürgen Fuchs MD, Frank Bloos MD, Egbert Hotelman MD, DEAA, EDIC . US guided central venous cannulation: Is there a difference between Doppler and B-mode ultrasound? *Journal of Clinical Anesthesia*. 2005; 12.
6. John G. Augoustides MD. Evidence-based decision making in ultrasound-guided central venous cannulation: choosing between the eye and the ear. *Journal Clinical of Anesthesia*. 2006; 18: 165-166.
7. Koji Hosokawa, M.D., Nobuaki Shime, M.D., Ph.D., Yuko Kato, M.D., Satoru Hashimoto, M.D., Ph.D. A randomized trial of ultrasound image-based skin surface marking vs. real-time us-guided. *Anesthesiology* 2007; 107: 720–4
8. Michael Blaivas, MD, Srikar Adhikari, MD. An unseen danger: Frequency of posterior vessel Wall penetration by needles during attempts to place internal jugular vein central catheters using ultrasound guidance.
9. National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults—The Evidence Report. *Obes Res* 1998; 6:51S-209S.
10. Robert T. Andrews MD, Dawn A. Bova BS, MBA, Anthony C. Venbryx. How much guidewire is too much? Direct measurement of the distance from subclavian and internal jugular vein access sites to the superior vena cava-atrial junction during central venous catheter placement. Copyright © 2000 by Lippincott Williams & Wilkins.

11. McGee D, Gould M. Preventing complications of central venous catheterization. *New England Journal of Medicine*. 2003; 348: 1123-1133.
12. Eisen L, Narasimhan M, Berger J, et al. Mechanical complications of central venous catheters. *Journal of Intensive Care Medicine*. 2006; 21: 40 – 46.
13. Maeken, Tim, MD; Grau Thomas, MD, PhD. Ultrasound Imaging in Vascular Access. *Critical Care Medicine*. 2007; 35 (Suppl): 178 – 185.
14. Riley RH, Gaylard DG, Wright DA y cols. The LMA and difficulty with the internal jugular vein cannulation. *Anaesthesia*. 1999; 54: 1224.
15. Takeyama K, Kobayashi H, Suzuki T. Optimal puncture site of the right internal jugular vein after laryngeal mask airway placement. *Anesthesiology*. 2005; 103: 1136-1141.
16. James M. Riopelle, MD., Darren P. Ruiz, MD, John P. Hunt, MD., Mark R. Mitchell, MD., J.Carlos Mena, MD., Jason A. Rigol, MD., Bruno C. Jubelin, PhD. Circumferential Adjustment of Ultrasound Probe Position to Determine the Optimal Approach to the Internal Jugular Vein: A Noninvasive Geometric Study in Adults. *Anesthesia and Analgesia* 2005; 100: 512-9.

ANEXOS.

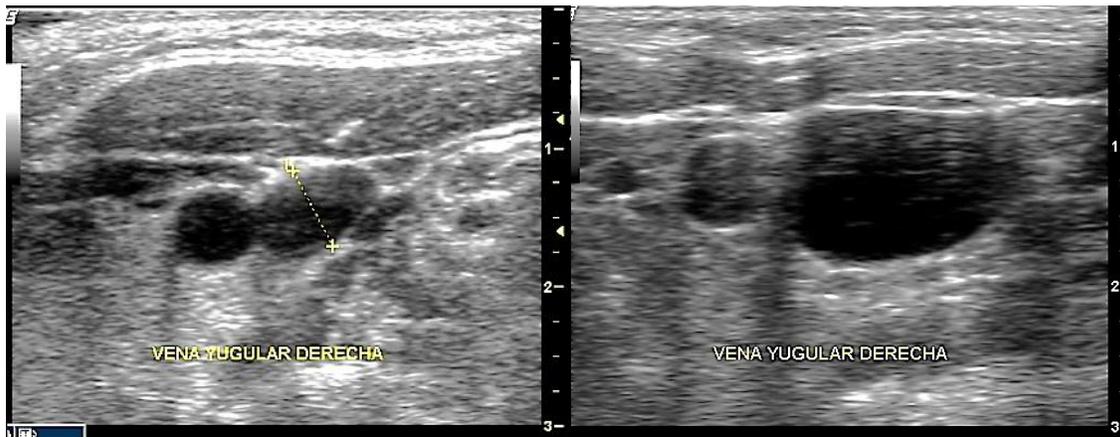


Foto 1. Vista de la localización de los vasos en su eje transversal con ultrasonido. Se observa la relación de la vena yugular interna derecha con la arteria carótida. En la siguiente foto se observa el cambio de forma de la vena al momento de ejercer presión sobre el cuello fenómeno que no sucede con la arteria.



Foto 2. Vista del eje longitudinal de la vena yugular interna derecha.