

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



**UANL**

**"ACCESO VENOSO CENTRAL SUPRACLAVICULAR, UNA  
ALTERNATIVA EN ACCESOS VENOSOS DIFÍCILES EN  
PACIENTES CRÍTICOS EN SALA DE REANIMACIÓN"**

**Por**

**DR. JOSE SAUL POOL TRUJILLO**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS**

**Enero, 2026**

**"ACCESO VENOSO CENTRAL SUPRACLAVICULAR, UNA ALTERNATIVA EN ACCESOS  
VENOSOS DIFÍCILES EN PACIENTES CRÍTICOS EN SALA DE REANIMACIÓN"**

POR

**JOSÉ SAUL POOL TRUJILLO**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS**

DR. MED. MARCO A. HERNÁNDEZ GUEDEA

DIRECTOR DE LA TESIS

DR. LEOPOLDO CERVANTES DELGADILLO

CO-DIRECTOR DE LA TESIS

DR. ASDRUBAL GUEVARA CHARLES

COORDINADOR DE ENSEÑANZA

DR. WILLIAM'S LUCIANO LÓPEZ VIDAL

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN

DR. MED. MARCO A. HERNÁNDEZ GUEDEA

PROFESOR TITULAR DEL PROGRAMA

DR. MED. FELIPE ARTURO MORALES MARTÍNEZ

SUBDIRECTOR DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**UANL**

Declaración de los lugares donde se desarrolló el trabajo

**"ACCESO VENOSO CENTRAL SUPRACLAVICULAR, UNA ALTERNATIVA EN  
ACCESOS VENOSOS DIFÍCILES EN PACIENTES CRÍTICOS EN SALA DE  
REANIMACIÓN"**

Este trabajo fue realizado en el Departamento de Emergencias “Shock-Trauma”, del Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González, en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, bajo la dirección del Dr. Med. Marco Antonio Hernández Guedea y Co-Dirección del Dr Leopoldo Guadalupe Cervantes Delgadillo.

**DR. MED. MARCO A. HERNÁNDEZ GUEDEA**

DIRECTOR DE LA TESIS

**DR. LEOPOLDO CERVANTES DELGADILLO**

CO-DIRECTOR DE LA TESIS

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres Gonzalo y Norma, mi novia Tatiana, y mi perrita Kenna, pues sin su apoyo incondicional, y compañía a pesar de la distancia, no podría haber completado este trabajo y mi formación como Médico Especialista en Medicina de Urgencias.

A mis maestros, en especial al Dr. Leopoldo Cervantes Delgadillo, quien me presentó una de las técnicas olvidadas para la rápida colocación de CVC en pacientes críticos.

A mis compañeros de residencia, quienes me permitieron ser su maestro y alumno, y que de una u otra manera colaboraron conmigo para la realización del presente trabajo.

A todo el personal de Enfermería del Departamento por todas las oportunidades que tuvimos de trabajar en equipo.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>I. RESÚMEN.....</b>	<b>9</b>
1.1 Resumen.....	9
1.2. Abstract.....	10
<b>II. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
2.1. Antecedentes.....	11
2.1.1. La Historia del Acceso Venoso Central.....	11
2.1.2. Accesos Vasculares en Emergencias.....	12
2.1.3. Comparación del Catéter Venoso Periférico, Intraóseo, y Central en la Reanimación Inicial.....	14
2.1.4. Transición desde los Accesos Venosos Temporales.....	17
2.1.5. Selección del Abordaje y Técnica de Acceso Venoso Central.....	18
2.1.6. Técnicas para Abordaje de la Vena Subclavia.....	19
2.2. Planteamiento del Problema.....	22
2.3. Justificación.....	23
<b>III. HIPÓTESIS.....</b>	<b>24</b>
<b>IV. OBJETIVOS.....</b>	<b>24</b>
<b>V. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
5.1. Diseño del Estudio.....	25
5.2. Criterios de Selección.....	25
5.3. Recolección de Datos.....	26
5.3.1. Datos Demográficos:.....	26
5.3.2. Datos sobre la Colocación del CVC:.....	26
5.3.3. Datos sobre el uso del CVC.....	27
5.3.4. Datos del Operador:.....	27
5.4. Procesamiento y Clasificación de Datos.....	28
5.4.1. Demográficos:.....	28
5.4.2. Colocación del CVC.....	29
5.4.3. Uso del CVC.....	30
5.5. Análisis Estadístico:.....	31
5.6. Mecanismos de Confidencialidad y Consideraciones Éticas:.....	32
<b>VI. RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
6.1. Población.....	33
6.1.1. Muestra.....	33

6.1.2. Validez Interna.....	33
6.2. Demográficos.....	33
6.2.1. Sexo y Edad:.....	33
6.2.2. Operadores:.....	34
6.2.3. Padecimientos:.....	36
6.3 Eficiencia.....	36
6.3.1. Tiempo de Procedimiento y Punción por Técnica:.....	36
6.3.2. Tiempos de Procedimiento y Punción por Grado Académico:.....	37
6.3.3. Tiempos de Procedimiento por Operador:.....	38
6.4. Aprendizaje, Experiencia y Preferencia.....	38
6.4.1. Aprendizaje.....	38
6.4.2. Preferencia del Operador.....	41
6.4.3. Desempeño de la técnica según la preferencia del operador.....	41
6.4.4. Desempeño del operador según la técnica preferida y empleada.....	42
6.5. Seguridad, Eficacia y Complicaciones.....	44
6.5.1. Punciones.....	44
6.5.2. Seguimiento.....	44
6.5.3. Eficacia de uso del CVC.....	44
6.5.4. Complicaciones.....	45
6.5.5. Análisis Multivariado de Complicaciones Tempranas.....	46
6.5.6. Posición de la Punta del CVC.....	47
6.6. Factores del Paciente.....	47
6.6.1. Edad Avanzada.....	47
6.6.2. Obstáculos.....	48
6.6.3. Obstáculos por Técnica.....	49
6.6.4. Impacto de los Obstáculos en la Curva de Aprendizaje.....	50
<b>VII. DISCUSIÓN.....</b>	<b>51</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>54</b>
9.1. Cuestionarios Likert.....	54
<b>X. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>55</b>
<b>XI. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO.....</b>	<b>60</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ACLS:</b> Soporte Vital Cardiovascular Avanzado	<b>OR:</b> Razón de Probabilidades
<b>AD:</b> Aurícula Derecha	<b>p:</b> Valor de probabilidad estadística (p-value)
<b>ATLS:</b> Soporte Vital Avanzado en Trauma	<b>PALS:</b> Soporte Vital Avanzado Pediátrico
<b>cc:</b> centímetros cúbicos	<b>POCUS:</b> Ultrasonografía en el Punto de Atención
<b>cc/min:</b> centímetros cúbicos por minuto	
<b>cm:</b> centímetros	
<b>CVC:</b> Cateter Venoso Central	<b>R1, R2, R3, R4:</b> Residentes (por año académico del primero al cuarto)
<b>DIVA:</b> Acceso Intravenoso Difícil	<b>RCP:</b> Reanimación Cardiopulmonar
<b>EPOC:</b> Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica	<b>Rho:</b> coeficiente de correlación de rango de Spearman
<b>Fr:</b> French (calibre)	<b>RR:</b> Riesgo Relativo
<b>G:</b> Gauge (calibre)	<b>seg:</b> Segundos
<b>hrs:</b> Horas	<b>Supra:</b> (Técnica) Supraclavicular
<b>IC:</b> Intervalo de Confianza	<b>UCA:</b> Unión Cavoatrial
<b>ID:</b> Número Identificador del Paciente	<b>VBC:</b> Vena Braquiocefálica
<b>IMC:</b> Índice de Masa Corporal	<b>VCI:</b> Vena Cava Inferior
<b>Infra:</b> (Técnica) Infraclavicular	<b>VCS:</b> Vena Cava Superior
<b>IO:</b> Intraóseo	<b>VFC:</b> Vena Femoral Común
<b>IQR:</b> Rangos Intercuartiles	<b>VSC:</b> Vena Subclavia
<b>IV:</b> Intravenoso	<b>VCSD:</b> Vena Subclavia Derecha
<b>Mdn:</b> Mediana	<b>YD:</b> Vena Yugular Derecha
<b>min:</b> Minutos	<b>YI:</b> Vena Yugular Interna
<b>N:</b> Número total de una muestra	<b>VIH:</b> Virus de Inmunodeficiencia Humana
<b>n:</b> Número de sujetos en un subgrupo	
<b>N. N.:</b> No Nombre	$\chi^2$ : Chi cuadrada

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Tiempo de Procedimiento y Punción por Técnica, por Grado Académico.....	37
Tabla 2. Resultados del análisis de sensibilidad de potencia estadística para subgrupos previamente no significativos.....	39
Tabla 3. Concordancia ajustada de preferencia y técnica usada por sujeto.....	43
Tabla 4. Concordancia ajustada de técnica usada y preferida por Operador.....	43
Tabla 5. Comparativa entre técnicas ante Obstáculos.....	50

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Distribución por Edad.....	34
Figura 2. Distribución por Sexo.....	34
Figura 3. Distribución de CVC instalados por Grado Académico.....	35
Figura 4. Distribución de padecimientos por técnica empleada.....	36
Figura 5. Tiempos de Punción y Procedimiento, por Técnica.....	37
Figura 6. Tiempos de Punción y Procedimiento por Técnica, para cada Grado.....	38
Figura 7. Pendiente de aprendizaje por técnica.....	40
Figura 8. Curva de aprendizaje de subgrupos estadísticamente significativos.....	40
Figura 9. Concordancia de Técnica Empleada y Preferida.....	42
Figura 10. Número de Punciones por Técnica.....	44
Figura 11. Riesgo Relativo de Complicaciones Tempranas, Tardías y Eficacia para la técnica Supraclavicular.....	45
Figura 12. Impacto de Obstáculos en el Desempeño Global.....	48
Figura 13. Impacto de los principales obstáculos en las punciones y tiempo de procedimiento, para cada técnica.....	49
Figura 14. Aprendizaje de R2 sin obst.....	50

## I. RESÚMEN

### 1.1 Resumen

En el contexto de pacientes reanimados en el departamento de Emergencias, uno de los pilares para su manejo depende de los accesos vasculares. En la actualidad existen múltiples modalidades, sin embargo aquellos con el menor tiempo de colocación y la mayor cantidad de funcionalidad son preferidas, siendo una de las opciones más viables el acceso venoso central.

En el presente estudio observamos el uso de la “olvidada” técnica Supraclavicular, y realizar una comparación frente a la Infraclavicular en nuestro centro, con el fin de evaluar su superioridad para los pacientes de nuestro departamento para esto, tomamos registros clínicos de pacientes en un lapso de casi 3 años, en quienes se les instalaron CVCs mediante ambas técnicas, encontrando 357 sujetos (Infra = 272 y Supra = 85), ambos grupos fueron equiparables (sin diferencias estadísticamente significativas) en edad, género, diagnóstico, complicaciones, mortalidad, y uso por grado académico.

Demostramos la superioridad de la técnica Supraclavicular en los siguientes ámbitos: -3 min tiempo de punción ( $p < 0.05$ ), -8 min tiempo de procedimiento ( $p < 0.05$ ), ventaja que persiste luego de ajustar por grado académico (R1 a R4) con un tiempo de punción de -4.5 a -7 min y de procedimiento de -3.5 a -11 min ( $p < 0.05$ ), punciones necesarias de 1 a 2 ( $p < 0.05$ ); además de la no inferioridad en los ámbitos de eficacia (supervivencia del paciente al CVC, sin complicaciones), complicaciones, mortalidad, posición final de la punta del catéter.

Mediante nuestro estudio, demostramos con parámetros previamente no estudiados, que la técnica Supraclavicular conserva su superioridad como se ha demostrado en la literatura previa, además, contemplamos en el análisis las preferencias del operador y su grado académico, lo cual no se había realizado previamente, lo que abre la puerta a ajustar la perspectiva de próximos estudios comparativos entre técnicas, y otras modalidades de accesos vasculares.

## **1.2. Abstract**

In the context of resuscitated patients in the Emergency department, one of the pillars for its management depends on vascular accesses. Currently there are multiple modalities, however those with the least placement time and the greatest amount of functionality are preferred, being one of the most viable options the central venous access.

In the present study we observe the use of the “forgotten” Supraclavicular technique, and perform a comparison against the Infraclavicular in our center, with the aim of evaluating its superiority for the patients of our department for this, we reviewed clinical records of patients in a lapse of almost 3 years, on whom CVCs were installed via both techniques, finding 357 subjects (Infra = 272 and Supra = 85), both groups were comparable (without statistically significant differences) in age, gender, diagnosis, complications, mortality, and use by academic grade.

We demonstrated the superiority of the Supraclavicular technique in the following scopes: -3 min puncture time ( $p < 0.05$ ), -8 min procedure time ( $p < 0.05$ ), advantage that persisted after adjusting by academic grade (R1 to R4) with a puncture time of -4.5 to -7 min and procedure of -3.5 to -11 min ( $p < 0.05$ ), necessary punctures of 1 to 2 ( $p < 0.05$ ); and non-inferiority in the scopes of efficacy (survival of the patient to the CVC, without complications), complications, mortality, final position of catheter tip.

Through our study, we demonstrate with parameters previously not studied, that the Supraclavicular technique conserves its superiority as has been demonstrated in previous literature, also, we contemplate in the analysis the preferences of the operator and their academic grade, which had not been performed previously, which opens the door to adjust the perspective of next comparative studies between techniques, and other modalities of vascular accesses.

## II. INTRODUCCIÓN

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. La Historia del Acceso Venoso Central

En 1929, el médico Werner Frossman, entonces residente quirúrgico del Hospital Auguste Viktoria-Heim en Eberswalde, Alemania, canalizó su propia vena antecubital izquierda, introduciendo 35 cm de un catéter uretral 4 Fr, para luego escalar 4 pisos hasta el departamento de radiología, donde se obtuvo la primera radiografía documentando la colocación intracardiaca de la punta de un catéter insertado de manera percutánea, la intención inicial era asistir en la resucitación de pacientes mediante la administración de fármacos directamente al corazón; semanas más tarde, empleó esta técnica para administrar glucosa y epinefrina a una paciente con peritonitis, quien presentó una mejoría clínica transitoria, aunque finalmente falleciendo;<sup>1</sup> Frossman publicó su técnica ese mismo año como “Die sondierung Des rechten Herzens” en “Klinische Wochenschrift”,<sup>1</sup> lo cual desafortunadamente lo llevó a ser expulsado del instituto donde laboraba, pues la comunidad médica había ignorado previamente su propuesta, negándole la autorización para realizar este procedimiento experimental, sin embargo, su publicación generó entusiasmo en EEUU, donde Andre Cournard y Dickinson Richards perfeccionaron la técnica de Frossman, creando una herramienta que fue usada de manera rutinaria para la investigación fisiológica y cardiovascular.<sup>2</sup>

Finalmente en 1956, Frossman, Cournard, y Richards recibieron de manera compartida el premio Nobel en Fisiología o Medicina,<sup>3</sup> dando inicio al desarrollo de una de las herramientas centrales de la medicina moderna; durante las siguientes décadas, los tipos de catéter, técnicas de colocación, sitios de inserción, y usos se diversificaron,<sup>4</sup> teniendo entre ellos lo que hoy en día se conoce como el Catéter Venoso Central (CVC), del tipo no tunelado debido a la mayor facilidad para la colocación, el uso de la técnica de Seldinger con un alambre guía, y los sitios comunes para canalizar la vena Yugular interna (VYI), Subclavia (VSC), o Femoral común (VFC), llevando la punta del catéter a la Unión Cavo-Atrial (UCA) o Vena Cava inferior (VCI).<sup>4</sup>

## 2.1.2. Accesos Vasculares en Emergencias

En 1979, el Dr Peter Rosen, uno de los pioneros de la Medicina de Emergencias, y figura clave para su consolidación como especialidad médica en Estados Unidos, publicó su ensayo titulado “The Biology of Emergency Medicine”, donde entre otras cosas describe que el Médico de Emergencias es especialmente responsable de atender pacientes al borde de la muerte, mediante intervenciones que van desde lograr su estabilización para recibir tratamiento definitivo, hasta salvarle la vida.<sup>5</sup>

Entre estas intervenciones esenciales, existe una especialmente clave para el manejo de virtualmente toda la población de pacientes que compete a la Medicina de Emergencias, y esta es la obtención de un Acceso Venoso, ya sea para la administración de medicamentos, soluciones intravenosas, hemocomponentes, o medios de contraste radiológicos,<sup>6</sup> convirtiéndolo además en un procedimiento sine qua non para la reanimación sistematizada de pacientes de acuerdo con los lineamientos de Soporte Vital Cardiovascular Avanzado (ACLS) de la “American Heart Association”,<sup>7</sup> y del Soporte Vital Avanzado en Trauma (ATLS) del “American College of Surgeons”;<sup>8</sup> definiendo en este último un acceso venoso apropiado como la colocación de 2 vías periféricas colocadas en antebrazos, idealmente sobre la región antecubital y de un calibre no menor a 18 Fr, siendo estos apropiados para la administración de fluidos, sangre, y plasma por igual.<sup>8</sup>

A pesar de su extrema necesidad la obtención de un acceso venoso no siempre es una tarea sencilla, y en ocasiones más frecuentes de lo que nos gustaría, un paciente puede poseer un acceso venoso difícil (DIVA).<sup>9</sup> Se considera que un paciente posee un DIVA ante uno de los siguientes tres escenarios: A) El personal de salud ha realizado dos o más intentos fallidos de canalización venosa periférica empleando técnicas tradicionales, B) la exploración física evidencia datos sugestivos de DIVA como venas periféricas no visibles y/o palpables, o C) El paciente posee antecedentes referidos o documentados de DIVA durante atención médica previa.<sup>9</sup> Aunado a los factores contemplados en esta definición, los pacientes que acuden al departamento de Emergencias con mayor incidencia de DIVA son aquellos con antecedentes de uso de drogas intravenosas, edad avanzada, post-transplantados, IMC elevado, o con padecimientos crónicos como Diabetes Mellitus, Enfermedad Renal Crónica con

Terapia de Reemplazo Renal, Hepatopatas Crónicos, condiciones de fragilidad,<sup>9-12</sup> o en profundo estado de choque.<sup>12, 13</sup>

Siendo el DIVA el obstáculo que representa para la reanimación rápida y oportuna del paciente crítico en Emergencias, ha representado un reto significativo desde la invención del acceso venoso, lo que en cierta manera motiva el desarrollo del presente estudio, motivó a la publicación en 1984 de “My Kingdom for an Intravenous Line”,<sup>14</sup> donde el Dr James P Orlowski describe como la dificultad para establecer un acceso venoso, obliga a resucitar del olvido técnicas como la administración intratraqueal de epinefrina, atropina, lidocaína o naloxona, que cruzando la barrera alveolo-capilar mediante la ventilación con presión positiva, puede lograr efectos terapéuticos equiparables a los intravenosos, sin embargo está limitada a sólo esos cuatro fármacos, sin posibilidad de otras opciones terapéuticas, por otro lado, se hace mención sobre la administración de fármacos por vía intraperitoneal o subcutánea, aunque con capacidad para dosis muy bajas, y con una tasa de absorción más lenta, por otro lado, se describe la vía intracardiaca por punción directa, aunque con riesgos muy frecuentemente mayores a los beneficios,<sup>15</sup> y finalmente se describe la vía intraósea como una de las alternativas más versátiles y seguras para el acceso venoso.

El desarrollo del acceso vascular intraoseo se dió de manera prácticamente simultanea a la creación del cateter venoso central, siendo inicialmente propuesto por Drinker y Doan en 1922 como un acceso no colapsable a la circulación venosa,<sup>16,17</sup> aunque estudiado con fines terapeúticos en 1936 por Tocantins y O’Neil, primero en animales y más adelante en Humanos con múltiples ensayos clínicos desde 1940<sup>18</sup> enfocados al paciente pediatrico; poco despues durante el curso de la 2<sup>a</sup> Guerra Mundial, entre 1944 y 1946 se publicaron reportes sobre su uso en hospitales de guerra, haciendo enfasis en la facilidad para su colocación en pacientes con colapso vascular secundario al choque hemorragico, y logrando emplearlos para la infusión de soluciones intravenosas y transfusión sanguinea de la misma manera que los accesos intravenosos, aunque con menor tiempo y cantidad de intentos para su colocación,<sup>15</sup> sin embargo, al mismo tiempo que aumentó la tendencia de su uso en situaciones de combate y trauma, se publicaron reportes describiendo lesiones a las estructuras oseas y organos o vasos subyacentes como complicaciones asociadas al acceso intraoseo, esto asociado al

avance en la producción de cateteres de plástico, así como la creación de nuevas técnicas de canalización intravenosa, llevaron el acceso intraóseo al desuso.<sup>15-19</sup>

Casi por serendipia, la publicación en 1984 de “My Kingdom for an Intravenous Line” popularizó el uso del acceso intraóseo, fomentando su mayor estudio, llevándolo al punto de ser incluido en los protocolos de reanimación sistematizada del paciente pediátrico, tanto en los capítulos de Pediatría del ACLS,<sup>7</sup> como en el Soporte Vital Avanzado Pediátrico (PALS),<sup>16</sup> lo cual a su vez atrajo atención a los estudios previamente publicados en pacientes adultos en situaciones de combate y trauma, finalmente luego de múltiples publicaciones sobre el uso del acceso intraóseo en adultos, se incluye en la actualización del 2003 del ACLS que el acceso intraóseo puede ser equiparable al intravenoso en situaciones de reanimación urgente.<sup>20</sup> luego de lo cual se generó un auge en la investigación y desarrollo de catéteres intraóseos para la administración de fármacos y soluciones intravenosas.

### **2.1.3. Comparación del Catéter Venoso Periférico, Intraóseo, y Central en la Reanimación Inicial**

Durante la fase de reanimación inmediata, se plantean dos escenarios de accesos vasculares, el más moderno favorece el uso de accesos IV periféricos de gran calibre (al menos 2 catéteres  $\geq 16-18$  Fr)<sup>13</sup>, y al enfrentar DIVA se da preferencia al acceso IO por la rapidez;<sup>20</sup> sin embargo, debemos desglosar el razonamiento detrás del acceso venoso periférico en el contexto de la reanimación del paciente antes de determinar el más apropiado, lo que se busca es un acceso venoso a través del que se pueda administrar más de una infusión (soluciones intravenosas, vasopresores, hemocomponentes, y/o fármacos específicos), con posibilidad de ser instalado en más de un sitio anatómico, de baja dificultad técnica (requiere del menor tiempo y cantidad de pasos posibles) para el operador que lo coloca y en el menor tiempo posible, y que posea una duración funcional lo más prolongada posible, con una baja incidencia de complicaciones ni eventos adversos, claro que en la evidencia actual no existe un solo dispositivo que cumpla con todas estas características, pero como médicos de Emergencias estamos obligados a encontrar lo más cercano.

Como ya discutimos antes, la primer opción disponible es el acceso venoso periférico corto, que en pacientes con condiciones críticas en sala de reanimación, se prefiere por

ser sumamente rápido de colocar en condiciones ideales ( $< 1$  min),<sup>13</sup> con la posibilidad de tener un calibre que permita la infusión de grandes volúmenes de soluciones o hemocomponentes, y aunque convencionalmente consta de un solo puerto, existe la posibilidad de colocar más de un catéter por paciente (venas antecubitales, dorso de manos, basilica, cefálica, yugular externa, o circulación pedia en casos específicos)<sup>21,22</sup>, además de permitir la administración segura de vasopresores de forma temprana,<sup>23,24</sup> sin embargo no todos los pacientes presentan condiciones ideales, lo cual como ya relatamos en páginas previas, lleva al DIVA, por lo tanto, aunque el catéter venoso periférico es fácil y rápido de colocar, se puede instalar en múltiples sitios de forma simultánea, y con el calibre adecuado, permite la infusión de grandes volúmenes de soluciones, que pueden escalarse aún más, si se considera el uso de catéteres de infusión rápida (RIC) que, transforman un acceso venoso periférico de al menos 20 Fr mediante técnica Seldinger, en un catéter 7-8.5 Fr con la capacidad física de administrar hasta 600-1200 ml/min, aunque dependiente de la distensibilidad física del vaso canulado, el calibre, y el flujo fisiológico, con un alto riesgo de complicaciones (síndrome compartimental flash, extravasación, infiltración, oclusión, trombosis, etc.),<sup>25</sup> además, estos accesos de infusión rápida siguen dependiendo de lograr instalar un acceso venoso periférico de forma exitosa en primero lugar, lo cual como discutimos, se puede ver obstruida o dificultado frecuentemente en el departamento de Emergencias, por lo que en caso de DIVA lo cual la literatura actual nos sugiere el uso del acceso intraóseo;<sup>20</sup> respecto al acceso IO, gracias a la velocidad de colocación y limitada cantidad de intentos requeridos (con los dispositivos adecuados), tiene un lugar relevante en la reanimación inicial para la administración de medicamentos, sin embargo, los sitios donde se puede instalar (Húmero, Tibia, y Esternón) son limitados,<sup>15-17,26</sup> además que el catéter IO conlleva un riesgo de lesiones óseas o a extremidades mayor que el de la canalización venosa periférica, y en el contexto de los pacientes de Emergencias con lesiones traumáticas a pelvis y extremidades, las contraindicaciones para el uso de un catéter IO en la tibia o el húmero son mayores, además el acceso IO tiene una duración limitada, con un tiempo ideal para su retiro dentro de las primeras 24 hrs y hasta 72-96 hrs, luego de lo cual se deben colocar accesos venosos periféricos o central definitivos;<sup>15-19</sup> finalmente el flujo máximo solo por gravedad para un acceso venoso periférico calibre 16-18G va aproximadamente de 2.15-173 cc/min dependiendo de la elevación de la solución infundida,<sup>27</sup> mientras que el flujo de un acceso IO de 15G va

de 18-93.7 cc/min, logrando flujos dentro del rango superior solo cuando se aplica un infusor a la solución conectada al catéter IO y este fue instalado en el esternón.<sup>28</sup>

Retomando el contexto del acceso vascular ideal para Emergencias, el catéter venoso periférico es rápido, fácil, y con flujos altos, duradero, pero sumamente vulnerable a DIVA, en comparación el acceso IO es rápido, fácil, pero con sitios y flujos limitados, y de duración limitada, más orientado hacia la atención prehospitalaria,<sup>26</sup> finalmente, aunque la literatura menciona al acceso IO como superior en situaciones de emergencia,<sup>7,8,12,16,20,26,28</sup> uno de los principales argumentos a su favor es la necesidad de menos destreza por el operador, el número de intentos limitado, y la falta de operadores capacitados para instalar un CVC de forma efectiva, además de que los accesos IO son de una duración limitada, llegando a ser referidos como accesos puente hacia uno definitivo, ya que el paciente de emergencias con padecimientos críticos rara vez resuelve su padecimiento pronto, presentando un aumento en el requerimiento de soluciones, fármacos, vasopresores, e incluso la necesidad de monitorización, antes de ser necesario el retiro del catéter IO,<sup>26</sup> llevando de manera irremediable a requerir la instalación de un CVC, de manera similar a la escaldada de accesos periféricos, existen en la actualidad catéteres modulares como el cateter (MAC), que permiten la instalación inicial de un cateter corto 9 Fr en una vena central, con una técnica similar a la de un CVC convencional, con la opción añadida de utilizar el introductor 9 Fr con dos puertos añadidos para la reanimación inicial de volumen y hemocomponentes, y más adelante la posibilidad de colocar un cateter complementario a través del introductor, con otros 3 puertos de calibre convencional, esto obviamente realizado por un operador capacitado como el especialista en Emergencias.<sup>29</sup>

Continuando con la comparación de accesos, es relevante señalar que la capacidad de infusión de un CVC convencional para adulto como por ejemplo un 7 Fr 3 lúmenes, con un lumen 16 G y dos 18 G, por su longitud, puede llevar a ser físicamente menor que la de un acceso periférico, bajo la presión de 300 mmHg, un catéter periférico 16 Fr alcanza un flujo de hasta 495 ml/min, mientras que el lumen 16 Fr de un CVC convencional solo consigue 250-300 ml/min,<sup>29</sup> lo cual limita el volumen infundido a través del catéter en comparación con los RIC, aunque no pierde utilidad para la reanimación hídrica inicial, ni la administración de sinfín de fármacos necesarios.

No existe al momento en la literatura ninguna publicación que compare una técnica específica de CVC contra el acceso IO, sin embargo es relevante recalcar un estudio comparativo entre el CVC instalado específicamente mediante el abordaje Supraclavicular, contra el acceso venoso periférico, en el cual se reportó una superioridad en tiempo de inserción y tasa de éxito (-40.9 seg a favor del CVC en el tiempo de inserción)<sup>30</sup> lo cual llama la atención hacia el hecho de que el abordaje Supraclavicular, siendo menos popular y subutilizado en la mayoría de los centros, aunado al hecho de que ninguno de los estudios comparativos entre el acceso IO y CVC señalan la técnica de CVC utilizada, ni si fueron guiadas por referencias anatómicas o ultrasonido, lo cual hace inexacto el origen de los tiempos que representan al CVC, y nos hace cuestionar la verdadera superioridad de un abordaje sobre el otro en centros que sí cuentan con personal experimentado para instalar tanto un acceso IO como un CVC.

#### **2.1.4. Transición desde los Accesos Venosos Temporales**

Durante la reanimación de pacientes críticos, una vez alcanzada la estabilización, o si existe una tendencia de aumento en el requerimiento de volumen o catecolaminas, se deberá instalar un CVC, aunque su instalación no debe retrasar la realización de estudios imagenológicos iniciales como una tomografía computarizada,<sup>31,32</sup> aunado a esto, luego de hasta 6 hrs de administración de vasopresores por un acceso venoso periférico, se debe contemplar la colocación de un CVC con el fin de reducir el riesgo de extravasación, flebitis, y trombosis,<sup>33</sup> además, en el contexto de un paciente que como parte de su reanimación inicial continua requiriendo una alta cantidad de volumen (soluciones o hemocomponentes) será necesario reintentar la colocación de un acceso venoso periférico de gran calibre o colocar un CVC, también, si la cantidad de accesos vasculares (perifericos o IO) son de una cantidad insuficiente para continuar la reanimación, será necesaria la colocación de un CVC multilumen (al menos 3 lumenes), si los accesos periféricos o IO fueron instalados en condiciones de higiene no ideales, deberán ser reemplazados por un acceso venoso periferico o central más duradero al finalizar la reanimación inicial, y finalmente, si se está administrando RCP a un paciente con un solo acceso IO, se deberá instalar un segundo acceso venoso periférico.<sup>31</sup>

## 2.1.5. Selección del Abordaje y Técnica de Acceso Venoso Central

Habiendo demostrado la eventual necesidad de un acceso venoso central, durante o después de la reanimación inicial en los pacientes críticos de Emergencias, pasaremos a discutir las características, opciones, y abordajes disponibles para colocar un CVC.

De acuerdo con el ensayo clínico “3SITES”, donde se analizó la incidencia de complicaciones inmediatas e infecciones en relación con el sitio de CVC elegido, entre la VYI, VFC, y VSC, se reportó una proporción de riesgo (HR) de 3.4 (p 0.048) para la VFC vs VSC y de 2.3 (p 0.11) para la VYI vs VSC, declarando a la vena subclavia como el sitio con menor incidencia de infecciones, pero con el mayor riesgo de neumotórax,<sup>34</sup> sin embargo esto último se reportó como consecuencia de la preferencia de punción guiada por referencias antes que por ultrasonido, aunque es relevante considerar que la colocación de CVC en la vena subclavia guiada por ultrasonido es imposible en el abordaje Infraclavicular, pues únicamente se puede visualizar la vena axilar, mientras que en el abordaje Supraclavicular la vena subclavia derecha o braquiocefálica puede ser visualizada en su porción proximal por encima de la clavícula, logrando una verdadera colocación ecoguiada; de forma similar en múltiples publicaciones se comenta sobre la superioridad de la VSC en el menor riesgo de infecciones.<sup>35,36</sup>

Otros factores a tomar considerar para elegir el sitio apropiado para el CVC, son el uso de collarín cervical (evitar la VYI), lesiones pélvicas que requieran un fijador pélvico (uso de VFC limitado), la presencia de un drenaje pleural por alguna lesión asociada (preferir el uso de la VYI o VSC ipsilateral a la lesión).<sup>31</sup>

Mientras que la instalación de CVC guiada por ultrasonido es el estándar de oro,<sup>31,32,37-40</sup> previniendo el riesgo de complicaciones mecánicas inmediatas como la punción arterial, neumotórax, lesión vascular, entre otras, es importante recalcar que el médico de Emergencias debe poseer las habilidades necesarias para instalar un CVC guiado por referencias anatómicas, en primera instancia, la VSC mediante la técnica Infraclavicular no puede ser visualizada directamente por ultrasonido en toda su extensión, limitando la inserción ecoguiada, o requiriendo de consideraciones o modificaciones que no son viables en la totalidad de pacientes que se benefician de un CVC en la VSC, o que llevan a la inserción en la vena axilar, lo cual aumenta significativamente el riesgo de trombosis y estenosis de esta vena,<sup>41-44</sup> por lo tanto, la

elección de este sitio requiere de forma implícita tener destreza para la instalación anatómica.

Por otra parte, no todos los centros hospitalarios cuentan con el recurso de un equipo de Ultrasonido disponible, ya sea en general, o al momento específico en que se requiere la instalación del CVC, en escenarios “crash” donde se requiere de intervenciones rápidas y eficaces para alcanzar la oportuna reanimación y estabilización del paciente crítico, por lo que el tiempo añadido para la preparación y uso esteril del ultrasonido puede prolongar la duración de la intervención,<sup>45</sup> de la misma manera, la colocación de CVC en la VSC durante la administración de RCP, debido al personal involucrado en el RCP que rodea al paciente, dificulta o imposibilita el posicionamiento de un equipo de ultrasonido para la instalación de CVC ecoguiada, finalmente, en escenarios de arribo masivo de pacientes, donde el volumen de casos supera a la disponibilidad técnica y de personal, refuerza que aunque en condiciones ideales se debe preferir la instalación de CVC guiado por ultrasonido, en diversos escenarios es indispensable contar con la destreza guiada por referencias anatómicas.

### **2.1.6. Técnicas para Abordaje de la Vena Subclavia**

La canulación de la VSC fue descrita por primera vez en 1952 por el médico militar francés Robert Aubaniac en “L'injection intraveineuse sous-claviculaire; avantages et technique” publicado en “La Presse Médicale”, donde describió el uso de una técnica que permitía la instalación de un CVC en el contexto de víctimas de guerra, donde frecuentemente presentaban un choque hipovolémico, que colapsaba el resto de la vasculatura, ya que de acuerdo con su descripción, la vena subclavia se mantiene patente aún en situaciones de choque, gracias a la fascia clavipectoral y el ligamento costoclavicular,<sup>46</sup> sin embargo su técnica permaneció relativamente desconocida fuera de Francia, hasta 1962 que fue adoptada por el médico J.N. Wilson et. al. y descrita en “Central venous pressure in optimal blood volume maintenance” en “Archives of Surgery” donde se empleó para la monitorización de la PVC y administración prolongada de soluciones intravenosas, adaptándola además a la técnica de seldinger,<sup>47</sup> llevando a lo que hoy se conoce como la técnica Infraclavicular.

Posteriormente en 1965, el médico australiano David Yoffa habiendo observado el alto riesgo de neumotórax asociado a la técnica Infraclavicular, propuso abordar la VSC

desde arriba, a través del ángulo anatómico delimitado por la clavícula y el músculo esternocleidomastoideo, lo cual ofrecería una vía “más directa” a la VSC y sin el riesgo de neumotórax, publicando sus hallazgos como “Supraclavicular subclavian venipuncture and catheterisation” en “The Lancet”,<sup>48</sup> llevando a lo que hoy se conoce como la técnica Supraclavicular.

Durante los siguientes años, la técnica de Aubaniac ganó popularidad frente a la de Yoffa, en parte por la diferencia de más de 10 años en su descripción y publicación, y por otra parte porque para 1970 se popularizó el sitio de la VYI, dejando a la técnica Supraclavicular en un punto medio entre la Yugular e Infraclavicular, donde unos médicos preferían el abordaje de la VYI por la capacidad de comprimir el sitio en caso de punción arterial, y otros preferían el Infraclavicular por la facilidad de higiene y mantenimiento, llevando a la técnica de Yoffa al olvido.

Decadas más tarde en 2004, se “redescubrió” la técnica por médicos de Emergencias que adaptaron los pasos descritos por Yoffa, describiendo el “Pocket Approach”, en primer instancia realizaron la punción en 24 cadáveres con el fin de observar las estructuras en el trayecto de esta técnica modificada, con confirmación mediante disección, además de incluir la técnica Seldinger como parte del procedimiento, posteriormente lo llevaron a la práctica en pacientes adultos del departamento de Emergencias, especialmente pacientes recibiendo RCP o víctimas de trauma con collarín cervical rígido, durante la fase in-vivo de su estudio capacitaron a 10 profesores de y 18 residentes de Emergencias, a quienes se les dió la libertad de emplear la técnica en un centro hospitalario universitario de Emergencias, que además fungía como Centro de Trauma Nivel 1, con un censo anual de 45,000 pacientes, reportando en un lapso de 4 meses, 68 pacientes que recibieron un CVC Supraclavicular, con una tasa de éxito del 90%, sin eventos reportados de neumotorax, y con una canulación exitosa al primer intento en el 54% de los casos, además reportaron 11 sujetos portadores de collarín cervical rígido durante la colocación del CVC (todos exitosos), así como 16 sujetos en los que se les instaló el CVC mientras recibían RCP de manera simultánea, con un éxito del 94%.<sup>49</sup>

Más adelante en 2009 se publicó “Supraclavicular Subclavian Vein Catheterization: The Forgotten Central Line” donde se recalcaron las ventajas de la técnica

Supraclavicular frente a la Infraclavicular, las diferencias anatómicas, la menor incidencia de neumotórax y complicaciones, así como la ausencia de migración de la punta del catéter, además de recalcar que la literatura médica ignoró a este abordaje, existiendo únicamente escasos estudios prospectivos y series de casos con muestras sumamente limitadas, además de muy escasos estudios comparativos entre ambas técnicas para la VSC, privando a la técnica de Yoffa y sus variantes, de demostrar con evidencia contundente su superioridad frente a la técnica Infraclavicular;<sup>50</sup> Además de ofrecer una conclusión importante, mencionando que “ningún acceso venoso central está libre de posibles complicaciones, y ninguna técnica es ideal para todos los pacientes, por lo que un conocimiento minucioso de la anatomía y la familiarización con múltiples abordajes es el camino hacia una cateterización venosa central exitosa.”<sup>50</sup>

## **2.2. Planteamiento del Problema**

La obtención de un acceso venoso central durante la reanimación del paciente crítico suele ser una pieza clave para la Medicina de Emergencias, teniendo como principales metas la reanimación hídrica, la administración de fármacos especiales, la infusión de hemocomponentes, y/o monitorización invasiva, por lo que la elección adecuada y oportuna del sitio y técnica de colocación son parte esencial para el éxito en el manejo del paciente crítico en la sala de Emergencias, y aunque las características mecánicas y físicas del catéter son relevantes para la cantidad de volumen infundido, también lo es el sitio donde se colocan dichos accesos vasculares, lo cual se contempla en el enfoque del presente estudio.

Desde el inicio del desarrollo del Catéter Venoso Central, se han descrito múltiples técnicas y sitios para la colocación del mismo, y en la actualidad, estas se asisten o guían por la ultrasonografía para guiar su colocación, aumentando la tasa de éxito, disminuyendo la cantidad de intentos necesarios y las complicaciones inmediatas, sin embargo, dentro de la medicina de Emergencias existen contextos clínicos en los que es necesario poseer la destreza para colocar de manera rápida y eficaz, un acceso venoso central debido a la inmediatez propia de la reanimación del paciente, o a la carencia de equipo imagenológico disponible, debiendo hacerlo mediante la técnica más apropiada para el paciente, con el menor riesgo de complicaciones.

Respecto a nuestro centro, es relevante resaltar para el contexto del presente estudio, que los accesos vasculares a la disposición del personal de Emergencias son el catéter venoso periférico y el catéter venoso central, careciendo del acceso IO sugerido como puente en situaciones de colapso vascular periférico y urgencia médica, por lo que nos ha llevado a adoptar protocolos que favorezcan la rápida colocación de un CVC al enfrentarnos a un DIVA, siempre buscando la técnica con menor incidencia de complicaciones, así como la más rápida y segura para el paciente, y que idealmente pueda ser realizada aún en sujetos con condiciones tan extremas como el paro cardiorrespiratorio, lo cual motivó el presente estudio a reportar la comparación entre ambas técnicas de la VSC.

### **2.3. Justificación**

Respecto al vaso a canular, cada uno posee sus ventajas y complicaciones, sin embargo, se prefiere la canulación de la Vena Subclavia, pues carece de válvulas, es de gran calibre, y ve su permeabilidad comprometida en menos condiciones que los otros dos vasos mencionados; en cuanto a la técnica, se han descrito dos sitios de inserción, la subclavia, actualmente popular por ser colocado en un sitio de fácil acceso, y requiriendo de mantenimiento poco exigente a comparación de otros sitios, con una menor cantidad de complicaciones a largo plazo, aunque con el riesgo de ocasionar compromiso ventilatorio durante su colocación, y por otro lado, la supraclavicular, que aunque en desuso y poco transmitida a las últimas generaciones de urgenciólogos, se beneficia de ser una técnica más sencilla y con menor riesgo de complicaciones, mereciendo formar parte de las herramientas a nuestra disposición para la reanimación de pacientes.

Finalmente, la cantidad de literatura que relata el uso de la técnica para colocación de CVC supraclavicular, ha disminuido lo largo de la última década, y es prácticamente inexistente en nuestro país, por lo que el presente estudio pretende aplicar, observar y describir el uso de esta técnica, así como analizar las ventajas, desventajas, y complicaciones que conlleva, en una de los Centros de Emergencias con mayor afluencia de pacientes en el Noreste de México.

### **III. HIPÓTESIS**

Hipótesis: La técnica Supraclavicular para colocación de CVC Subclavio requiere menor tiempo y se asocia a igual o menores complicaciones que la técnica Infraclavicular en nuestro centro, así como respecto a las reportadas en la literatura.

Hipótesis nula: La técnica Infraclavicular para colocación de CVC Subclavio requiere de menor tiempo y se asocia a menos complicaciones que la Supraclavicular en nuestro centro, así como respecto a las descritas en la literatura

### **IV. OBJETIVOS**

Describir las características del uso de la técnica supraclavicular y compararla con la técnica infraclavicular para la colocación de CVC Subclavio, en pacientes críticos con accesos venosos difíciles en sala de reanimación.

- Comparar el tiempo e intentos necesarios para su colocación según la técnica empleada
- Identificar los factores asociados con el tiempo e intentos necesarios según la técnica empleada
- Señalar los obstáculos para la identificación de referencias anatómicas según la técnica empleada
- Vigilar la permeabilidad y funcionalidad del CVC durante el uso de collarín cervical para la técnica supraclavicular
- Registrar su colocación y uso durante maniobras de Reanimación Cardiopulmonar Avanzadas según la técnica empleada
- Analizar la tasa de éxito y tiempo de funcionalidad del CVC según la técnica empleada
- Comparar los tiempos requeridos según la técnica empleada
- Comparar la incidencia de obstáculos y complicaciones según la técnica empleada
- Identificar la percepción del operador respecto a ambas técnicas.

## V. MATERIAL Y MÉTODOS

### 5.1. Diseño del Estudio

Este protocolo fue diseñado con 2 componentes, el Cuantitativo consistente en un estudio Observacional, de Cohorte Retrospectivo, de revisión documental para casos ocurridos en el periodo de Enero 2023 a Agosto 2025, seleccionando pacientes exclusivamente del departamento de Emergencias Shock-Trauma del Hospital Universitario “Dr. Jose Eleuterio Gonzalez”. Al tratarse de un estudio poblacional y retrospectivo, se omitió la estimación de un tamaño de muestra, siendo limitada únicamente por la población de pacientes del departamento, los criterios de selección y el periodo de revisión documental.

Para el componente Cualitativo del estudio, se diseñó un cuestionario Likert para evaluar la apreciación personal de cada operador respecto a ambas técnicas (Anexo 1), el cual se aplicó de manera electrónica a cada uno de los operadores posterior a completar la fase de recolección de datos.

### 5.2. Criterios de Selección

Como criterios de inclusión se consideraron: a) edad  $\geq 18$  años; b) acceso venoso difícil al ingreso (dificultad para lograr accesos venosos periféricos: ausencia de al menos 1 cateter venoso periférico corto  $\geq$  calibre a 18 Fr permeable, luego de un lapso  $> 2$  minutos o  $> 3$  intentos); c) inestabilidad hemodinámica y/o respiratoria (estado de choque en cualquiera de sus presentaciones, patrón respiratorio irregular, compromiso inminente de la vía aérea, y/o paro cardiorrespiratorio), o necesidad de infundir  $> 500$  cc de solución intravenosa en bolo, uso de vasopresores o  $> 3$  infusiones intravenosas continuas, administración de hemocomponentes, y/o administración de fármacos irritantes de manera frecuente; y d) que se les colocara un Cateter Venoso Central Subclavio mediante la técnica Supraclavicular o Infraclavicular.

Como criterios de exclusión se consideraron: a) disfunción del catéter o alguno de los insumos propios del Kit de CVC, durante o después de la colocación, por defectos técnicos; b) reporte de presencia de alteraciones patológicas de la anatomía del sitio de colocación, que representen un riesgo añadido al usual para el paciente, y que sean evidentes a la exploración física inicial (por ejemplo abultamientos, heridas,

quemaduras, laceraciones, entre otras); c) Retiro del CVC de manera accidental o por motivos no médicos.

Criterios de Eliminación: a) pacientes que inicialmente ingresaron como “No Nombre” (N. N.), a los que se les instaló un CVC Subclavio mediante la técnica Supraclavicular o Infraclavicular, pero que posterior a su identificación fueran reportados como < 18 años.

### **5.3. Recolección de Datos**

Una vez seleccionados los sujetos y la temporalidad del CVC instalado, se realizó la revisión documental de los expedientes físicos y electrónicos, así como de las radiografías de tórax de verificación posterior a la colocación del CVC; posteriormente se estructuró una base de datos en una plataforma de hoja de cálculo para la captura inicial, registrando datos de las variables:

#### **5.3.1. Datos Demográficos:**

- **ID:** Número identificador del Paciente.
- **Edad:** años cumplidos del paciente al momento del procedimiento.
- **Sexo:** Masculino o Femenino.
- **Fecha de Ingreso:** día, mes, y año.
- **Fecha de Egreso:** día, mes, y año.
- **Diagnóstico de Ingreso:** Diagnóstico mencionado como principal
- **Motivo de egreso:** egreso médico, traslado, defunción, etc.

#### **5.3.2. Datos sobre la Colocación del CVC:**

- **Fecha de instalación del CVC:** día, mes, y año.
- **Técnica:** Supraclavicular (Supra) o Infraclavicular (Infra), determinada libremente por el operador al momento de cada procedimiento.
- **Lateralidad:** Derecha o Izquierda
- **Tiempo del Procedimiento:** minutos transcurridos entre la localización anatómica del sitio a puncionar, aseo, venopunción, introducción del catéter, verificación de permeabilidad, y fijación del CVC

- **Tiempo de Punción:** minutos transcurridos entre la venopunción percutánea, introducción de la guía con técnica seldinger, dilatación, y paso del CVC sobre la guía).
- **Número de Intentos:** cantidad de punciones realizadas hasta la colocación exitosa
- **Obstáculos:** reportados por el operador que dificultaron el procedimiento.
- **Posición de la Punta:** sitio anatómico donde se alojó el extremo distal del CVC, visualizado en la radiografía de tórax posterior a la colocación (ej. Atrio Derecho (AD), Union Cavo-Atrial (UCA), Vena Braquiocefálica (VBC), Vena Subclavia Derecha (VSCD), Vena Yugular Derecha (VYD)).

### **5.3.3. Datos sobre el uso del CVC**

- **Permanencia:** días transcurridos entre la fecha de instalación del CVC y el retiro por indicación médica
- **Complicaciones Tempranas:** desarrolladas secundario a la instalación o uso del CVC, en un lapso menor a 7 días.
- **Complicaciones Tardías:** desarrolladas secundario al uso del CVC en un lapso mayor a 7 días
- **Motivo de Retiro:** razón para desinstalar el CVC (por indicación médica, complicación, recambio, o defunción).

### **5.3.4. Datos del Operador:**

- **Identificador del Operador:** código asignado a cada Operador, para su identificación anonimizada dentro de la base de datos.
- **Referencias anatómicas:** aquellas empleadas por el operador para la instalación del CVC según la técnica elegida.
- **Preferencias del Operador:** determinada mediante el cuestionario tipo Likert (Anexo 1) para evaluar la percepción de facilidad de aprendizaje, simplicidad para la realización del procedimiento, rapidez de instalación, y preferencia general por la técnica.
- **Inicio de Residencia:** año en que el operador comenzó su formación, utilizado para establecer el grado académico al momento de cada procedimiento.

## **5.4. Procesamiento y Clasificación de Datos**

Luego de la recolección y extracción de los datos correspondientes a las variables predefinidas, se encontró información registrada en las notas post-operatorias como texto libre, que requirieron ser catalogadas y organizadas para su análisis.

### **5.4.1. Demográficos:**

Se identificaron 215 diagnósticos distintos en la muestra, los cuales se agruparon en 8 categorías, tomando como criterios de agrupación la indicación de instalación de CVC.

#### **1. Trauma Violento y Accidental:**

- a. Trauma craneal, heridas de cabeza no especificadas, fracturas de cráneo y/o cara, hemorragias subdurales, epidurales, intraparenquimatosas, y subaracnoideas.
- b. Agresiones por arma de fuego, arma blanca, atropellos y colisiones vehiculares.
- c. Heridas penetrantes de tórax y abdomen, contusiones torácicas, neumotórax traumático, fracturas de extremidades, y amputaciones traumáticas.
- d. Politraumatismo, policontusión, y secuelas de agresiones.

#### **2. Abdominales y Gastrointestinales:**

- a. Dolor abdominal y abdomen agudo.
- b. Sangrado de Tubo Digestivo Alto, Perforación Intestinal, Oclusión Intestinal y Perforación de Vesícula Biliar.
- c. Pancreatitis aguda, Apendicitis, Colecistitis y Gastroenteritis.
- d. Tumores de comportamiento incierto o maligno en abdomen, colon, intestino delgado y peritoneo.

#### **3. Respiratorios e Infecciosos:**

- a. Disnea, Neumonías bacteriana y no especificada, EPOC exacerbado, Neumotórax Espontáneo, Derrame Pleural, y Edema Pulmonar.
- b. Sepsis urinaria, Tuberculosis Pulmonar, Abscesos (mediastinales o cutáneos), VIH de reciente diagnóstico, Dengue, Fiebre de las Montañas Rocosas, Pielonefritis.

#### **4. Neurológicos:**

- a. Evento cerebrovascular isquémico, Hemorragia intracraneal espontánea.
  - b. Alteraciones cognitivas agudas, desorientación y coma.
  - c. Choque Neurogénico y Choque Medular.
  - d. Epilepsia, Estatus Epileptico, y Guillain-Barré.
5. Cardiovascular y Choque:
    - a. Hipotensión, choque hipovolémico, séptico, o cardiogénico.
    - b. Hipertensión descontrolada, Insuficiencia cardíaca descompensada, Infarto Agudo al Miocardio.
    - c. Fibrilación Auricular, Taquicardia Supraventricular, Bloqueo Auriculoventricular Completo, y otros trastornos de la conducción.
  6. Metabólico, Endocrino, y Renal:
    - a. Hiperglucemia severa, Cetoacidosis Diabética, Estado Hiperosmolar Hiperglucémico, Hipoglucemias.
    - b. Electrolitos: trastornos del Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, y Fósforo.
    - c. Renal: Lesión Renal Aguda, Enfermedad Renal Crónica Etapa 4 y 5.
  7. Quemaduras:
    - a. Quemaduras de segundo y tercer grado con extensiones de superficie corporal total (SCT) > 20%.
    - b. Quemadura de vía aérea y/o Ingesta de Cáusticos.
  8. Misceláneos:
    - a. Dolor agudo severo inespecífico, Malestar general.
    - b. Anemia, Trombocitopenia severa.

#### **5.4.2. Colocación del CVC**

Los operadores reportaron en total 19 situaciones distintas que dificultaron la colocación del CVC para ambas técnicas, para facilitar el análisis estadístico, se clasificaron en 5 grupos:

1. Ninguna: no se reportó ningún obstáculo que dificultase la instalación.
2. Posición/Cooperación: se reportaron acciones y actitudes del paciente, que a pesar de haber consentido al procedimiento, consideraron en ser poco cooperador o moverse durante el procedimiento, no seguir las indicaciones verbales ya sea por voluntad propia o falta de comprensión, por otro lado también se

- reportaron casos en los que el paciente no toleró el decúbito durante el procedimiento, o que dificultase su correcto posicionamiento.
3. Anatomía: se reportaron casos en que el paciente presentaba un IMC > 30 m<sup>2</sup>/kg, o tenía variantes anatómicas, lesiones, o posiciones propias del paciente que dificultaron el procedimiento; describiendo casos como fracturas de clavícula antiguas, lesiones o deformidad de la clavícula y/o primer arco costal, rigidez para el movimiento del hombro, rotación o extensión del cuello, cifosis y lordosis cervical y dorsal, o escoliosis.
  4. Dificultad Técnica: se reportaron disfunciones del catéter, guía o introductor, que se presentaron posterior a la canulación exitosa de la VSC, entre ellas la dificultad del avance o retiro de la guía o introductor vascular, o falta de retorno venoso de alguno de los puertos del CVC.
  5. Paro/RCP: se reportó la instalación sucedió durante la administración de maniobras de reanimación cardiopulmonar avanzadas, o el paciente presentó paro cardiorrespiratorio durante la instalación, previo a la punción exitosa, y sin haber sido la instalación del CVC el desencadenante de la parada cardiaca, de lo contrario se clasificaría como complicación temprana y no como obstáculo.

#### **5.4.3. Uso del CVC**

Para la totalidad de los sujetos del estudio, se les dió un seguimiento documental retrospectivo desde la instalación del catéter hasta su retiro por mejoría, defunción, o recambio.

La revisión documental arrojó 7 eventos distintos de complicaciones, clasificados como Tempranas (< 7 días) y Tardías (> 7 días):

- Complicaciones Tempranas: punción arterial, neumotórax, arritmias, trayecto de cvc acodado, disfunción de al menos un lumen post-colocación exitosa libre de obstáculos, hematoma en sitio de punción.
- Complicaciones Tardías: infección de confirmada acceso venoso central.

Respecto al seguimiento de los sujetos, se definieron períodos de censura temprana < 7 días y tardía > 7 días, tomando como un periodo suficiente de observación sin censura a aquellos que conservaran el CVC por encima de los 15 días.

Luego de la revisión documental y conformación inicial de la base de datos, se estableció la variable de “Eficacia” ante la existencia de sujetos que permanecieron con un CVC en la VSC, y que se mantuvieron libres de complicaciones hasta el retiro del CVC por mejoría clínica, con un uso > 15 días, excluyendo retiro por defunción.

## **5.5. Análisis Estadístico:**

Una vez estructurada la base de datos en una plataforma de hoja de cálculo, se procedió a almacenar y cargar dicha información como dataframe para su análisis con el software RStudio (R 4.2.2), aplicando a este dataframe los siguientes análisis estadísticos:

Mediante Shapiro-Wilk Normality Test se identificó una distribución no normal de las variables, estableciendo el uso de pruebas no paramétricas (Mann-Whitney-Wilcoxon Test, Fisher’s Exact Test, Kruskal-Wallis Test, y Spearman Correlation Coefficient) para el resto del análisis; se estableció un valor  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo, a excepción de los casos con comparaciones múltiples, en los que se incluyó un análisis post-hoc luego de Kruskal-Wallis Test, para aplicar la corrección de Bonferroni y establecer el valor estadísticamente significativo de  $p$  ( $\alpha = 0.05/k$ ); se hizo uso de estadística descriptiva para caracterizar la muestra y variables clínicas, empleando medidas de tendencia central y dispersión no paramétricas, y estadística inferencial para correlacionar las diferencias entre ambas técnicas.

Se reportaron las variables numéricas continuas y discretas (Edad, Tiempo de Punción, Tiempo de Procedimiento, Número de Punciones) con su Mediana y Rangos Intercuartiles (IQR) correspondientes, y fueron analizadas mediante Mann-Whitney U Test en busca de correlaciones para cada técnica (Supra e Infra), y Kruskal-Wallis Test para buscar correlaciones entre múltiples grupos (comparación de obstáculos) con corrección de Bonferroni, además de Spearman Coefficient Correlation (Rho) para evaluar su correlación lineal (comparación del tiempo y punciones, con el grado académico del operador, así como las complicaciones con la edad del paciente); además se estableció la concordancia o no concordancia de la técnica preferida por el operador y la técnica empleada para cada sujeto, para lo que igualmente se utilizaron pruebas no paramétricas de comparación entre dos grupos.

Respecto al análisis de dificultad en pacientes geriátricos, se establecieron dos análisis estadísticos distintos, en primera instancia con la edad como variable numérica continua, comparada contra el tiempo de procedimiento y número de punciones, empleando Spearman Coefficient Correlation (Rho), y posteriormente estableciendo dos grupos etarios (<65 años y > 65 años) realizando esta vez el análisis con la edad como variable categórica, comparada de nuevo contra el tiempo de procedimiento y número de punciones empleando Mann-Whitney U Test.

En cuanto a las preferencias del operador, de identificar una evidente discordancia entre la técnica declarada como preferida, y la técnica ejecutada (definida como la instalación de al menos un cvc con esta técnica), se realizará un análisis de sensibilidad, reclasificando la preferencia declarada del operador por la única técnica utilizada.

Se reportaron las variables categóricas (Sexo, Diagnóstico, Complicaciones, Grado Académico del Operador) con frecuencias absolutas (N) y porcentajes (%), y se compararon entre si empleando Fisher's Exact Test.

Respecto a los análisis ajustados por grado académico donde se realizó una comparación entre múltiples variables, se optó por un análisis exploratorio explícito.

Finalmente se elaboraron modelos de regresión logística binomial para calcular el Riesgo Relativo (RR) y Razón de Probabilidades (OR), con un Intervalo de Confianza (IC) del 95%, para evaluar los factores asociadas con la probabilidad de desarrollar complicaciones (Tempranas o Tardías), localización de la punta del CVC no deseada (Cabo distal del CVC en sitio distinto a la UCA), y eficacia del CVC.

## **5.6. Mecanismos de Confidencialidad y Consideraciones Éticas:**

El presente estudio fue sometido ante el Comité de Investigación y el Comité de Ética de Investigación del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, siendo aprobado para su realización (EM25-00007) en Agosto 2025; De igual manera, se apagar a lo señalado por la declaración de Helsinki, la norma oficial mexicana NOM-012-SSA3-2012, los principios de buenas prácticas clínicas y lo estipulado en la ley general de salud en materia de investigación.

## VI. RESULTADOS

### 6.1. Población

#### 6.1.1. Muestra

La muestra se seleccionó de una población de 2924 pacientes del Departamento de Emergencias Shock-Trauma del Hospital Universitario “Dr. Jose Eleuterio Gonzalez”, a los cuales se les instaló un CVC en al menos una ocasión, durante el periodo comprendido entre el 1 de Enero 2023 y el 31 de Agosto del 2025 (32 meses), entre estos sujetos se identificaron 4 técnicas distintas de colocación de CVC, 2 ecoguiadas (Vena Yugular Interna y Vena Femoral Común), y 2 guiadas por referencias anatómicas (Vena Subclavia por Abordaje Supraclavicular e Infraclavicular), siendo utilizadas respectivamente con 2513 pacientes para la VYI, 42 pacientes para la VFC, y 369 pacientes para la VSC entre ambas técnicas, que se clasificaron en un grupo Supraclavicular (Supra) con 89 sujetos, y otro Infraclavicular (Infra) con 280 sujetos.

De los 369 sujetos identificados, luego de aplicar los criterios de selección, se excluyeron 4 del grupo Supra y 8 del grupo Infra, obteniendo una muestra de 357 sujetos compatibles con los criterios de inclusión, grupo Infra (N) = 272 y Supra (N) = 85.

#### 6.1.2. Validez Interna

En busca de establecer la normalidad de distribución de la muestra de acuerdo con la edad para los grupos Supra e Infra, se aplicó el el Shapiro-Wilk Test obteniendo un valor  $p = < 0.005$ , lo que determinó la necesidad de pruebas no paramétricas para el resto del análisis estadístico.

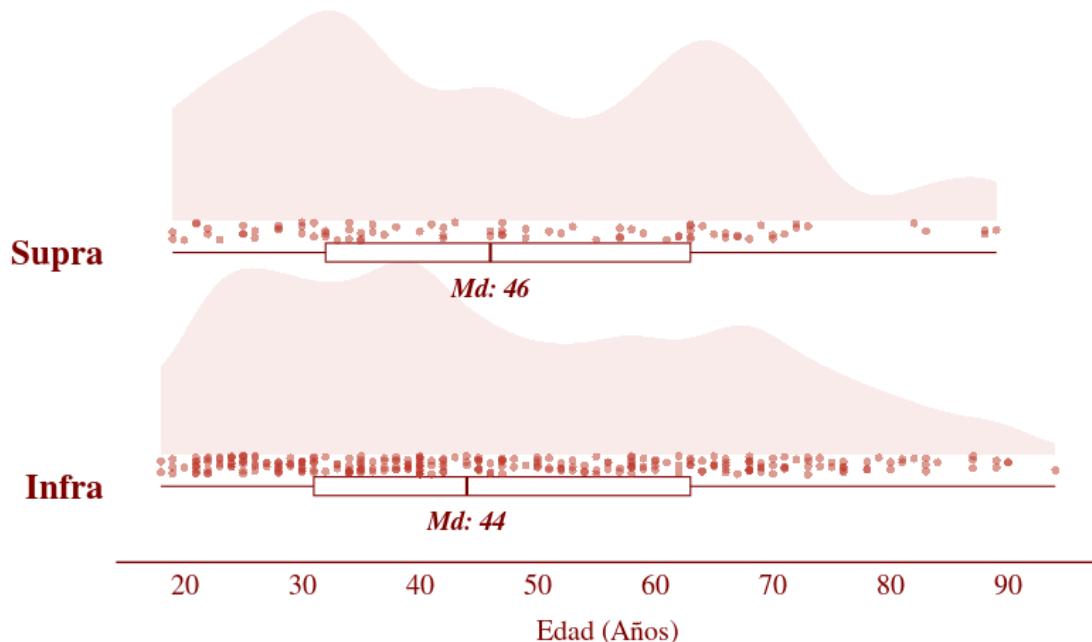
### 6.2. Demográficos

#### 6.2.1. Sexo y Edad:

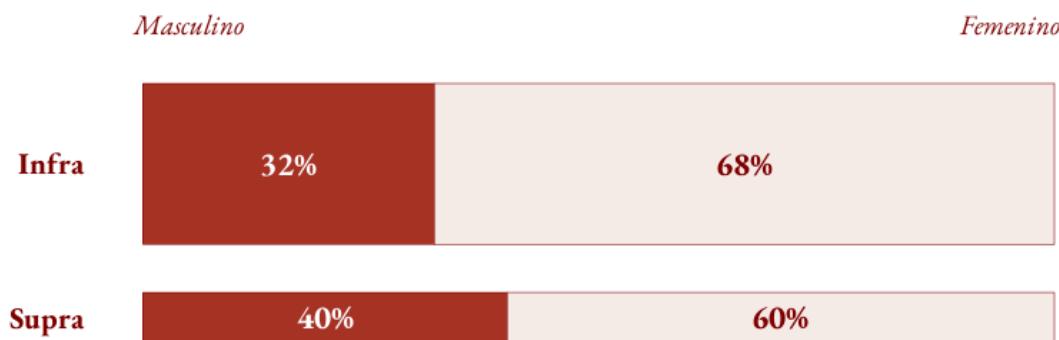
La muestra de 357 sujetos presentó una mediana de edad de 45 años (Min = 18 años y Max = 94 años), se conformó por 121 (33.9 %) mujeres y 236 (66.1 %) hombres, distribuidos en el grupo Supra (N = 85) con 34 (40%) mujeres y 51 (60%) hombres, con una mediana de edad de 46 años (Min = 19 años y Max = 89 años), y el grupo Infra (N = 272) se compuso por 87 (32%) mujeres y 185 (68%) hombres, con una mediana de edad de 44 años (Min = 18 años y Max = 94 años); se encontró una distribución de

edad por técnica (Figura 1) mediante Mann-Whitney U Test sin diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.98$ ), y una distribución de sexo por técnica (Figura 2) con Fisher's Exact Test sin diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.2$ ).

**Figura 1. Distribución por Edad.**



**Figura 2. Distribución por Sexo.**



### 6.2.2. Operadores:

Se identificaron 80 Operadores como responsables de los 357 catéteres contemplados en este estudio, correspondientes a 38 (47.5%) residentes de Emergencias y 42 (52.5%)

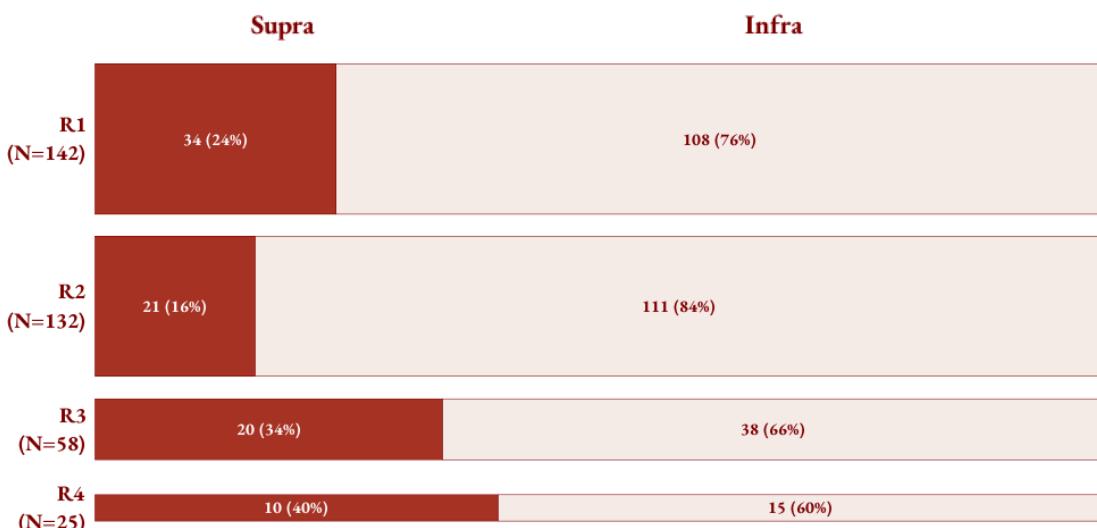
residentes de Cirugía; de 357 catéteres el 83.2% ( $n = 297$ ) fue instalado por residentes de Emergencias, mientras que el 16.8% ( $n = 60$ ) por residentes de Cirugía.

Se observó que se instalaron un promedio de 4.5 catéteres por operador, aunque el 31.4% de los procedimientos fueron realizados por solo 5 operadores, por lo que se realizó un análisis post-hoc, identificando que el operador con mayor volumen de procedimientos sólo instaló 35 (9.8%) catéteres, descartando un sesgo de concentración por un efecto de conglomerado.

Respecto a la técnica empleada, se identificaron 56 (70%) operadores que utilizaron exclusivamente la técnica Infraclavicular (Operador Infra Puro), 1 (1.25%) que únicamente usó la técnica Supraclavicular (Operador Supra Puro), y 23 (28.75%) que emplearon ambas técnicas (Operador Híbrido); y se observó que 244 (68.35%) de los catéteres, fueron instalados por estos últimos 23 operadores.

Se estableció el grado académico (R1, R2, R3, y R4) para los 80 operadores al momento de la instalación de cada CVC, identificando que la distribución de catéteres instalados por operadores R1 fue de 142 (39.8%), por R2 de 132 (36.9%), por R3 de 58 (16.24%), y por R4 de 25 (7.06%), como se detalla en la Figura 3.

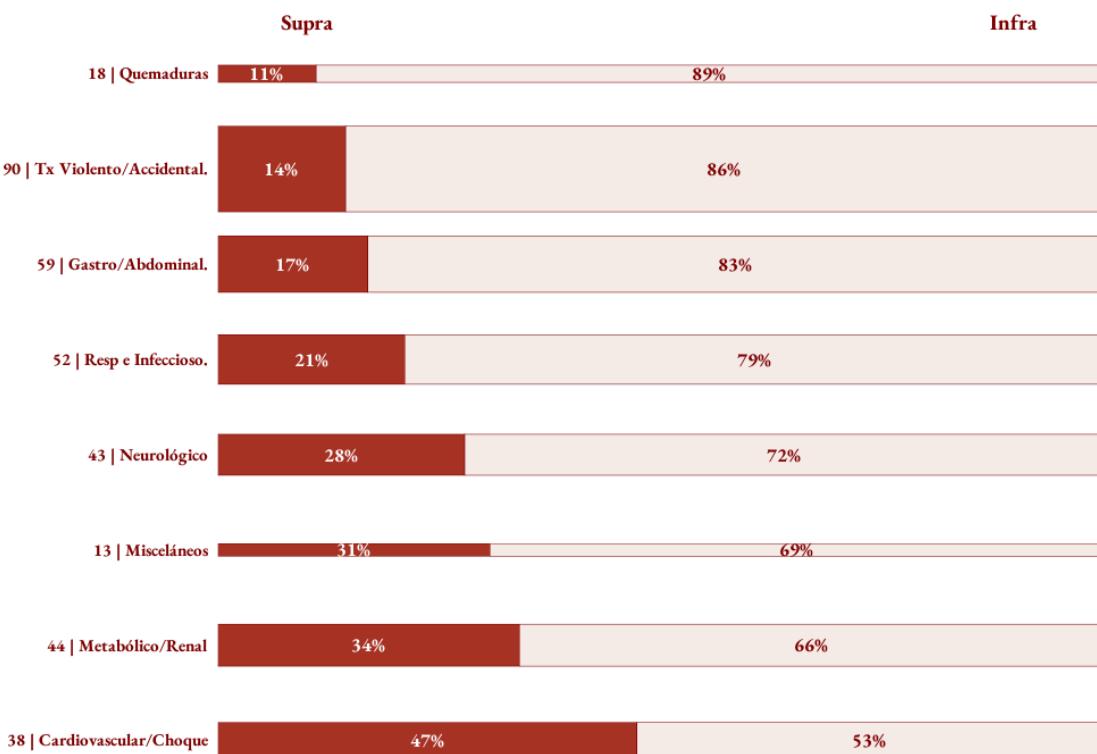
**Figura 3. Distribución de CVC instalados por Grado Académico.**



### 6.2.3. Padecimientos:

Los diagnósticos principales para cada uno de los 357 sujetos del estudio abarcaron diversas áreas de acuerdo con la incidencia de ciertos padecimientos sobre otros, siendo clasificados como se señaló en la sección “5.4. Procesamiento y Clasificación de Datos”, se observó una distribución según la técnica usada como se describe en la Figura 4.

**Figura 4. Distribución de padecimientos por técnica empleada.**

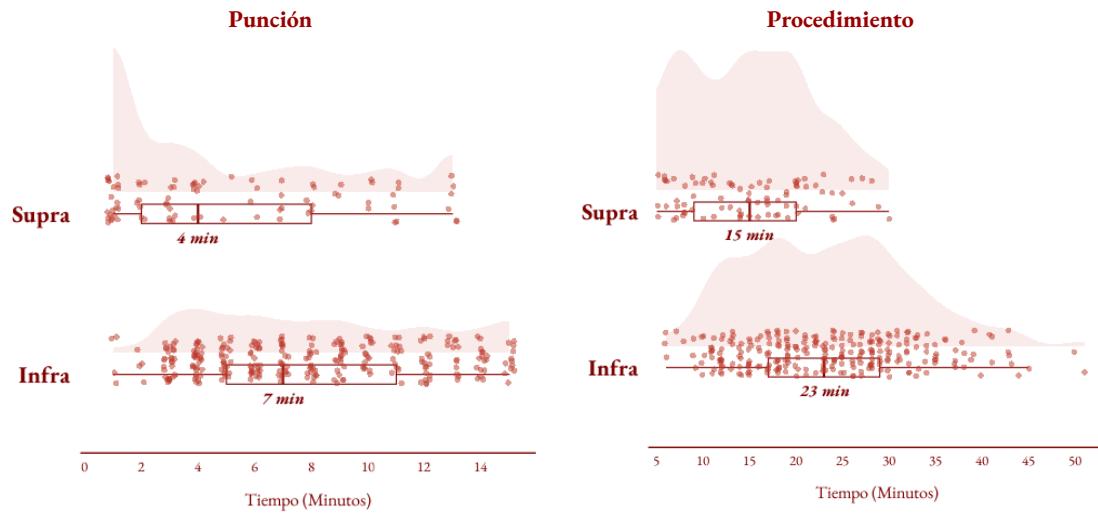


### 6.3 Eficiencia

#### 6.3.1. Tiempo de Procedimiento y Punción por Técnica:

La técnica Supraclavicular registró una mediana de 4 min (IQR 2-8 min) para la punción exitosa, y una mediana de 15 min (IQR 9-20 min) para completar el procedimiento, mientras que la técnica Infraclavicular registró una mediana de 7 min (IQR 5-11 min) para la punción exitosa, y una mediana de 23 min (IQR 17-29 min) para finalizar el procedimiento; Empleando Mann-Whitney U Test se estableció una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.002$ ) de -3 min (punción) y -8 min (procedimiento) a favor de la técnica Supraclavicular (Figura 5).

**Figura 5. Tiempos de Punción y Procedimiento, por Técnica**



### 6.3.2. Tiempos de Procedimiento y Punción por Grado Académico:

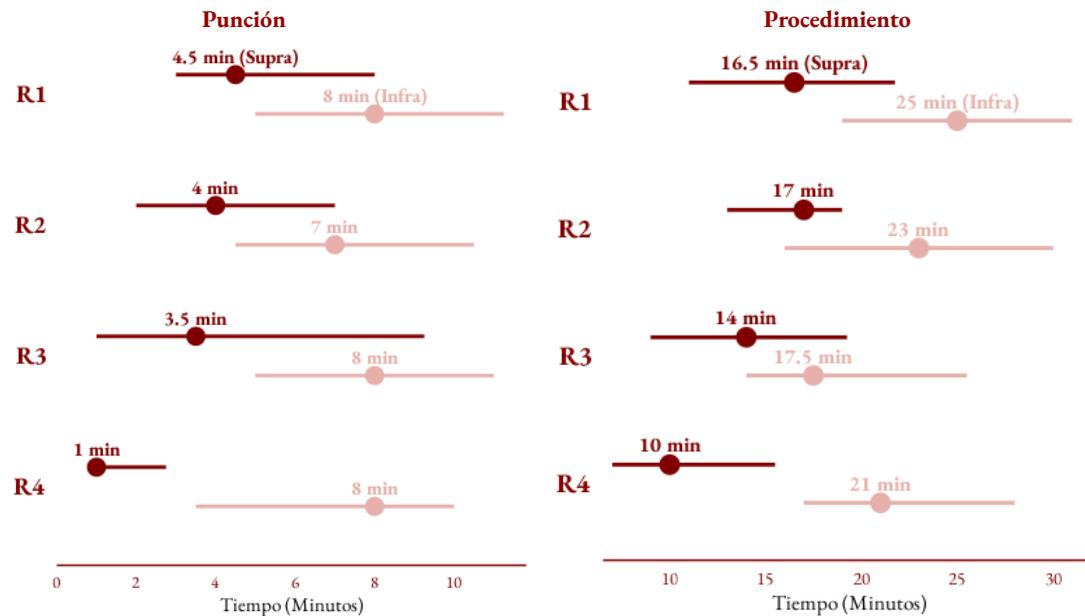
Luego de ajustar las variables de tiempo de procedimiento y punción para cada grado académico, se realizó un nuevo análisis estadístico con Mann-Whitney U Test (Tabla 1), encontrando una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.02$ ) a favor de la técnica Supraclavicular de -8.5 min (R1), -6 min (R2), -3.5 min (R3), y -11 min (R4) para el tiempo de punción, y de -3.5 min (R1), 3 min (R2), 4.5 min (R3), y -7 min (R4) para el tiempo de procedimiento (Figura 6).

**Tabla 1. Tiempo de Procedimiento y Punción por Técnica, por Grado Académico**

	R1			R2			R3			R4		
TProc	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3
Infra	25	19	31	23	16	30	17.5	14	25.5	21	17	28
Supra	16.5	11	21.8	17	13	19	14	9	19.2	10	7	15.5
p =	< 0.001			< 0.001			< 0.005			< 0.005		
TPunc	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3
Infra	8	5	11.2	7	4.5	10.5	8	5	11	8	3.5	10
Supra	4.5	3	8	4	2	7	3.5	1	9.25	1	1	2.75
p =	< 0.001			< 0.01			< 0.02			< 0.01		

Mdn = Mediana, TPunc = Tiempo de Punción, TProc = Tiempo de Procedimiento | Todos los valores numéricos corresponden a minutos.

**Figura 6. Tiempos de Punción y Procedimiento por Técnica, para cada Grado**



### 6.3.3. Tiempos de Procedimiento por Operador:

Se realizó un análisis post-hoc para descartar la influencia del horario del día respecto al tiempo de procedimiento, primeramente se buscó una correlación entre la hora del día al momento de la instalación del CVC y el tiempo de procedimiento, encontrando mediante Spearman Correlation Coefficient Test una correlación nula estadísticamente no significativa ( $\text{Rho} = -0.055 | p = 0.3$ ).

En busca de descartar un sesgo debido a los operadores exclusivos a una técnica u otra, se realizó un análisis post-hoc contemplando procedimientos realizados por operadores híbridos ( $n = 244$ ) para el tiempo de procedimiento, identificando con Mann-Whitney U Test una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ), con una mediana de 20 min (IQR: 14.75-28 min) para Infra, y de 15 min (IQR: 9-20 min) para Supra.

## 6.4. Aprendizaje, Experiencia y Preferencia

### 6.4.1. Aprendizaje

Se evaluó la progresión de los tiempos de procedimiento a través de los grados académicos de cada operador con Spearman Correlation Coefficient Test observando una correlación inversa y estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) para los subgrupos

R1 Infra ( $\text{Rho} = -0.06 | p = 0.044$ ), y R2 Supra ( $\text{Rho} = -0.55 | p = 0.009$ ), concordante con una disminución gradual de los tiempos de procedimiento a lo largo del año académico (Figura 7).

Posteriormente se realizó un análisis de sensibilidad de potencia estadística para los subgrupos con correlaciones nulas y estadísticamente no significativas, recalculando el tamaño del efecto mínimo detectable de Rho, con una potencia estadística ( $1-\beta$ ) del 80% y una significancia ( $\alpha$ ) de 0.05, en busca de distinguir entre la falta de potencia estadística o una verdadera ausencia de correlación (Tabla 2).

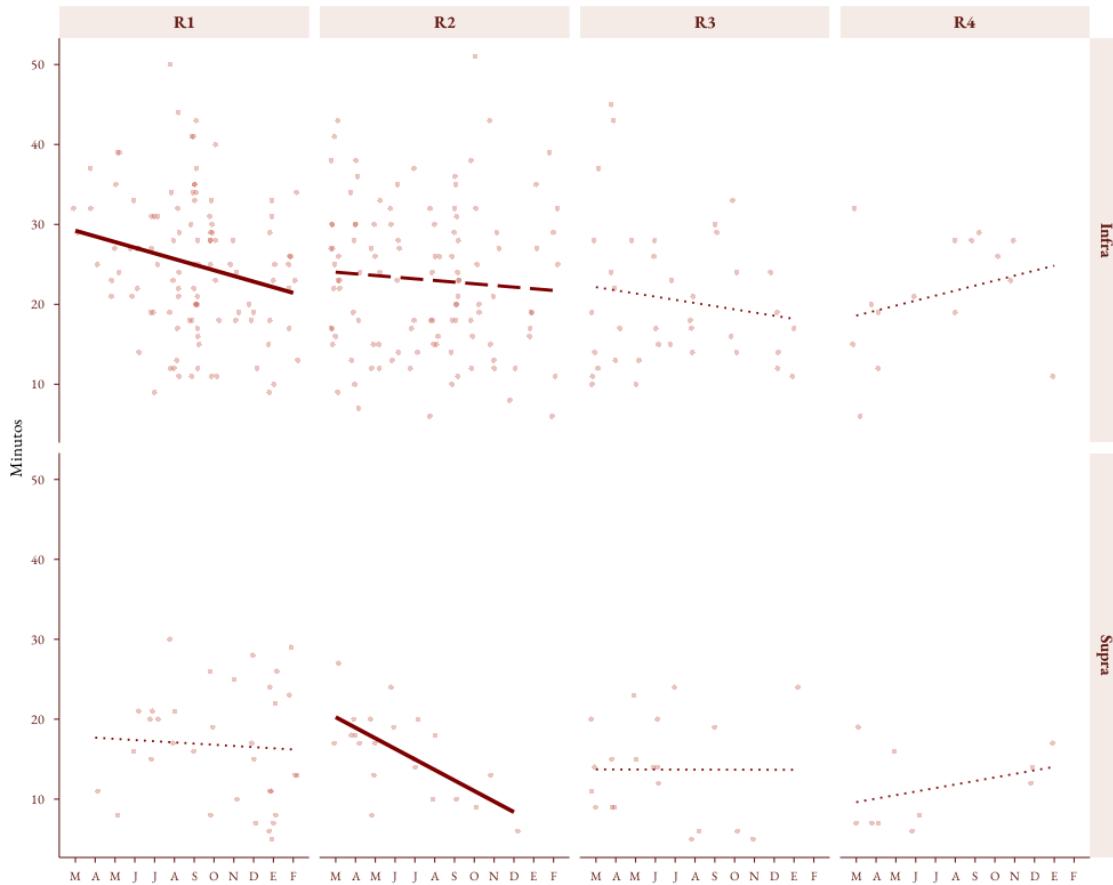
**Tabla 2. Resultados del análisis de sensibilidad de potencia estadística para subgrupos previamente no significativos.**

Subgrupo	Umbral de Rho	Rho calculado	Correlación
R1 Supra (n = 34)	> 0.46	-0.06	Nula
R2 Infra (n = 111)	> 0.262	-0.229	<u>Negativa débil a moderada</u>
R3 Infra (n = 38)	> 0.437	-0.011	Nula
R3 Supra (n = 20)	> 0.582	-0.072	Nula
R4 Infra (n = 15)	> 0.657	0.249	Nula o posible falta de potencia
R4 Supra (n = 10)	> 0.77	0.217	Nula o posible falta de potencia

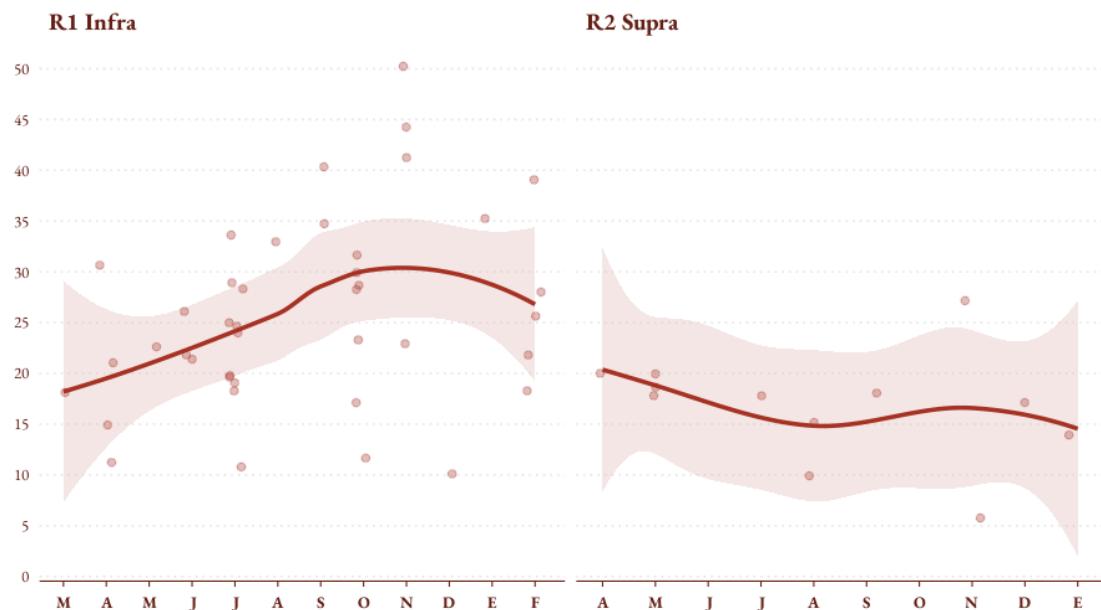
Se encontró una correlación inversa y estadísticamente significativa para el subgrupo R2 Infra ( $\text{Rho} = -0.229 | p < 0.05$ ) aunque de magnitud débil por el tamaño de muestra, compatible con la tendencia observada para los subgrupos significativos (Figura 7).

Finalmente para los subgrupos estadísticamente significativos sin necesidad de ajuste de potencia estadística, se modeló la progresión de tiempos de procedimiento empleando un modelo aditivo generalizado (Figura 8), observando para R1 Infra una progresión del promedio de tiempos de procedimiento al inicio del año académico de 18.9 min y al final de 29.5 min (+10.7 min), por otro lado para R2 Supra se observó una progresión de 19.2 min promedio al inicio del año, y al final de 14.2 min (-5.1 min).

**Figura 7. Pendiente de aprendizaje por técnica**



**Figura 8. Curva de aprendizaje de subgrupos estadísticamente significativos**



\*Línea central representa promedio de tiempo, área sombreada representa el IC 95% de la regresión local para cada observación

#### **6.4.2. Preferencia del Operador**

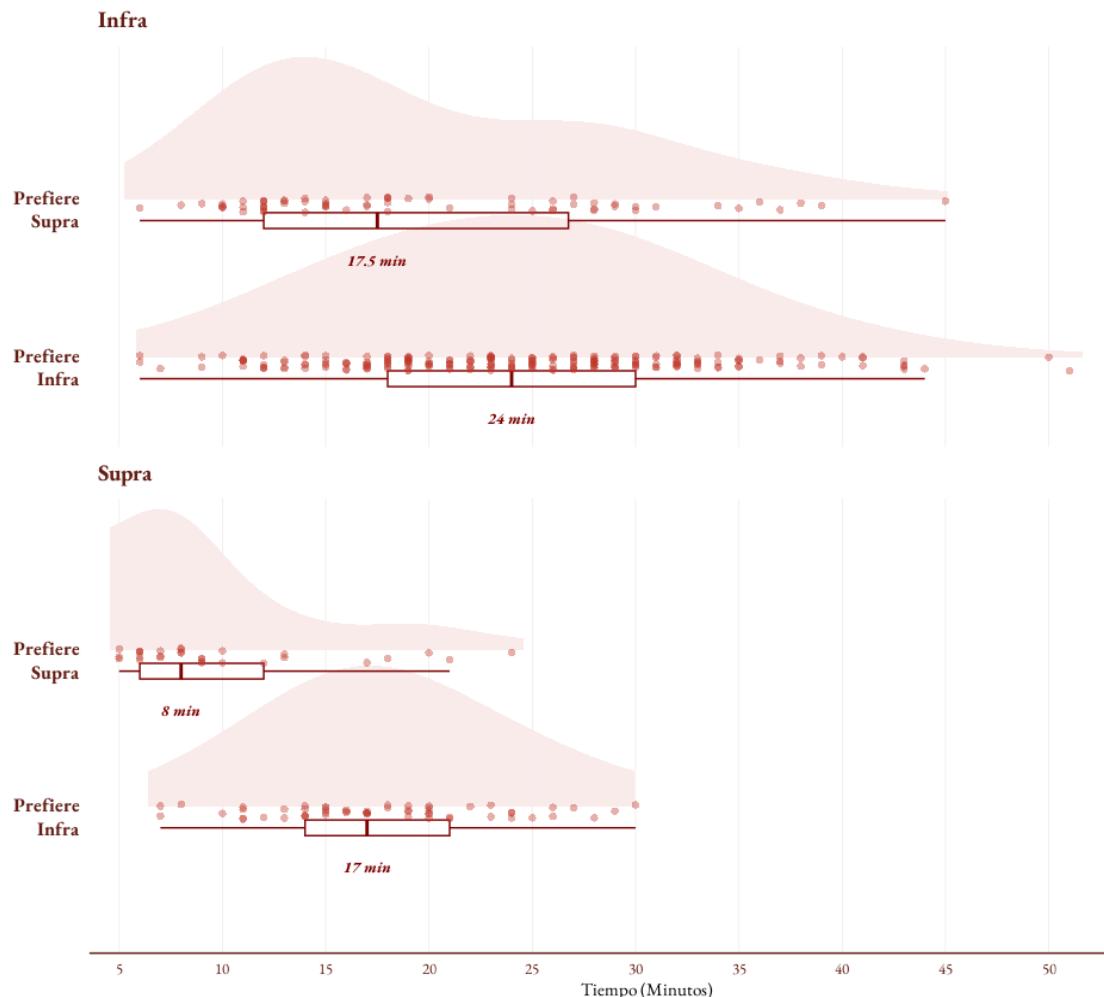
De acuerdo con las respuestas recabadas mediante las escalas Likert de percepción y preferencia para ambas técnicas, se identificaron 70 operadores con preferencia por Infra y 10 con preferencia por Supra, sin embargo, se observó una discordancia entre la técnica declarada como preferida y la realizada en 4 de estos últimos 10 operadores, puesto que únicamente utilizaron la técnica Infraclavicular, fueron reclasificados de acuerdo con el análisis de sensibilidad preestablecido, obteniendo finalmente una distribución de 74 operadores con preferencia por Infra, de los cuales 56 empleó únicamente la técnica Infraclavicular y 18 ambas técnicas, y por otro lado 6 operadores con preferencia por Supra, de los cuales 1 empleó sólo la técnica Supraclavicular, mientras que los 5 restantes ambas técnicas.

#### **6.4.3. Desempeño de la técnica según la preferencia del operador**

Se observaron 221 casos en que los operadores trabajaron con su técnica Preferida (61.9%), empleando Mann-Whitney U Test se observó una diferencia estadísticamente no significativa ( $p = 0.465$ ) para el número de punciones, con un IQR 1-3 cuando coincidía la técnica, y un IQR 2-3 cuando no coincidía (ambos casos con mediana de 2 punciones), por otro lado, se encontró una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ) de 5 minutos para el tiempo de procedimiento, con una mediana de 23 min (IQR: 16-29 min) cuando la técnica empleada y preferida si coincidían ( $N = 221$ ), y de 18 min (IQR: 14-25 min) cuando no coincidían ( $N = 136$ ).

Ante este hallazgo contraintuitivo de mayor tiempo de procedimiento en presencia de concordancia entre la técnica empleada y preferida, se retomó el análisis de sensibilidad previo, con el fin de evaluar si esta reclasificación anularía el hallazgo paradójico, sin embargo, se encontraron resultados altamente similares, con una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ) de 6 minutos (Figura 9).

**Figura 9. Concordancia de Técnica Empleada y Preferida**



Ante la persistencia de este hallazgo paradójico luego de ajustar para los operadores no concordantes, se profundizó el análisis estadístico enfocados al desempeño específico de cada técnica, de acuerdo con la concordancia de la técnica empleada y preferida para cada sujeto, se aplicó Mann-Whitney U Test a ambos grupos, identificando una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ) para el tiempo de procedimiento (Tabla 3).

#### 6.4.4. Desempeño del operador según la técnica preferida y empleada

Al persistir el hallazgo paradójico de un mayor tiempo de procedimiento para los sujetos que recibieron un CVC Infraclavicular por operadores que si preferían esta técnica, se replanteó un análisis de sensibilidad desde la perspectiva de los operadores ( $N = 80$ ), de acuerdo con las encuestas Likert, se identificaron 70 operadores que

dijeron preferir la técnica Infraclavicular, 9 que dijeron preferir la técnica Supraclavicular, y 1 en el que no se logró discernir una preferencia, una vez clasificados, se identificaron las medianas de tiempo para cada operador según la concordancia o no concordancia entre la técnica empleada y preferida, y se procedió a realizar un análisis estadístico mediante Mann-Whitney U Test, encontrando una diferencia de 6 min ( $p = 0.066$ ) para el grupo de operadores que instaló Infraclavulares ( $n = 80$ ) con una mediana de 25 min (IQR 12.4 min) cuando hubo concordancia, y de 19 min (IQR 11 min) cuando no hubo concordancia, y una diferencia de 1.8 min ( $p = 0.33$ ) para el grupo que instaló Supraclavulares ( $n = 24$ ) con una mediana de 15 min (IQR 9.25) cuando hubo concordancia, y de 16.75 min (IQR 5.38) cuando no hubo concordancia.

De igual manera se realizó el análisis de sensibilidad ajustando para los operadores no concordantes, se repitió el análisis estadístico con resultados similares (Tabla 4), observando sólo ligera variación del IQR del grupo de operadores que instalaron Infraclavulares ( $p = 0.045$ ).

Se realizó un análisis post-hoc de distribución de padecimientos por concordancia entre técnica empleada y preferida, empleando Chi-Square Test con simulación de Montecarlo, se encontró una falta de diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.32$ ) descartando el sesgo de padecimientos como influencia en los tiempos de procedimiento por concordancia del operador.

**Tabla 3. Concordancia  
ajustada de preferencia y  
técnica usada por sujeto.**

Técnica	Preferida	
Usada	<i>Infra</i>	<i>Supra</i>
<i>Infra</i>	24 min (18-30 min)	17 min (12-26.5 min)
<i>Supra</i>	17 min (14-21 min)	8 min (6-12 min)

*Valores expresados como: Mediana min (IQR min)*

**Tabla 4. Concordancia ajustada  
de técnica usada y preferida  
por Operador.**

Técnica	Preferida	
Usada	<i>Infra</i>	<i>Supra</i>
<i>Infra</i>	25 min (19.5-31.2)	19 min (15-22.4)
<i>Supra</i>	16.75 min (15-20.4)	15 min (10-19.2 min)

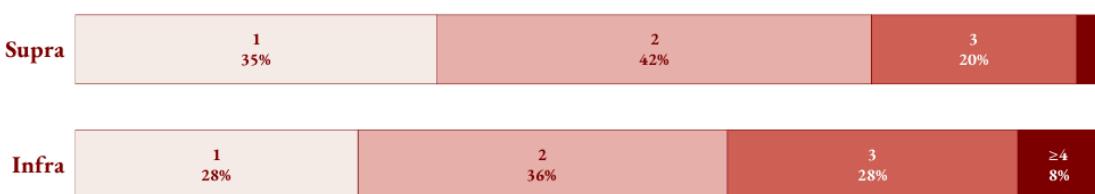
*Valores expresados como: Mediana min (IQR min)*

## 6.5. Seguridad, Eficacia y Complicaciones

### 6.5.1. Punciones

Aunque se registró una mediana de 2 punciones para ambas técnicas, la técnica Supraclavicular presentó un IQR 1-2, mientras que la Infraclavicular un IQR 1-3, utilizando Mann-Whitney U Test se estableció que esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $p < 0.02$ ) (Figura 10).

**Figura 10. Número de Punciones por Técnica.**



### 6.5.2. Seguimiento

De acuerdo con lo establecido en la sección 5.4.3, se registró el retiro del CVC antes de 7 días en 176 sujetos (Infra = 133, Supra = 43) por defunción o mejoría clínica, antes de 15 días en 16 sujetos (Infra = 12, Supra = 4) por recambio del CVC (sospecha o confirmación de infección, retiro accidental, u causas ajenas a la técnica), y después de 15 días en 51 sujetos (Infra = 44, Supra = 7) por defunción o recambio.

Posteriormente se realizó un análisis post-hoc de homogeneidad de censura mediante Fisher's Exact Test, encontrando una falta de diferencias estadísticamente significativas para los subgrupos excluidos  $< 7$  días ( $p = 0.431$ ) y  $< 15$  días ( $p = 0.894$ ); finalmente se analizó la supervivencia para ambas técnicas, estableciendo una mortalidad  $< 7$  días para Infra del 21.32% ( $n = 58$ ) y Supra del 24.7% ( $n = 21$ ), y  $> 7$  días para Infra del 12.13% ( $n = 33$ ) y Supra del 8.24% ( $n = 7$ ), con una exposición al riesgo equiparable entre ambas técnicas ( $p = 0.55$ ).

### 6.5.3. Eficacia de uso del CVC

De acuerdo con lo establecido en la sección 5.4.3, se identificaron 114 sujetos (Infra = 83 y Supra = 31) compatibles con los criterios para el análisis de eficacia de uso del CVC, para lo cual se identificó una mediana global de observación de 16.5 días, para

Infra de 17 días (IQR: 11-21 días), y para Supra de 16 días (IQR: 10.5-27 días), con una diferencia estadísticamente no significativa ( $p = 0.8$ ) Mann-Whitney U Test.

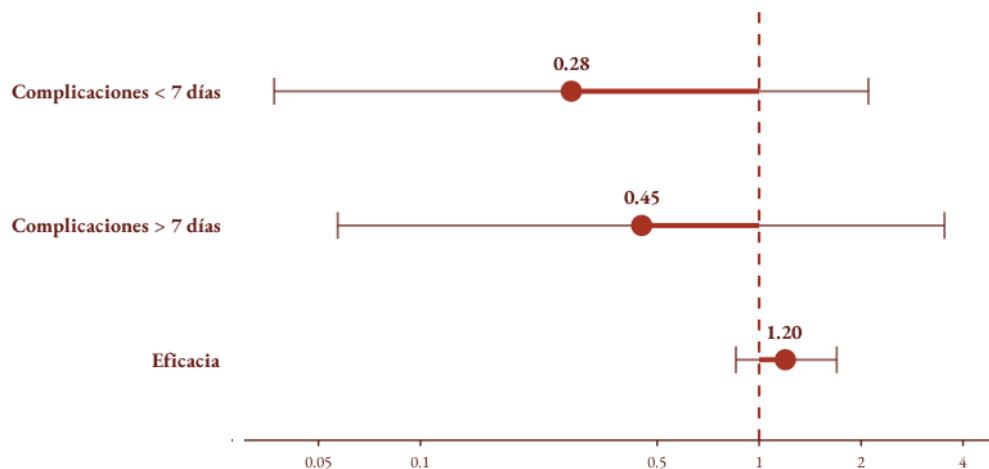
Se realizó una comparación estadística de eficacia del CVC por técnica, para lo cual se aplicó Fisher's Exact Test a todos los sujetos que completaron el uso de CVC libres de complicaciones tempranas ni tardías, y que además se les retiró el CVC por mejoría clínica, excluyendo los sujetos fallecidos con el CVC aún instalados, encontrando un RR de 1.195 (IC 95%: 0.85-1.69 |  $p = 0.35$ ) con una posibilidad estadísticamente equiparable de uso libre de complicaciones hasta mejoría clínica (Figura 11).

#### 6.5.4. Complicaciones

Para ambas técnicas se identificaron 13 eventos de complicaciones tempranas (< 7 días) con una tasa de complicaciones tempranas de 1.56% para Supra y 5.61% para Infra, y 8 eventos de complicaciones tardías (> 7 días) con una tasa de 2.9% para Supra y 6.5% para Infra.

Mediante Fisher's Exact Test se realizó un análisis comparativo de las complicaciones en ambas técnicas, encontrando para la técnica Supra un RR de 0.279 (IC 95%: 0.037-2.102 |  $p = 0.3$ ) de presentar complicaciones tempranas, y un RR de 0.45 (IC 95%: 0.057-3.526 |  $p = 0.7$ ) de presentar complicaciones tardías (Figura 11).

**Figura 11. Riesgo Relativo de Complicaciones Tempranas, Tardías y Eficacia para la técnica Supraclavicular.**



Contemplando los casos previamente censurados, y la muestra limitada de complicaciones tardías (Infecciones), se realizó un análisis de sensibilidad de escenarios extremos empleando Fisher's Exact Test: 1) Escenario pesimista con infecciones para todos los casos censurados, una falta de diferencia estadísticamente significativa ( $OR\ 0.97\ |\ p = 1.0$ ), 2) Escenario optimista sin infecciones para todos los casos censurados, una falta de diferencia estadísticamente significativa ( $OR\ 2.22\ |\ p = 0.68$ ), y 3) Escenario con estrés adverso (análisis de punto crítico) con infecciones únicamente para los casos censurados del subgrupo Supra, una diferencia significativa ( $OR\ 0.02\ |\ p < 0.05$ ) aunque invalidada por la homogeneidad estadística previamente demostrada.

Respecto al riesgo infeccioso, la baja incidencia (Infra 6.54% y Supra 2.94%) de infecciones asociadas a CVC confirmadas (alta incidencia de cultivos de punta de CVC negativos) en toda la muestra, se dificultó la estimación estándar mediante el Fisher's Exact Test, realizando una corrección de Haldane-Anscombe con la que se encontró un OR ajustado de 0.6 ( $p = 0.68$ ) confirmando la falta de una diferencia estadísticamente significativa para infecciones asociadas a catéter.

Finalmente se hizo un análisis de seguridad para establecer la no inferioridad de la técnica Supraclavicular para complicaciones tempranas, estableciendo un margen de no-inferioridad (delta) del 3%, de acuerdo con la tasa de complicaciones previamente mencionadas por técnica, se identificó una diferencia de riesgo de -4.04% (IC 95% límite superior: -1.41); además, se realizó un análisis de no inferioridad de la técnica Supra para la incidencia de infecciones asociadas al catéter, encontrando una diferencia de riesgo de -3.60% (IC 95% límite superior: 2.58%); demostrando tanto para las complicaciones tempranas como tardías, la no inferioridad de la técnica Supra.

### **6.5.5. Análisis Multivariado de Complicaciones Tempranas**

Luego de no haber encontrado diferencias estadísticamente significativas para el riesgo de complicaciones tempranas ni tardías entre ambas técnicas, se realizó un análisis post-hoc de regresión logística binomial, identificado para la técnica Supraclavicular un OR 0.32 (IC 95%: 0.02-2.07 |  $p = 0.31$ ), el número de punciones un OR 0.55 (IC 95%: 0.16-1.71 |  $p = 0.31$ ), el tiempo de procedimiento un OR 1.02 (IC 95%: 0.93-1.13 |  $p = 0.66$ ), la edad del paciente un OR 1.01 (IC 95%: 0.98-1.05 |  $p = 0.36$ ), el grado académico del operador un OR 1.22 (IC 95%: 0.34-4.5), y los obstáculos de posición o

anatomía un OR 5.86 (IC 95%: 0.92-39.7 | p = 0.064), con una bondad de ajuste de Nagelkerke R<sup>2</sup> de 0.089, por lo que en primer lugar se demuestra que la incidencia de complicaciones tempranas se debe a factores fuera del enfoque del estudio actual, en segundo lugar que ambas técnicas poseen una seguridad equivalente, y en último lugar que en una medida limitada, la presencia de obstáculos a la colocación tiene una significancia estadística marginal para la aparición de complicaciones.

### **6.5.6. Posición de la Punta del CVC**

Se formuló un modelo de regresión logística binomial en busca de una correlación entre la técnica y la localización de la punta del CVC, sin encontrar una diferencia estadísticamente significativa (OR 1.05 | IC 95%: 0.59-1.90). Ante esto, y contemplando que el 83.47% (N = 298) de los CVC de la muestra se instalaron del lado derecho, 84.2% (n = 229) Infraclaviculares, y el 81.2% (n = 69) Supraclaviculares, se realizó un análisis de sensibilidad multivariado ajustado para únicamente los CVC instalados del lado derecho, encontrando un OR 2.71 (IC 95%: 0.49-50.8 | p = 0.3516) de posicionar la punta del CVC en una localización distinta a la Unión Cavoatrial (UCA) o Aurícula Derecha (AD) para la técnica Supraclavicular; finalmente, contemplando la disposición anatómica de la vasculatura tributaria de la vena cava superior, se realizó un último análisis multivariado para determinar el riesgo entre ambas técnicas, de posicionar la punta del CVC en la Vena Braquiocefálica, encontrando un OR 0.442 (IC 95%: 0.023-2.55 | p = 0.4499) a favor de la técnica Supraclavicular aunque sin alcanzar la significancia estadística.

## **6.6. Factores del Paciente**

### **6.6.1. Edad Avanzada**

Se buscó una correlación entre la edad y la dificultad de colocación de CVC, en general y para ambas técnicas, para esto se realizaron dos análisis estadísticos.

En primera instancia, se aplicó Spearman Correlation Coefficient Test para comparar la edad contra el número de punciones y el tiempo de procedimiento, encontrando una asociación estadísticamente significativa (p = 0.012) para el número de punciones, aunque con una baja magnitud de correlación (Rho = 0.133), y sin encontrar una asociación estadísticamente significativa para el tiempo de procedimiento (p > 0.117).

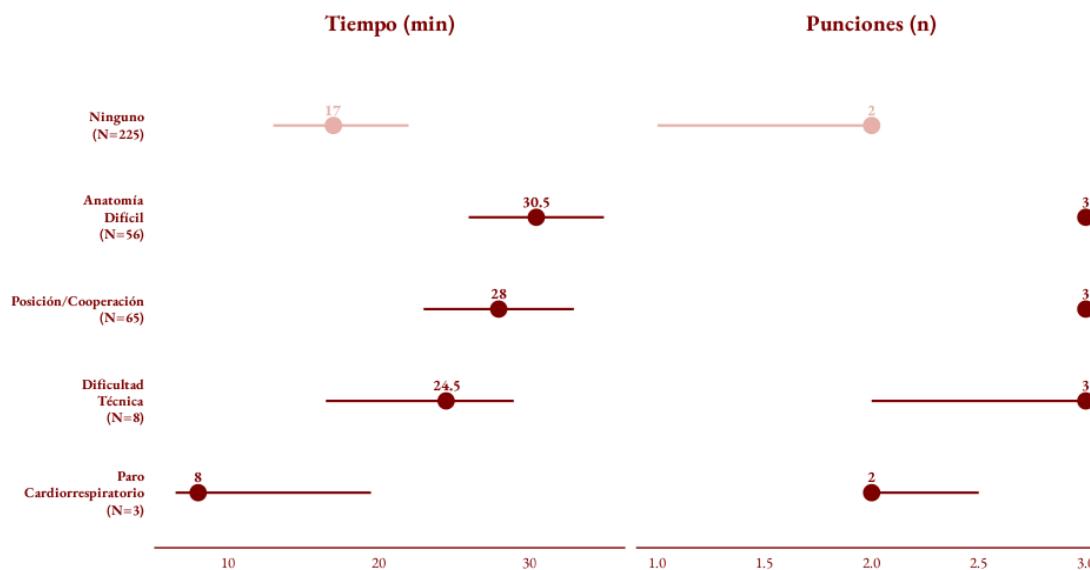
En segundo lugar se separó la muestra en dos grupos, Adultos ( $< 65$  años) y Geriátricos ( $\geq 65$  años), y se aplicó Mann-Whitney U Test, encontrando diferencias estadísticamente no significativas para el número de punciones ( $p = 0.39$ ) ni el tiempo de procedimiento ( $p = 0.35$ ).

### 6.6.2. Obstáculos

Se reportaron 132 situaciones (37% de la muestra) que obstaculizaron la colocación del CVC, estando relacionadas 65 con la posición o cooperación (Infra = 54 y Supra = 11), 56 con dificultades anatómicas (Infra = 44 y Supra 12), 8 con dificultades técnicas (Infra = 5 y Supra = 3), y 3 con maniobras de reanimación cardiopulmonar (Infra = 1 y Supra = 2); ya identificadas se verificó la distribución proporcional de obstáculos entre ambas técnicas mediante Fisher's Exact Test, encontrando diferencias estadísticamente no significativas ( $p = 0.172$ ).

Una vez corroborada la similitud de obstáculos entre técnicas, se realizó un análisis estadístico mediante Kruskal-Wallis Test ( $df = 4$ ), encontrando una diferencia estadísticamente significativa del Tiempo de Procedimiento ( $p < 0.001 | \chi^2 = 117.22$ ) y el Número de Punciones ( $p < 0.001 | \chi^2 = 228.73$ ) para cada grupo de obstáculos (Figura 12).

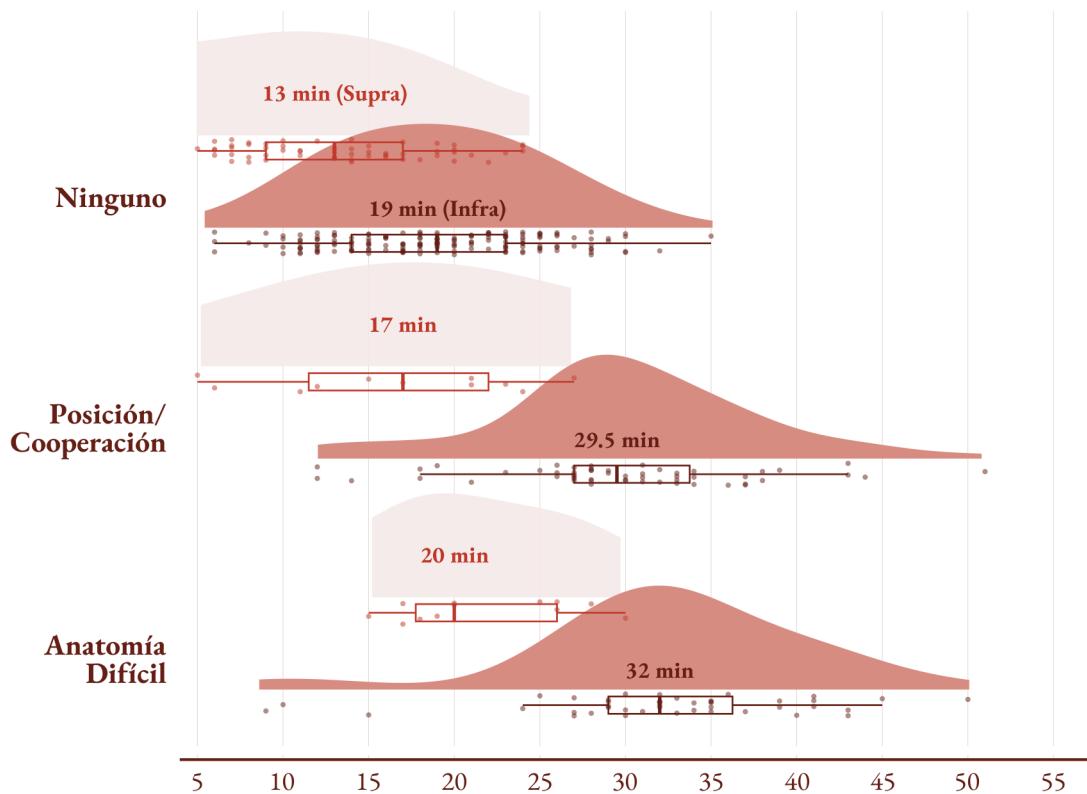
**Figura 12. Impacto de Obstáculos en el Desempeño Global.**



### 6.6.3. Obstáculos por Técnica

Habiendo establecido el impacto estadísticamente significativo de los obstáculos en el tiempo de procedimiento y número de punciones para toda la muestra, se realizó un análisis estadístico comparativo mediante Mann-Whitney U Test para ambas técnicas (Tabla 5), con corrección de Bonferroni, ajustando el umbral de significancia estadística ( $\alpha = 0.05/5 = 0.01$ ), bajo este criterio, se observaron diferencias estadísticamente no significativas ( $p = 0.02$ ) para el número de punciones ante la posición y cooperación del paciente, y estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ) para el tiempo de procedimiento, ante la presencia de dificultades anatómicas, o de posición y cooperación del paciente (Figura 13), ambas a favor de la técnica Supraclavicular.

**Figura 13. Impacto de los principales obstáculos en las punciones y tiempo de procedimiento, para cada técnica.**



**Tabla 5. Comparativa entre técnicas ante Obstáculos**

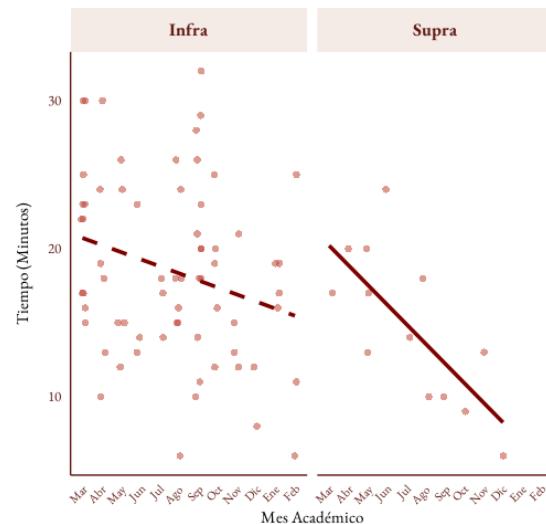
	Tiempo de Procedimiento: Mdn (IQR)		Punciones: Mdn (IQR)	
Obstáculo	<i>Supraclavicular</i>	<i>Infraclavicular</i>	<i>Supraclavicular</i>	<i>Infraclavicular</i>
<b>Ninguno</b>	<u>13 min (9-17)</u>	<u>19 min (14-23)</u>	2 punc (1-2)	2 punc (1-2)
<b>Anatomía Difícil</b>	<u>20 min (17.8-26)</u>	<u>32 min (29-36.2)</u>	3 punc (3-3)	3 punc (3-3.25)
<b>Posición / Cooperación</b>	<u>17 min (11.5-22)</u>	<u>29.5 min (27-33.8)</u>	3 punc (1.5-3)	3 punc (3-3)
<b>Dificultad Técnica</b>	20 min (19-24.5)	29 min (12-29)	3 punc (2.5-3)	3 punc (2-3)
<b>Durante RCP</b>	6.5 min (5.75-7.25)	31 min (31-31)	2 punc (2-2)	3 punc (3-3)

*Diferencias estadísticamente significativas luego de la corrección de Bonferroni subrayadas*

#### 6.6.4. Impacto de los Obstáculos en la Curva de Aprendizaje

Habiendo establecido los obstáculos que tienen un impacto estadísticamente significativo en los tiempos de procedimiento, se decidió realizar un análisis estratificado post-hoc para cuantificar como la curva de aprendizaje de cada grado académico se ve afectada por los obstáculos de Posición/Cooperación y Anatomía del paciente, para ello se separó la muestra en dos subgrupos, aquellos sujetos con ningún obstáculo, y los que presentaron obstáculos significativos (Anatomía o Cooperación/Posición del paciente), a los cuales se les aplicó Spearman Correlation Coefficient Test (Tabla 5), encontrando como hallazgos relevantes (Figura 13) únicamente una correlación negativa fuerte ( $Rho = -0.7 | p = 0.0077$ ) para el subgrupo de R2 Supra sin obstáculos, concordante con una disminución gradual significativa del tiempo de procedimiento a lo largo del año académico, además de una correlación negativa fuerte pero sin ser estadísticamente significativa ( $Rho = -0.229 | p = 0.0624$ ) para el subgrupo de R2 Infra sin obstáculos, concordante con una tendencia hacia la disminución gradual del tiempo de procedimiento a lo largo del año académico.

**Figura 14. Aprendizaje de R2 sin obst**



## VII. DISCUSIÓN

A lo largo del presente estudio, se describieron las características de colocación y uso de las técnicas Supraclavicular e Infraclavicular en pacientes críticos, demostrando en una muestra mucho mayor a la de múltiples estudios previos, la superioridad de la técnica Supraclavicular en eficiencia, y la no inferioridad en complicaciones, frente a la técnica Infraclavicular, lo cual es compatible con lo descrito previamente en la literatura.

Aunado a esto, y considerando que se realizó en un centro hospitalario universitario, con un programa de Medicina de Emergencias, nos enfocamos en demostrar la evolución de ambas técnicas a lo largo del aprendizaje académico de los residentes, observando de igual forma, que sus ventajas en eficiencia son inversamente proporcionales al grado, con una disminución del tiempo de procedimiento a lo largo del año académico, algo no analizado en estudios previos, y que demuestra que toda la batería de técnicas para la colocación de CVC, ecoguiadas y anatómicas, deberían ser enseñadas desde el día 1; en contraste, observamos un aumento paradójico de los tiempos de procedimiento en operadores durante el R3 y R4, lo cual atribuimos al hecho de que un residente de mayor grado suele realizar únicamente los procedimientos que los R1 y R2 no puedan realizar, dejando los casos de mayor complejidad a residentes superiores, causando un “sesgo” en sus tiempos de procedimiento, lo que además es compatible con la meseta de tiempo alcanzada durante el final del R2, por lo que su aprendizaje y pulido de la técnica ocurre durante esas etapas.

Además, demostramos que hay ciertos obstáculos frecuentemente asociados con la dificultad para la colocación del CVC mediante ambas técnicas, algo igualmente no reportado en literatura previa, lo cual nos llevó hacia la línea de pensamiento sobre la falta de definición de un término similar al DIVA, pero equiparable a los accesos venosos centrales, lo cual sería necesario para desarrollar protocolos o incluso escalas predictoras de un acceso venoso central de difícil colocación, pues para la ciencia se dificulta estudiar algo que carece de nombre primero.

Finalmente, durante el desarrollo del estudio, y a diferencia de todos los estudios previos, incluimos una porción cualitativa, interrogando y contrastando la preferencia técnica del operador con la utilizada, en este contexto, identificamos un hallazgo

paradójico, en el que los operadores con preferencia por la técnica Supraclavicular eran más rápidos instalando CVC Infraclavicular, que aquellos con preferencia por la Infraclavicular, sin embargo, las escalas Likert aplicadas, no contemplaron la preferencia del operador por técnicas distintas a Supra e Infra, por lo que luego de un extenso análisis estadístico de sensibilidad de post-hoc sin encontrar justificación a este dilema, asumimos que estos operadores en verdad tiene preferencia por la técnica Yugular, que no fue parte del cuestionario, o simplemente carecen de la experiencia suficiente en ambas técnicas, para representarlo en sus tiempos de procedimiento.

Las dimensiones y factores que impactan la técnica elegida de CVC consideramos fueron señaladas ad-nauseam, sin embargo, el diseño propio de un estudio retrospectivo, posee algunas limitaciones, entre ellas, nuestro estudio cuenta con un sesgo de selección, pues para poder conformar la base de datos, se debió registrar al CVC como en uso, lo cual obliga a que todos fueran punciones exitosas, por otra parte, no controlamos las razones detrás de la técnica elegida, además no se consiguió dar seguimiento a la funcionalidad día a día del CVC Supraclavicular en sujetos portadores de Collarín cervical, y por último, limita la capacidad para obtener hallazgos de mayor potencia estadística, por tanto, un enfoque prospectivo añadiría granularidad a los tiempos de punción y procedimiento, así como la dinámica del operador frente a la elección de la técnica, los obstáculos de cada paciente, y el contexto clínico (hemodinámico y respiratorio especialmente) del mismo, que pudieran añadir detalles previamente ignorados.

Para concluir, proponemos avenidas de investigación para el futuro con dirección a definir un concepto similar a DIVA análogo al CVC en general, con especial énfasis en los guiados por referencias anatómicas, además consideramos sería sumamente valioso que los próximos estudios comparativos entre el acceso IO y CVC fueran específicos por sitio y técnica (Ej. IO Humeral vs CVC Supraclavicular, IO Tibial vs CVC Femoral, etc), pues los estudios actuales no permiten a ambos accesos vasculares demostrar sus ventajas y desventajas de forma equitativa, dando preferencia desmedida al acceso IO, y por último aunque no es una propuesta de investigación, hacemos especial énfasis en incluir la técnica como una de las habilidades indispensables en el repertorio de todo médico de Emergencias.

## **VIII. CONCLUSIONES**

Demostramos una superioridad de eficiencia y una no-inferioridad en complicaciones, número de punciones, y durabilidad del CVC, para la técnica Supraclavicular frente a la Infraclavicular, además demostramos la evolución de los tiempos de procedimiento a lo largo de la formación académica de los residentes en nuestro centro, y apuntamos hacia factores propios del operador previamente no considerados como influyentes en el desempeño de cada procedimiento de forma individual.

## **IX. ANEXOS**

### **9.1. Cuestionarios Likert**

Cuestionarios diseñados en formato Likert para estratificar la percepción de las técnicas Infraclavicular y Supraclavicular para cada operador.

<b>Infraclavicular</b>	<b>Muy Baja</b>	<b>Baja</b>	<b>Neutral</b>	<b>Alta</b>	<b>Muy Alta</b>
1. Facilidad de Aprendizaje					
2. Simplicidad del Procedimiento					
3. Rapidez de Instalación					
4. Preferencia Personal					

<b>Supraclavicular</b>	<b>Muy Baja</b>	<b>Baja</b>	<b>Neutral</b>	<b>Alta</b>	<b>Muy Alta</b>
1. Facilidad de Aprendizaje					
2. Simplicidad del Procedimiento					
3. Rapidez de Instalación					
4. Preferencia Personal					

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Forssmann, W. *Die Sondierung des Rechten Herzens.* Klin Wochenschr 8, 2085–2087 (1929). <https://doi.org/10.1007/BF01875120>
2. Beheshti MV. A concise history of central venous access. Tech Vasc Interv Radiol. 2011;14(4):184-185. doi:10.1053/j.tvir.2011.05.002
3. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1956, "for their discoveries concerning heart catheterization and pathological changes in the circulatory system" <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1956/summary/>
4. Kebagias E, Galanakis N, Tsetis D. Central venous catheters: Which, when and how. Br J Radiol. 2023;96(1151):20220894. doi:10.1259/bjr.20220894
5. Rosen P. The biology of emergency medicine. JACEP. 1979;8(7):280-283. doi:10.1016/s0361-1124(79)80226-9
6. Witting MD. IV access difficulty: incidence and delays in an urban emergency department. J Emerg Med. 2012;42(4):483-487. doi:10.1016/j.jemermed.2011.07.030
7. Advanced Cardiovascular Life Support (ACLS) Provider Course Manual. Dallas (TX): American Heart Association; 2020.
8. Advanced Trauma Life Support (ATLS) Student Course Manual. Chicago (IL): American College of Surgeons; 2018. 10th Edition
9. Bahl A, Johnson S, Alsbrooks K, Mares A, Gala S, Hoerauf K. Defining difficult intravenous access (DIVA): A systematic review. J Vasc Access. 2021 Nov 17;11297298211059648. doi: 10.1177/11297298211059648.
10. Keyes LE, Frazee BW, Snoey ER, Simon BC, Christy D. Ultrasound-guided brachial and basilic vein cannulation in emergency department patients with difficult intravenous access. Ann Emerg Med. 1999;34(6):711-714. doi: 10.1016/s0196-0644(99)70095-8
11. Armenteros-Yeguas V, Gárate-Echenique L, Tomás-López MA, Cristóbal-Domínguez E, Moreno-de Gusmão B, Miranda-Serrano E, Moraza-Dulanto MI. Prevalence of difficult venous access and associated risk factors in highly complex hospitalised patients. J Clin Nurs. 2017 Dec;26(23-24):4267-4275. doi: 10.1111/jocn.13750. Epub 2017 Mar 28.

12. Eren H. *Difficult Intravenous Access and Its Management. Ultimate Guide to Outpatient Care*. IntechOpen; 2022. 10.5772/intechopen.96613
13. Barsky D, Radomislensky I, Talmy T, Gandler S, Almog O, Avital G. Association Between Profound Shock Signs and Peripheral Intravenous Access Success Rates in Trauma Patients in the Prehospital Scenario: A Retrospective Study. *Anesth Analg*. 2023 May 1;136(5):934-940. doi: 10.1213/ANE.0000000000006342. Epub 2023 Apr 14.
14. Orlowski JP. My kingdom for an intravenous line. *Am J Dis Child*. 1984 Sep;138(9):803. doi: 10.1001/archpedi.1984.02140470003001.
15. Petitpas F, Guenezan J, Vendevre T, Scepi M, Oriot D, Mimoz O. Use of intra-osseous access in adults: a systematic review. *Crit Care*. 2016 Apr 14;20:102. doi: 10.1186/s13054-016-1277-6.
16. Fenwick R. Intraosseous approach to vascular access in adult resuscitation. *Emerg Nurse*. 2010 Jul;18(4):22-5. doi: 10.7748/en2010.07.18.4.22.c7903.
17. Luck RP, Haines C, Mull CC. Intraosseous access. *J Emerg Med*. 2010 Oct;39(4):468-75. doi: 10.1016/j.jemermed.2009.04.054. Epub 2009 Jul 9.
18. Foëx BA. Discovery of the intraosseous route for fluid administration. *J Accid Emerg Med*. 2000 Mar;17(2):136-7. doi: 10.1136/emj.17.2.136.
19. Burgert JM. A primer on intraosseous access: History, clinical considerations, and current devices. *Am J Disaster Med*. 2016 Summer;11(3):167-173. doi: 10.5055/ajdm.2016.0236.
20. Wayne, Marvin. (2006). Adult Intraosseous Access: An Idea Whose Time Has Come. *Adult Intraosseous Access Israeli Journal of Emergency Medicine*
21. Mbamalu D, Banerjee A. Methods of obtaining peripheral venous access in difficult situations. *Postgrad Med J*. 1999;75(886):459-462. doi:10.1136/pgmj.75.886.459
22. Beecham GB, Agarwal A, Tackling G. Peripheral Line Placement. [Updated 2025 Dec 13]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-.: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539795/>
23. Petros A, Melkie A, Kotiso KS, et al. Peripheral line for vasopressor administration: Prospective multicenter observational cohort study for survival and safety. *PLoS One*. 2025;20(10):e0333275. Published 2025 Oct 13. doi:10.1371/journal.pone.0333275

24. Munroe ES. A Case for the Evidence-Based Use of Peripheral Vasopressors. *Chest*. 2024;165(2):236-238. doi:10.1016/j.chest.2023.09.015
25. Leidel BA, Kirchhoff C, Bogner V, Braunstein V, Biberthaler P, Kanz KG. Comparison of intraosseous versus central venous vascular access in adults under resuscitation in the emergency department with inaccessible peripheral veins. *Resuscitation*. 2012;83(1):40-45. 10.1016/j.resuscitation.2011.08.017
26. Scorer A, Chahal R, Ellard L, Myles PS, Bradley WPL. Effective utilisation of rapid infusion catheters in perioperative care: a narrative review. *BJA Open*. 2025;13:100365. Published 2025 Jan 22. doi:10.1016/j.bjao.2024.100365
27. Kim N, Lee H, Han J. Comparison of Fluid Flow Rates by Fluid Height and Catheter Size in Normal and Hypertensive Blood-Pressure Scenarios. *Healthcare (Basel)*. 2024;12(23):2445. Published 2024 Dec 4. 10.3390/healthcare12232445
28. Leidel BA, Kirchhoff C, Bogner V, et al. Is the intraosseous access route fast and efficacious compared to conventional central venous catheterization in adult patients under resuscitation in the emergency department? A prospective observational pilot study. *Patient Saf Surg*. 2009;3(1):24. Published 2009 Oct 8. doi:10.1186/1754-9493-3-24
29. Milne A, Teng JJ, Vargas A, Markley JC, Collins A. Performance assessment of intravenous catheters for massive transfusion: A pragmatic *in vitro* study. *Transfusion*. 2021;61(6):1721-1728. doi:10.1111/trf.16399
30. Azam K, Shahzad K, Anwar N, Zia S. Comparison of Subclavian and Peripheral Intravenous Cannula Insertion in Critically Ill Patients Arriving in Emergency Department. *Cureus*. 2019;11(8):e5452. Published 2019 Aug 21. doi:10.7759/cureus.5452
31. Struck MF, Bieler D, Henck A, et al. Gefäßzugänge bei der Akutversorgung erwachsener Notfallpatienten im Schockraum [Vascular access in the acute care of adult emergency patients in the resuscitation room]. AWMF S1-Leitlinie 001-051. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF); 2025. Accessed January 11, 2026. Available in: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/001-051>
32. Struck MF, Bieler D, Henck A, Hermes C, Kegel M, Klein M, Kümpers P, Michalski D, Bernhard M. Vascular access for initial treatment of adult emergency patients in the resuscitation room: short summary of recommendations

- from the German national S1 guideline. Int J Emerg Med. 2025 Oct 2;18(1):187. doi: 10.1186/s12245-025-01015-x.*
33. Dryden J, Navas-Blanco J. *Analyzing outcomes for peripheral versus central administration of vasopressors: A narrative review. Saudi J Anaesth.* 2025 Jul-Sep;19(3):375-383. Epub 2025 Jun 16. doi: 10.4103/sja.sja\_211\_25.
34. Parienti JJ, Mongardon N, Mégarbane B, et al. *Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site. N Engl J Med.* 2015;373(13):1220-1229. doi:10.1056/NEJMoa1500964
35. Marik PE, Flemmer M, Harrison W. *The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters: a systematic review of the literature and meta-analysis. Crit Care Med.* 2012;40(8):2479-2485. 10.1097/CCM.0b013e318255d9bc
36. Ge X, Cavallazzi R, Li C, Pan SM, Wang YW, Wang FL. *Central venous access sites for the prevention of venous thrombosis, stenosis and infection. Cochrane Database Syst Rev.* 2012;2012(3):CD004084. Published 2012 Mar 14. 10.1002/14651858.CD004084
37. *Practice Guidelines for Central Venous Access 2020: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. Anesthesiology.* 2020;132(1):8-43. 10.1097/ALN.0000000000002864
38. Zhang Z, Brusasco C, Anile A, et al. *Clinical practice guidelines for the management of central venous catheter for critically ill patients. J Emerg Crit Care Med.* 2018;2. doi:10.21037/jeccm.2018.05.05
39. Tran QK, Foster M, Bowler J, et al. *Emergency and critical care providers' perception about the use of bedside ultrasound for confirmation of above-diaphragm central venous catheter placement. Heliyon.* 2020;6(1):e03113. Published 2020 Jan 7. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e03113
40. Boulet N, Muller L, Rickard CM, Lefrant JY, Roger C. *How to improve the efficiency and the safety of real-time ultrasound-guided central venous catheterization in 2023: a narrative review. Ann Intensive Care.* 2023;13(1):46. Published 2023 May 25. doi:10.1186/s13613-023-01141-w
41. Vezzani A, Manca T, Brusasco C, et al. *A randomized clinical trial of ultrasound-guided infra-clavicular cannulation of the subclavian vein in cardiac*

- surgical patients: short-axis versus long-axis approach. Intensive Care Med.* 2017;43(11):1594-1601. doi:10.1007/s00134-017-4756-6
42. Maddali MM, Arora NR, Chatterjee N. Ultrasound Guided Out-of-Plane Versus In-Plane Transpectoral Left Axillary Vein Cannulation. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(5):1707-1712. doi:10.1053/j.jvca.2017.02.011
43. Senussi MH, Kantamneni PC, Omranian A, et al. Revisiting Ultrasound-Guided Subclavian/Axillary Vein Cannulations: Importance of Pleural Avoidance With Rib Trajectory. *J Intensive Care Med.* 2017;32(6):396-399. doi:10.1177/0885066617701413
44. Agarwal AK. Central vein stenosis: current concepts. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2009;16(5):360-370. doi:10.1053/j.ackd.2009.06.003
45. Subramony R, Spann R, Medak A, Campbell C. Ultrasound-Guided vs. Landmark Method for Subclavian Vein Catheterization in an Academic Emergency Department. *J Emerg Med.* 2022;62(6):760-768. doi:10.1016/j.jemermed.2021.11.002
46. Aubaniac R. L'injection intraveineuse sous-claviculaire; avantages et technique. *Presse Med (1893).* 1952;60(68):1456.
47. Wilson JN, Grow JB, Demong CV, Prevedel AE, Owens JC. Central venous pressure in optimal blood volume maintenance. *Arch Surg.* 1962;85:563-578. doi:10.1001/archsurg.1962.01310040035005
48. Yoffa D. Supraclavicular subclavian venepuncture and catheterisation. *Lancet.* 1965;2(7413):614-617. doi:10.1016/s0140-6736(65)90519-2
49. Gorchynski J, Everett WW, Pentheroudakis E. A modified approach to supraclavicular subclavian vein catheter placement: the pocket approach. *Cal J Emerg Med.* 2004 Jul;5(3):50-4. PMID: 20847865; PMCID: PMC2906991.
50. Patrick SP, Tijunelis MA, Johnson S, Herbert ME. Supraclavicular subclavian vein catheterization: the forgotten central line. *West J Emerg Med.* 2009;10(2):110-114.

## XI. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

José Saul Pool Trujillo, nacido en Cancún, Quintana Roo, titulado como Médico Cirujano Integral por la Universidad Cuauhtémoc Plantel Guadalajara en 2022, realizó su Internado Médico de Pregrado en el Hospital Militar Regional de Especialidades en Guadalajara, Jalisco, y su Servicio Social como médico de atención primaria para el Consejo Estatal para el Fomento Deportivo (CODE) en Zapopan, Jalisco, y en la actualidad se encuentra cursando desde 2022 su formación como Especialista en Medicina de Urgencias con fecha de término en Febrero 2026.

Durante este tiempo, el Dr. Saul Pool además de conducir la investigación aquí presentada, se encuentra desarrollando en otro estudio sobre la Unidad de Cuidados Intensivos del Departamento de Emergencias Shock-Trauma, aunado a esto, se ha desempeñado durante su último año como el residente a cargo de la UCI de Emergencias Shock-Trauma, y como residente a cargo de las actividades académicas de los residentes de menor grado de su especialidad.

Próximamente en 2026 comenzará su formación como subespecialista en Cuidados Intensivos, con el objetivo de profundizar en su formación para la atención del paciente crítico.