



**Universidad del
Rosario**



UNIVERSIDAD CES
Un Compromiso con la Excelencia
Resolución del Ministerio de Educación Nacional No. 1371 del 22 de marzo de 2007

**ACCESO YUGULAR INTERNO CON EL USO DE ECÓGRAFO DE BOLSILLO EN
MODELO SIMULADO: COMPARACIÓN ENTRE TÉCNICAS DE VISUALIZACIÓN
BIPLANO Y MONOPLANO.**

Autores

**Yury Forlan Bustos Martínez – Maestría en Epidemiología
Gloria Catalina Zuluaga López - Maestría en Epidemiología**

Jair Antonio Ruiz Garzón – Especialización en Epidemiología

Tutor temático

William Prada Mancilla

Tutor metodológico

Angela María Pinzón Rondón

Posgrados en Epidemiología

**Universidad CES
Universidad del Rosario**

**Bogotá -Colombia
2022**

Identificación del proyecto

Institución académica: Universidad CES / Universidad del Rosario

Dependencia: Posgrados en Epidemiología

Título de la investigación: Acceso yugular interno con ecógrafo de bolsillo en modelo simulado: comparación entre técnicas de visualización biplano y monoplaneo.

Instituciones participantes: Universidad del Rosario / Centro de Simulación Clínica

Tipo de investigación: Investigación original

Investigador principal: Yury Forlan Bustos Martínez

Gloria Catalina Zuluaga López

Jair Antonio Ruiz Garzón

Investigadores asociados:

Asesor clínico o temático: William Prada Mancilla

Asesor metodológico: Angela María Pinzón Rondón

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS:

La declaración de conflictos de interés forma parte de la política universal del International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), disponible en <http://www.icmje.org/>.

A continuación, los autores del protocolo declaran sus conflictos de interés:

WAP: ninguno.

YFB: ninguno.

AG: ninguno.

MD: ninguno.

AV: ninguno.

Contenido

1. Introducción	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Justificación	2
2. Marco teórico	4
2.1. Complicaciones	4
2.2. Recomendaciones para el uso de ultrasonido en accesos vasculares centrales.....	6
2.3. Técnicas ecográficas para los accesos vasculares centrales.....	7
3. Pregunta de Investigación.....	11
4. Objetivos.....	12
4.1. Objetivo General.....	12
4.2. Objetivos específicos	12
5. Formulación de la hipótesis	13
6. Metodología.....	14
6.1. Tipo y diseño de estudio	14
6.2. Población y muestra	14
6.3. Criterios de Inclusión y exclusión.....	14
6.3.1. Criterios de inclusión:.....	14
6.3.2. Criterios de exclusión:.....	15
6.4. Tamaño de muestra.....	15
6.5. Definición y operacionalización de variables.....	15
6.5.1. Descripción de las variables	15
6.6. Descripción y definición de la intervención.....	17
6.7. Control de errores y sesgos	20
6.8. Análisis	20
6.9. Plan de divulgación de la información	21
7. Aspectos éticos.....	22
8. Resultados.....	23
9. Discusión	26
10. Conclusiones	28
11. Referencias.....	29
12. Anexos.....	33
12.1. Anexo 1 Documento de consentimiento informado	33
Anexo 12.2. Análisis bivariado variables cualitativas	37
Anexo12.3. Analisis variables cuantitativas	39

12.4. Análisis bivariado teniendo en cuenta variables demográficas	42
Diferencia de los tiempos entre los expertos que realizaron los procedimientos.....	43

Índice de tablas y figuras

1. Tablas

Tabla 1. Descripción de variables del estudio	15
Tabla 2. Resultados de los desenlaces según imagen ecográfica.....	24
Tabla 3. Variables demográficas y valor de p de éxito de canulación.	42

2. Figuras

Figura 1. Secuencia del procedimiento para accesos vascular en plano.	18
Figura 2. Tiempo hasta la canulación por imagen ecográfica.	25
Figura 3. Punción de la pared posterior según plano ecográfico.	25
Figura 4. Diferencia de los tiempos entre los expertos que realizaron los procedimientos.	43

Abstract

Introduction: The use of ultrasound in central venous access is the current standard due to its advantages in terms of efficiency and safety. In-plane or out-of-plane visualization are the techniques used today without the evidence showing an advantage of one over the other. The objective of the study is to compare the biplane visualization with the in-plane and out-of-plane techniques in terms of success and time in simulated models.

Methodology: A simulated experiment was conducted in which 10 specialists in emergency medicine participated in 60 simulated events, where a randomization of the visualization technique to be used in each event was carried out. Each event required the intravenous cannulation of a simulated model for jugular venous access for which a maximum of 3 attempts could be made. It was recorded in number of attempts required for each event as well as the success of the puncture and venous cannulation, the frequency of redirection and the puncture of the posterior wall, the time required to obtain an optimal window, to visualize the needle inside the vessel and the time for the proper passage of the guide was also studied. The success ratios and times required for each visualization technique (Biplane / In-Plane / Out-of-Plane) were compared.

Results: A 100% success rate was obtained in channeling with the 3 techniques. Success on the first attempt was 95% for biplane versus 100% for in-plane and out-of-plane. The median total time for the procedure was higher for biplane (BP) visualization in a non-statistically significant way compared to in-plane (EP) and out-of-plane (FP), (29.9 vs 25.2 vs 29 seconds; $p= 0.999$). There were no significant differences in cannulation success, needle redirection, or posterior wall puncture frequency of BP compared to EP and FP.

Conclusions: The biplane visualization with the use of pocket ultrasound for internal jugular channeling in simulated models did not demonstrate significant differences when compared with in-plane and out-of-plane visualization techniques.

Keywords: “vascular access”, “point of care ultrasound”, “biplane”, “catheterization complication”, “simulation”.

Resumen

Introducción: El uso de la ecografía en los accesos venosos centrales es el estándar actual por sus ventajas en términos de eficiencia y seguridad. La visualización en plano o fuera de plano son las técnicas utilizadas en la actualidad sin que la evidencia muestre ventaja de una sobre la otra. El objetivo de este estudio es comparar la visualización biplano con la técnica en plano y fuera de plano en términos de éxito y tiempo en modelos simulados.

Metodología: Se llevo a cabo un experimento simulado en el cual 10 especialistas en medicina de emergencias participaron en 60 eventos simulados, utilizando una aleatorización de la técnica de visualización a evaluar en cada evento. Para cada evento de canalización de un modelo simulado para acceso venoso yugular, se podían realizar a un máximo de 3 intentos. En cada procedimiento se registró el número de intentos requeridos, el éxito de la punción y de la canalización. Así mismo, se exploró la frecuencia de redireccionamiento y de la punción de la pared posterior. Los tiempos requeridos se midieron para obtener una ventana optima, visualizar la aguja dentro del vaso y el para el paso adecuado de la guía. Finalmente, con los datos obtenidos se realizó una comparación de las proporciones de éxito y los tiempos de cada técnica de visualización (Biplano / En plano / Fuera de plano).

Resultados: Se obtuvo un 100% de éxito en la canalización con las 3 técnicas. El éxito en el primero intento fue de 95% para la visualización biplano versus 100% para en plano y fuera de plano. La mediana de tiempo total para el procedimiento fue mayor para la visualización biplano (BP) de forma no estadísticamente significativa comparado con en plano (EP) y fuera de plano (FP), (29.9 vs 25.2 vs 29 segundos; $p= 0.999$). No hubo diferencias significativas en el éxito de canulación, el redireccionamiento de la aguja o la frecuencia de punción de pared posterior de BP comparado con EP y FP.

Conclusiones: La visualización biplano con el uso de ecógrafo del bolsillo para la canalización yugular interna en modelos simulados no demostró diferencias significativas al compararlo con las técnicas de visualización en plano y fuera de plano.

Palabras clave: “acceso vascular”; “ultrasonido focalizado”; “Biplano”; “Complicaciones de cateterización”; “simulación”.

1. Introducción

1.1. Planteamiento del problema

La obtención de accesos vasculares centrales como vía para la inserción de catéteres y dispositivos, es uno de los procedimientos más realizados durante la atención de pacientes críticos en las salas de urgencias y unidades de cuidado intensivo. Se estima, alrededor de 5 millones de accesos vasculares centrales al año en los Estados Unidos (1). Este tipo de accesos es requerido para múltiples propósitos, tales como la administración de medicamentos (medicamentos irritantes, nutrición enteral, administración prolongada de medicamentos), la monitorización de variables hemodinámicas (Presión venosa central, presión de la arteria pulmonar, marcapaso transcutáneo, etc.) y la implementación de terapias de reemplazo renal, entre otras (2). A pesar de las múltiples ventajas del uso de estos dispositivos, el procedimiento de inserción tiene un importante porcentaje de falla y presenta complicaciones inmediatas o tardías del 15%, que pueden poner en riesgo la vida de los pacientes, esta se clasifican en 3 categorías: mecánicas que ocurren alrededor del 5 a 19%, las infecciosas entre el 5 a 26% y las trombóticas del 2 a 26% (3).

La inserción de catéteres venosos centrales se realiza predominantemente mediante la identificación de reparos anatómicos, que permiten ubicar el punto de inserción de la aguja para llegar al vaso seleccionado y posteriormente introducir el dispositivo con ayuda de una guía metálica. No obstante, se han encontrado varios factores asociados a dificultad y falla en la inserción, como el tipo de catéter, la anatomía del paciente, y el lugar seleccionado para la colocación; lo que ha llevado a la necesidad de desarrollar nuevas estrategias, que permitan un aumento del éxito de la intervención y una disminución de la tasa de complicaciones (2,4,5).

El uso de la ecografía para la visualización de los vasos sanguíneos seleccionados para la inserción de catéteres ha disminuido la tasa de complicaciones (RR: 0.22, IC 0.10 – 0.45) y ha disminuido el riesgo de falla en la colocación del catéter (RR: 0.32

IC 0.18 – 0.55), convirtiéndose en una práctica fuertemente recomendada por la mayor parte de sociedades científicas dedicadas a la atención de pacientes críticos (4). La técnica ecográfica utilizada para guiar los accesos vasculares centrales no es uniforme y va desde la utilización para la marcación en la piel del punto de punción hasta la visualización dinámica de la aguja hasta llegar al vaso objetivo.

Las técnicas dinámicas presentan ventajas y desventajas de acuerdo con el tipo de eje de visualización utilizado, sin llegar a reducir totalmente la falla o las complicaciones. Nuevos avances como la visualización simultánea de varios ejes podrían generar procedimientos más seguros y efectivos.

Por lo anterior, en este estudio se pretende aportar evidencia sobre el uso de la visualización ecográfica simultánea del eje transversal y longitudinal de vaso sanguíneo y la aguja como una forma de mejorar de eficiencia y seguridad de este procedimiento.

1.2. Justificación

De acuerdo con el informe del Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos, se presentan alrededor de 100.000 muertes al año debidas a errores relacionados con el cuidado de los pacientes y no directamente a la enfermedad, generando un costo estimado de 17 a 29 mil millones de dólares al año, este tipo de hallazgos ha llevado a la necesidad de encontrar prácticas basadas en la evidencia que disminuyan el número de eventos adversos (6).

La Agencia para la Investigación y la Calidad del Cuidado de la Salud, recomienda fuertemente el uso de la ecografía en tiempo real para la inserción de catéteres centrales, de igual forma lo hace el colegio americano de médicos de emergencias, la sociedad americana de anestesiología, la sociedad americana de anesestesiólogos cardiovasculares y la sociedad francesa de anestesiología y reanimación entre muchas otras sociedades científicas (7–10).

Entre los métodos dinámicos o en tiempo real se encuentra la técnica fuera de plano y la técnica en plano, a pesar de las diferencias y probables ventajas de cada una de

ellas, la evidencia no muestra superioridad de una sobre la otra (11,12). Si bien la guía ecográfica ha mostrado ventajas sobre los abordajes basados en reparos anatómicos, aún siguen presentándose complicaciones mecánicas que deberían no darse dado que el ecógrafo permite la visualización tanto de la aguja como de las estructuras vasculares (13).

Desde hace algunos años se han venido utilizando técnicas de visualización de dos planos (biplano) gracias al uso de transductores matriciales y el software de algunos equipos de ecocardiografía diseñados para obtener imágenes 3D en tiempo real (14); sin embargo, este tipo de avances ya se encuentra disponible para ecógrafos de bolsillo lo cual hace posible su uso en escenarios donde la disponibilidad de equipos costosos no es una posibilidad (15).

Actualmente no hay estudios de la efectividad de la visualización en 2 planos con el uso de ecógrafos de bolsillo para el acceso yugular interno, lo cual se hace necesario la generación de evidencia que compare este tipo de técnica con las visualizaciones tradicionales en plano y fuera de plano.

2. Marco teórico

Los accesos venosos centrales son procedimientos realizados frecuentemente en el manejo de pacientes tanto fuera como dentro de las unidades de cuidado intensivo; estos accesos son utilizados para la inserción de diferentes tipos de dispositivos con propósitos variados, tales como la monitoría de los pacientes en sus variables hemodinámicas, terapias farmacológicas e hidroelectrolíticas, terapias reemplazo renal, nutrición parenteral y estimulación cardíaca entre otros (2). En los Estados Unidos se insertan más de 5 millones de catéteres venosos centrales cada año (3), a nivel hospitalario la utilización del catéter central es más alta en la unidad de cuidado intensivo (UCI) (55,4%) que fuera de esta (24,4%) (16). En muchas ocasiones los pacientes que consultan al servicio de salud con enfermedades críticas, requieren como parte de su manejo inicial o durante la hospitalización la inserción de un catéter central, se ha estimado una incidencia del 8,1% de todos los paciente hospitalizados (17).

2.1. Complicaciones

El paso de dispositivos a través de procedimientos de canulación de vasos centrales no está exento de complicaciones, las cuales se pueden clasificar como infecciosas, trombóticas y mecánicas. En la revisión realizada por McGee y Gould en 2003 se reportaba que el porcentaje de pacientes que presentaron complicaciones asociadas a la cateterización venosa central llegaba a ser superior al 15%, las complicaciones trombóticas e infecciosas alcanzaban hasta un 26% y las mecánicas un 19% (3).

Las complicaciones de tipo infeccioso cuentan con una mortalidad atribuible del 5% y dependen a factores asociados al paciente, al catéter y al operador (18). El seguimiento de medidas adecuadas de asepsia asociadas a programas específicos para evitar este tipo de complicación muestra una reducción de la tasa de complicaciones. Parienti et al. (2015) reportan una tasa de infección asociada al catéter entre el 0,5% y el 1.4%, de acuerdo con el sitio seleccionado para la canulación, a favor de aquellos realizados por vía subclavia (13). Las complicaciones trombóticas en la actualidad se presentan entre un 0,5% a un 5% de los pacientes,

se asocian a factores de riesgo como trombofilia, hipercoagulabilidad, el uso de agentes inductores de eritropoyesis, el tamaño del catéter y su infección entre otros (13,19).

Las complicaciones mecánicas son un gran espectro que va desde aquellas insignificantes desde el punto de vista de la repercusión clínica hasta las que pueden poner en peligro la vida del paciente. Entre este grupo de complicaciones se encuentra el neumotórax, la punción arterial, laceración del vaso, el sangrado (hemotórax, hematoma del sitio de punción, hematoma mediastinal), la lesión de nervio, las arritmias, el embolismo aéreo, el desplazamiento de la punta del catéter y la malposición de este (20).

La incidencia cambia de acuerdo el tipo de complicaciones incluidas en cada estudio en particular, y sobre todo al uso actual de la guía ecográfica para guiar la punción. Calvache et al. realizaron un estudio prospectivo en 300 pacientes a quienes les fue insertado un catéter venoso central por vía subclavia o yugular con localización del vaso por reparos anatómicos encontrando una incidencia de complicaciones del 17%, observaron además una asociación significativa entre el número de intentos con las complicaciones mecánicas al comparar 1 con 3 o más intentos (OR 3,62 [95% IC 1,34-9,8]) (21). En 2006, Eisen et al. encontraron una incidencia de 34% de complicaciones mecánicas cuando se incluía la falla en la posición del catéter y del 14% cuando se excluía; menos de 5% de las punciones fueron realizadas con guía ecográfica (22). En 2017, Lathey et al. reportan una incidencia de 3,1% en una muestra de 487 inserciones de catéteres venosos centrales donde la complicación más frecuente fue la falla en la inserción con un 1,4%; en este estudio la totalidad de las intervenciones fue realizada con guía ecográfica (23). Lamperti et al. realizaron un estudio aleatorizado multicéntrico que incluyó 3471 catéteres insertados en 3027 pacientes hallando una incidencia de complicaciones mecánicas del 0,7% para la vía femoral, 1,4% para la yugular y 2,1% para la subclavia; los catéteres podrían o no ser insertados con guía ecográfica, la mayor parte de los catéteres por vía femoral y subclavia se insertaron por reparos anatómicos, contrario a la vía yugular en la que predominó la guía ecográfica (24).

2.2. Recomendaciones para el uso de ultrasonido en accesos vasculares centrales

A partir del informe de final del siglo pasado del Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos en el cual se atribuían hasta 100.000 muertes al año asociadas a la atención en salud y no al efecto directo de las enfermedades, se comenzó el establecimiento de estudios que permitieran implementar prácticas de atención más seguras que disminuyeran esta alta morbilidad y mortalidad (6). La Agencia para la Investigación en Salud y Calidad publicó en el 2001 un reporte titulado Making Health Care Safer (Haciendo el cuidado de la salud más seguro) basado en la mejor evidencia disponible para la época, donde se establecen las prácticas más importantes que mejoran la seguridad en la atención de los pacientes. Este reporte encontró 11 prácticas que consideraron fuertemente recomendadas dada la fuerza de la evidencia analizada, una de estas recomendaciones es el uso de guía ecográfica en tiempo real para prevención de complicaciones durante la inserción de líneas centrales (25). En el 2013 esta misma agencia publicó el reporte Making Health Care Safer II donde el uso del ultrasonido continua en el listado de las prácticas más recomendadas (7).

En las últimas dos décadas han aparecido una gran cantidad de estudios en los cuales se observa la seguridad y conveniencia del uso del ultrasonido como guía para la obtención de accesos vasculares. Las principales sociedades científicas implicadas con este tipo de procedimiento han realizado el análisis de la evidencia científica para la formulación de guías de práctica clínica. En el 2011 la Sociedad Americana de Ecocardiografía y la Sociedad Americana de Anestesiólogos Cardiovasculares publicaron sus Guías para la *Utilización de la Guía Ultrasonográfica para la Canulación Vascul*ar, en estas se recomienda con evidencia nivel 1 que los clínicos apropiadamente entrenados deberían utilizar ultrasonido en tiempo real para la canulación de la vena yugular interna y de esta forma aumentar el éxito y reducir la incidencia de complicaciones (8).

En el 2012 la Sociedad Americana de Anestesiología a través de su grupo de trabajo para accesos vasculares centrales publican las *Guías de Práctica para los Accesos Venosos Centrales*, en ellas también recomiendan, que cuando esté disponible, el

ultrasonido en tiempo real debe ser usado como guía para los accesos venosos cuando la vena yugular interna o la vena femoral son seleccionadas para canulación, se menciona además el uso de la vena subclavia como controversial cuando se usa guía ecográfica (9); ese mismo año la revista *Intensive Care Medicine* publica las *Recomendaciones Internacionales Basadas en la Evidencia Para los Accesos Vasculares Guiados por Ultrasonido*, en estas recomendaciones se considera con un nivel de evidencia A, un muy buen grado de consenso y una fuerte recomendación, el uso de ultrasonido para guiar el acceso venoso o arterial central de forma rutinaria (24).

En el 2015 la Sociedad Francesa de Anestesia y Reanimación publica su *Guía para el Uso del Ultrasonido para los Accesos Vasculares*, en este documento se enfatiza la ventaja comparativa de la técnica por ecográfica versus aquella que utiliza reparos anatómicos: se encuentra que en la yugular interna hay una disminución de 86% en la tasa de falla de cateterización, 80% en la punción arterial, 78% en la producción de hematomas, 90% neumotórax y 94% en hemotórax, de igual forma el análisis de la evidencia para los accesos vasculares por vía subclavia y femoral muestran ventajas evidentes en pacientes adultos y por lo tanto la recomendación del ultrasonido como guía es fuerte; sin embargo, no hay suficiente evidencia para una fuerte recomendación en el caso de vías periféricas en adultos o niños así como tampoco en abordajes subclavios en población pediátrica (10).

2.3. Técnicas ecográficas para los accesos vasculares centrales

El primer catéter central fue insertado en 1929 por Werner Forssmann, documentándose por primera vez el posicionamiento intracardíaco de un catéter percutáneo a través de un acceso antecubital. En 1952, Aubaniac describió una nueva técnica posteriormente modificada por Wilson que permitió el paso de catéteres centrales a través de la vena subclavia (26–28). Sven Ivar Seldinger publicó en 1954 la descripción de una técnica que permitía el paso de un catéter con ayuda de una guía metálica flexible introducida hasta el vaso a través de una aguja de punción, convirtiéndose en la base actual de los procedimientos encaminados al paso de

catéteres centrales (29,30). En 1968, English reportó por primera vez el acceso yugular interno para la monitoria de la presión venosa central (31).

El primer reporte del uso del ultrasonido para facilitar la obtención de un acceso venoso central fue realizado por Peters en 1982, la técnica consistía en la identificación y posterior marcación de la posición de la arteria y la vena subclavia gracias a la diferencia de sonido captada a través de un transductor Doppler ubicado en la región infraclavicular (32).

En la actualidad la guía ecográfica para el paso de catéteres centrales en urgencias y cuidado crítico se realiza utilizando más frecuentemente ecógrafos portátiles, existen dos formas generales de hacerlo, una llamada estática donde se realiza una ventana ecográfica en modo B (2 dimensiones) y una vez establecida la localización del vaso se marca la trayectoria de este en la piel del paciente para después utilizar esa marcación como punto de reparo y hacer la punción ya sin la necesidad de usar el ecógrafo. Por otro lado, se denomina técnica dinámica o en tiempo real cuando se utiliza una ventana ecográfica en modo B para ver el ingreso de la aguja al vaso a canular (1,33). La evidencia muestra superioridad de la técnica dinámica cuando se compara con la estática en términos de tasa de éxito, número de intentos y tiempo requerido para la canulación (8,34).

La técnica dinámica o en tiempo real puede ser realizada en dos ejes de visualización de la aguja que se conocen como *en plano (eje largo)* y *fuera de plano (eje corto)*; en el primero los haces de sonido chocan con el eje largo de la aguja observándose una imagen hiperecoica lineal que corresponde a la aguja en toda su extensión, por otro lado, el eje fuera de plano se refiere a que los haces de sonido del transductor chocan con el plano transversal de la aguja, lo que resulta en una imagen puntiforme hiperecoica de esta. La visualización en plano se suele usar asociado a cortes longitudinales del vaso y tiene como ventaja la visualización de tanto la punta como el resto de la aguja, mientras simultáneamente se observa el vaso sanguíneo; sin embargo, tiene como inconvenientes que solo se ve un solo vaso y por lo tanto se pierde de vista otras estructuras vasculares lo cual puede llevar a confundir el vaso arterial y venoso, por otro lado, la alineación del transductor con la aguja puede ser difícil. La visualización fuera de plano se suele asociar a cortes transversos del vaso

y del segmento corporal haciendo fácil la identificación anatómica de venas, arterias y del resto de las estructuras; sin embargo, la escasa visualización de la aguja y la imposibilidad de identificar si lo que se ve se trata de la punta o de otro segmento puede llevar a su ubicación incorrecta ya que se puede infraestimar la profundidad real de la aguja (35).

Ha existido gran controversia en los beneficios potenciales de un eje de visualización sobre otro, en 2018 Liu et al. realizó un metaanálisis sobre la guía ecográfica de la cateterización vascular comparando la visualización fuera plano con la de en plano, incluyeron 11 estudios para un total de 1210 pacientes sin encontrar diferencias significativas en la tasa de éxito (RR, 1.01; 95% IC, 0.99-1.04; $P=0,35$; $I^2=48\%$), tampoco se identificaron diferencias significativas en la presencia de complicaciones (36).

Se ha descrito otro abordaje denominado oblicuo en el cual los vasos sanguíneos son observados en un plano intermedio entre el eje trasverso y el longitudinal asociándose a la visualización en plano de la aguja. De esta forma se busca aprovechar la capacidad para ver los vasos venosos y arteriales de forma simultánea como en el corte transversal y poder ver la aguja en toda su extensión. Lv et al. realizaron un metaanálisis donde compararon el eje largo, el eje corto y el eje oblicuo sin encontrar diferencias significativas en términos de tasa de éxito, número de intentos para alcanzar el éxito o la incidencia de hematoma (12).

En 2017, Takeshita et al. investigaron la combinación del fuera de plano y en plano de tal forma que inicialmente se realizaba la punción fuera de plano con el objetivo de direccionar la punción hacia la mitad de vaso y una vez asegurada la trayectoria cambiar a una visualización a en plano permitiendo ver la aguja y el vaso simultáneamente, en este estudio se encontró una tasa de éxito significativamente mayor con la combinación de los ejes con respecto a la realización solo de la punción fuera de plano (37).

La utilización de transductores sectoriales matriciales se ha utilizado previamente en estudio ecocardiográficos y permiten la exploración simultánea de varios ejes lo cual permite la obtención de imágenes 3D en tiempo real (38). Panidapu et al. 2021

encontró que al comparar un grupo de pacientes en los cuales se realizó una visualización de dos planos simultáneos versus un grupo a los cuales se les realizó un abordaje fuera de plano, había diferencias significativas en el éxito al primer intento de punción a favor del uso de biplano al igual que una mayor calidad en la visualización de la aguja y una menor necesidad de redireccionamiento (39).

La utilización de ecógrafos portátiles o convencionales asociado a transductores sectoriales matriciales puede tener limitaciones debido a la disponibilidad y los costos de este tipo de tecnología; sin embargo, recientemente se han publicado reportes de casos con el uso de ecógrafos de bolsillo de mucho menor costo que permiten obtener imágenes en dos planos simultáneos con resultados exitosos para la canulación venosa central (15). Convissar et al 2021 encuentra ventajas en términos de éxito y seguridad con el uso de imágenes biplano para accesos vasculares periféricos en modelos simulados por personal sin experiencia previa en el uso de guía ecográfica para accesos vasculares (40).

3. Pregunta de Investigación

¿Existen diferencias en el éxito de la canulación de la vena yugular interna en modelos simulados, en la visualización biplano comparado con la visualización en un plano, utilizando un ecógrafo de bolsillo?

Se empleó la estrategia “PICO” para la construcción de la pregunta de investigación:

Población	Modelo simulado (Central Line Simulator). Se convocó médicos especialistas en medicina de emergencias con experiencia en accesos vasculares guiados por ecografía.
Intervención	Canulación de la vena yugular interna bajo guía ecográfica con ecógrafo de bolsillo (Butterfly IQ+)
Comparación	Visualización biplanar comparada con visualización en un solo plano (En Plano y Fuera de Plano)
Resultado	Éxito en la canulación de la vena yugular interna en modelo simulado

4. Objetivos

4.1. *Objetivo General*

Determinar las diferencias del éxito en la canulación yugular interna en un modelo simulado entre las técnicas de visualización ecográfica en un solo plano y en biplano utilizando un ecógrafo de bolsillo.

4.2. *Objetivos específicos*

1. Hallar las diferencias en el tiempo requerido para la correcta obtención de la ventana de la vena yugular interna en modelos simulados al comparar las técnicas monoplaneo con la técnica biplano.
2. Determinar las diferencias entre las técnicas monoplaneo y biplano en el éxito de la punción de la vena yugular interna en el modelo simulado.
3. Establecer las diferencias en el número de punciones necesarias para realizar una canulación yugular interna en el modelo simulado al comparar las técnicas monoplaneo y biplano.
4. Establecer las diferencias en el tiempo para la visualización adecuada de la aguja dentro del vaso en el modelo simulado al comparar las técnicas monoplaneo y biplano.
5. Establecer las diferencias en el tiempo para una punción efectiva que permita el paso de la guía metálica en el modelo simulado al comparar las técnicas monoplaneo y biplano.
6. Comparar la frecuencia de punción de la pared posterior de la vena yugular interna en modelo simulado entre las técnicas monoplaneo y biplano.
7. Identificar las diferencias en la frecuencia de redireccionamiento de la aguja durante la canulación de la vena yugular interna realizada con técnicas monoplaneo y biplano.

5. Formulación de la hipótesis

El éxito de la canulación de la vena yugular interna en modelos simulados utilizando un ecógrafo de bolsillo es diferente cuando se utiliza la visualización biplanar comparado con la visualización en un solo plano (en plano y fuera de plano).

Hipótesis Nula

- No existen diferencias en la tasa de éxito para la canulación yugular interna en modelos simulados entre la técnica biplano y monoplaneo (en plano y fuera de plano).

Hipótesis Alterna

- Existe diferencia en la tasa de éxito para la canulación yugular interna en modelos simulados entre la técnica biplano y monoplaneo (en plano y fuera de plano).

6. Metodología

6.1. Tipo y diseño de estudio

- Enfoque cuantitativo
- Diseño experimental de un solo factor en simulación

6.2. Población y muestra

El presente es un estudio de simulación, por lo tanto, no se reclutaron pacientes. Se utilizó un simulador sintético que reproduce la anatomía de la vena yugular interna Central Line Simulator. Se convocaron especialistas en medicina de emergencias con experiencia en accesos vasculares guiados por ecografía para realizar las punciones empleando técnicas de visualización en uno y dos planos, sin importar el tiempo de experiencia clínica, se realizó una convocatoria abierta a los especialistas en medicina de emergencias de la ciudad de Bogotá – Colombia, mediante una invitación por chat grupal que reúne a médicos especialistas en medicina de emergencias de Colombia. A los participantes del chat que mostraron interés se les envió una invitación formal vía correo electrónico para establecer hora y fecha en la cual se llevaría a cabo los procedimientos, al contactar a los interesados se verificó el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión. La convocatoria se mantuvo abierta hasta lograr el reclutamiento de 10 especialistas que cumplieron con los criterios de inclusión y posteriormente aceptaron la participación bajo un consentimiento informado.

6.3. Criterios de Inclusión y exclusión

Para seleccionar a los especialistas que apoyarían la realización del procedimiento por simulación de acceso vascular central yugular, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

6.3.1. Criterios de inclusión:

- Ser mayor de 18 años.
- Aceptar voluntariamente a participar en el estudio.
- Ser especialista en medicina de emergencias.

- Tener experiencia en la obtención de accesos vasculares con guía ecográfica.

6.3.2. Criterios de exclusión:

- No haber realizado accesos vasculares centrales con guía ecográfica en el último año.
- Presentar algún tipo de discapacidad temporal o permanente que impida o limite la realización de los procedimientos.

6.4. *Tamaño de muestra*

De acuerdo con lo observado en estudios previos, se estimó un éxito en la canulación en el primer intento del 90% para la técnica biplano y del 50% para las técnicas en plano y fuera de plano (39), estimando 60 procedimientos (20 para cada técnica) para lograr un poder del 80% y un error α de 0.05. Permitiendo detectar la diferencia entre las ventanas ecográficas y los desenlaces en estudio. Estimando una tasa de pérdidas de seguimiento del 5%. Se ha utilizado la aproximación del Arcoseno usando el aplicativo Granmo versión 7.12 abril 2012.

6.5. *Definición y operacionalización de variables*

6.5.1. Descripción de las variables

Tabla 1. Descripción de variables del estudio

Variable	Definición	Valores que se estudiarán a la variable	Tipo Variable	Unidades
Edad	Número de años cumplidos	Edad del participante medida en años	Cuantitativa Discreta	Años
Sexo	Género	1. Masculino 2. Femenino	Cualitativa Nominal	NA
Años de experiencia	Número de años como especialista	Número de años	Cuantitativa Continua	NA

Tabla 2. Descripción de variables del estudio

Variable	Definición	Valores que se estudiarán a la variable	Tipo Variable	Unidades
Evento simulado	Evento /procedimiento simulado	Código alfanumérico que identifica el evento o procedimiento	Cualitativa Nominal	NA
Plano ecográfico	Plano ecográfico utilizado para la hacer la punción (En plano, fuera de plano o biplano)	1=Biplano 2=Fuera de plano 3=En plano	Cualitativo Nominal	NA
Tiempo a ventana (Tventana)	Tiempo en segundos transcurrido desde la toma del traductor el ajuste del equipo de ultrasonido hasta la obtención de la venta profundidad en el plano adecuado para la punción.	Tiempo en segundos	Cuantitativa Continua	Segundos
Tiempo a vaso (Tvaso)	Tiempo en segundos desde la punción de la superficie de modelo hasta la visualización de la aguja dentro del vaso. En caso de biplano debe observarse en ambos planos.	Tiempo en segundos	Cuantitativa Continua	Segundos
Éxito de punción	Aspiración positiva del fluido dentro del vaso verificado por el llenado de la jeringa de al menos 2cc.	0= no 1= si	Cualitativa Nominal	NA
Punción pared posterior	Visualización del contacto de la punta de la aguja con la pared posterior del vaso puncionado o la necesidad de retroceso de la aguja para obtener al menos 2 cc de líquido.	0= no 1= si	Cualitativa Nominal	NA
Éxito de canulación	Paso de al menos 15 cm de la guía a través de la aguja después de la punción.	0= no 1= si	Cualitativa Nominal	NA
Número de punciones	Número de punciones necesarios para tener éxito en la canulación	Número de punciones	Cuantitativa Discreta	NA
Redireccionamiento	Necesidad de realizar un redireccionamiento de la aguja para tener una aspiración positiva	0= no 1= si	Cualitativa Nominal	NA

6.6. Descripción y definición de la intervención

Lugar: El estudio se desarrolló en un ambiente controlado empleando las instalaciones del Centro de Simulación de la facultad de medicina de la Universidad del Rosario en Bogotá, Colombia.

Sesión previa: Antes de iniciar cada procedimiento se explicó a cada participante, de manera individual los objetivos y metodología del protocolo de investigación, posterior a lo cual se le pidió que leyera y firmara el consentimiento informado si estaba de acuerdo.

Cada especialista observó un video de 6 minutos con la explicación de las técnicas ecográficas para acceso venoso central en plano, fuera de plano y biplano; posterior a lo cual recibió instrucción del uso del ecógrafo de bolsillo (Butterfly IQ+) y tuvo la posibilidad de familiarizarse con el equipo durante 15 minutos, utilizándolo sobre un modelo simulado (Blue Phantom™ Central Venous Access) mientras un investigador estaba presente para aclarar dudas sobre el funcionamiento del ecógrafo.

Procedimiento:

1. Previo a cada 3 eventos se realizó una asignación aleatoria de los 3 planos ecográficos estableciendo cual se usaría. La aleatorización se hizo mediante el uso del paquete estadístico R Core Team 4.2.2).
2. El procedimiento se realizó en el modelo simulado para accesos vasculares centrales CentraLineMan® System CML 50, con una distancia de la piel al vaso de 1.2 cm a nivel del tercio inferior del cuello, 1 cm de diámetro de la vena yugular derecha y una arteria carótida derecha medial a 7 mm de la vena, el modelo contaba con reparos anatómicos externos. Utilizando un equipo de acceso venoso central para adulto Certofix® Duo S 720 con una aguja 18G x 2 ¾" con guía 0.89 mm de diámetro y longitud de 50 cm.
3. Para la realización de las ventanas ecográficas se utilizó el ecógrafo de ultrasonido de bolsillo Butterfly iQ+ (Lightning), referencia 900-20006-01, conectado a un iPad Pro (9.7 pulgadas) usando el software Butterfly Network V2.12.1 (última versión disponible), configurado en el Preset de Acceso Vascular, con una profundidad de 3 cm y ganancia del 90%. El participante podía realizar los ajustes que considerara

pertinentes para obtener la visualización en tiempo real de la mejor ventana ecográfica del vaso a canular.

4. Cada intento de punción inició desde cuando el participante tomó el transductor en su mano, lo que fue seguido de la obtención de la ventana correspondiente al plano indicado, la punción hasta observar la aguja dentro del vaso, la aspiración de líquido y finalmente el paso de la guía metálica del equipo de acceso venoso central. (Figura 1).

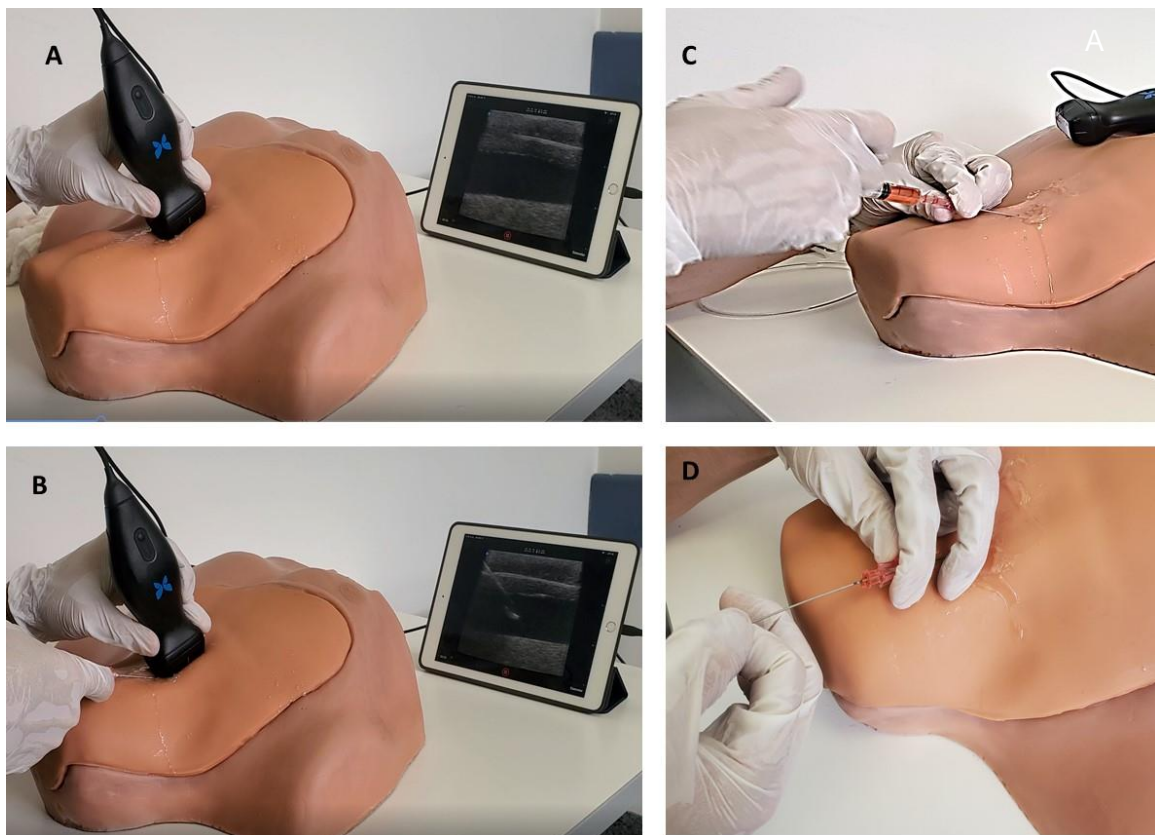


Figura 1. Secuencia del procedimiento para accesos vascular en plano.

A: Obtención de la ventana de la yugular interna en plano. B: Punción con visualización de la aguja en el vaso. C: Comprobación de punción efectiva por aspiración. D: Verificación de canulación exitosa por paso de la guía hasta la marca de los 20 cm.

4. Durante cada intervención se contó con 3 observadores ubicados a la espalda del participante de manera que pudieran observar la pantalla del iPad y el simulador, asegurándose de que en ningún momento se realizaran comentarios o intervenciones y evitando realizar juicios durante el procedimiento realizado por el participante. Se

realizo la grabación de cada uno de los procedimientos, esta fue solo revisada para resolver cualquier discrepancia durante la observación.

5. El desenlace primario fue el éxito de la canulación definida como el paso de al menos 15 cm de la guía dentro del vaso, esto se evaluó mediante la visualización de una marca doble en la guía al final de la aguja.

Medición y registro

Los tiempos y registros realizados en cada evento fueron los descritos a continuación:
Tiempo a ventana: medición en segundos desde que el participante toma el transductor hasta que obtiene una imagen que considera óptima para el procedimiento e indica al investigador para el registro.

Tiempo a vaso: medición en segundos desde que la aguja está en contacto con el simulador hasta que el participante observa la aguja en el vaso y lo indica al investigador.

Éxito de punción: se registró el éxito de la punción una vez que los investigadores confirmaron que se obtuvo un volumen de al menos 2 cc de líquido a la aspiración realizada por el participante.

Punción de pared posterior: Se registró punción de pared posterior cuando los investigadores observaron en la imagen ecográfica la presencia de aguja en contacto con la pared posterior del vaso o cuando la aspiración de líquido fue negativa a pesar de ver la aguja dentro de vaso.

Redireccionamiento: Se registró direccionamiento cuando los investigadores observaron movimiento lateral de la aguja que facilitara la visualización de esta en la pantalla.

Falla del procedimiento: se consideró fallo cuando después de tres intentos no hubo éxito.

Los datos fueron registrados de forma inmediata y almacenados digitalmente en los servidores de la universidad dispuestos para tal fin (SharePoint-Office 365 licencia Universidad del Rosario), al cual solo los investigadores tenían acceso.

6.7. Control de errores y sesgos

6.7.1. Control sesgo de selección

- Al tratarse de un estudio en simulación no hay selección de pacientes ya que se utilizó un simulador de acceso venoso central; sin embargo, en el caso de los expertos se realizó una convocatoria abierta a través de redes virtuales.
- El uso de un mismo modelo de simulación evitará que los participantes tengan intentos con diferente grado de dificultad.

6.7.2. Control de sesgo de información

- Para disminuir la probabilidad de errores en la toma o tabulación de resultados, se realizó una confirmación de los datos de registro por parte de dos investigadores y se registraron la información inmediatamente al terminar cada procedimiento.
- Se realizó registro en video de cada uno de los procedimientos, el cual se consultó en caso de presentar alguna incoherencia de los datos registrados por los investigadores.

6.7.3. Control de sesgo de confusión

- Teniendo en cuenta que la técnica biplano es relativamente nueva, todos los participantes recibirán una capacitación específica en la técnica, así como también en el uso del ecógrafo del bolsillo.
- Dado que el operador realizará varias punciones con cada técnica ecográfica, la asignación a la técnica para cada evento tendrá un orden aleatorio.
- Con el fin de controlar el efecto Hawthorne, en todo momento los investigadores se encontraron por fuera del campo visual del experto durante la realización de los procedimientos.

6.8. Análisis

Las variables categóricas como género, plano ecográfico, éxito de la punción, éxito de la canulación, redireccionamiento y punción de la pared posterior se describieron a través de frecuencias absolutas y relativas. Las variables continuas como edad, años de experiencia, experiencia específica, tiempo a ventana y tiempo a vaso se

describieron mediante promedios y desviaciones estándar o medianas y rangos intercuartílicos de acuerdo con la distribución de los datos, la cual se exploró mediante la prueba de normalidad Kolmogorov – Smirnov (>50 datos) o Shapiro-Wilk (<50 datos) de acuerdo con el número de observaciones.

Para determinar si existió diferencia de proporciones entre los diferentes planos ecográficos (biplano, en plano y fuera de plano) el éxito de la canulación, el éxito de la punción y la punción de pared posterior y la necesidad de redireccionar la aguja, se realizó test exacto de Fisher (ya que las frecuencias esperadas fueron inferiores a 5 en más de 1 celda). Con el fin de determinar si existían diferencia de medianas (según normalidad) entre los diferentes planos ecográficos y el tiempo a ventana, el tiempo a vaso y el número de punciones se aplicó la prueba de Kruskal Wallis y para el tiempo de canulación se utilizó la prueba de ANOVA de un factor según el cumplimiento de los supuestos y se utilizaron pruebas post- Hoc. Para las pruebas aplicadas se empleó una significancia estadística de 0.05 e intervalo de confianza del 95%. Para el análisis estadístico se utilizó el software Jamovi versión 2.2.5.

6.9. Plan de divulgación de la información

Al finalizar el estudio se presentarán los resultados de la investigación en formato de artículo científico, el cual de manera inicial será cargado al repositorio institucional de la Universidad del Rosario y posteriormente será sometido a publicación en revista indexada nacional A1 o A2 del área del conocimiento, a la cual corresponde el presente estudio (medicina de emergencias o ecografía). Se compartirá el enlace de consulta del artículo científico a todos los participantes del estudio para su conocimiento.

7. Aspectos éticos

Este proyecto de investigación no contempla la realización de intervenciones o procedimientos en seres humanos, por lo cual de acuerdo con lo establecido en la resolución 008430 de 1993 (“Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud”), este estudio se clasifica como una “Investigación con riesgo mínimo”.

Los participantes que realizarán los procedimientos serán convocados para participar de forma voluntaria y no son personal subordinado a los investigadores respetando los principios éticos de autonomía y justicia, se pedirá a cada participante posterior a la explicación del presente protocolo firme un consentimiento informado escrito, autorizado la participación en el estudio. El estudio sigue los lineamientos jurídicos y éticos contemplados en la última modificación (Fortaleza, Brasil, 2013) de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial y cumplirá con la ley 84 de 1989, la ley 2381 de 1993 y la resolución 2378 establecidas por el Ministerio de Protección Social Colombiano (antiguo Ministerio de Salud).

Finalmente, toda la información obtenida durante la ejecución del presente estudio será manejada de manera confidencial, preservando el anonimato de la identidad y cualquier otra información sensible de los participantes, será almacenada digitalmente en los servidores de la universidad dispuestos para tal fin (SharePoint-Office 365 licencia Universidad del Rosario). Los investigadores principales serán los encargados y responsables del tratamiento de los datos personales acorde a las definiciones establecidas en la Ley 1581 de 2012.

El presente trabajo fue aprobado por el comité de ética de la Universidad del Rosario DVO005 1932 – CV 1553 el 17 de mayo de 2022. (Anexo 1)

8. Resultados

Se incluyeron 10 expertos especialistas en medicina de emergencias con experiencia en accesos vasculares guiados por ecografía que cumplieron los criterios de inclusión, cada experto realizó un total de 6 procedimientos, dos por cada plano ecográfico evaluado (Biplano, en plano y fuera de plano), siendo hombres el 80 %, con edad media de 36 años (RIQ 6.25) y una experiencia como especialista media de 5 años (RIQ 2.5).

7.1. Éxito en la canulación de la vena yugular interna

El éxito en la canulación de la vena yugular interna con las 3 técnicas fue del 100%, mientras que el éxito de punción en el primer intento fue del 95% (n=19/20) con la imagen biplano vs 100% (n=20/20) con las imágenes monoplanares (p= 0.362), el tiempo total en segundos que tomó cada intento fue menor con la imagen en plano (EP) (27.61 ± 8.96), seguida por fuera de plano (FP) (30.63 ± 8.81) y biplano (BP) (31.45 ± 13.59; p= 0.327) (Figura 2). Al comparar el tiempo total del procedimiento, el tiempo necesario para obtener la mejor ventana ecográfica y el tiempo necesario para la punción entre los expertos que realizaron los procedimientos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo12.1).

En cuanto al tiempo en el primer intento requerido para la correcta obtención de la ventana ecográfica de la vena yugular interna fue menor con la imagen FP (7.91 RIQ: 4.72), seguido por BP (7.13 RIQ: 4.13) y EP (7.25 RIQ: 5.75; p= 0.944), sin embargo, no se encontró diferencias estadísticamente significativas (Tabla 2). El tiempo que tomo desde la punción de la superficie del modelo hasta la correcta visualización de la aguja dentro del vaso fue menor en EP (5.49 RIQ: 5.49), seguida por FP (6.23 RIQ: 6.23) y BP (9.12 RIQ 9.55; p=0.187), el éxito de la punción fue del 100% con las imágenes EP y FP y del 95% en BP (p=0.999).

Por otra parte, se presentó un solo fallo en el primer intento al no lograr el éxito de la punción con la técnica biplano, al segundo intento se presentó éxito del procedimiento con un tiempo a ventana de 3.68 segundos, tiempo a vaso de 15.74 segundos y un

tiempo total de 29.89 segundos, no se presentaron redireccionamiento o punción de la pared posterior.

Tabla 3. Resultados de los desenlaces según imagen ecográfica.

Variable		IC	p
Tiempo a ventana (seg) (RIQ)	BI: 7.25 (5.75) EP: 7.91 (4.72) FP: 7.13 (4.13)	6.55 - 10.18 5.90 - 10.68 6.34 - 10.36	0.944 ⁺
Éxito de la punción (%)	BI: 95% (19/20) EP: 100% (20/20) FP: 100% (20/20)		0.999 ⁺⁺
Tiempo a vaso (seg) (RIQ)	BI: 9.12 (9.55) EP: 5.49 (5.49) FP: 6.23 (6.23)	8.33 - 17.42 7.13 - 10.07 9.28 - 13.64	0.187 ⁺
Punción de la pared Posterior (%)	BI: 15% (3/20) EP: 10% (2/20) FP: 20% (4/20)		0.999 ⁺⁺
Redireccionamiento (%)	BI: 25% (5/20) EP: 15% (3/20) FP: 5% (1/20)		0.265 ⁺⁺
Tiempo total del Procedimiento (seg)	BI: 31.45 ±13.59 EP: 27.61 ± 8.96 FP: 30.63 ± 8.81	25.49 - 37.40 23.69 - 31.54 26.77 - 34.49	0.327 ⁺

BI: Biplano. EP: En plano. FP: Fuera de plano. ⁺ Prueba Kruscall Wallis. ⁺⁺ X² y prueba exacta de Fisher. RIQ: rango intercuartílico. Seg: tiempo en segundos.

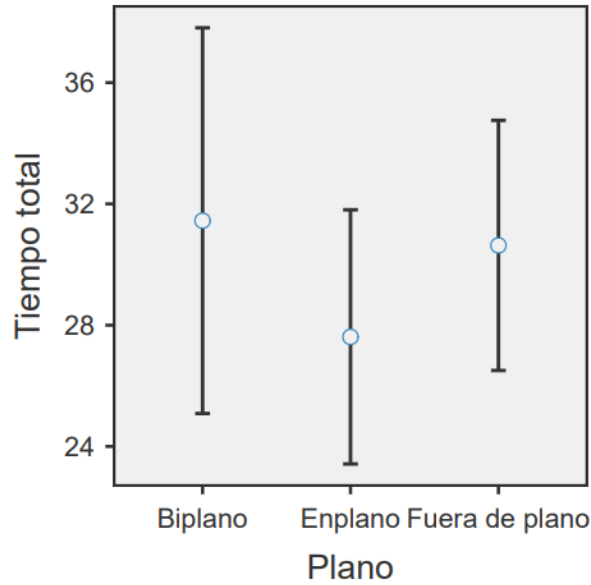


Figura 2. Tiempo hasta la canulación por imagen ecográfica.

Tiempo total en segundos hasta la canulación de la vena yugular interna por imagen ecográfica, donde no se encuentra diferencias estadísticamente significativas ($p= 0.458$)

7.2. Punción de la pared posterior y redireccionamiento

Con la imagen EP se presentaron menos punciones de la pared posterior durante el procedimiento, seguido de la técnica BI y FP (10% vs 15% vs 20% $p= 0.368$), en cuanto a los redireccionamientos se presentaron con mayor frecuencia en BI, seguido por EP y FP (25% vs 15% vs 5% $p= 0.265$) (Figura 3).

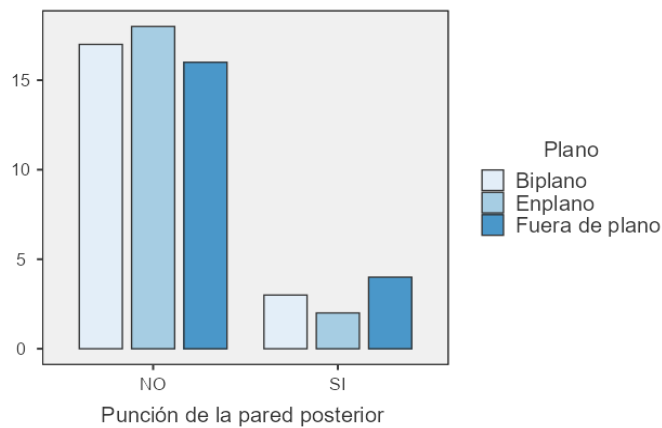


Figura 3. Punción de la pared posterior según plano ecográfico.

9. Discusión

De acuerdo con las búsquedas realizadas en diferentes bases de información científica por los investigadores, este es el primer estudio en el que se investiga el desempeño de un ecógrafo de bolsillo para la canulación de la vena yugular interna en un modelo simulado, comparando la visualización biplano no solo con la visualización fuera de plano sino también con la realizada en plano. Los resultados indican que contrario a la hipótesis de ventaja con la técnica en biplano, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en términos de éxito, tiempo de ejecución, frecuencia de punción de la pared posterior o necesidad de redireccionamiento de la aguja.

Los resultados del estudio contrastan con los reportados por Convissar et al (2021) (40), en donde se encontró diferencias significativas en las tasas de éxito, frecuencia de punción de pared posterior y tiempo requerido para la canulación, en favor de la visualización en biplano, utilizando el mismo tipo de ecógrafo de nuestro estudio, sin embargo; el procedimiento fue realizado por enfermeras sin experiencia previa en el uso de ultrasonido y el modelo simulaba un vaso periférico cuyo diámetro es mucho menor que el de la vena yugular interna. No se realizó tampoco una comparación con la técnica en plano.

Los resultados obtenidos con el estudio realizado en 100 pacientes de cirugía cardiovascular publicado por Panidapu et al. (2020) (39), encontraron diferencias significativas en el éxito en el primer intento de punción, menor tasa de punción de pared posterior y necesidad de redireccionamiento en favor de la visualización de dos planos simultáneos, sin embargo; un solo experto realizó todos los procedimientos. Otro factor diferencial fue el uso de un ecógrafo cardiovascular (Philips IE33) y el transductor un sectorial 3D en lugar de uno de bolsillo. Este estudio presentó además una baja frecuencia de éxito en el primer intento para la punción fuera de plano, lo cual puede estar explicado por el uso de un transductor de baja frecuencia que tiene una mejor resolución y por lo tanto que no suele estar recomendado para accesos vasculares.

El uso de un modelo simulado en lugar de pacientes permite que cada técnica de visualización sea comparada en las mismas condiciones ya que los vasos están a igual profundidad, tiene el mismo diámetro y no hay otras diferencias anatómicas, fisiológicas o ambientales que influyan en cada intervención, sin embargo; presenta limitaciones para extrapolar los resultados a situaciones reales donde quizá alguna de las técnicas de visualización permita tener ventaja sobre otra en condiciones particulares. Por otro lado, las características homogéneas de los médicos que realizaron los procedimientos en cuanto especialidad y experiencia hacen necesario el diseño de nuevos estudios que comparen cada una de las técnicas entre médicos de diferentes especialidades y de diferente nivel de formación lo cual, como se intuye al revisar otros trabajos, pudiese ser una variable que afecte los resultados.

10. Conclusiones

En este experimento de modelo simulado para accesos vasculares yugulares guiados por ultrasonido con ecógrafo de bolsillo operado por médicos especialistas en medicina de emergencias, no se evidenció diferencias significativas cuando se compara la visualización biplano con técnicas de visualización en plano o fuera de plano, en términos de éxito de la canulación, tiempo requerido para el acceso, necesidad de redireccionar la aguja o frecuencia de punción de la pared posterior del vaso. Los resultados de estudio muestran que el desempeño de los tres planos ecográficos es alto no solo en el éxito sino también en la seguridad, lo cual es importante dado el costo mucho menor comparado con los equipos convencionales.

11. Referencias

1. Moore CL. Ultrasound First, Second, and Last for Vascular Access. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2014 Jul;33(7):1135–42.
2. Smith RN, Nolan JP. Central venous catheters. *BMJ*. 2013 Nov 11;347(nov114):f6570–f6570.
3. McGee DC, Gould MK. Preventing Complications of Central Venous Catheterization. *N Engl J Med*. 2003 Mar 20;348(12):1123–33.
4. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Pribble CG. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: A meta- analysis of the literature. *Critical Care Medicine*. 1996 Jan 1;24(12):2053-2053–8.
5. Polderman KH, Girbes AR. Central venous catheter use: Part 1: Mechanical complications. *Intensive Care Med*. 2002 Jan;28(1):1–17.
6. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, editors. *To Err is Human: Building a Safer Health System*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2000.
7. Shekelle PG, Wachter RM, Pronovost PJ, Schoelles K, McDonald KM, Dy SM, et al. Chap 18: How Has the Use of Ultrasound To Guide Central Venous Catheter Insertion Been Implemented? *Making health care safer II: an updated critical analysis of the evidence for patient safety practices*. 2013 Mar;211:172–5.
8. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, Skubas NJ, Eberhardt RT, Walker JD, et al. Guidelines for Performing Ultrasound Guided Vascular Cannulation: Recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2011 Dec;24(12):1291–318.
9. Practice Guidelines for Central Venous Access: A Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. *Anesthesiology*. 2012 Mar 1;116(3):539–73.
10. Bouaziz H, Zetlaoui PJ, Pierre S, Desruennes E, Fritsch N, Jochum D, et al. Guidelines on the use of ultrasound guidance for vascular access. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine*. 2015 Feb;34(1):65–9.
11. Gao YB, Yan JH, Ma JM, Liu XN, Dong JY, Sun F, et al. Effects of long axis in-plane vs short axis out-of-plane techniques during ultrasound-guided vascular access. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2016 May;34(5):778–83.
12. Lv Y, Liu H, Yu P, Wang G, Liu M, Li Y, et al. Evaluating the Long-, Short-, and Oblique-Axis Approaches for Ultrasound-Guided Vascular Access Cannulation: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *J Ultrasound Med*. 2019 Feb;38(2):347–55.

13. Parienti JJ, Mongardon N, Mégarbane B, Mira JP, Kalfon P, Gros A, et al. Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site. *N Engl J Med*. 2015 Sep 24;373(13):1220–9.
14. French JLH, Raine-Fenning NJ, Hardman JG, Bedforth NM. Pitfalls of ultrasound guided vascular access: the use of three/four-dimensional ultrasound. *Anaesthesia*. 2008;63(8):806–13.
15. Convissar D, Bittner EA, Chang MG. Biplane Imaging Using Portable Ultrasound Devices for Vascular Access. *Cureus* [Internet]. 2021 Jan 7 [cited 2021 May 28]; Available from: <https://www.cureus.com/articles/49057-biplane-imaging-using-portable-ultrasound-devices-for-vascular-access>
16. Climo M, Diekema D, Warren DK, Herwaldt LA, Perl TM, Peterson L, et al. Prevalence of the Use of Central Venous Access Devices Within and Outside of the Intensive Care Unit: Results of a Survey Among Hospitals in the Prevention Epicenter Program of the Centers for Disease Control and Prevention. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2003 Dec;24(12):942–5.
17. Ruesch S, Walder B, Tramèr MR. Complications of central venous catheters: Internal jugular versus subclavian access—A systematic review: *Critical Care Medicine*. 2002 Feb;30(2):454–60.
18. European Centre for Disease Prevention and Control. Incidence and attributable mortality of healthcare-associated infections in intensive care units: 2008 2012. [Internet]. LU: Publications Office; 2018 [cited 2021 May 25] p. 36–8. Available from: <https://data.europa.eu/doi/10.2900/118774>
19. Geerts W. Central venous catheter–related thrombosis. *Hematology*. 2014 Dec 5;2014(1):306–11.
20. Björkander M, Bentzer P, Schött U, Broman ME, Kander T. Mechanical complications of central venous catheter insertions: A retrospective multicenter study of incidence and risks. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2019 Jan;63(1):61–8.
21. Calvache JA, Rodríguez MV, Trochez A, Klimek M, Stolker RJ, Lesaffre E. Incidence of Mechanical Complications of Central Venous Catheterization Using Landmark Technique: Do Not Try More Than 3 Times. *J Intensive Care Med*. 2016 Jul;31(6):397–402.
22. Eisen LA, Narasimhan M, Berger JS, Mayo PH, Rosen MJ, Schneider RF. Mechanical Complications of Central Venous Catheters. *J Intensive Care Med*. 2006 Jan;21(1):40–6.
23. Lathey RK, Jackson RE, Bodenham A, Harper D, Patle V, the Anaesthetic Audit and Research Matrix of Yorkshire (AARMY). A multicentre snapshot study of the incidence of serious procedural complications secondary to central venous catheterisation. *Anaesthesia*. 2017 Mar;72(3):328–34.
24. Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Medicine*. 2012 Jul;38(7):1105–17.

25. Shojania KG, Duncan BW, McDonald KM, Wachter RM, Markowitz AJ. Making health care safer: a critical analysis of patient safety practices. *Evid Rep Technol Assess (Summ)*. 2001;(43):i–x, 1–668.
26. Forssmann W. Die Sondierung des Rechten Herzens. *Klin Wochenschr*. 1929 Nov;8(45):2085–7.
27. Beheshti MV. A Concise History of Central Venous Access. *Techniques in Vascular and Interventional Radiology*. 2011 Dec;14(4):184–5.
28. Wilson JN. Central Venous Pressure in Optimal Blood Volume Maintenance. *Arch Surg*. 1962 Oct 1;85(4):563.
29. Seldinger SI. Catheter Replacement of the Needle in Percutaneous Arteriography: A new technique. *Acta Radiologica*. 1953 May;39(5):368–76.
30. Higgs Z, Macafee D, Braithwaite B, Maxwell-Armstrong C. The Seldinger technique: 50 years on. *The Lancet*. 2005 Oct;366(9494):1407–9.
31. English ICW, Frew RM, Pigott JFG, Zaki M. Percutaneous cannulation of the internal jugular vein. *Thorax*. 1969 Jul 1;24(4):496–7.
32. Peters JL, Belsham PA, Garrett CPO, Kurzer M. Doppler ultrasound technique for safer percutaneous catheterization of the infraclavicular subclavian vein. *The American Journal of Surgery*. 1982 Mar;143(3):391–3.
33. AIUM Practice Parameter for the Use of Ultrasound to Guide Vascular Access Procedures: AIUM Practice Parameter for the Use of Ultrasound to Guide Vascular Access Procedures. *J Ultrasound Med*. 2019 Mar;38(3):E4–18.
34. Hosokawa K, Shime N, Kato Y, Hashimoto S. A Randomized Trial of Ultrasound Image–based Skin Surface Marking *versus* Real-time Ultrasound-guided Internal Jugular Vein Catheterization in Infants. *Anesthesiology*. 2007 Nov 1;107(5):720–4.
35. AIUM Practice Guideline for the Performance of the Focused Assessment With Sonography for Trauma (FAST) Examination. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2014 Nov;33(11):2047–56.
36. Liu C, Mao Z, Kang H, Hu X, Jiang S, Hu P, et al. Comparison between the long-axis/in-plane and short-axis/out-of-plane approaches for ultrasound-guided vascular catheterization: an updated meta-analysis and trial sequential analysis. *TCRM*. 2018 Feb;Volume 14:331–40.
37. Takeshita J, Nishiyama K, Beppu S, Sasahashi N, Shime N. Combined short- and long-axis ultrasound-guided central venous catheterization is superior to conventional techniques: A cross-over randomized controlled manikin trial. Hills RK, editor. *PLoS ONE*. 2017 Dec 7;12(12):e0189258.
38. Lang RM, Badano LP, Tsang W, Adams DH, Agricola E, Buck T, et al. EAE/ASE Recommendations for Image Acquisition and Display Using Three-Dimensional

Echocardiography. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 2012 Jan 1;13(1):1–46.

39. Panidapu N, Babu S, Koshy T, Sukesan S, Dash PK, Panicker VT. Internal Jugular Vein Cannulation Using a 3-Dimensional Ultrasound Probe in Patients Undergoing Cardiac Surgery: Comparison Between Biplane View and Short-Axis View. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2021 Jan;35(1):91–7.
40. Convissar D, Bittner EA, Chang MG. Biplane Imaging Versus Standard Transverse Single-Plane Imaging for Ultrasound-Guided Peripheral Intravenous Access: A Prospective Controlled Crossover Trial. *Critical Care Explorations*. 2021 Oct 8;3(10):e545.

12. Anexos

12.1. Anexo 1 Documento de consentimiento informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

- Por favor, lea cuidadosamente esta información sobre el estudio de investigación titulado:
- Acceso yugular interno con ecógrafo de bolsillo: comparación entre técnicas de visualización biplano y monoplaneo en modelo simulado.
- Siéntase en completa libertad de preguntar al personal del estudio todo aquello que no entienda.
- Una vez haya comprendido la información, se le preguntará si desea participar del estudio. En caso afirmativo, deberá firmar este documento y recibirá una copia.

DESCRIPCIÓN GENERAL

La obtención de accesos vasculares centrales como vía para la inserción de catéteres y dispositivos es uno de los procedimientos más utilizados durante la atención de pacientes críticos en las salas de urgencias y unidades de cuidado intensivo(1). Este tipo de accesos es requerido para múltiples propósitos tales como la administración de medicamentos, la monitorización de variables hemodinámicas, la implementación de terapias de reemplazo renal y la administración de mezclas de alimentación parenteral entre otras(2). A pesar de las múltiples ventajas del uso de estos dispositivos el procedimiento de inserción tiene un importante porcentaje de falla y presenta complicaciones inmediatas o tardías que pueden poner en riesgo la vida de los pacientes(3).

El uso de la ecografía para la visualización de los vasos sanguíneos para la inserción de catéteres ha disminuido la tasa de complicaciones y ha mejorado la tasa de éxito, convirtiéndose en una práctica fuertemente recomendada. Entre los métodos ecográficos dinámicos o en tiempo real se encuentra la técnica fuera de plano y la técnica en plano y desde hace algunos años se han venido utilizando técnicas de visualización de dos planos (biplano) para obtener imágenes 3D en tiempo real, sin embargo a pesar de las diferencias y probables ventajas de cada una de ellas la evidencia no muestra superioridad de una sobre la otra(10,11).

Este estudio pretende aportar evidencia sobre el uso de la visualización biplano simultánea como una forma de mejorar la eficiencia y seguridad de este procedimiento.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Objetivo general

El presente estudio busca establecer la diferencia en la tasa de éxito en la canulación yugular interna en un modelo simulado entre las técnicas de visualización en un solo plano y en biplano.

Objetivos específicos

- Determinar el éxito de la punción de la vena yugular interna al comparar las técnicas ecográficas.
- Establecer las diferencias en el número de punciones necesarias para realizar una canulación yugular interna al comparar las técnicas monoplaneo con la técnica biplano.
- Encontrar las diferencias en el tiempo requerido para la correcta obtención de la ventana de la vena yugular al comparar las técnicas monoplaneo con la técnica biplano.
- Establecer las diferencias en el tiempo requerido para la canulación yugular al comparar las técnicas monoplaneo con la técnica biplano.
- Comparar la incidencia de punción de la pared posterior de la vena yugular interna entre las técnicas monoplaneo y biplano.
- Identificar las diferencias en la frecuencia de redireccionamiento de la aguja durante la canulación de la vena yugular interna realizada con técnicas monoplaneo y la técnica biplano.

¿POR QUÉ FUE USTED ELEGIDO PARA PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO?

Usted ha sido invitado a participar en el presente estudio al ser mayor de 18 años, especialista en medicina de emergencias o en cuidado crítico y contar con experiencia en la obtención de accesos vasculares con guía ecográfica, realizando al menos siete procedimientos en el último año.

RIESGOS Y BENEFICIOS

El presente estudio no generará ningún tipo de riesgo para usted o terceros ya que los procedimientos se realizarán en modelos simulados en un entorno controlado por los investigadores. Los posibles beneficios a corto, mediano o largo plazo que se obtendrán con la presente investigación son puramente académicos, buscando aclarar el conocimiento sobre el área, implicando a largo plazo una mejoría en la seguridad de estos procedimientos en un entorno clínico.

¿COMO SERÁ LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO?

Durante su participación se le pedirá que realice las actividades listadas a continuación, que usted podrá libremente aceptar o rechazar:

1. El lugar para realizar estas actividades será el Laboratorio de Simulación médica de la Universidad del Rosario, sede Quinta Mutis.
2. Previo al inicio de los procedimientos un supervisor brindará un tutorial de 20 min donde se explicará y demostrará el funcionamiento del equipo de ultrasonido y recordará las técnicas en plano, fuera de plano y biplano.

3. Se realizará asignación aleatoria del orden en el cual deberá ejecutar los procedimientos de canulación con cada plano de visualización.
4. Cada procedimiento se realizará en un modelo Central line simulator, usando una aguja conectada a una jeringa y el posterior paso de una guía metálica a través de la aguja al lumen del vaso puncionado.
5. La intervención consiste en realizar la técnica en plano, fuera de plano y biplano mediante el uso de un equipo de ultrasonido de bolsillo Butterfly plus para la localización del vaso a canular y el seguimiento en tiempo real de la aguja durante la punción hasta localizar la punta de la aguja dentro del vaso.
6. Durante el desarrollo del evento el supervisor observará y anotará en el formato de recolección los desenlaces primarios y secundarios del estudio.

GARANTÍAS DE SU PARTICIPACIÓN

Participar en el estudio no tiene ningún costo. Ni usted, ni otra persona involucrada en el estudio, recibirá beneficios políticos, económicos o laborales como compensación por su participación.

Su participación será completamente voluntaria y tendrá el derecho a retirarse en cualquier momento del estudio si usted así lo desea. Igualmente, si en algún momento desea que la información que usted brinda no sea utilizada por los investigadores, lo podrá comunicar y respetaremos su decisión.

MANEJO DE LOS DATOS DE INVESTIGACIÓN

La información obtenida durante el desarrollo del estudio se mantendrá bajo estricta confidencialidad y no se utilizará su nombre o cualquier otra información que pueda identificarlo personalmente.

Toda la información que se obtenga de este estudio de investigación se utilizará únicamente con el propósito que aquí se comenta. Los investigadores de este estudio son los únicos autorizados para acceder a los datos que usted suministre.

Le informaremos de los resultados obtenidos en el estudio. También podrá contactar al personal del estudio e informarnos cualquier situación anormal o inesperada en cualquier momento.

La información recopilada durante el desarrollo del presente estudio será almacenada digitalmente en un disco externo que reposará en la oficina del Centro de Simulación al cual solo tendrán acceso los investigadores principales. Los investigadores principales serán los encargados y responsables del tratamiento de los datos personales acorde a las definiciones establecida en la Ley 1581 de 2012.

La información obtenida durante el estudio se almacenará por un periodo de 5 años, durante el cual podrá ser usada como sustrato para estudios adicionales o de extensión, posterior a el periodo descrito toda la información será eliminada permanentemente.

ACEPTACIÓN

Por favor marque con una "X" en caso de que acepte o no acepte lo siguiente:

Autorizo a los investigadores del estudio Acceso yugular interno con ecógrafo de bolsillo: comparación entre técnicas de visualización biplano y monoplaneo en modelo simulado para:	Acepto	No acepto
1. Realizar los procedimientos descritos en este documento, necesarios para la realización del estudio de investigación.		
2. Comunicarse conmigo para hacer los seguimientos requeridos por el estudio.		
3. Comunicarse conmigo para invitarme a participar de otros estudios de investigación.		

Participante

Nombre Cédula Firma Día/Mes/Año

ESPACIO RESERVADO PARA EL INVESTIGADOR

En nombre del estudio **Acceso yugular interno con ecógrafo de bolsillo: comparación entre técnicas de visualización biplano y monoplaneo en modelo simulado**, me comprometo a guardar la identidad de _____ como participante. Acepto su derecho a conocer el resultado de todas las pruebas realizadas y a retirarse del estudio a su voluntad en cualquier momento. Me comprometo a manejar los resultados de esta evaluación de acuerdo con las normas para la realización de investigación en Colombia (Resolución 8430 de 1993 y Resolución 2378 de 2008) y la ley para la protección de datos personales (Ley estatutaria 1581 de 2012).

Nombre: _____

Documento de Identidad No. _____

Firma: _____

Fecha (día/mes/año) _____/_____/_____

¿INFORMACIÓN O PREGUNTAS ADICIONALES?

Si en algún momento desea obtener información adicional sobre el estudio puede contactar a:

Yury Forlan Bustos Martínez, Investigador principal.

Carrera 24 N° 63C-69

Sede Quinta Mutis – Laboratorio de Simulación Medica

Línea InfoRosario:4225321 - 018000 51188

Anexo 12.2. Análisis bivariado variables cualitativas

12.2.1. Éxito en la punción

En la siguiente tabla no se rechaza la hipótesis nula y concluimos con una significancia del 0,05 que no existe diferencia en el éxito de punción y los diferentes planos ecográficos. Se corrió una prueba de Chi cuadrado, luego una Chi cuadrado con corrección de continuidad y por último una prueba exacta de Fisher, pero en ninguna se evidencio una diferencia.

Contingency Tables

		exit_punc_1		Total
		.SI	NO	
BP	Observed	19	1	20
	% within row	95.00 %	5.00 %	100.00 %
	% within column	32.20 %	100.00 %	33.33 %
	% of total	31.67 %	1.67 %	33.33 %
EP	Observed	20	0	20
	% within row	100.00 %	0.00 %	100.00 %
	% within column	33.90 %	0.00 %	33.33 %
	% of total	33.33 %	0.00 %	33.33 %
FP	Observed	20	0	20
	% within row	100.00 %	0.00 %	100.00 %
	% within column	33.90 %	0.00 %	33.33 %
	% of total	33.33 %	0.00 %	33.33 %
Total	Observed	59	1	60
	% within row	98.33 %	1.67 %	100.00 %
	% within column	100.00 %	100.00 %	100.00 %
	% of total	98.33 %	1.67 %	100.00 %

χ^2 Tests

	Value	df	p
χ^2	2.034	2	0.362
χ^2 continuity correction	2.034	2	0.362
Fisher's exact test			1.000
N	60		

12.2.2. Éxito en la canulación

En la siguiente tabla no se rechaza la hipótesis nula y con concluimos con una significancia del 0,05 que no existe diferencia en el éxito de la canulación y los diferentes planos ecográficos. Se corrió una prueba de Chi cuadrado, luego una Chi cuadrado con corrección de continuidad y por último una prueba exacta de Fisher, pero en ninguna se evidencio una diferencia.

Contingency Tables

Plano		exit_canu_1		Total
		.SI	NO	
BP	Observed	19	1	20
	% within row	95.00 %	5.00 %	100.00 %
	% within column	32.20 %	100.00 %	33.33 %
	% of total	31.67 %	1.67 %	33.33 %
EP	Observed	20	0	20
	% within row	100.00 %	0.00 %	100.00 %
	% within column	33.90 %	0.00 %	33.33 %
	% of total	33.33 %	0.00 %	33.33 %
FP	Observed	20	0	20
	% within row	100.00 %	0.00 %	100.00 %
	% within column	33.90 %	0.00 %	33.33 %
	% of total	33.33 %	0.00 %	33.33 %
Total	Observed	59	1	60
	% within row	98.33 %	1.67 %	100.00 %
	% within column	100.00 %	100.00 %	100.00 %
	% of total	98.33 %	1.67 %	100.00 %

 χ^2 Tests

	Value	df	p
χ^2	2.034	2	0.362
χ^2 continuity correction	2.034	2	0.362
Likelihood ratio	2.231	2	0.328
N	60		

12.2.3. Redireccionamiento

En la siguiente tabla no se rechaza la hipótesis nula y con concluimos con una significancia del 0,05 que no existe diferencia en el redireccionamiento y las diferentes imágenes ecográficas. Se corrió una prueba de chi cuadrado, luego un chi cuadrado con corrección de continuidad y por último una prueba exacta de Fisher, pero en ninguna se evidencio una diferencia.

Contingency Tables

Plano		redirec_1		Total
		.SI	NO	
BP	Observed	5	15	20
	% within row	25.00 %	75.00 %	100.00 %
	% within column	55.56 %	29.41 %	33.33 %
	% of total	8.33 %	25.00 %	33.33 %
EP	Observed	3	17	20
	% within row	15.00 %	85.00 %	100.00 %
	% within column	33.33 %	33.33 %	33.33 %
	% of total	5.00 %	28.33 %	33.33 %
FP	Observed	1	19	20
	% within row	5.00 %	95.00 %	100.00 %
	% within column	11.11 %	37.25 %	33.33 %
	% of total	1.67 %	31.67 %	33.33 %
Total	Observed	9	51	60
	% within row	15.00 %	85.00 %	100.00 %
	% within column	100.00 %	100.00 %	100.00 %
	% of total	15.00 %	85.00 %	100.00 %

 χ^2 Tests

	Value	df	p
χ^2	3.137	2	0.208
χ^2 continuity correction	3.137	2	0.208
Fisher's exact test			0.265
N	60		

12.2.4. Punción de la pared posterior

En la siguiente tabla no se rechaza la hipótesis nula y concluimos con una significancia del 0,05 que no existe diferencia en el plano ecográfico y la presencia de punción de la pared posterior. Se corrió una prueba de chi cuadrado, luego un chi cuadrado con corrección de continuidad y por último una prueba exacta de Fisher, pero en ninguna se evidencio una diferencia.

Contingency Tables

Plano		punc_wall_1		Total
		.SI	NO	
BP	Observed	3	17	20
	% within row	15.00 %	85.00 %	100.00 %
	% within column	33.33 %	33.33 %	33.33 %
	% of total	5.00 %	28.33 %	33.33 %
EP	Observed	2	18	20
	% within row	10.00 %	90.00 %	100.00 %
	% within column	22.22 %	35.29 %	33.33 %
	% of total	3.33 %	30.00 %	33.33 %
FP	Observed	4	16	20
	% within row	20.00 %	80.00 %	100.00 %
	% within column	44.44 %	31.37 %	33.33 %
	% of total	6.67 %	26.67 %	33.33 %
Total	Observed	9	51	60
	% within row	15.00 %	85.00 %	100.00 %
	% within column	100.00 %	100.00 %	100.00 %
	% of total	15.00 %	85.00 %	100.00 %

χ^2 Tests

	Value	df	p
χ^2	0.7843	2	0.676
χ^2 continuity correction	0.7843	2	0.676
Fisher's exact test			0.900
N	60		

Anexo 12.3. Analisis variables cuantitativas

12.3.1. Tiempo a ventana

Se miraron los datos para mirar diferencias en el tiempo de ventana y el plano. Se obtiene un valor p no estadísticamente significativo, motivo por el cual no se rechaza la hipótesis. La variable no distribuye de forma normal, motivo por el cual es necesario realizar la diferencia de medianas con la prueba de Kruskal Wallis (Prueba no paramétrica del ANOVA).

Normality Test (Shapiro-Wilk)

	W	p
time_window_1	0.8464	< .001

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

Homogeneity of Variances Test (Levene's)

	F	df1	df2	p
time_window_1	0.03991	2	57	0.961

Kruskal-Wallis

	χ^2	df	p
time_window_1	0.1147	2	0.944

Se calculó la prueba post hoc (Tukey), sin embargo, no se encontraron diferencias entre las medianas del tiempo a venta por plano ecográfico.

Tukey Post-Hoc Test – time_window_1

		BP	EP	FP
BP	Mean difference	—	0.07850	0.01600
	p-value	—	0.999	1.000
EP	Mean difference		—	-0.06250
	p-value		—	0.999
FP	Mean difference			—
	p-value			—

12.3.2. Tiempo a vaso

Se miraron los datos para buscar diferencias en el tiempo necesario para visualizar la punta de la aguja dentro del vaso y el plano ecográfico. Se obtiene un valor p no estadísticamente significativo, motivo por el cual no se rechaza la hipótesis. La variable no distribuye de forma normal, motivo por el cual es necesario realizar la diferencia de medianas con la prueba de Kruskal Wallis (Prueba no paramétrica del ANOVA).

One-Way ANOVA (Welch's)

	F	df1	df2	p
time_punc_1	3.469	2	33.94	0.043

Kruskal-Wallis

	χ^2	df	p
time_punc_1	3.349	2	0.187

Group Descriptives

	Plano	N	Mean	SD	SE
time_punc_1	BP	20	13.126	9.809	2.1933
	EP	20	8.600	3.365	0.7524
	FP	20	11.463	4.974	1.1122

Se calcula la prueba post hoc (Tukey), sin embargo, no se encontraron diferencias entre las medianas del tiempo de punción por plano ecográfico.

Tukey Post-Hoc Test – time_punc_1

		BP	EP	FP
BP	Mean difference	—	4.53	1.66
	p-value	—	0.088	0.709
EP	Mean difference		—	-2.86
	p-value		—	0.367
FP	Mean difference			—
	p-value			—

12.3.3. Tiempo total del procedimiento

Se miraron los datos para buscar diferencias en el tiempo total necesario para la canulación de la vena yugular interna y el plano ecográfico. Se obtiene un valor p no estadísticamente significativo, motivo por el cual no se rechaza la hipótesis. La variable no distribuye de forma normal, motivo por el cual es necesario realizar la diferencia de medianas con la prueba de Kruskal Wallis (Prueba no paramétrica del ANOVA).

Normality Test (Shapiro-Wilk)

	W	p
total_time_1	0.9608	0.051

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

Homogeneity of Variances Test (Levene's)

	F	df1	df2	p
total_time_1	1.755	2	57	0.182

Kruskal-Wallis

	χ^2	df	p	ϵ^2
total_time_1	2.24	2	0.327	0.04

Se calcula la prueba post hoc (Tukey), sin embargo, no se encontraron diferencias entre las medianas del tiempo total del procedimiento y los planos ecográficos.

Tukey Post-Hoc Test – total_time_1

		BP	EP	FP
BP	Mean difference	—	3.83	0.82
	p-value	—	0.497	0.968
EP	Mean difference		—	-3.02
	p-value		—	0.647
FP	Mean difference			—
	p-value			—

12.4. Análisis bivariado teniendo en cuenta variables demográficas

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las variables sexo edad, experiencia como especialista y el éxito en la canulación de la vena yugular interna con los diferentes planos ecográficos. (Tabla 2).

Tabla 4. Variables demográficas y valor de p de éxito de canulación.

Variable	Categoría (N:10)	Éxito de canulación	valor-p
Sexo	F:20%	100 %	0,614
	M: 80%	100 %	
Edad* (RIQ)	36 (6.25)	100 %	0,115
Experiencia como especialista* (RIQ)	5 (2.5)	100 %	0,217

*Años

RIQ: Rango intercuartílico

Diferencia de los tiempos entre los expertos que realizaron los procedimientos.

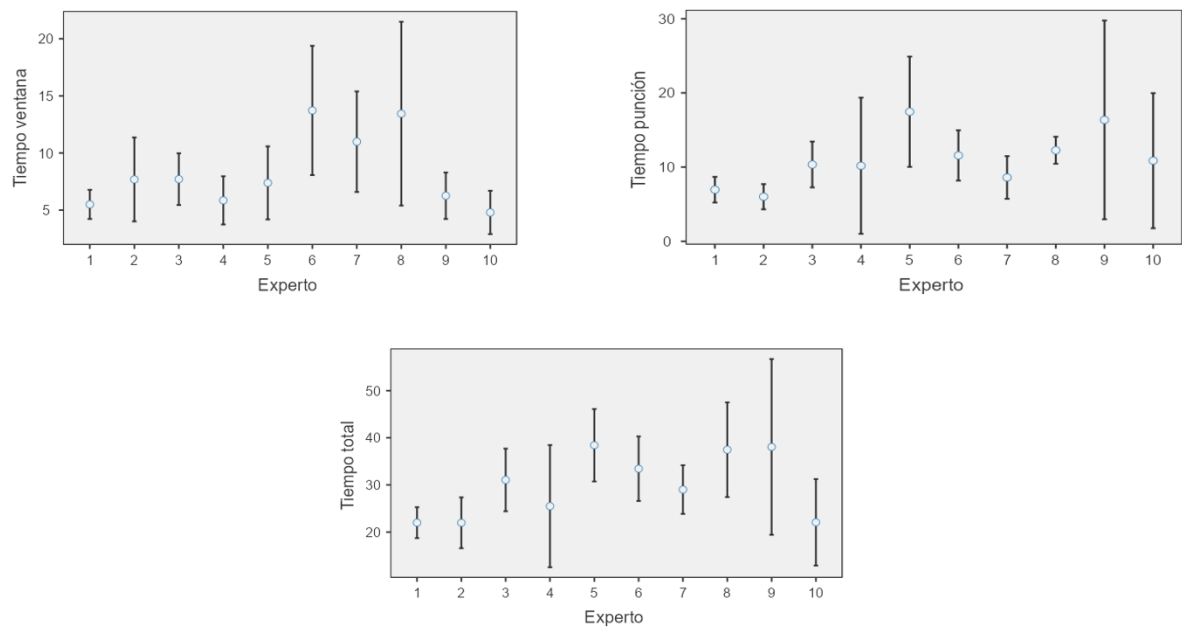


Figura 4. *Diferencia de los tiempos entre los expertos que realizaron los procedimientos.*