

ORIGINALES

La simulación como estrategia para mejorar el entrenamiento en la colocación de un catéter venoso central

[Simulation as a Strategy to Improve Training in Central Venous Catheter Placement]

LUCAS G. DURÁN,^{1,2,*} ROCÍO B. CAPPELLA,³ MICAELA G. MONTENEGRO-FERNÁNDEZ,² NICOLÁS A. GRASSI,² MAGDALENA CRUZ,² FRANCO E. ESPINOZA,² MARINA OTAMENDI,² FLORENCIA B. VÁZQUEZ-BRIGNOLE,² SANTIAGO T. LACO,² STEFANIA FTULIS¹

¹ Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

² Servicio de Terapia Intensiva, Hospital Municipal de Agudos "Dr. Leónidas Lucero", Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

³ Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

* Correspondencia: lucas.duran@uns.edu.ar

Recibido: 4 abril 2025. Aceptado: 27 enero 2026

Resumen

Objetivo: Evaluar el impacto de una intervención basada en simulación sobre el éxito técnico y las complicaciones en la colocación de catéteres venosos centrales (CVC) por parte de residentes. **Diseño:** Estudio pre-posintervención, sin distribución aleatoria, desarrollado entre enero de 2022 y diciembre de 2023. El seguimiento abarcó todos los procedimientos realizados por los residentes antes y después de la intervención. **Ámbito:** Servicio de Terapia Intensiva de un hospital público. **Participantes:** Ocho residentes de primero a cuarto año de las especialidades de Terapia Intensiva, Clínica Médica y Emergentología. Se incluyeron 510 procedimientos de colocación de CVC realizados durante la formación. La muestra fue de tipo consecutiva, considerando todos los procedimientos registrados en el sistema institucional. **Intervenciones:** Una actividad de entrenamiento con simulación clínica de fidelidad intermedia, centrada en la práctica deliberada supervisada, con retroalimentación estructurada y entrenamiento en el uso de la ecografía para un abordaje guiado. **Variables:** Tasa de éxito en la colocación del CVC y tasa de complicaciones generales. También se analizaron: el número de punciones, el uso de la ecografía, el sitio anatómico, el año de residencia y la especialidad. **Resultados:** Se colocaron 266 CVC preintervención y 244 posintervención. No hubo diferencias estadísticamente significativas en el éxito del procedimiento ($p = 0,156$; RR 1,743; IC95% 0,843-3,603), pero sí se observó una reducción significativa de las complicaciones ($p < 0,001$; RR 0,106; IC95% 0,037-0,304). **Conclusiones:** La simulación clínica mejora la seguridad del procedimiento y debería incorporarse como herramienta formativa sistemática en la formación de residentes.

Palabras clave: Entrenamiento simulado; catéteres venosos centrales; educación médica.

Abstract

Objective: To evaluate the impact of a simulation-based intervention on technical success and complication rates in central venous catheter (CVC) placement by medical residents. **Design:** Pre/post-intervention study without randomization, conducted between January 2022 and December 2023. Follow-up included all procedures performed by residents before and after the intervention. **Setting:** Intensive Care Unit of a public hospital. **Participants:** Eight residents from first to fourth year of training in intensive care, internal medicine, and emergency medicine. A total of 510 CVC placement procedures performed during residency training were included. The sample was consecutive, including all procedures recorded in the institutional system. **Interventions:** An intermediate-fidelity clinical simulation training session, focused on supervised deliberate practice with structured feedback, and training in ultrasound-guided vascular access. **Outcome measures:** CVC placement success rate and overall complication rate. Additional variables analyzed included number of punctures, ultrasound use, anatomical site, year of residency, and specialty. **Results:** A total of 266 CVCs were placed pre-intervention and 244 postintervention. No statistically significant difference was found in the success rate ($p=0.156$; RR 1.743; 95%CI: 0.843-3.603), but a significant reduction in complications was observed ($p<0.001$; RR 0.106; 95%CI: 0.037-0.304). **Conclusions:** Clinical simulation enhances procedural safety and should be systematically incorporated into residency training programs.

Keywords: Simulation training; central venous catheters; medical education.

Introducción

La inserción de un catéter venoso central (CVC) es un procedimiento clínico muy frecuente en las unidades de cuidados intensivos y otras áreas críticas. Su correcta ejecución es fundamental, ya que se trata de una técnica invasiva con riesgos potenciales significativos, por ejemplo, la punción arterial inadvertida, el neumotórax, las infecciones del torrente sanguíneo, la trombosis venosa profunda y el sangrado.¹ A pesar de ser una práctica habitual, la colocación segura del CVC continúa siendo un desafío formativo relevante durante la residencia médica, porque exige precisión técnica, conocimientos anatómicos detallados y el desarrollo de técnicas auxiliares, como la colocación guiada por ecografía. La técnica clásica de inserción basada en reparos anatómicos ha sido complementada y, en muchos contextos sustituida, por el abordaje guiado por ecografía con transductores de alta frecuencia que, como se ha demostrado en múltiples estudios, logra una mayor tasa de éxito y provoca una menor incidencia de complicaciones, especialmente cuando la realizan operadores adecuadamente entrenados.²

Históricamente, el modelo educativo predominante para la enseñanza de procedimientos invasivos ha sido el aprendizaje en el contexto clínico real, bajo supervisión directa. Este enfoque, aunque valioso, tiene importantes limitaciones: la disponibilidad irregular de oportunidades para practicar, la variabilidad en la calidad de la enseñanza entre instructores, la falta de estandarización de los criterios de evaluación y, principalmente, la exposición de pacientes reales a profesionales en la etapa inicial de entrenamiento. Este escenario ha impulsado el desarrollo y la incorporación progresiva de metodologías innovadoras, entre las cuales la simulación clínica ha cobrado un rol protagónico.^{3,4}

La simulación, como herramienta educativa, permite la adquisición y consolidación de competencias técnicas y no técnicas en un entorno seguro, controlado y ético. En el caso particular de la colocación del CVC, posibilita replicar condiciones clínicas complejas sin poner en riesgo la seguridad del paciente.⁵ Además, ofrece la oportunidad de realizar prácticas repetidas, recibir retroalimentación específica y progresar en el dominio de la técnica según los principios de la práctica deliberada. Este enfoque se basa en intervenciones educativas estructuradas, con objetivos claramente definidos, tareas desafiantes, pero alcanzables, mediciones objetivas del desempeño y procesos sistemáticos de corrección de errores. La evidencia disponible respalda la efectividad de esta estrategia para mejorar el rendimiento técnico, reducir los errores en la práctica real y favorecer la transferencia de habilidades al entorno clínico.^{6,7}

Asimismo, la simulación no solo optimiza el entrenamiento, sino que también contribuye a establecer estándares de evaluación más consistentes. La aplicación de listas de cotejo validadas, escalas globales de desempeño y métricas objetivas (como el número de intentos, la tasa de éxito o la identificación de complicaciones simuladas) permite una valoración más precisa del nivel de competencia alcanzado por los aprendices. Esto adquiere particular relevancia en el marco de las reformas curriculares actuales, orientadas hacia una educación médica centrada en competencias, donde se promueve una formación más flexible, contextualizada y vinculada a los problemas de salud prioritarios y a los avances tecnológicos disponibles.⁸

En este escenario, la simulación se convierte también en un recurso clave para la evaluación formativa y sumativa, brindando un espacio donde los profesionales en formación pueden cometer errores sin consecuencias clínicas, recibir retroalimentación efectiva y ajustar su práctica hasta alcanzar un desempeño competente. Además, su integración en los programas de formación responde a la creciente necesidad de garantizar calidad y seguridad en los cuidados médicos desde las etapas iniciales del entrenamiento profesional.

Numerosas investigaciones han demostrado que los profesionales que reciben formación en simuladores logran mejores resultados técnicos y tienen menos eventos adversos en la práctica clínica, comparados con quienes son entrenados mediante métodos tradicionales.^{9,10}

Por todo lo expuesto, este trabajo se propone describir el impacto de una estrategia educativa basada en la simulación clínica como herramienta para mejorar el entrenamiento en la colocación del CVC de los residentes de terapia intensiva. Se parte de la hipótesis de que la simulación, mediante su potencial para estructurar la enseñanza, estandarizar la evaluación y proporcionar oportunidades de aprendizaje ético y seguro, puede elevar el nivel de competencia técnica de los residentes, y así contribuir a una atención de mayor calidad y a que los pacientes corran un riesgo menor.

Por tal motivo, se propone comparar la tasa de éxito de la colocación de los CVC entre los residentes antes y después de la actividad de simulación, comunicar la tasa de complicaciones de ambos grupos y el número de punciones necesarias para colocar el CVC.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio con un diseño pre-pos que reúne las colocaciones de CVC efectuadas por ocho residentes de Terapia Intensiva, Clínica Médica y Emergentología de primero a cuarto año de la residencia del

Hospital Municipal de Agudos “Dr. Leónidas Lucero” de Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Esta investigación adhirió plenamente a la Ley Nacional Argentina de Protección de Datos Personales (N.º 25.326) y a la Declaración de Helsinki. Contó con el aval de la Jefatura del Servicio involucrado. Asimismo, cada participante dio su consentimiento por escrito para ingresar en el estudio y tenía el derecho de abandonarlo en cualquier momento.

Unidad de análisis o población elegible

Criterios de inclusión: residentes de Terapia Intensiva, Clínica Médica y Emergentología de primero a cuarto año.

Criterios de exclusión: capacitación previa en la colocación de CVC mediante una estrategia de simulación.

Criterios de eliminación: aquellos que no hubieran registrado, al menos, el 95% de los procedimientos realizados.

Método de recolección de datos

Se recolectaron los datos a través de un registro de propia autoría confeccionado con anterioridad para registrar cada procedimiento realizado. Los residentes de este estudio recibieron un entrenamiento diferente del que históricamente se había realizado hasta el momento. Se utilizaron los datos del registro de 10 meses antes y 10 meses después de la intervención.

Definición de las variables

Sitio y tipo de abordaje anatómico de colocación del CVC: puede ser yugular interno derecho (anterior o posterior), yugular interno izquierdo (anterior o posterior), subclavio derecho, subclavio izquierdo, femoral derecho o femoral izquierdo. Los CVC estándar fueron colocados por los siguientes accesos: yugular anterior derecho, yugular anterior izquierdo, yugular posterior derecho, yugular posterior izquierdo, subclavio derecho y subclavio izquierdo. Todos los introductores para el catéter de Swan-Ganz y el cable de marcapasos transvenoso fueron colocados mediante guía ecográfica con un abordaje yugular anterior izquierdo.

Cabe destacar que un punto importante es el tipo de abordaje anatómico para la punción y el otro es el tipo de dispositivo. Aquí se nombran CVC (punta en vena cava superior o aurícula), catéteres para procedimientos de diálisis, de monitoreo hemodinámico y cables de marcapasos, salvo que estos últimos se refieran a los dispositivos *per se*, que serían introductores de 7-8 Fr.

Tipo de dispositivo colocado: CVC estándar de 7 Fr, catéter para hemodiálisis de 12 Fr e introductor venoso de 8 Fr para catéter de Swan-Ganz y cable de marcapasos transvenoso.

Uso de ecografía: si se usa el ecógrafo se considera afirmativo, caso contrario, es negativo.

Número de punciones: definido como la cantidad de punciones con el catéter intravenoso Abbocath requeridas durante todo el procedimiento. Se entiende como punción al acto de insertar una aguja y atravesar la epidermis.

Procedimiento exitoso: si el CVC estaba normoinsertado comprobado por radiografía de tórax se lo consideró exitoso.

Complicaciones: se dicotomizó la variable: era positiva si ocurrían complicaciones, como punción arterial, hematoma postpunción, infección asociada al catéter, neumotórax, entre otras.

Año de residencia: primero, segundo, tercero, cuarto.

Especialidad: Terapia Intensiva, Clínica Médica, Emergentología y Cirugía.

Diagnóstico de ingreso: cardiocrítico, urgencia oncológica, neurocrítico, politrauma, posquirúrgico, renal, respiratorio, sepsis.

Supervisión: a cargo del instructor, médico de guardia, jefe de residentes, residente superior o nadie.

Análisis estadístico

Para el análisis univariado de las variables incluidas en el estudio, se calcularon medianas y porcentajes, según la naturaleza de los datos. Con el objetivo de evaluar el impacto de las sesiones de capacitación, se compararon las mediciones obtenidas antes y después del entrenamiento de los residentes en el simulador.

Para la comparación de variables categóricas pre y posintervención, se empleó la prueba χ^2 , mientras que, para el análisis de variables numéricas, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, dado que se trató de un análisis apareado y no se verificó el supuesto de normalidad. Se estableció un umbral de significación estadística en $p < 0,05$. Los datos se analizaron con el programa IBM SPSS versión 23 para Windows.

Resultados

Descripción de la actividad

El grupo de residentes participó en dos sesiones educativas de tres horas de duración, diseñadas para optimizar sus habilidades en la colocación de CVC. Cada sesión incluyó una conferencia teórica, capacitación en ecografía, práctica deliberada con el simulador y retroalimentación estructurada.

La estrategia de simulación empleó dos modelos distintos para reproducir fielmente los procedimientos en diferentes abordajes venosos:

- Simulador Phantom: utilizado para la evaluación y el entrenamiento en la colocación de CVC mediante un abordaje anterior en la vena yugular interna. Este modelo se caracteriza por tener un tejido realista, con compatibilidad para ultrasonido, lo que permite una adecuada diferenciación entre

arterias y venas. Su diseño facilita la práctica del acceso vascular bajo guía ecográfica, mejorando la precisión y seguridad del procedimiento.

- Torso Intravenoso Laerdal®: implementado para el entrenamiento en el abordaje subclavio, en el laboratorio de simulación del Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional del Sur. Este simulador permite la práctica del acceso intravenoso en diversas estructuras vasculares, como las venas yugular externa, yugular interna (anterior, central y posterior), subclavia y femoral. No obstante, para este entrenamiento, se priorizó exclusivamente el acceso subclavio. Este simulador cuenta con características avanzadas que enriquecen la experiencia formativa, como la capacidad de generar un pulso manual palpable en las arterias mediante un mecanismo neumático, el uso de catéteres de longitud estándar, una simulación realista del tejido y almohadillas reemplazables para los abordajes subclavio y femoral, asegurando condiciones óptimas en cada nueva punción.

Las sesiones educativas contenían material didáctico estandarizado sobre las indicaciones y complicaciones del CVC, así como una guía paso a paso. *Demostración de inserciones yugulares internas mediante ultrasonido y de subclavia mediante técnica de referencia*: estas sesiones fueron supervisadas por el instructor del residente, quien contaba con experiencia en inserciones de CVC y en actividades de simulación. Se esperaba que los residentes utilizaran el dispositivo de ultrasonido para todas las inserciones de CVC en el Phantom, mientras que el abordaje en el Laerdal® fue a ciegas.

Descripción de la población del estudio

Se incluyó a ocho residentes (6 de Terapia Intensiva, 1 de Emergentología y 1 de Clínica Médica) en el análisis. En total, se colocaron 510 CVC. Antes de la intervención, se colocaron 266 CVC, el 44,4% de ellos (118/266), por un abordaje yugular anterior derecho con guía ecográfica; el 33,1% (88/266), por un abordaje yugular anterior izquierdo con guía ecográfica; el 8,3% (22/266), por un abordaje subclavio derecho; el 6,8% (18/266) fueron catéteres de hemodiálisis con guía ecográfica; el 3,8% (10/266), catéteres de Swan-Ganz y cables de marcapasos transvenoso; el 3% (8/266) se colocó por un abordaje subclavio izquierdo y el 0,8% (2/266), por uno yugular posterior izquierdo.

Por otro lado, después de la intervención, se colocaron 244 CVC: el 44,3% (108/244) por un abordaje yugular anterior derecho con guía ecográfica; el 21,3% (52/244), por uno yugular anterior izquierdo con guía ecográfica; el 18,9% (46/244), por uno subclavio derecho; el 7,4% (18/244) fueron catéteres de hemodiálisis con guía ecográfica, el 4,9% (12/244) se colocó por un abordaje subclavio izquierdo; el 2,4% (6/244) fue-

ron catéteres de Swan-Ganz y cables de marcapasos transvenoso y el 0,8% (2/244), por un abordaje yugular posterior izquierdo.

El 81,2% (216/266) y el 84,4% (206/244) de los procedimientos se hicieron con el paciente bajo asistencia ventilatoria mecánica tanto antes como después de la intervención, respectivamente. En la Tabla 1, se describen el diagnóstico de ingreso y el tipo de supervisión de cada procedimiento realizado.

Análisis comparativo entre los momentos pre y posintervención

En la Tabla 2, se detallan los resultados del análisis comparativo de la tasa de éxito y de complicaciones generales antes y después de la intervención con la estrategia de simulación. Los valores p para las pruebas χ^2 fueron 0,156 y <0,001, y los riesgos relativos fueron de 1,743 (IC95% 0,843-3,603) y 0,106 (IC95% 0,037-0,304), respectivamente.

En cuanto al análisis comparativo respecto al número de punciones requerido, se calculó la mediana de intentos de punciones necesaria hasta finalizar el procedimiento de cada uno de los ocho residentes del estudio por el período de 10 meses anterior a la actividad y se comparó con la mediana calculada por 10 meses posterior a la actividad. La prueba de Wilcoxon estimó un valor p de 0,046 para el cálculo de diferencia de medianas (1,5 vs. 1).

Discusión

Este estudio representa una importante fuente de evidencia en nuestro país, específicamente a nivel local, en donde hay poca evidencia empírica relacionada con la simulación en contextos de residencias críticas y, de esta manera, logra ser el puntapié hacia una mejora palpable en la práctica clínica.

La formación basada en simulación se ha convertido en una herramienta fundamental en la educación médica, proporcionando un entorno seguro y controlado para adquirir conocimientos y habilidades clínicas.^{11,12} Aunque investigaciones previas han señalado mejoras en la calidad de la atención médica tras la implementación de intervenciones basadas en simulación, persiste la necesidad de llevar a cabo estudios adicionales que confirmen la efectividad de estos enfoques en la práctica clínica real.¹³⁻¹⁵ Este estudio se propuso dos objetivos fundamentales: primero, expandir el conocimiento y las destrezas obtenidas mediante la simulación hacia la inserción de CVC utilizando un simulador específico para este propósito; segundo, evaluar los indicadores de calidad, inclusive el número de intentos de punción, la tasa de éxito del procedimiento y la ocurrencia de complicaciones antes y después de la implementación de una intervención educativa estructurada.

TABLA 1
 Diagnóstico de ingreso y supervisión de los procedimientos

| | Intervención | Frecuencia absoluta | Frecuencia porcentual | |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------|------|
| Preintervención | Cardiocrítico | 60 | 21,0 | |
| | Urgencia oncológica | 2 | 0,8 | |
| | Neurocrítico | 46 | 17,3 | |
| | Politrauma | 4 | 1,5 | |
| | Diagnóstico de ingreso | Posquirúrgico | 54 | 20,3 |
| | Renal | 6 | 2,3 | |
| | Respiratorio | 64 | 24,1 | |
| | Sepsis | 30 | 11,3 | |
| | Total | 266 | 100,0 | |
| | Supervisión a cargo | Instructor | 28 | 10,5 |
| Jefe de residentes | | 50 | 18,8 | |
| Médico de guardia o planta | | 104 | 39,1 | |
| Nadie | | 2 | 0,8 | |
| Residente | | 82 | 30,8 | |
| Total | | 266 | 100,0 | |
| Posintervención | Cardiocrítico | 30 | 21,0 | |
| | Renal | 8 | 3,3 | |
| | Neurocrítico | 52 | 21,3 | |
| | Urgencia oncológica | 10 | 4,1 | |
| | Diagnóstico de ingreso | Politrauma | 24 | 9,8 |
| | Posquirúrgico | 28 | 11,5 | |
| | Respiratorio | 56 | 23,0 | |
| | Sepsis | 36 | 14,8 | |
| | Total | 244 | 100,0 | |
| | Supervisión a cargo | Instructor | 20 | 8,2 |
| Jefe de residentes | | 40 | 16,4 | |
| Médico de guardia o planta | | 88 | 36,1 | |
| Nadie | | 0 | 0,0 | |
| Residente | | 96 | 39,3 | |
| Total | | 244 | 100,0 | |

Se ha comprobado que las tasas de éxito tanto en la primera canulación como en la inserción del CVC están estrechamente ligadas al entrenamiento con simulación, lo cual es crucial, dado que, en estudios previos, se ha sugerido que menos intentos de canulación y una mayor tasa de inserción exitosa se asocian con una reducción de las complicaciones mecánicas.¹⁵ Específicamente, en nuestro estudio, no ha sido posible encontrar diferencias estadísticamente significativas relacionadas con la intervención basada en una actividad de simulación respecto a la variable de procedimiento exitoso, lo cual puede explicarse por lo reportado en la bibliografía. En primera instancia, cabe destacar que los estudios que evalúan la eficacia

de planes de estudio de capacitación específicos basados en simulación para CVC son heterogéneos, con diferentes niveles de aprendizaje, diferentes tipos de simuladores, modalidades de enseñanza complementaria variables, herramientas de evaluación no estandarizadas y falta de consenso sobre la determinación de la competencia. En la revisión sistemática y el metanálisis de Ma et al., se evaluaron 20 estudios de investigación de calidad que describían intervenciones educativas basadas en simulación enseñadas a estudiantes de diversos niveles.¹⁶ En todos los estudios, se utilizaron maniqués disponibles comercialmente, entrenadores caseros, modelos animales y programas de realidad virtual. Todos incluyeron un grupo

TABLA 2
 Asociación entre el éxito y las complicaciones antes y después de la estrategia de simulación

| | | Momento | | Total | p* |
|-------------------------|----|---------------|--------------|-------|--------|
| | | Presimulación | Posimulación | | |
| ¿Procedimiento exitoso? | No | 22 | 12 | 34 | 0,156 |
| | | 64,70% | 35,30% | 100% | |
| | Sí | 244 | 232 | 476 | |
| | | 51,30% | 48,70% | 100% | |
| Total | | 266 | 244 | 510 | |
| | | 52,20% | 47,80% | 100% | |
| Complicaciones | No | 230 | 240 | 470 | <0,001 |
| | | 48,9% | 51,1% | 100% | |
| | Sí | 36 | 4 | 40 | |
| | | 90% | 10% | 100% | |
| Total | | 266 | 244 | 510 | |
| | | 52,20% | 47,80% | 100% | |

*p para la prueba χ^2 .

de control que no había recibido una intervención de entrenamiento basada en simulación. Los resultados de este metanálisis y de estudios más recientes se centran en: 1) el desempeño del alumno, 2) las actitudes del alumno y 3) los resultados en los pacientes. Específicamente una de las limitaciones de la presente investigación es no haber abordado estas últimas dos dimensiones que deberían de ser consideradas para el análisis global de la temática analizada.

Sin embargo, al analizar la mediana de la cantidad de punciones en ambos momentos, se observó una reducción significativa en el número de intentos necesarios para completar el procedimiento tras la implementación de la estrategia de entrenamiento mediante la simulación. Este hallazgo resulta clínicamente relevante, dado que la inserción de CVC se asocia con importantes riesgos para los pacientes, que aumentan especialmente en el contexto de inserciones fallidas y múltiples intentos de canulación. En este sentido, según un estudio, el 28% de los pacientes tuvo complicaciones luego de una inserción exitosa.¹⁷ Asimismo, el número de intentos de canulación venosa se correlaciona fuertemente con las tasas de fracaso y complicaciones, se incrementa del 4,3% con un único intento al 24% cuando se requieren más de dos intentos.¹⁴

De acuerdo con estos antecedentes, en el presente estudio, se observó una reducción significativa en la frecuencia de complicaciones tras la implementación de la simulación (de 36 a 4 casos; $p < 0,001$), lo que refuerza la relevancia clínica de disminuir el número de intentos. Además de las complicaciones físicas, los múltiples intentos de canulación le pueden generar ansiedad e incomodidad al paciente. En conjunto, es-

tos resultados sugieren que el entrenamiento basado en simulación se asocia significativamente con una disminución tanto de los fracasos en la inserción del CVC como del número de intentos de canalización y de las complicaciones asociadas.¹⁷

Si bien ya se han mencionado algunas de las limitaciones de este estudio, es menester destacar que, dada la población objetivo tan específica, se logró reunir un pequeño número de participantes. Por lo tanto, resulta imposible no considerar este hecho a fin de interpretar los resultados, pues existe una mayor probabilidad de que los resultados puedan verse afectados por variaciones aleatorias o sesgos no detectados. Esto puede limitar la generalización de nuestros hallazgos a poblaciones más amplias o a diferentes contextos clínicos. Además, el tamaño limitado de la muestra puede afectar la capacidad del estudio para detectar diferencias estadísticamente significativas como sucedió con la variable de éxito del procedimiento, así como imposibilita realizar análisis secundarios o por subgrupos. Por este motivo, se recomienda interpretar los resultados con precaución y considerar futuras investigaciones con muestras más grandes para validar y ampliar nuestros hallazgos. Este estudio es una oportunidad para conseguir tal fin.

Conclusiones

La formación en procedimientos continúa siendo un pilar fundamental en la capacitación de los residentes, particularmente en el desarrollo de habilidades técnicas esenciales para la práctica clínica. Los hallazgos de este estudio muestran que la capacitación basada en simula-

ción, combinada con la práctica deliberada en un entorno de aprendizaje de dominio, optimiza el desempeño de los residentes en la colocación de CVC, tanto en escenarios simulados como en procedimientos clínicos reales. En particular, se observó una reducción significativa en el número de punciones necesarias por procedimiento, lo que sugiere un impacto positivo en la seguridad del paciente y la eficiencia del procedimiento.

A pesar de estos resultados prometedores, se requieren estudios adicionales para evaluar el impacto a largo plazo de la simulación en los resultados clínicos, inclusive en la reducción de infecciones asociadas al CVC y complicaciones mecánicas posteriores al entrenamiento. Asimismo, resulta de interés para los involucrados en esta investigación el desarrollo de una futura línea en donde se apliquen metodologías de simulación en otros procedimientos críticos, como el manejo avanzado de la vía aérea, con el objetivo de estandarizar estrategias formativas que mejoren la seguridad y eficacia en la atención de pacientes críticos.

Agradecimientos

A la Dra. Violeta Irma Torres por siempre impulsar el desarrollo continuo de cada uno de los miembros del Servicio de Terapia Intensiva.

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Bibliografía

1. Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, O'Leary KJ, Wayne DB. Simulation-based mastery learning reduces complications during central venous catheter insertion in a medical intensive care unit. *Crit Care Med*. 2009;37(10):2697-2701. PMID: 19885989
2. Peris A, Zagli G, Bonizzoli M, Cianchi G, Ciapetti M, Spina R, et al. Implantation of 3951 long-term central venous catheters: performances, risk analysis, and patient comfort after ultrasound-guidance introduction. *Anesth Analg*. 2010;111(5):1194-1201. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181f333c1>
3. McGaghie WC, Issenberg SB, Cohen ER, Barsuk JH, Wayne DB. Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? A meta-analytic comparative review of the evidence. *Acad Med*. 2011;86(6):706-11. <https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e318217e119>
4. Tokumine J, Yorozu T, Moriyama K, Suzuki T, Okada C. Outcome-based simulation training for ultrasound-guided central venous catheter placement: clinical impact on preventing mechanical complications. *BMC Med Educ*. 2025;25(1):131. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-06739-1>
5. Maran NJ, Glavin RJ. Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Med Educ*. 2003;37(Suppl 1):22-8. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.37.s1.9.x>
6. Aeckersberg G, Gkremoutis A, Schmitz-Rixen T, Kaiser E. The relevance of low-fidelity virtual reality simulators compared with other learning methods in basic endovascular skills training. *J Vasc Surg*. 2019;69(1):227-235. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.10.047>
7. Lefor AK, Harada K, Kawahira H, Mitsushishi M. The effect of simulator fidelity on procedure skill training: a literature review. *Int J Med Educ*. 2020;11:97-106. <https://doi.org/10.5116/ijme.5ea6.ae73>
8. Dávila-Cervantes A. Simulación en Educación Médica. *Investigación en Educación Médica*. 2014;3(10):100-105. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(14\)72733-4](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(14)72733-4)
9. Murakami T, Yamamoto A, Hagiya H, Obika M, Mandai Y, Miyoshi T, et al. The effectiveness of simulation-based education combined with peer-assisted learning on clinical performance of first-year medical residents: a case-control study. *BMC Med Educ*. 2023;23(1):859. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04798-w>
10. Haskins IN, Tan WH, Zaman J, Alimi Y, Awad M, Giorgi M, et al. Current status of resident simulation training curricula: pearls and pitfalls. *Surg Endosc*. 2024;38(9):4788-4797. <https://doi.org/10.1007/s00464-024-11093-2>
11. Boulet JR, Murray D, Kras J, Woodhouse J, McAllister J, Ziv A. Reliability and validity of a simulation-based acute care skills assessment for medical students and residents. *Anesthesiology*. 2003;99(6):1270-80. <https://doi.org/10.1097/0000542-200312000-00007>
12. MacKinnon K, Marcellus L, Rivers J, Gordon C, Ryan M, Butcher D. Student and educator experiences of maternal-child simulation-based learning: a systematic review of qualitative evidence. *JBIS Database System Rev Implement Rep*. 2017;15(11):2666-2706. <https://doi.org/10.11124/jbis-rir-2015-1694>
13. Wayne DB, Didwania A, Feinglass J, Fudala MJ, Barsuk JH, McGaghie WC. Simulation-based education improves quality of care during cardiac arrest team responses at an academic teaching hospital: a case-control study. *Chest*. 2008;133(1):56-61. <https://doi.org/10.1378/chest.07-0131>
14. Wayne DB, Barsuk JH, O'Leary KJ, Fudala MJ, McGaghie WC. Mastery learning of thoracentesis skills by internal medicine residents using simulation technology and deliberate practice. *J Hosp Med*. 2008;3(1):48-54. <https://doi.org/10.1002/jhm.268>
15. Sawyer T, Gray MM. Procedural training and assessment of competency utilizing simulation. *Semin Perinatol*. 2016;40(7):438-446. <https://doi.org/10.1053/j.semper.2016.08.004>
16. Ma IW, Brindle ME, Ronksley PE, Lorenzetti DL, Sauve RS, Ghali WA. Use of simulation-based education to improve outcomes of central venous catheterization: a systematic review and meta-analysis. *Acad Med*. 2011;86(9):1137-1147. <https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e318226a204>
17. 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. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002864>

Cómo citar este artículo: Durán LG, Cappella RB, Montenegro-Fernández MG, et al. La simulación como estrategia para mejorar el entrenamiento en la colocación de un catéter venoso central. *RATI*. 2026;43. doi:10.64955/jratiy2026x954

