

**CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO
CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**“COMPARACIÓN DE LA CANULACIÓN GUIADA POR
ULTRASONIDO DE LA ARTERIA RADIAL VS TÉCNICA
POR PALPACIÓN”**

Tesis

Presentada por:

Carlos Armando Martínez Martínez

Para obtener el grado de especialista en:
Medicina del Enfermo en Estado Crítico

Asesores

Dr. Eduardo Rodríguez Bautista

Dr. José Daniel Barrios Díaz

Aguascalientes, Ags. 15 de Diciembre de 2024.

APROBACIONES



Aguascalientes
Centro de Historia y Arte
Agencia de Historia

Centenario Hospital
Miguel Hidalgo

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/760/24

Aguascalientes, Ags., a 6 de diciembre de 2024

DR. ELISEO VARELA MARTINEZ
INVESTIGADOR PRINCIPAL

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Investigación y de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, han decidido **APROBAR** el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

"COMPARACIÓN DE LA CANULACIÓN GUIADA POR ULTRASONIDO DE LA ARTERIA RADIAL VS TÉCNICA POR PALPACIÓN"

Autores: DR. CARLOS ARMANDO MARTÍNEZ MARTÍNEZ

En virtud de que se cumplió con los requisitos establecidos por ambos comités por cual se otorga el número de registro: **2024-R-49**

Con tiempo de vigencia: 6 meses de diciembre de 2024 a junio de 2025

Sin otro particular, se solicita a los investigadores ajustarse a su periodo de vigencia del proyecto, reportar avance del proyecto de forma semestral en el mes de diciembre mediante el formato de "Avances de protocolos" y al concluirse, reportar estado del estudio, incidencias y eventos, además entregar resumen de resultados obtenidos y de los productos generados.

ATENTAMENTE

DR. SALVADOR ISRAEL MACIAS HERNANDEZ
ENCARGADO DE LA PRESIDENCIA DEL COMITÉ
DE INVESTIGACIÓN

DR. JAIME ASAEL LOPEZ VALDEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
VOCAL SECRETARIO DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

PA
[Handwritten signature]

SIR/AL/161111



449 994 47 20

www.aicgob.mx

Av. Miguel Alemán 509
P.O. Box 10000



**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

Dr. Sergio Ramírez González
Decano del Centro de Ciencias de la Salud

PRESENTE

Por medio del presente como **TUTOR** designado del estudiante **CARLOS ARMANDO MARTINEZ MARTINEZ** con ID **38967** quien realizó la tesis titulada: **"COMPARACIÓN DE LA CANULACIÓN GUIADA POR ULTRASONIDO DE LA ARTERIA RADIAL VS TÉCNICA POR PALPACIÓN"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 4 de febrero de 2025.

Dr. Eduardo Rodríguez Bautista
Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19



CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL

Dr. Sergio Ramírez González
Decano del Centro de Ciencias de la Salud

PRESENTE

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **CARLOS ARMANDO MARTINEZ MARTINEZ** con ID **38967** quien realizó la tesis titulada: **"COMPARACIÓN DE LA CANULACIÓN GUIADA POR ULTRASONIDO DE LA ARTERIA RADIAL VS TÉCNICA POR PALPACIÓN"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 4 de febrero de 2025.

Dr. José Daniel Martínez Díaz
Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19



DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 06/02/25

NOMBRE: MARTINEZ MARTINEZ CARLOS ARMANDO **ID** 38967

ESPECIALIDAD: EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRITICO **LGAC (del posgrado):** PACIENTE CON TRAUMA EN ESTADO CRÍTICO

TIPO DE TRABAJO: () Tesis () Trabajo práctico

TÍTULO: COMPARACION DE LA CANALIZACION GUIADA POR ULTRASONIDO DE LA ARTERIA RADIAL VS TECNICA POR PALPACION

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): TÉCNICA DE ULTRASONIDO ES MÁS EFECTIVA PARA GARANTIZAR EL ÉXITO DE LA CANALIZACION

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

- Sí El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
- Sí La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
- Sí Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
- Sí Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
- Sí Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
- Sí el trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
- Sí Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
- ND Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
- Sí Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

- Sí Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
- Sí Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
- Sí Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
- Sí Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
- Sí Coincide con el título y objetivo registrado
- Sí Tiene el CVU del Conahcyt actualizado
- NA Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

Sí
No

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

MCB.E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.



Ciencia Latina
Revista Multidisciplinar

Fecha: 05/02/2025

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar

ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea)

Asociación Latinoamericana para el Avance de las Ciencias, ALAC

Editorial

Ciudad de México, México

Código postal 06600

CERTIFICADO DE APROBACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Por la presente se certifica que el artículo titulado:

Embolismo paradójico. Reporte de caso

De los autores:

Carlos Armando Martínez Martínez, Luisa Fernanda Carbonell Montes, Eliseo Varela Martínez, José Daniel Barrios Díaz, Irving Santiago Fraire Félix

Ha sido

Arbitrado por pares Académicos mediante el sistema doble ciego y aprobado para su publicación.

El artículo será publicado en la edición Enero-Marzo, 2025,

Volumen 9, Número 1.

Verificable en nuestra plataforma: <http://ciencialatina.org/>

Dr. Francisco Hernández García,
Editor en jefe

Para consultas puede contactar directamente al editor de la revista editor@ciencialatina.org
o al correo: postulaciones@ciencialatina.org



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, por, nueva cuenta, permitirme desarrollarme profesionalmente en esta sub-especialidad de Medicina del Enfermo en Estado Crítico, y permitirme desarrollar con educación de calidad y los más altos principios éticos y morales que deben caracterizar el actuar de un profesional.

Al Centenario Hospital Miguel Hidalgo, quien permitió brindarme los recursos y medios necesarios para llevar a cabo este estudio y por ser un pilar fundamental en mi práctica profesional diaria.

A mi tutor y asesor de tesis: Eduardo Rodríguez Bautista y José Daniel Barrios Díaz, respectivamente, por preocuparse por mi formación, la confianza brindada, la supervisión y asesoramientos constantes para la realización exitosa de este trabajo.

A mis maestros y profesores del servicio de medicina crítica del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, por los conocimientos brindados.

A los enfermeros y trabajadores sociales asignados al área de medicina crítica por compartir sus experiencias, conocimientos y servir como apoyo para elaborar este documento.

A todos ellos: muchas gracias.

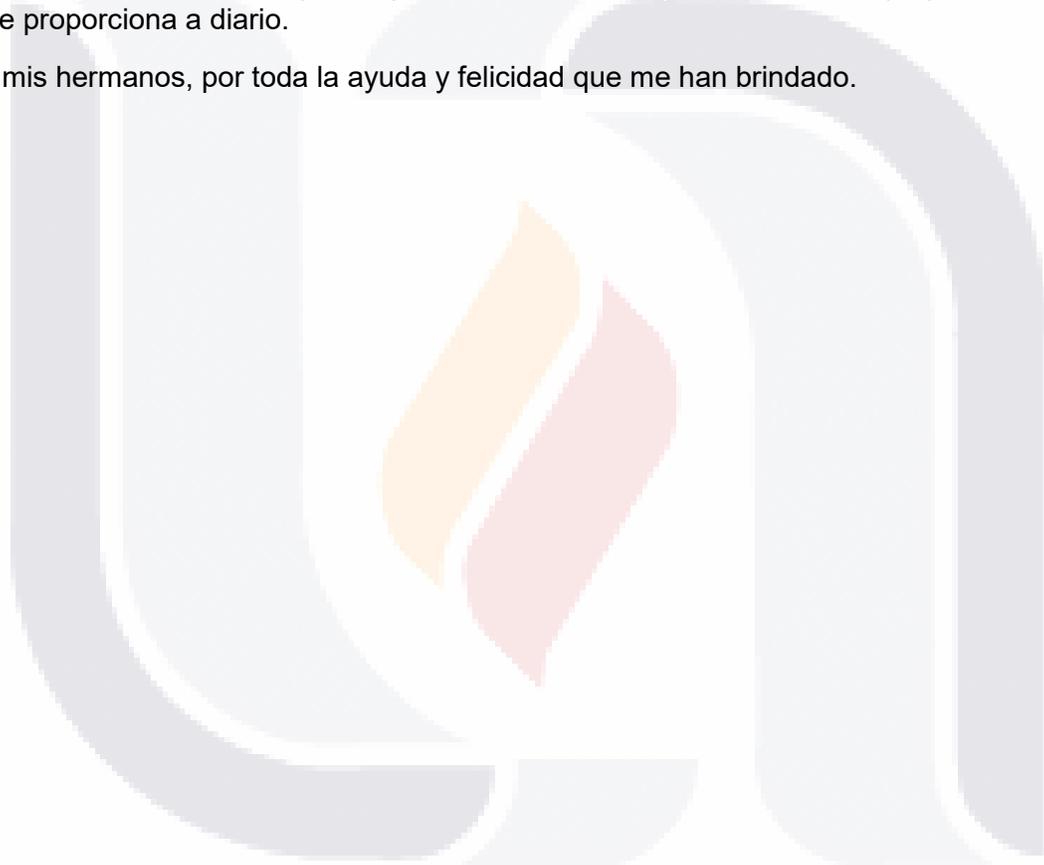
DEDICATORIA

Esta obra la dedico a las siguientes personas, iniciando con mi madre, María Elena Martínez Cardona, por siempre estar presente, apoyarme y brindarme la ayuda necesaria para seguir adelante en mi actuar.

A mi padre, Bartolo Martínez Velasco, que anta su ausencia por su fallecimiento, llevo conmigo día con día en cada acto que desarrollo; por darme las bases para convertirme en la persona y profesional que actualmente soy, y junto con mi madre, ser los pilares en mi actuar.

A mi esposa, Andrea Nayeli Mojica Ramírez, por la paciencia, el apoyo y el amor que me proporciona a diario.

A mis hermanos, por toda la ayuda y felicidad que me han brindado.



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	2
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ACRÓNIMOS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
MARCO TEÓRICO.....	8
ANTECEDENTES	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
JUSTIFICACIÓN	14
HIPÓTESIS.....	16
OBJETIVOS.....	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos.....	17
MATERIAL Y MÉTODOS.....	18
RESULTADOS.....	24
DISCUSIÓN.....	38
CONCLUSIONES	41
GLOSARIO	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Edad de los pacientes 25

Tabla 2. Peso de los pacientes 26

Tabla 3. Talla de los pacientes 27

Tabla 4. Tabla de contingencia para número de intensos y técnica de canalización 32

Tabla 5. Tiempo de colocación..... 33

Tabla 6. Tiempo de colocación según técnica utilizada 33

Tabla 7. Distribucion con respecto a rangos de tiempo requerido para canulación..... 33

Tabla 8. Tabla de contingencia entre el tipo de procedimiento, éxito y año de residencia de quien realiza 34

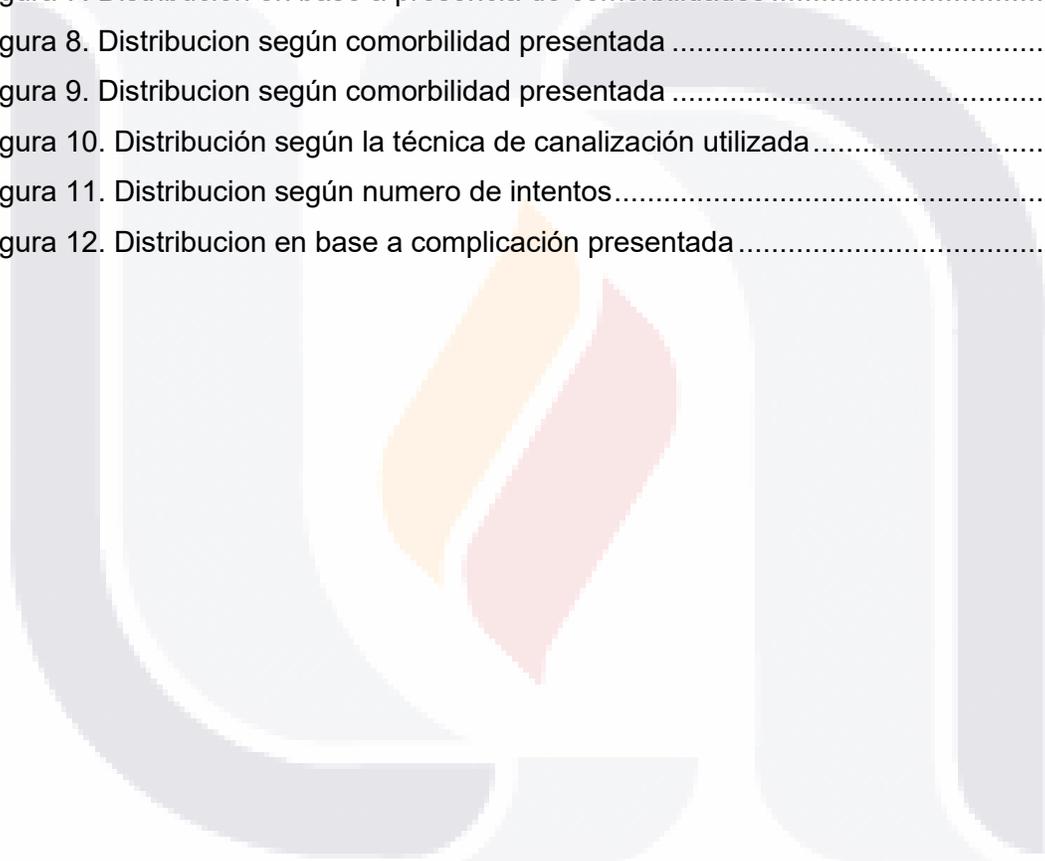
Tabla 9. Prueba de chi cuadrada para técnica de canalización asignada, tasa de éxito y año de residencia de quien realiza procedimiento..... 35

Tabla 10. Tabla de contingencia técnica y presencia de complicaciones 36

Tabla 11. Pruebas de chi cuadrada éxito de procedimiento y técnica realizada..... 37

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Figura 1. Distribucion según sexo	24
Figura 2. Distribucion según rango de edad	25
Figura 3. Distribucion según peso	26
Figura 4. Distribucion según rangos de talla.....	27
Figura 5. Distribucion según IMC	28
Figura 6. Distribucion según toxicomanías	28
Figura 7. Distribucion en base a presencia de comorbilidades	29
Figura 8. Distribucion según comorbilidad presentada	29
Figura 9. Distribucion según comorbilidad presentada	30
Figura 10. Distribución según la técnica de canalización utilizada.....	31
Figura 11. Distribucion según numero de intentos.....	31
Figura 12. Distribucion en base a complicación presentada.....	36



ACRÓNIMOS

IMC	Índice de Masa Corporal
Kg	Kilogramo
MXN	Moneda nacional
Odds Ratio	OR
UCI	Unidad de Cuidados Intensivos



RESUMEN

Definición del problema. La canulación de la arteria radial es esencial en el manejo de pacientes críticamente enfermos; pero su éxito está limitado cuando se hace por palpación. La guía por ultrasonido se ha propuesto como una alternativa para superar estas limitaciones. Aunque también se reportado complicaciones y su éxito depende de la habilidad y experiencia del médico que lo realice. **Objetivo.** Comparar las frecuencias de éxito al primer intento, tiempo requerido y/o la incidencia de complicaciones de la canulación de la arteria radial utilizando la guía por ultrasonido con respecto de la técnica por palpación en un entorno clínico. **Metodología.** Investigación observacional, retrospectiva y comparativa. Centrada en pacientes sometidos a canulación de la arteria radial. Se realizó muestreo no probabilístico por conveniencia, incluyendo expedientes que cumplieron los criterios de selección; de estos, se recabaron las variables que analizaron por medio de estadística descriptiva e inferencial. **Resultados.** 54.2% fueron hombres, hubo una edad promedio de 46.19, la mayoría se clasificó con sobrepeso y obesidad, ambos con 33.3%. 43.8% no tiene ninguna toxicomanía (43.8%). El 62.5% tiene comorbilidades. La técnica para la canulación fue en 54.2% con ultrasonido y en 45.8% con palpación. La tasa de éxito en el primer intento fue de 16.7%, existiendo una diferencia significativa entre la tasa de ambas técnicas ($p = 0.008$). La presencia de complicaciones es del 58.3% ($n = 28$), solo se identifican asociaciones entre la técnica utilizada y la presencia de hematomas ($p = 0.049$). No hay diferencias significativas entre el tiempo de para completar la canulación y la técnica ($p = 0.678$). La técnica y tasa de éxito están asociadas cuando el género es masculino. Lo mismo sucede entre presencia de complicaciones y técnica ($p = 0.016$). Existe asociación entre la presencia de complicaciones y las técnicas cuando el año es el segundo ($p = 0.033$). **Conclusiones.** La técnica guiada por ultrasonido presenta mayor tasa de éxito en el primer intento y menor incidencia de hematomas. Sin embargo, no se observan diferencias significativas en el tiempo requerido, por lo que no se puede decir que requiere menor tiempo.

Palabras clave: línea arterial, ultrasonido, palpación.

ABSTRACT

Definition of the problem. Radial artery cannulation is essential in the management of critically ill patients, but its success is limited when performed by palpation. Ultrasound guidance has been proposed as an alternative to overcome these limitations. However, complications have also been reported and its success depends on the skill and experience of the physician performing it. **Objective.** To compare the frequencies of success at the first attempt, time required and/or the incidence of complications of radial artery cannulation using ultrasound guidance with respect to the palpation technique in a clinical setting. **Methodology.** Observational, retrospective and comparative research. Focused on patients undergoing radial artery cannulation. Non-probabilistic convenience sampling was performed, including records that met the selection criteria; from these, the variables were collected and analyzed by means of descriptive and inferential statistics. **Results.** 54.2% were men, there was an average age of 46.19, the majority were classified as overweight and obese, both with 33.3%. 43.8% had no drug addiction (43.8%). 62.5% had comorbidities. The cannulation technique was ultrasound in 54.2% and palpitation in 45.8%. The success rate in the first attempt was 16.7%, with a significant difference between the rate of both techniques ($p = 0.008$). The presence of complications was 58.3% ($n = 28$), only associations were identified between the technique used and the presence of hematomas ($p = 0.049$). There were no significant differences between the time to complete cannulation and the technique ($p = 0.678$). The technique and success rate were associated when the gender was male. The same occurred between the presence of complications and the technique ($p = 0.016$). There was an association between the presence of complications and the techniques when the year was the second ($p = 0.033$). **Conclusions.** The ultrasound-guided technique has a higher success rate on the first attempt and a lower incidence of hematomas. However, there are no significant differences in the time required, so it cannot be said that it requires less time.

Keywords: arterial line, ultrasound, palpation.

INTRODUCCIÓN

La canulación de la arteria radial es un procedimiento ampliamente utilizado en entornos hospitalarios, especialmente en cuidados críticos y quirúrgicos, para la monitorización invasiva de la presión arterial y la obtención de muestras arteriales. Aunque se trata de una técnica común, el éxito en su realización puede verse afectado por diversos factores, como la anatomía del paciente, la experiencia del operador y el método utilizado para localizar la arteria. (1)

Tradicionalmente, la técnica por palpación ha sido el método estándar para guiar la inserción del catéter en la arteria radial. Sin embargo, presenta limitaciones, especialmente en pacientes con anatomía difícil, perfusión comprometida o en situaciones de emergencia. (2) En contraste, la utilización del ultrasonido ha emergido como una herramienta complementaria que permite la visualización directa de la arteria y su trayecto, aumentando potencialmente la tasa de éxito y reduciendo las complicaciones. (3,4)

Estudios recientes han evaluado la eficacia del ultrasonido frente a la técnica por palpación, reportando beneficios significativos en términos de tiempo, éxito en el primer intento y menor incidencia de hematomas.(5,6) No obstante, existen variaciones en los resultados, dependiendo de factores como la experiencia del operador y las características clínicas del paciente. (7)

Por lo tanto, con este estudio se busca comparar la eficacia y seguridad de ambas técnicas en un entorno clínico real, proporcionando evidencia para mejorar las prácticas en la canulación de la arteria radial.

MARCO TEÓRICO

Fisiología y Anatomía de la Arteria Radial

La arteria radial es una de las principales ramas de la arteria braquial, localizada en la parte lateral del antebrazo. Su trayecto superficial y su calibre constante la convierten en un sitio ideal para la canulación.(2) Sin embargo, las variaciones anatómicas, la presencia de calcificaciones arteriales o una perfusión reducida en pacientes hemodinámicamente inestables pueden dificultar su acceso, especialmente cuando se utiliza la técnica por palpación. (8)

La canulación de la arteria radial es un procedimiento esencial en el manejo de pacientes críticamente enfermos, facilitando la monitorización invasiva de la presión arterial y el acceso a muestras arteriales para análisis de gases. (1) Existen dos técnicas principales para realizar este procedimiento: la tradicional basada en la palpación del pulso arterial y la guiada por ultrasonido, que permite una visualización directa de la arteria.

Técnica por Palpación

La técnica por palpación ha sido históricamente el estándar en la canulación arterial. Consiste en identificar la arteria mediante el tacto y luego insertar el catéter en el sitio de mayor intensidad del pulso. Si bien es sencilla y requiere de pocos recursos, su éxito puede estar limitado en pacientes con pulso débil o condiciones como obesidad y shock. (9)

Ultrasonido en Canulación Arterial

El ultrasonido ha revolucionado el acceso vascular al proporcionar una visualización directa de los vasos. Este método permite al operador identificar el trayecto arterial, evaluar su permeabilidad y guiar en tiempo real la inserción del catéter. (4) Los estudios han demostrado que el uso del ultrasonido reduce el tiempo total del procedimiento, aumenta la tasa de éxito en el primer intento y disminuye la incidencia de complicaciones como hematomas y oclusiones arteriales. (3,6)

Complicaciones Asociadas

Las complicaciones de la canulación radial incluyen hematomas, oclusión arterial, infección y lesión nerviosa. Estudios recientes han señalado que la guía por ultrasonido puede reducir significativamente estas complicaciones al minimizar los intentos fallidos y reducir el trauma mecánico en la arteria. (7,10)

Dependiendo del tipo y la localización del vaso afectado, las lesiones vasculares pueden generar complicaciones significativas, como interrupción del flujo sanguíneo (vasoespasmos), hemorragias, trombosis, isquemia, hematomas o aneurismas (dilatación anormal de un vaso).

También se han registrado otras complicaciones como el dolor durante la colocación del catéter. En este caso, el paciente puede sentir malestar por el pinchazo y la introducción de la aguja, por eso, el especialista en salud debe asegurar la disminución del dolor con anestésicos. (11)

Las infecciones son otro riesgo latente durante y como producto del procedimiento, ya que las bacterias pueden viajar por el catéter y pasar de la superficie de la piel al torrente sanguíneo. Para evitar el riesgo de infección, se debe tener cuidado especial al vendar la piel en el sitio del catéter y cambiar la sonda. (12)

Los coágulos de sangre también son una complicación que puede resultar grave, ya que provocan el bloqueo del flujo sanguíneo en ciertos casos. Cuando esto sucede, puede producirse la pérdida de alguna extremidad, como las manos o piernas, aunque es poco frecuente. Por esta razón, el personal de las unidades debe verificar el flujo sanguíneo con regularidad si hay un catéter en estas partes del cuerpo.(13) En otros escenarios, las complicaciones pueden avanzar hacia un compromiso vascular y un daño neurológico periférico. (14)

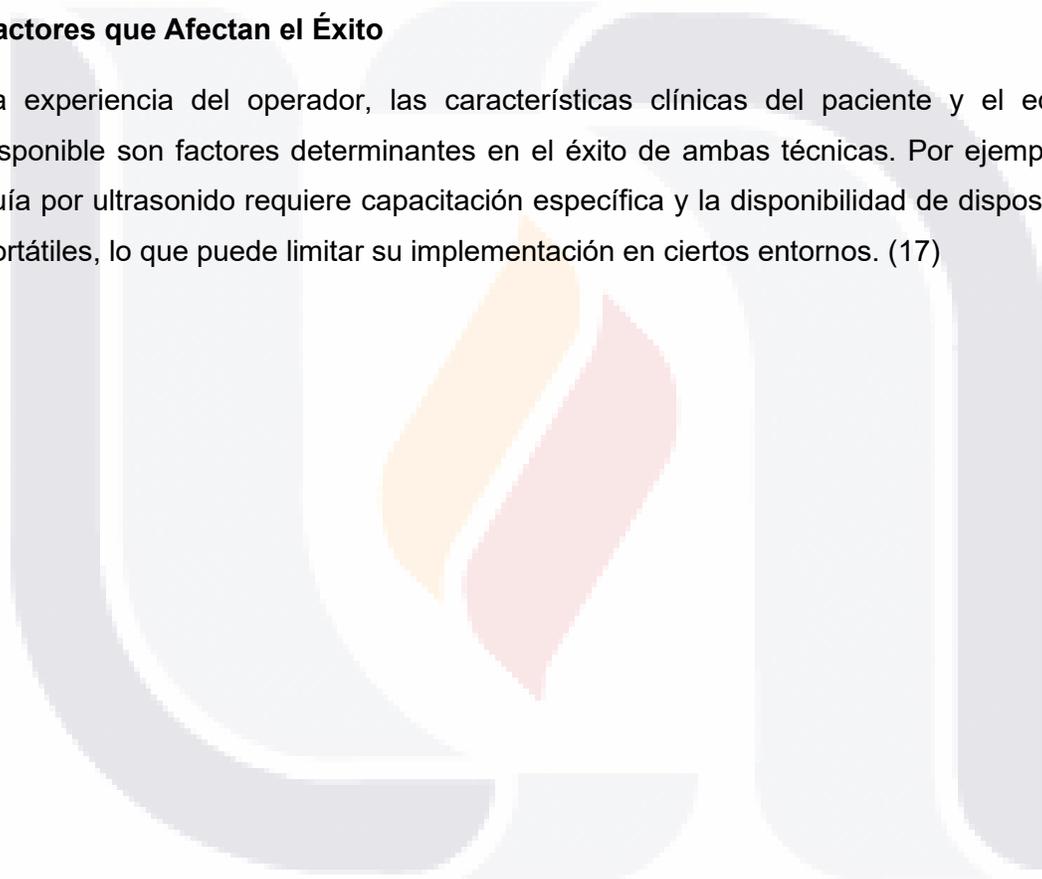
Para que la canulación de la línea arterial sea considerada efectiva, se deben tomar en cuenta dos variables: tiempo de permanencia de la línea arterial y éxito del procedimiento. La permanencia debe ser de al menos 72 horas. Respecto al procedimiento, es exitoso cuando se obtiene un retorno hemodinámico y se observa en el monitor la curva de línea arterial, las cifras de presión arterial y al realizar la prueba de lavado de arrastre rápido (test de onda cuadrada). (15)

Comparación de Técnicas

La eficacia de la guía por ultrasonido frente a la técnica por palpación ha sido evaluada en múltiples estudios. Un meta-análisis reciente encontró que la guía por ultrasonido aumenta la tasa de éxito en el primer intento en un 35%, especialmente en pacientes con anatomía difícil. (16) Además, se ha reportado que la guía por ultrasonido reduce en un 50% el tiempo necesario para el procedimiento en comparación con la técnica tradicional. (17)

Factores que Afectan el Éxito

La experiencia del operador, las características clínicas del paciente y el equipo disponible son factores determinantes en el éxito de ambas técnicas. Por ejemplo, la guía por ultrasonido requiere capacitación específica y la disponibilidad de dispositivos portátiles, lo que puede limitar su implementación en ciertos entornos. (17)



ANTECEDENTES

En 2024, en Hidalgo, Aguilera Benítez dio a conocer un estudio transversal y retrospectivo para conocer las complicaciones de la colocación de catéter venoso central yugular, comparando la técnica manual y la técnica guiada por ultrasonido. De los 113 casos, 59.3% eligieron referencias anatómicas y 45.1% referencia ecoguiada. Encontraron que el tiempo de colocación en 30% de ecoguiados fue de menos de 15 minutos y con técnica manual en 16.8% el tiempo de colocación fue de 31 a más minutos. Asimismo, encontraron que las complicaciones significativas fueron punción arterial (24.2% en técnica manual y 5.9% en ecoguiada), infección en el sitio de salida (10.6% con técnica manual y 3.5% ecoguiada), hematoma (6.1% en técnica manual y 0.8% en ecoguiada). (18)

En 2023, Rodríguez-Portelles et al. dieron a conocer un estudio prospectivo para determinar la mejora en la tasa de éxito en el primer intento del cateterismo venoso central en pacientes pediátricos críticos al elegir entre la técnica guiada por ultrasonido y la técnica de referencia anatómica. Realizaron el estudio con 100 pacientes y encontraron que el cateterismo venoso central guiado por ultrasonido tiene una tasa de éxito en el primer intento significativamente mayor que la técnica manual, ya que la primera reportó 81.4% y la segunda 57.4%. También encontraron una reducción significativa entre las complicaciones, incluyendo punción arterial inadvertida y hematomas, durante el procedimiento entre el grupo con técnica guiada por ultrasonido y el de técnica manual (4.7% en la primera y 12.8% en la segunda). Solo no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas en las complicaciones posoperatorio, de trombosis e infección. (19)

En 2023, Badilla dio a conocer un estudio de cohorte retrospectivo con el objetivo de determinar la tasa de éxito global en la colocación de la línea arterial con técnica de palpación o eco-guiada en pacientes pediátricos sometidos a cirugía mayor electiva o de urgencia. La muestra se compuso por 151 pacientes. En sus resultados, reportó que 88.7% de los médicos residentes tuvieron éxito en el primer intento de canulación con técnica ecoguiada. En contraste, solo 31.7% tuvo éxito al primer intento con la técnica por palpación. Cuando se compararon los datos por año de residencia y técnica, 100% de los médicos residentes de quinto tuvieron éxito al primer intento de canulación con

tesis tesis tesis tesis tesis

técnica eco-guiada. Con respecto de los residentes de cuarto año, solo 27.3% tuvieron éxito al primer intento con técnica de palpación. (13)

En 2017, Vargas presentó un estudio prospectivo para comparar los resultados clínicos de la utilización del ultrasonido en la inserción del catéter venoso central. Analizó 20 pacientes, 10 con ultrasonido y 10 con técnica convencional. La tasa de éxito al primer intento fue mayor con la técnica de ultrasonido con 100% en el grupo con ultrasonido y 80% en el grupo de técnica convencional. Al igual, reportó mayor presencia de complicaciones en los pacientes con técnica convencional que en los pacientes con ultrasonido. (20)

En 2012, Chaparro evaluó la canalización de la línea arteria radial e identificó que este proceso genera lesiones isquémicas permanentes hasta en 0.09% de los casos; en 38% se presenta trombosis, cuyo riesgo aumenta con el tiempo de canalización y permanece aún después de la decanulación. También encontró que la edad, el tabaquismo, la diabetes mellitus, la insuficiencia renal y la hipertensión arterial son factores de riesgo para ateromatosis de la arterial radial. Otras variables, como el tamaño y el material del catéter, han sido asociadas con el riesgo de complicaciones. Finalmente, sus resultados sugieren que la canalización guiada con ultrasonido facilita el procedimiento. (21)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La canulación de la arteria radial es esencial en el manejo de pacientes críticamente enfermos; sin embargo, su éxito puede estar limitado por técnicas tradicionales como la palpación, especialmente en casos de anatomía compleja o perfusión disminuida. (8) La guía por ultrasonido se ha propuesto como una alternativa para superar estas limitaciones, pero su implementación no ha sido uniforme debido a barreras como la disponibilidad de equipos, capacitación del personal y variabilidad en la eficacia reportada. (22)

Por otro lado, pese a sus beneficios, este procedimiento no está exento de complicaciones, y su éxito depende en gran medida de la habilidad y experiencia del médico que lo realice. Por esta razón, la capacitación para llevar el procedimiento puede hacer una diferencia en el estado de salud del paciente. Aunque también es cierto que, en la práctica clínica, la falta de un consenso claro sobre qué técnica es superior bajo diferentes circunstancias puede llevar a tasas variables de éxito y complicaciones, afectando la calidad del cuidado proporcionado (9) y, aunque los estudios prospectivos han mostrado ventajas del ultrasonido, la evidencia retrospectiva basada en registros clínicos reales sigue siendo limitada y heterogénea. (10)

Abordar estas incertidumbres es fundamental para optimizar la selección de técnicas, reducir complicaciones y mejorar los resultados clínicos en los pacientes sometidos a este procedimiento.

Por esto se formula la siguiente pregunta de investigación:

Pregunta de investigación

¿Existe diferencia significativa entre la técnica guiada por ultrasonido y la técnica por palpación para la canulación de la arteria radial con respecto de las frecuencias de éxito al primer intento, tiempo requerido y/o la incidencia de complicaciones?

JUSTIFICACIÓN

Magnitud:

La canulación de la arteria radial es un procedimiento frecuente, con millones de casos realizados anualmente en todo el mundo. (23) Sin embargo, su tasa de complicaciones, como hematomas, infecciones y fallos en el primer intento, sigue siendo relevante, especialmente en pacientes con factores de riesgo anatómicos o fisiológicos.(15) Al proponer resultados que reflejen las necesidades formativas reales de los residentes y del contexto clínico en el que operan, esta investigación no solo impactará en el desempeño de los futuros especialistas, sino también en la eficiencia general de los servicios de atención crítica, beneficiando tanto a los pacientes como al equipo médico.

Trascendencia:

La elección adecuada de la técnica de canulación puede tener un impacto significativo en la seguridad del paciente, reduciendo la incidencia de complicaciones y mejorando los resultados clínicos. Además, un procedimiento exitoso en el primer intento disminuye el tiempo y los recursos necesarios, lo cual es crítico en escenarios de emergencia y cuidado intensivo. (16)

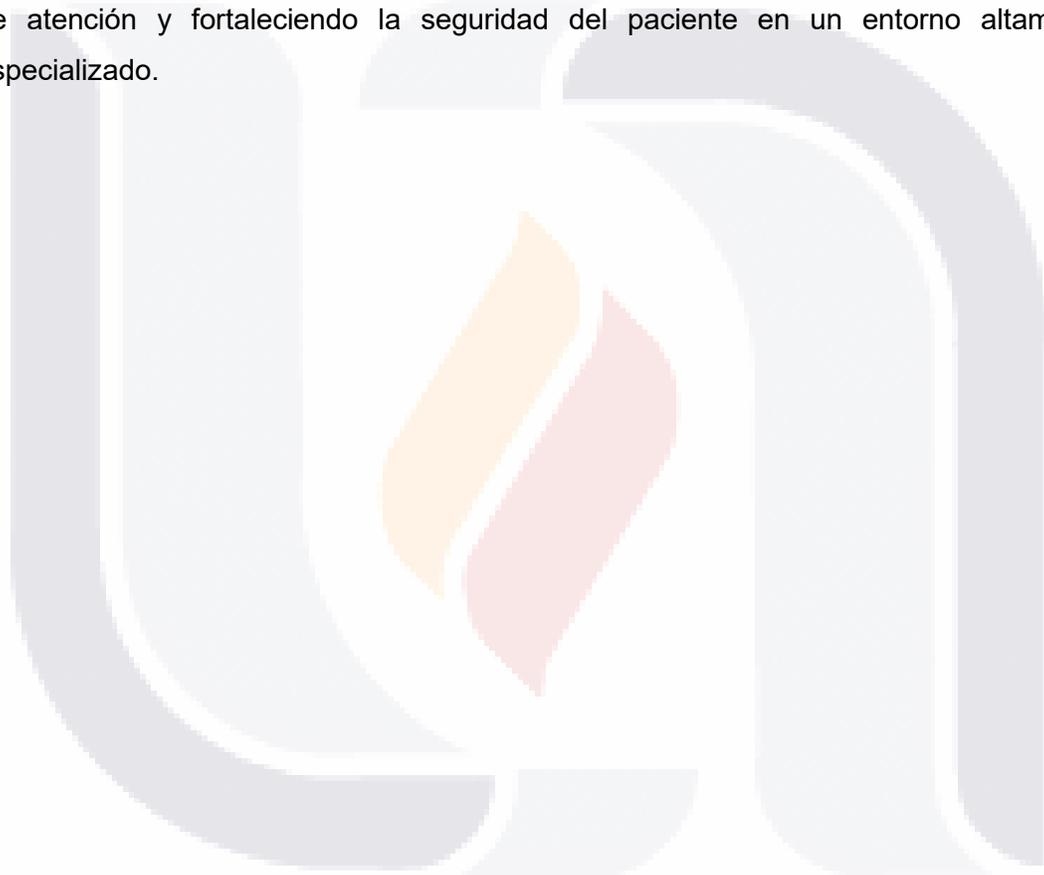
Por otra parte, evaluar el éxito del proceso de colocación de la línea arterial también puede evidenciar las áreas de mejora para desarrollar programas de formación más efectivos, incluso tan específicos para cada año de residencia. A través de esta evaluación, se podrá ajustar la formación práctica, asegurando que los residentes adquieran las habilidades necesarias para realizar este procedimiento de manera segura, reduciendo riesgos para los pacientes y mejorando la calidad del cuidado en las UCI.

Factibilidad:

El diseño retrospectivo de este estudio permite evaluar un gran número de casos ya registrados en el sistema hospitalario, proporcionando datos representativos y relevantes sin la necesidad de recursos adicionales significativos. Además, la creciente disponibilidad de ultrasonido en los servicios hospitalarios hace que sus resultados sean

aplicables en múltiples contextos clínicos.(17) De igual manera se cuenta con la aprobación del jefe de la Unidad de Cuidados Intensivos para el acceso a los expedientes de los pacientes.

Este estudio permitirá identificar diferencias clave entre ambas técnicas, lo que puede guiar decisiones clínicas basadas en evidencia para mejorar la seguridad y eficacia en la canulación arterial. Asimismo, los hallazgos contribuirán al establecimiento de protocolos basados en evidencia que guíen la práctica clínica, elevando los estándares de atención y fortaleciendo la seguridad del paciente en un entorno altamente especializado.



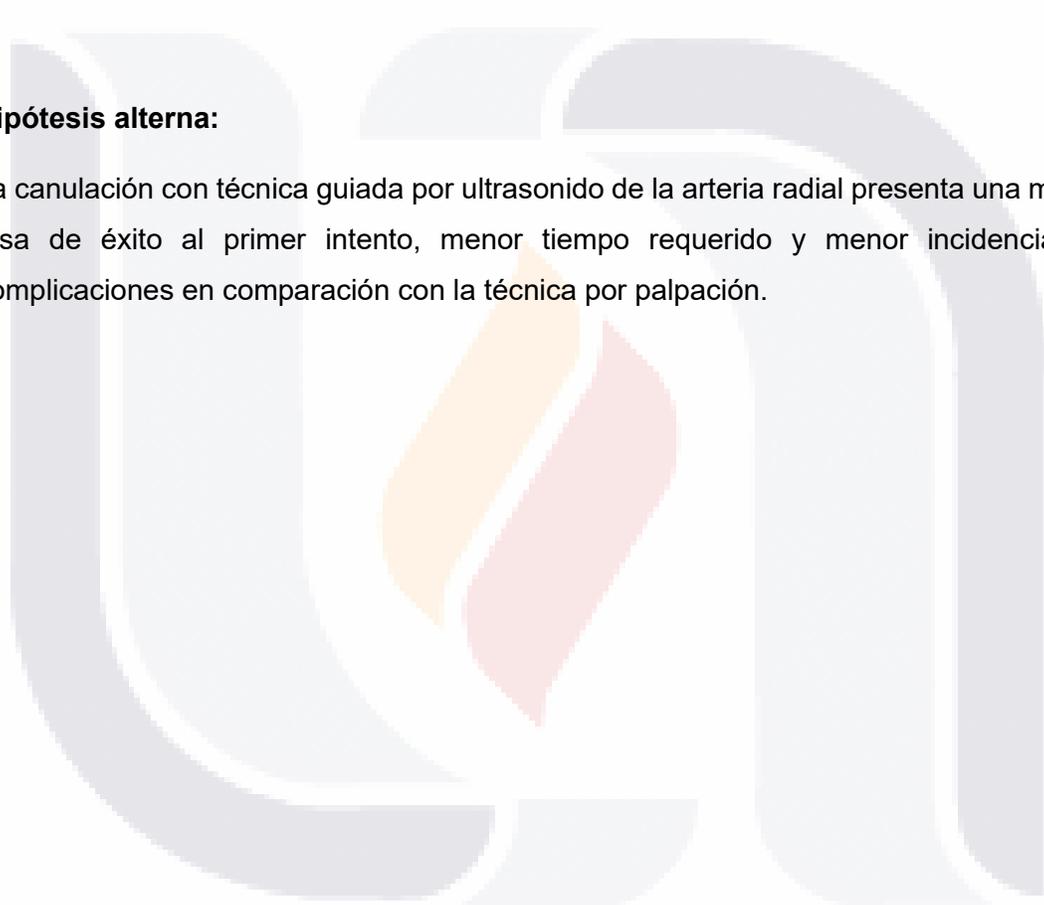
HIPÓTESIS

Hipótesis nula:

No existe diferencia significativa entre la técnica guiada por ultrasonido y la técnica por palpación para la canulación de la arteria radial con respecto de las frecuencias de éxito al primer intento, tiempo requerido y/o la incidencia de complicaciones.

Hipótesis alterna:

La canulación con técnica guiada por ultrasonido de la arteria radial presenta una mayor tasa de éxito al primer intento, menor tiempo requerido y menor incidencia de complicaciones en comparación con la técnica por palpación.



OBJETIVOS

Objetivo general

Comparar las frecuencias de éxito al primer intento, tiempo requerido y/o la incidencia de complicaciones de la canulación de la arteria radial utilizando la guía por ultrasonido con respecto de la técnica por palpación en un entorno clínico.

Objetivos específicos

- Describir las características sociodemográficas de la población (edad, sexo y comorbilidades).
- Definir la indicación de canulación de la arterial radial.
- Comparar la tasa de éxito al primer intento de ambas técnicas.
- Comparar la incidencia de complicaciones (hematoma, oclusión e infección) de ambas técnicas.
- Comparar el tiempo requerido para completar la canulación de ambas técnicas.
- Identificar si existe una técnica de preferencia según las características clínicas del paciente.
- Identificar si existen diferencias en las comparaciones realizadas de acuerdo con el año de estudio del residente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de investigación: observacional, retrospectivo y comparativo.

Nivel de investigación: Observacional.

Diseño: Clínico y epidemiológico.

Universo de estudio: Expedientes de pacientes sometidos a canulación de la arteria radial en un hospital terciario en el periodo de un año.

Población de estudio: Expedientes de pacientes sometidos a canulación de la arteria radial del Centenario Hospital Miguel Hidalgo en el periodo comprendido de 01 de marzo de 2023 a 28 de febrero de 2024.

Unidad de estudio: Expedientes de pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, sometidos a canulación de la arteria radial en el periodo comprendido de 01 de marzo de 2023 a 28 de febrero de 2024

Tamaño de la muestra: Se realizó muestreo no probabilístico por conveniencia, en donde se ingresaron todos los expedientes de pacientes que fueron sometidos a canulación de la arteria radial sin distinción de técnica realizada. En el momento de la revisión en estadística, se encontró que en el periodo de tiempo establecido se ingresó una cantidad de 48 pacientes que cumplen con los criterios de inclusión.

Criterios de selección:

1. Criterios de inclusión
 - a. Expediente de pacientes mayores de 18 años.
 - b. Sin distinción de sexo.
 - c. Expedientes que documenten el uso de ultrasonido o técnica por palpación para la canulación de la arterial radial.
 - d. Procedimiento realizado por personal capacitado en ambas técnicas
2. Criterios de exclusión
 - a. Expediente de pacientes con antecedentes de enfermedad vascular severa en las extremidades superiores.
 - b. Expedientes incompletos o pérdida de datos relevantes.

3. Criterios de eliminación

- a. No hay.

Operacionalización de variables:

1. **Variables dependientes:** tasa de éxito en el primer intento; tiempo requerido para completar la canulación (minutos); incidencia de complicaciones.
2. **Variables independientes:** técnica utilizada (ultrasonido vs palpación); uso de aminas; indicación de colocación de línea arterial.
3. **Variables de control/confusión:** Edad del paciente; Índice de masa corporal (IMC); comorbilidades; experiencia del operador (año de residencia, curso oficial de ultrasonido).

Variable	Definición	Tipo de variable	Medición
Edad	Tiempo vivido por un individuo desde su nacimiento hasta la fecha	Cuantitativa Continua	Años
Sexo	Características orgánicas que distinguen masculino de femenino	Cualitativa Nominal Dicotómica	1-Femenino 2-Masculino
Talla	Altura de un individuo desde los pies hasta la cabeza	Cuantitativa Continua	Centímetros
Peso	Resultado de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto	Cuantitativa Continua	Kilogramos
IMC	Razón matemática que asocia la masa y la talla de un individuo	Cuantitativa Continua	Kg/m ²
Comorbilidades	Presencia de uno o más enfermedades a parte de la enfermedad primaria	Cualitativa Nominal Politémica	1- Hipertensión 2- Diabetes 3- Distiroidismo 4- Cardiopatía 5- EPOC/ASMA 6- Obesidad 7- ERC 8- Otras
Toxicomanías	Consumo de sustancias toxicas	Cualitativa Nominal Politémica	1- Tabaquismo 2- Etilismo

	de forma recreacional		3- Drogas de abuso 4- Ninguna
Uso de aminas	Requerimiento de sustancias vasoactivas	Cualitativa Nominal Dicotómica	1- Si 2- No
Uso de vasopresina	Requerimiento de infusión de vasopresina como soporte vasopresor	Cualitativa Nominal Dicotómica	1- Si 2- No
Uso de Norepinefrina	Requerimiento de infusión de norepinefrina como soporte vasopresor	Cualitativa Nominal Dicotómica	1- Si 2- No
Año de residencia	Año de residencia que se encuentra cursando el operador	Cualitativa Nominal Dicotómica	1- R4 2- R5
Certificación oficial en ultrasonografía	Capacitación oficial en ultrasonografía	Cualitativa Nominal Dicotómica	1- Si 2- No
Técnica utilizada	Método por el cual se canaliza arteria radial	Cualitativa Nominal Dicotómica	1- Palpación 2- Eco-guiada
Complicaciones	Problema médico que se presenta durante el curso de una enfermedad o después de un procedimiento o tratamiento	Cualitativa Nominal Politómica	1- Trombosis 2- Hematoma 3- Infección
Tiempo requerido para la canulación	Tiempo desde el inicio del procedimiento hasta la canalización de la arteria radial	Cuantitativa Continua	Minutos
Tiempo de duración de la línea arterial	Tiempo desde la colocación hasta el retiro de la línea arterial	Cuantitativa De intervalo	1- 0-6 horas 2- 7-12 horas 3- 12-24 horas 4- 24-36 horas 5- 36-48 horas 6- 48-60 horas 7- >72 horas
Indicación de colocación de línea arterial	Motivo por el cual se realiza la canalización de la arteria radial	Cualitativa Nominal Politómica	1- Medición de presión de pulso

			2- Monitoreo invasivo de la presión arterial 3- Toma de muestras de laboratorio
Éxito al primer intento	Canalización de la arteria radial al primer intento	Cualitativa Nominal Dicotómica	1-Si 2-No
Numero de intentos	Veces que se intenta canalizar arteria radial	Cuantitativa Continua	Intentos

Procedimiento:

El presente proyecto de investigación fue sometido a evaluación por los comités de investigación y ética del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, una vez evaluado y con dictamen aprobatorio se procedió a realizar:

- **Revisión de registros clínicos:** Identificación de los expedientes de pacientes sometidos a canulación de la arteria radial durante el periodo de estudio.
- **Clasificación de casos:** División de los procedimientos según la técnica utilizada (ultrasonido vs palpación).
- **Extracción de datos:** Recopilación de información sobre: Tasa de éxito en el primer intento, tiempo requerido para la canulación, complicaciones (hematoma, infección, oclusión) y factores del paciente (edad, IMC, comorbilidades), características del personal que llevó a cabo el procedimiento (año de residencia, capacitación previa oficial en ultrasonografía), Así mismo se revisó en la base de datos de clínica de catéteres sobre las características del procedimiento (Anexo 1).
- **Organización y análisis:** Codificación de datos y realización de análisis estadístico.
- **Interpretación de resultados:** Comparación de resultados obtenidos entre ambas técnicas.

Análisis estadístico

1. **Estadística descriptiva:** Tasas de éxito, complicaciones y tiempo promedio se presentarán como proporciones, medias y desviaciones estándar, serán representadas por medio de tablas o gráficos de dispersión.
2. **Pruebas de hipótesis:** Comparación de proporciones (tasa de éxito en el primer intento): Chi-cuadrado o prueba exacta de Fisher; Comparación de medias (tiempo requerido): T de Student o U de Mann-Whitney, según normalidad de los datos; Incidencia de complicaciones: cálculo de odds ratio (OR) con intervalos de confianza al 95%.
3. **Análisis multivariado:** Regresión logística para identificar factores asociados al éxito en el primer intento (técnica, IMC, comorbilidades). Donde un valor de $p < 0.05$ se considerará estadísticamente significativo.

Cronograma:

Actividad Fecha	Jun 2024	Jul 2024	Ago 2024	Sep 2024	Oct 2024	Nov 2024	Dic 2024	Ene 2025	Feb 2025
Revisión de la bibliografía									
Diseño del Protocolo									
Presentación del Protocolo al comité									
Recolección de datos									
Análisis de resultados									
Escritura de tesis									
Presentación y defensa de tesis									

Recursos humanos:

NOMBRE PARTICIPANTE	DEL	FUNCIONES PROTOCOLO	DENTRO DEL
Eduardo Rodríguez Bautista		Director de tesis: asesoramiento del aspecto clínico de la investigación	
José Daniel Barrios Díaz		Codirector de tesis: se encargará del asesoramiento en el ámbito metodológico del estudio	
Carlos Armando Martínez Martínez		Tesista: se encargará de la recolección de datos, y revisión de expedientes clínicos	

Recursos materiales:

Los recursos materiales fueron suministrados por los propios investigadores, los recursos en cuanto a instalaciones e información fueron provistas por la propia unidad.

	Cantidad	Valor unidad (MXN)	Valor total (MXN)
Paquete de hojas	1	150	150
Computadora	1	15 000	15 000
Impresora	1	4 000	4 000
Caja de lapiceros	1	100	100
Copias	100	1	100
Impresión y empastado	6	3 000	3 000
Total		22 251	22 350

ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD

De acuerdo con las Definiciones de Riesgo de la Investigación del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud la presente investigación es clasificada como: **SIN RIESGO**, por lo que no requiere de consentimiento informado. Se garantiza la protección de datos, los pacientes fueron identificados por número serial consecutivo, así como número de expediente.

RESULTADOS

Características sociodemográficas

Del total de la muestra recolectada, 54.17% (n=26) de los pacientes fue del sexo masculino y el 45.83% (n=22) del femenino (Figura 1).

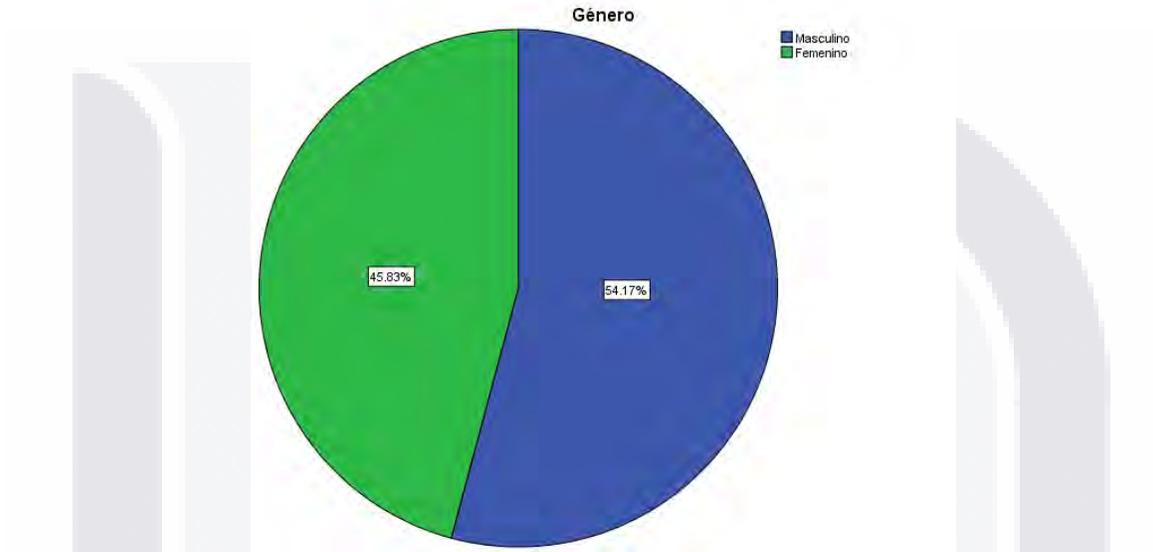


Figura 1. Distribución según sexo

El 16.67% (n=8) de los pacientes tenían ≤ 29 años, el 25% (n=12) entre 30-38 años y el 10.42% (n=5) entre 39-48 años. El 22.92% (n=11) de los pacientes tenía entre 49-58 años, el 12.5% (n=6) entre 59-68 años, el 8.3% (n=4) entre 69-77 años y el 4.16% (n=2) 78 años o más (Figura 2). De estos datos se encontró una media de 46.19 años, con un mínimo de 19 años y un máximo de 83 años (Tabla 1).

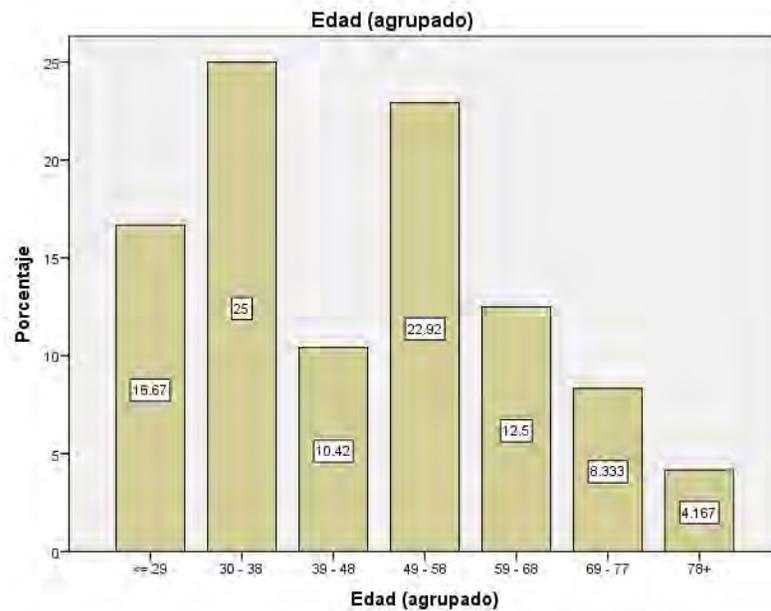


Figura 2. Distribución según rango de edad

Edad del paciente	
Media ± Desv. típica	46.19 ± 2.427
Mínimo	19
Máximo	83

Tabla 1. Edad de los pacientes

Se registró que el 6.25% (n=3) de los pacientes tenía un peso ≤59 kg, el 20.83% (n=10) entre 60-67 kg y el 39.58% (n=19) entre 68-76 kg. El 12.5% (n=6) de los pacientes un peso entre 77-85 kg, el 14.58% (n=7) entre 86-94 kg, el 4.16% (n=2) entre 95-102 kg y el 2.08% (n=1) igual o mayor a 103 kg (Figura 3). De estos datos se registró una media de 74.1 kg, con un mínimo de 50 kg y un máximo de 107 kg (Tabla 2).

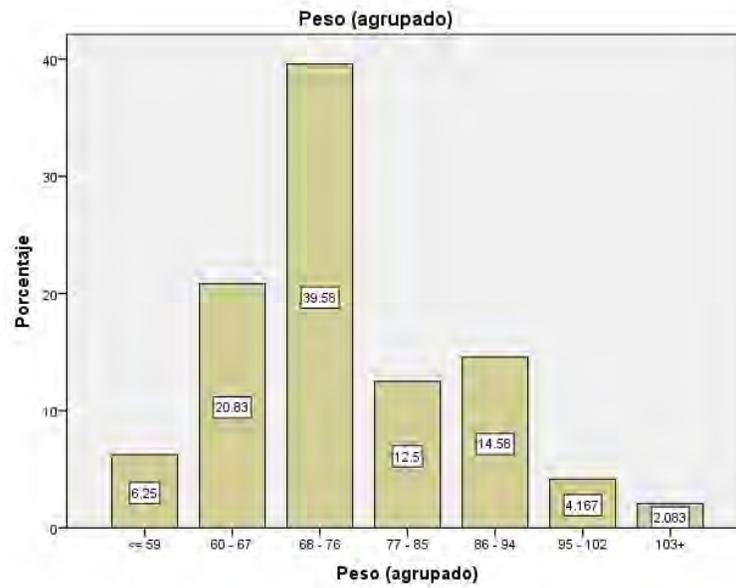


Figura 3. Distribución según peso

Peso del paciente	
Media ± Desv. típica	74.13 ± 1.721
Mínimo	50
Máximo	107

Tabla 2. Peso de los pacientes

Se observó que el 14.58% (n=7) de los pacientes tenían una talla ≤150 cm, el 12.5% (n=6) entre 151-156 cm y otro 12.5% (n=6) entre 157-161 cm. Un 25% (n=12) de los pacientes tenían una talla entre 162-166 cm, otro 25% (n=12) entre 167-172 cm, el 8.3% (n=4) entre 173-177 cm y el 2.08% (n=1) igual o mayor a 178 cm (Figura 4). Sobre estos datos se registró una media de 161.90 cm, un mínimo de 145 cm y un máximo de 180 cm (Tabla 3).

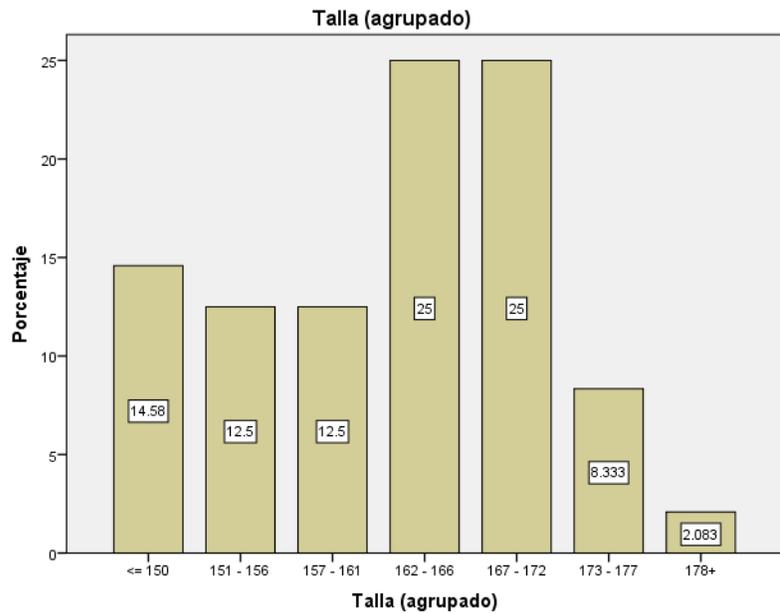


Figura 4. Distribución según rangos de talla

Talla del paciente	
Media ± Desv. típica	74.13 ± 1.721
Mínimo	50
Máximo	107

Tabla 3. Talla de los pacientes

Respecto al IMC, el 2.083% (n=1) de los pacientes tuvieron un bajo peso, el 31.25% (n=15) un peso normal, el 33.3% (n=16) sobrepeso y otro 33.3% (n=16) obesidad (Figura 5).

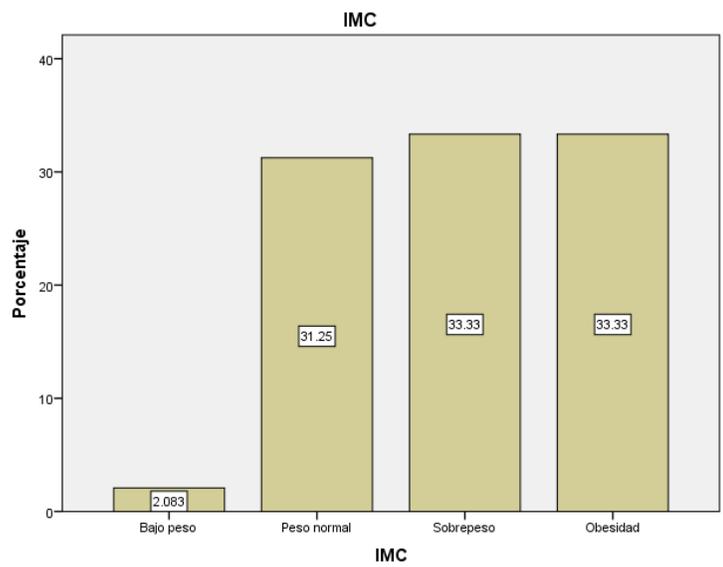


Figura 5. Distribución según IMC

De igual modo, el análisis de las toxicomanías arrojó que el 31.25% (n=15) de los pacientes presentó tabaquismo, el 12.5% (n=6) etilismo, otro 12.5% (n=6) abuso de drogas y el 43.75% (n=21) no registró ninguna (Figura 6).

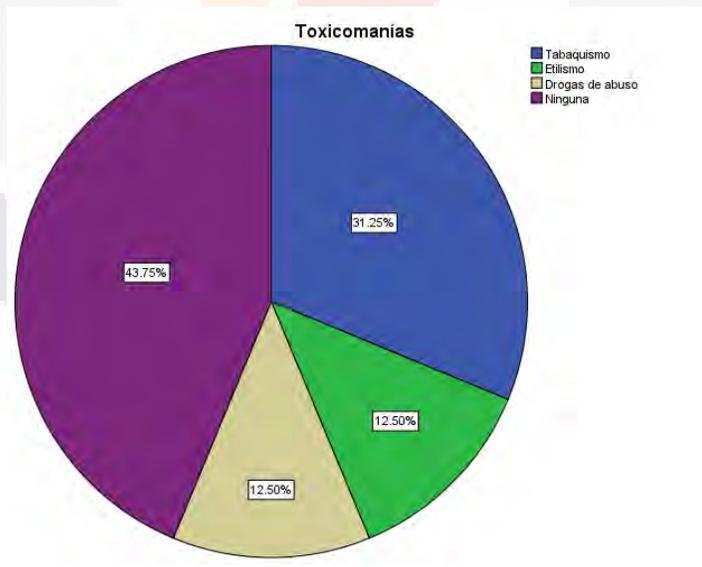


Figura 6. Distribución según toxicomanías

Respecto a las comorbilidades el 37.5% (n=18) no presentó ninguna y el 62.5% (n=30) sí las presentó (Figura 7). El 81.3% (n=39) no presentó diabetes y el 18.8% (n=9) sí. El 54.2% (n=26) no presentó hipertensión, pero el 45.8% (n=22) sí. El 95.8% (n=46) no presentó distiroidismo y el 4.2% (n=2) sí. El 91.7% (n=44) no presentó cardiopatía y el 8.3% (n=4) sí (Figura 8).

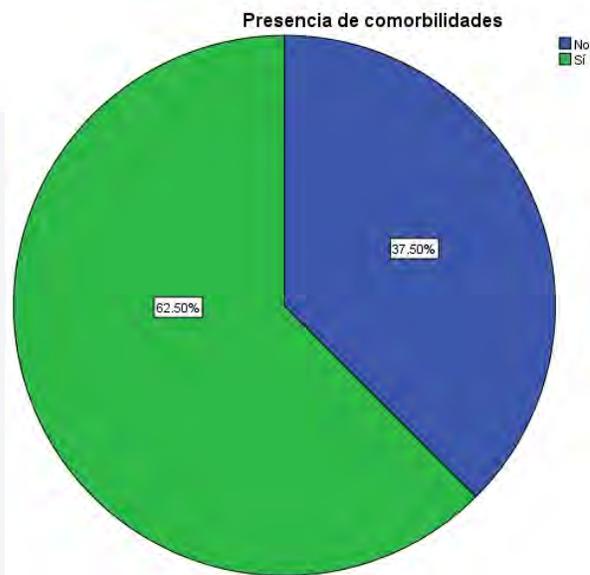


Figura 7. Distribución en base a presencia de comorbilidades

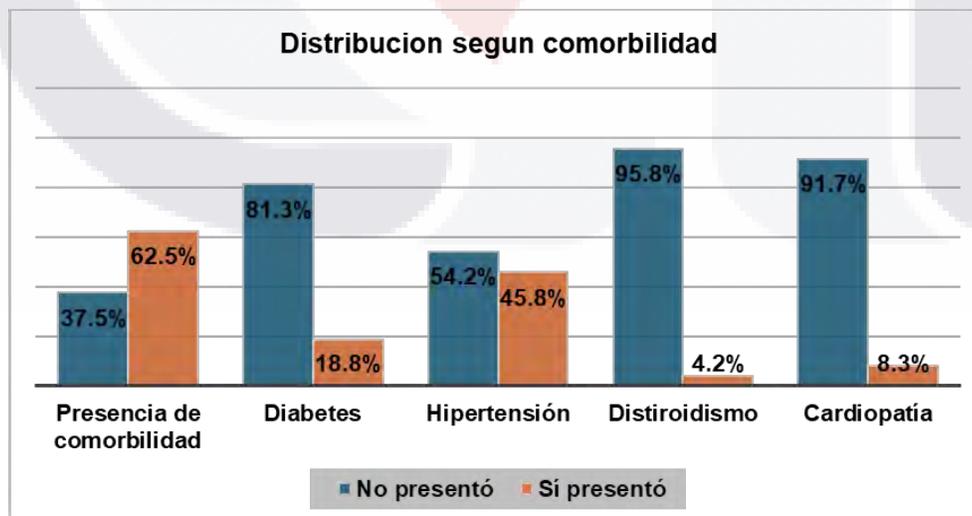


Figura 8. Distribución según comorbilidad presentada

También se registró que el 97.9% (n=47) de los pacientes no presentaron EPOC/Asma, mientras que el 2.1% (n=1) sí. El 97.9% (n=47) no presentó obesidad y el 2.1% (n=1) sí. El 95.8% (n=46) de los pacientes no presentó ERC y el 4.2% (n=2) sí. Finalmente, el 89.6% (n=43) no presentó otras comorbilidades, mientras que el 10.4% (n=5) sí (Figura 9).

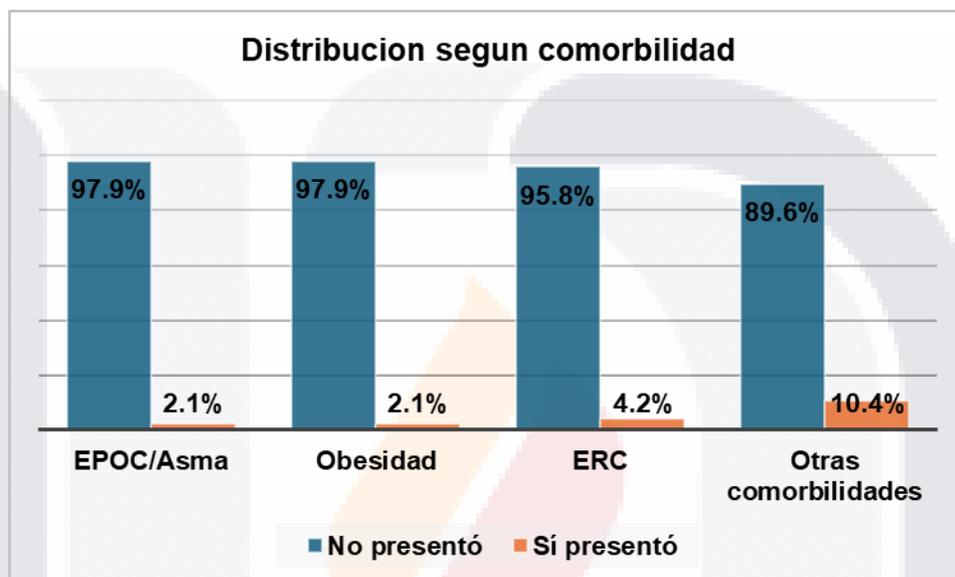


Figura 9. Distribución según comorbilidad presentada

Tipo de Indicación de canulación de la arterial radial

Al examinar la técnica de canalización asignada a los pacientes, se encontró que en el 54.17% (n=26) fue por ultrasonido y en el 45.83% (n=22) por palpación (Figura 10).



Figura 10. Distribución según la técnica de canalización utilizada

Comparar la tasa de éxito al primer intento de ambas técnicas

Se observó que en el 16.7% (n=8) de los pacientes se realizó un intento de canulación, en el 31.3% (n=15) dos intentos, en el 33.3% (n=16) tres intentos, en el 16.7% (n=8) cuatro intentos y en el 2.1% (n=1) cinco intentos (Figura 11).

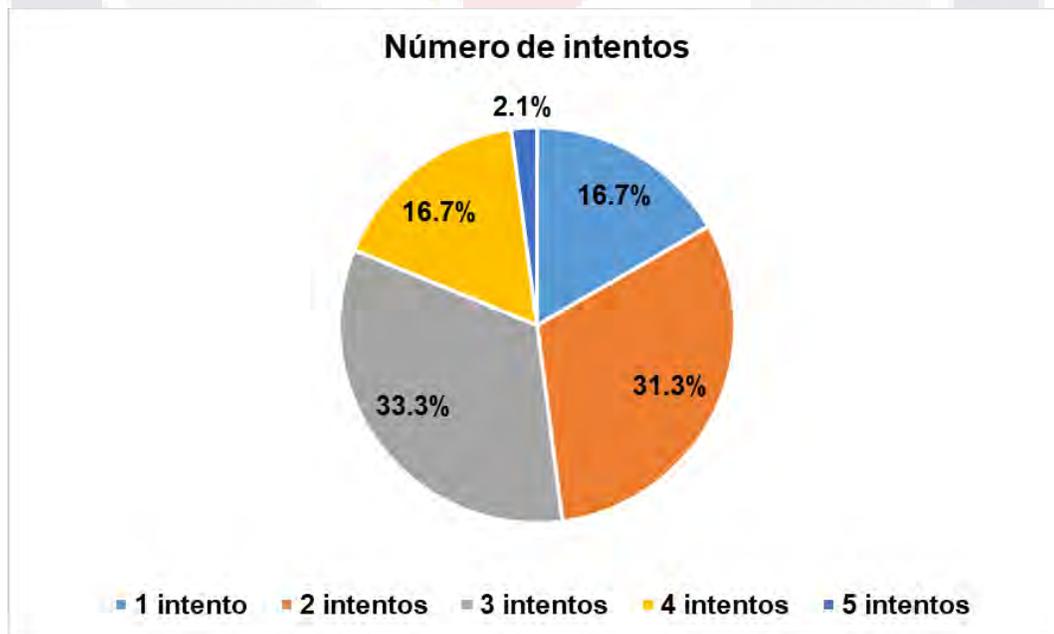


Figura 11. Distribución según número de intentos

Se hizo un cruce entre las variables técnica de canalización asignada con el número de intentos. Se encontró que de los pacientes a los que se les aplicó técnica por ultrasonido el 26.9% (n=7) tuvieron un intento, el 34.6% (n=9) dos intentos, el 30.8% (n=8) tres intentos y el 7.7% (n=2) cuatro intentos. A los pacientes que se les aplicó palpación, el 4.5% (n=1) tuvo un intento, el 27.3% (n=6) dos intentos, el 36.4% (n=8) tres intentos, el 27.3% (n=6) cuatro intentos y el 4.5% (n=1) cinco intentos (Tabla 4).

			Número de intentos				
			1	2	3	4	5
Técnica de canalización asignada	Ultrasonido	Frecuencia	7	9	8	2	0
		Porcentaje	26.9%	34.6%	30.8%	7.7%	0.0%
	Palpación	Frecuencia	1	6	8	6	1
		Porcentaje	4.5%	27.3%	36.4%	27.3%	4.5%

Tabla 4. Tabla de contingencia para número de intensos y técnica de canalización

Comparar el tiempo requerido para completar la canulación de ambas técnicas.

Con respecto al tiempo de colocación se observó una media de 26.35 ± 2.04 minutos, un mínimo de 6 minutos y un máximo de 60 minutos (Tabla 5); con respecto a la técnica de canulación se evidencio que los pacientes canulados por medio de ultrasonido el tiempo mínimo fue de 8 minutos, máximo 51 minutos y una media 25 ± 3 minutos, para los canalizados por palpación el tiempo mínimo fue de 6 minutos, máximo 60 minutos y una media 28 ± 3 minutos (Tabla 6). Con el 22.9% (n=11) de los pacientes el tiempo de colocación de la canulación de ambas técnicas fue igual o menor a 14 minutos. En el 25% (n=12) entre 15-22 minutos. En el 10.4% (n=5) entre 23-31 minutos. En el 20.8% (n=10) entre 32-39 minutos. En el 14.6% (n=7) entre 40-47 minutos. En el 4.2% (n=2) entre 48-55 minutos. En el 2.1% (n=1) igual o mayor a 56 minutos (Tabla 7).

Tiempo de colocación	
Media ± Error típico de la media	26.35 ± 2.04
Mínimo	6
Máximo	60

Tabla 5. Tiempo de colocación

		Tiempo de colocación			
		Media	Máximo	Mínimo	Error típico de la media
Técnica de canalización asignada	Ultrasonido	25	51	8	3
	Palpación	28	60	6	3

Tabla 6. Tiempo de colocación según técnica utilizada

		Frecuencia	Porcentaje
Tiempo	<= 14	11	22.9%
	15 – 22	12	25%
	23 – 31	5	10.4%
	32 – 39	10	20.8%
	40 – 47	7	14.6%
	48 – 55	2	4.2%
	56+	1	2.1%
	Total	48	100%

Tabla 7. Distribución con respecto a rangos de tiempo requerido para canulación

Identificar si existen diferencias en las comparaciones realizadas de acuerdo con el año de estudio del residente.

Con respecto al tiempo de canalización asignada y al año de residencia cursado se encontró que 26 de los pacientes fueron sometidos a canalización por medio de ultrasonido, de los cuales 8 fueron realizados por residentes de primer año donde 6 fueron satisfactorios, los otros 18 fueron realizados por residentes de segundo año de los cuales 15 fueron realizados de forma satisfactoria; por otro lado para la técnica realizada por medio de palpación se encontró que se realizó en 22 pacientes, de los cuales 13 fueron realizado por residentes de primer año reportándose 10 como procedimientos exitosos, mientras que 9 fueron realizados por residentes de segundo año, reexportándose 7 como procedimientos exitosos (Tabla 8).

		Técnica de canalización asignada			
		Ultrasonido		Palpación	
		Éxito de procedimiento		Éxito de procedimiento	
		Satisfactorio	Fallido	Satisfactorio	Fallido
		Recuento	Recuento	Recuento	Recuento
Año de residencia	1º	6	2	10	3
	2º	15	3	7	2

Tabla 8. Tabla de contingencia entre el tipo de procedimiento, éxito y año de residencia de quien realiza

El p-valor (0.564) es mayor que 0.05, lo que indica que no hay una asociación estadísticamente significativa entre la técnica de canalización utilizada (ultrasonido o palpación) y la variable analizada; mientras que el p-valor (0.000) es menor que 0.05, lo que indica que existe una relación estadísticamente significativa entre el éxito del procedimiento y las variables estudiadas; El p-valor (0.386) es mayor que 0.05, lo que indica que no hay una asociación estadísticamente significativa entre el año de residencia del operador y las variables analizadas (Tabla 9).

Estadísticos de contraste			
	Técnica de canalización asignada	Éxito de procedimiento	Año de residencia
Chi-cuadrado	.333 ^a	16.333 ^a	.750 ^a
gl	1	1	1
Sig. asintót.	.564	.000	.386

a. 0 casillas (0.0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 24.0.

Tabla 9. Prueba de chi cuadrada para técnica de canalización asignada, tasa de éxito y año de residencia de quien realiza procedimiento

Comparar la incidencia de complicaciones (hematoma, oclusión e infección) de ambas técnicas.

Del total de los pacientes, el 41.7% (n=20) no presentó complicaciones y el 58.3% (n=28) sí. De las complicaciones reportadas, el 87.5% (n=42) no presentó hematoma y el 12.5% (n=6) sí. El 100% (n=48) de los pacientes no presentaron infecciones. El 50% (n=24) no presentó trombosis y el otro 50% (n=24) sí (Figura 12).

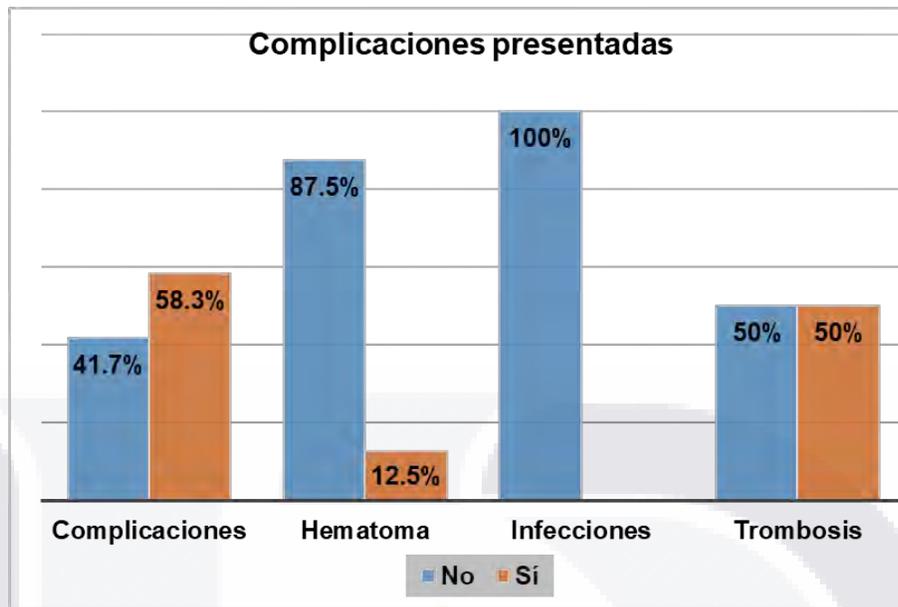


Figura 12. Distribución en base a complicación presentada

Se realiza tabla de contingencia en base a la técnica realizada con la presencia de complicaciones en donde se evidencia que el ultrasonido es superior a la palpación, ya que está asociado con una menor incidencia de hematomas. Ninguna técnica presentó casos de infección, lo que sugiere una correcta aplicación de medidas estériles. Aunque ambos métodos presentaron casos de trombosis, el ultrasonido muestra una tendencia a reducir esta complicación (Tabla 10).

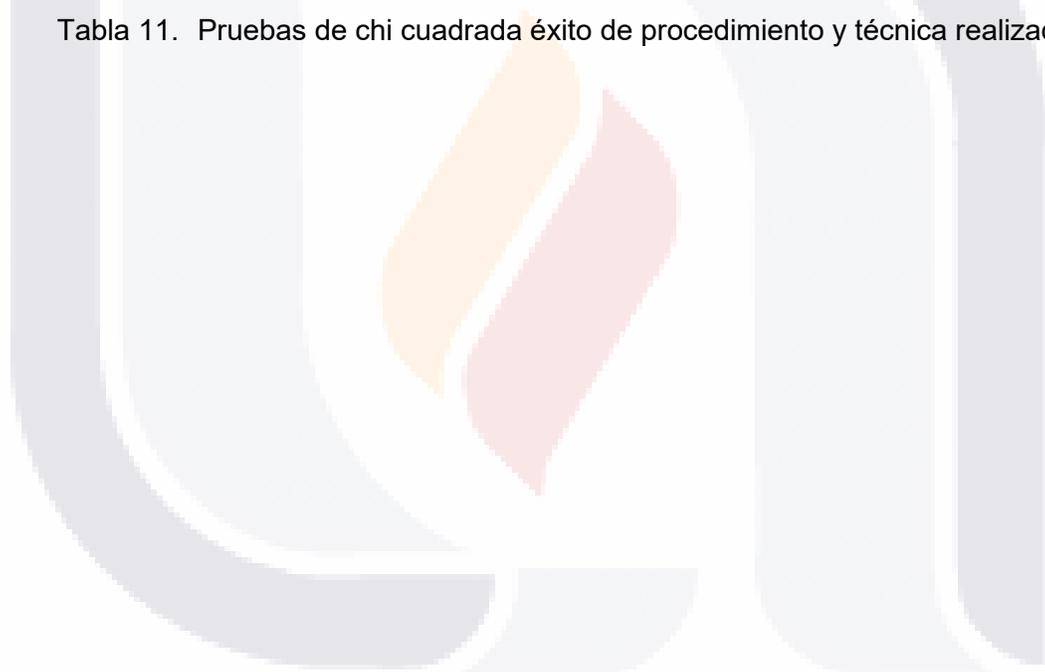
		Técnica de canalización asignada	
		Ultrasonido	Palpación
		Recuento	Recuento
Hematoma	No	25	17
	Sí	1	5
Infección	No	26	22
	Sí	0	0
Trombosis	No	16	8
	Sí	10	14

Tabla 10. Tabla de contingencia técnica y presencia de complicaciones

El valor de p (0.564) indica que no hay una asociación estadísticamente significativa entre la técnica de canalización utilizada (ultrasonido o palpación) y las complicaciones asociadas (Tabla 11).

Estadísticos de contraste		
	Técnica de canalización asignada	Éxito de procedimiento
Chi-cuadrado	.333 ^a	16.333 ^a
gl	1	1
Sig. asintót.	.564	.000
a. 0 casillas (0.0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 24.0.		

Tabla 11. Pruebas de chi cuadrada éxito de procedimiento y técnica realizada



DISCUSIÓN

En la presente investigación se encuentra que la técnica de canulación de la arterial radial fue en el 54.2% (n = 26) con ultrasonido y en el 45.8% (n = 22) con palpación. En otras investigaciones en las que también se ha comparado la canulación frente a las técnicas convencionales de palpación y exploración física se identifican resultados similares. Por ejemplo, Rodríguez-Portelles y colaboradores (19) encuentran 43 personas por ultrasonido y 47 con la técnica de referencias anatómicas. Badilla (13) reportan 54% canulaciones hechas con punción y 46% con ultrasonido. Vargas (20) estudian dos grupos, 10 con técnica convencional y 10 con ultrasonido.

Muestras equilibradas permiten que los resultados no varíen por una mayor representatividad de una técnica frente a otra, lo cual es positivo para los objetivos de investigación. Pero los resultados indican que en diversos centros hospitalarios a un no se ha implementado en todos los procedimientos la técnica guiada por ultrasonido; esto es negativo debido a que los resultados del presente estudio parecen indicar más complicaciones y menor tasa de éxito al primer intento, con las técnicas convencionales.

Al respecto, la tasa de éxito en el presente estudio en el primer intento fue de 16.7% (n = 8), existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre la tasa de éxito al primer intento de ambas técnicas ($p = 0.008$). Así mismo, el procedimiento fue satisfactorio en el 79.2% (n = 38), sin existir diferencia significativa en la tasa de éxito general de las técnicas ($p = 0.766$).

Sobre estos resultados destaca que se obtuvo una tasa de éxito en el primer intento mucho menor a la observada en otros estudios como el de Rodríguez-Portelles et al.(19) en donde la tasa de éxito con ultrasonidos es de 81,4 % y con referencias anatómicas de 57.4% ($p = 0.03$). De igual forma en el de Badilla (13) la tasa de éxito con ultrasonido al primer intento es de 88.7% y con punción de la zona de 31.7%. Así mismo, Vargas (20) obtiene una tasa de éxito de 40% (dentro de este porcentaje el 7 fueron pacientes con ultrasonido y 10 con técnica convencionales. Las diferencias en la tasa de éxito pueden deberse a no contar con material adecuado para la colocación de una línea arterial, haciendo uso de catéter de venoclisis, y no realizar técnica de Seldinger para

lograr preservar de manera efectiva el acceso arterial y a una falta de preparación de los residentes para realizar la canulación y sobre el uso de ambas técnicas, lo que indica la necesidad de realizar capacitaciones. A pesar de lo anterior se coincide en el hallazgo de encontrar diferencias significativas, siendo la técnica de ultrasonido con la que mayor porcentaje de éxito existe en el primer intento, lo cual indica una mayor facilidad para los operadores.

Otro hallazgo importante en este estudio es la presencia de complicaciones en el 58.3% (n = 28) y que solo se identifican diferencias significativas entre la técnica utilizada y la presencia de hematomas (p = 0.49). El mismo resultado se encuentra en el estudio de Rodríguez-Portelles y colaboradores (19) que identifica relación entre la técnica utilizada y las complicaciones durante el procedimiento entre las que estaba la lesión vascular y el hematoma (p = 0.04). Al igual que en el presente estudio se identifica que los pacientes con hematomas son más frecuentes cuando no se utiliza ultrasonido, creo que junto con las diferencias significativas encontradas en la literatura y este estudio indica mejores resultados del ultrasonido en la reducción de complicaciones.

No hay diferencias significativas en el tiempo de para completar la canulación en que se requirió en ambas técnicas (p = 0.678). En la literatura revisada no se identifica otros estudios que hayan indagado en esta correlación, de tal forma no es posible comprar los resultados. Los resultados de este estudio no son suficientes para descartar la relación por lo que se requiere mayor investigación.

Existen diferencias entre la presencia de complicaciones y las técnicas cuando el año residente que aplicó la técnica es el segundo (p = 0.33). Un resultado de la literatura que contrasta es el de la investigación de Vargas (20) que no identifica relación entre las técnicas investigadas (ultrasonido y técnica convencional) y el tipo de personal (médico base, residente 2 y residente 3)

La técnica y tasa de éxito están asociadas cuando el género es masculino. Al observar las frecuencias se observa con la técnica de palpación existe mayor frecuencia de casos fallidos en hombres (36.46%, n = 10). La presencia de complicaciones y la técnica también se asocian cuando el sexo es masculino (p = 0.016). Esto indica a pesar de que

no existen diferencias entre el éxito general de los procedimientos con ambas técnicas, la palpación parece tener más riesgos de fracaso y más complicaciones si se realiza en hombres. Este resultado no se identifica en la literatura, por lo que se requiere mayor investigación al respecto.



CONCLUSIONES

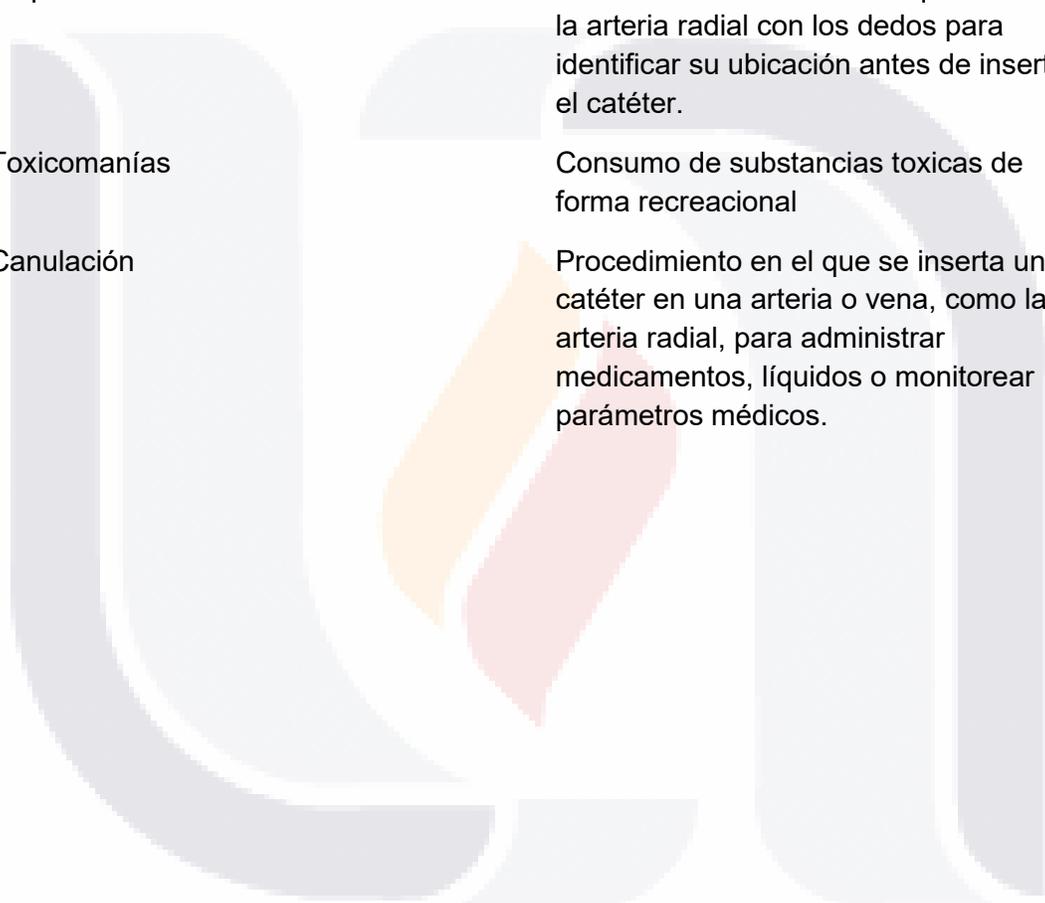
La presente investigación se comparó el éxito al primer intento, tiempo requerido e incidencia de complicaciones de la canulación de la arteria radial utilizando la guía por ultrasonido y palpación. A continuación, se presentan los principales hallazgos y las conclusiones:

- ✓ Técnica de canalización: No se observa una relación significativa entre el tipo de técnica utilizada (ultrasonido o palpación) y los resultados globales, aunque el análisis descriptivo sugiere que el ultrasonido tiene mejores tasas de éxito.
 - Técnica de ultrasonido: Es más efectiva para garantizar el éxito de la canalización, incluso en operadores con menor experiencia.
 - Técnica de palpación: Aunque es una alternativa viable, tiene mayores tasas de fallos y parece ser más dependiente de la experiencia del operador.
- ✓ Éxito del procedimiento: Existe una asociación estadísticamente significativa, lo que respalda que algunos factores (posiblemente la técnica utilizada) son importantes para garantizar el éxito del procedimiento.
- ✓ Año de residencia: mediante el análisis descriptivo se logró evidenciar que los residentes de segundo año tienen mejores resultados en ambas técnicas realizadas sin embargo no se logró observar un impacto estadísticamente significativo del nivel de formación del operador en el éxito del procedimiento. Esto podría deberse a la efectividad de la técnica (especialmente el ultrasonido) que minimiza la dependencia de la experiencia

Aunque la técnica de canalización no muestra una asociación significativa en este análisis, se debe considerar la mayor tasa de éxito observada con el ultrasonido en análisis descriptivos.

La ausencia de influencia del año de residencia destaca la importancia de la técnica como un factor independiente del nivel de experiencia del operador.

GLOSARIO



Ultrasonido	Técnica ecoguiada para localizar la arteria radial y guiar la canalización con mayor precisión.
Palpación	Método convencional en el que se siente la arteria radial con los dedos para identificar su ubicación antes de insertar el catéter.
Toxicomanías	Consumo de sustancias tóxicas de forma recreacional
Canulación	Procedimiento en el que se inserta un catéter en una arteria o vena, como la arteria radial, para administrar medicamentos, líquidos o monitorear parámetros médicos.

REFERENCIAS

1. Gu WJ, Wu XD, Wang F, Ma ZL, Gu XP. Ultrasound Guidance Facilitates Radial Artery Catheterization. *Chest*. enero de 2016;149(1):166-79.
2. Scheer B, Perel A, Pfeiffer UJ. Clinical review: complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia and intensive care medicine. *Crit Care*. 2002;6(3):199.
3. Shiloh AL, Savel RH, Paulin LM, Eisen LA. Ultrasound-Guided Catheterization of the Radial Artery. *Chest*. marzo de 2011;139(3):524-9.
4. Ablordeppey E, Drewry A, Beyer A. Ultrasound-guided radial artery catheterization improves success rates: a meta-analysis and systematic review. *Chest*. 2019;154(3):478-87.
5. Shrestha G, Pun K, Koirala S. Ultrasound-guided arterial cannulation in critically ill patients: comparison with the traditional palpation technique in a randomized clinical trial. *Intensive Care Med*. 2014;40(1):11-7.
6. Tsui B, Ip V. Ultrasound imaging for placement of radial arterial catheters. *Can J Anaesth*. 2006;53(6):634-5.
7. Bateman B, Mhyre J, Ehrenfeld jm. The risk and outcomes of arterial catheterization in obstetric patients: an analysis of the National Inpatient Sample. *Anesth Analg*. 2013;117(6):1353-60.
8. Stone E, Campbell J, AbuRahma A. Comparison of the complication rates among various techniques for arterial cannulation. *J Vasc Surg*. 2008;47(4):761-5.
9. Miller M, Bardin A, Folks M. Ultrasound guidance versus palpation technique for radial artery catheterization: a randomized trial. *J Crit Care*. 2016;31(1):113-6.
10. French C, Rainey T, Obremsky O. Ultrasound-guided cannulation of the radial artery. *J Trauma*. 2008;64(4):1105-8.
11. Zerón-Gutiérrez L, Montaña-Fernández G. La capacitación del personal de salud y la mejora en la atención. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2017;55(3):276-8.
12. American Thoracic Society. Cateterismo arterial [Internet]. American Thoracic Society. 2004. Disponible en: <https://www.thoracic.org/patients/patient-resources/resources/spanish/arterial-catheterization.pdf.pdf>

13. Herrera Badilla A. Colocación de Línea arterial guiada por ultrasonido en paciente pediátrico sometido a cirugía mayor en el Hospital de Pediatría Silvestre Frank Freud Centro Médico Nacional Siglo XXI [Internet] [Especialidad en Anestesiología Pediátrica]. [México]: Universidad Nacional Autónoma de México; 2023. Disponible en:
<https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000837493/3/0837493.pdf>
14. Bodenham A. ACCESO VASCULAR. Revista Médica Clínica Las Condes. septiembre de 2017;28(5):713-26.
15. Gopalasingam N, Roberts B, Wainwright T. The effect of ultrasound-guided arterial catheterization on outcomes in vascular surgery patients. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2017;54(4):631-6.
16. Zhang J, Critchley L. Inferior outcomes associated with the use of landmark technique for arterial cannulation: meta-analysis and systematic review. Anesthesiology. 2017;127(4):686-93.
17. De Oliveira GS, Almeida MD, Ahmad S, Fitzgerald PC, McCarthy RJ. Anesthesiology residency program director burnout. Journal of Clinical Anesthesia. mayo de 2011;23(3):176-82.
18. Aguilera Benítez J. Complicaciones de la colocación de catéter venoso central yugular anterior guiado por ultrasonido comparado con técnica de referencias anatómicas en el servicio de urgencias del Hospital General Pachuca durante el periodo enero del 2021 a diciembre del 2022. [Internet] [Especialidad en Medicina de Urgencias]. [México]: Universidad Autónoma de Hidalgo; 2024. Disponible en:
<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/bitstream/231104/5555/3/ATD526.pdf>
19. Rodríguez-Portelles AC, Céspedes Rómulo AM, Rojas Flores DP, Carvajal Choque R, Pérez Arellano F, Resplandor Millan E, et al. Comparison of ultrasound-guided central venous catheterization versus anatomical landmarks in pediatric critically ill patients: a prospective study. Salud, Ciencia y Tecnología. 2 de agosto de 2023;3:522.
20. Vargas M del R. Acceso Venoso central guiado por ultrasonido vs Técnica convencional en el servicio de Anestesiología del Hospital Escuela Oscar Danilo Rosales Argüello-León en el período comprendido de Enero a Diciembre 2016 [Internet] [Especialidad en Anestesiología]. [Nicaragua]: Universidad Nacional

Autónoma de Nicaragua; 2017. Disponible en:
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6426/1/231943.pdf>

21. Chaparro Mendoza K. Cateterismo de la arteria radial para monitorización invasiva: evitar las complicaciones, un reto en anestesia. *Revista Colombiana de Anestesiología*. noviembre de 2012;40(4):262-5.
22. Eisen LA, Narasimhan M, Berger JS, Mayo PH, Rosen MJ, Schneider RF. Mechanical Complications of Central Venous Catheters. *J Intensive Care Med*. enero de 2006;21(1):40-6.
23. Lichtenstein DA. Lung Ultrasound in the Critically Ill. *Journal of Medical Ultrasound*. 2009;17(3):125-42.



ANEXOS

ANEXO 1. Instrumentos de recolección de la información e instructivos para recolectar información.

“Comparación de la canulación guiada por ultrasonido de la arteria radial vs técnica por palpación”

Expediente	Fecha:	Edad	Sexo
Talla	Comorbilidades 1. Hipertensión 2. Diabetes 3. Distiroidismo 4. Cardiopatía 5. EPOC/ASMA 6. Obesidad 7. ERC 8. Otras	Toxicomanías 1. Tabaquismo 2. Etilismo 3. Drogas de abuso 4. Ninguna	
Peso			
IMC			
Uso de aminas 1. Si 2. No	Uso de vasopresina 1. Si 2. No	Uso de norepinefrina 1. Si 2. No	
Año de residencia 1. R4 2. R5	Certificación oficial en ultrasonografía 1. Si 2. No	Técnica utilizada 1. Palpación 2. Eco-guiada	
Complicaciones 1- Trombosis 2- Hematoma 3- Infección	Tiempo requerido para la canulación	Tiempo de duración de la línea arterial 1- 0-6 horas 2- 7-12 horas 3- 12-24 horas 4- 24-36 horas 5- 36-48 horas 6- 48-60 horas 7- >72 horas	
Indicación de colocación de línea arterial	Éxito al primer intento 1. Si 2. No	Número de intentos	
Se logra colocación de línea arterial 1. Si 2. No			

Carlos Armando Martínez Martínez
Residente de segundo año de la subespecialidad
Medicina del Enfermo en Estado Crítico