











Evaluación del uso de modelos de simulación de baja fidelidad en la enseñanza de anastomosis vasculares

Evaluation of the use of low-fidelity simulation models in teaching vascular anastomosis

Nicolás Dayam Rosales-Parra, MD¹ , Juliana Lucía Molina-Valencia, MD² ,
Carolina Salazar-Palacio, MD³ , José Andrés Uribe-Múnera, MD⁴ ,
Rene Fernando Timarán-Rodríguez, MD⁵ , Walter David Romero-Espitia, MD⁶ ,
Karen Eliana Reyes-Romero, MD⁷ , Ana María Mejía-Bueno, MD, MEd⁸ ,
Óscar Alonso Villada-Ochoa, MD⁹ , Miguel Ángel Rosales-Parra¹⁰ 

- 1 Programa de especialización en Cirugía vascular, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- 2 Servicio de Cirugía general, Promedan IPS, Medellín, Colombia.
- 3 Programa de especialización en Cirugía pediátrica, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- 4 Servicio de Cirugía vascular, Hospital Alma Mater de Antioquia; Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- 5 Servicio de Cirugía vascular, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- 6 Servicio de Cirugía pediátrica, Hospital Universitario de San Vicente Fundación, Medellín, Colombia.
- 7 Programa de especialización en Cirugía general, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- 8 Laboratorio de simulación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- 9 Epidemiología, Hospital Universitario de San Vicente Fundación; Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- 10 Actuario, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Resumen

Introducción. La participación activa de los residentes como cirujanos principales en intervenciones quirúrgicas ha disminuido, especialmente en cirugías abiertas técnicamente difíciles, como la realización de anastomosis vasculares, que es considerada una habilidad esencial en toda formación quirúrgica. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el uso de modelos de simulación de baja fidelidad en la enseñanza de anastomosis vasculares.

Métodos. Se realizó un estudio experimental de tipo intervención con los residentes de Cirugía general de la Universidad de Antioquia, en Medellín, Colombia, mediante un protocolo de tres fases secuenciales: diagnóstico, entrenamiento y evaluación. Se midió el puntaje de *Objective Structured Assessment of Technical Skills* (OSATS) modificado y se cronometró el tiempo en la realización de las anastomosis vasculares.

Resultados. Posterior a la intervención mediante modelos de simulación de baja fidelidad, el tiempo promedio para realizar la anastomosis vascular fue 2,6 minutos más rápido, con una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,007$). El análisis general del puntaje del OSATS modificado mostró una diferencia no significativa a favor del

Fecha de recibido: 30/06/2025 - Fecha de aceptación: 08/08/2025 - Publicación en línea: 11/11/2025

Correspondencia: Karen Eliana Reyes-Romero, Carrera 71 # 27-106, Medellín, Colombia. Teléfono: +57 3208207462

Dirección electrónica: karreyes.09@gmail.com

Citar como: Rosales-Parra ND, Molina-Valencia JL, Salazar-Palacio C, Uribe-Múnera JA, Timarán-Rodríguez RF, Romero-Espitia WD, et al. Evaluación del uso de modelos de simulación de baja fidelidad en la enseñanza de anastomosis vasculares. Rev Colomb Cir. 2026;41:29-39. <https://doi.org/10.30944/20117582.3056>

Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons - BY-NC-ND <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

posttest, con 0,65 (IC_{95%} 0,5-1,8; $p = 0,285$). En el análisis de cada componente del puntaje de OSATS modificado, se presentó una mejoría significativa en orientación del injerto de manera general, con 0,417 puntos (IC_{95%} 0,2-0,6; $p < 0,001$).

Conclusiones. La enseñanza de anastomosis vasculares mediante modelos de simulación de baja fidelidad, combinada con supervisión docente, puede favorecer el desarrollo de habilidades quirúrgicas en los residentes de Cirugía general.

Palabras claves: procedimientos quirúrgicos vasculares; anastomosis quirúrgica; aprendizaje; ejercicio de simulación; entrenamiento simulado; educación de postgrado en medicina.

Abstract

Introduction. The active participation of residents as primary surgeons in surgical procedures has decreased, especially in technically difficult open surgeries, such as the performance of vascular anastomosis, which is considered an essential skill in all surgical training. This study aimed to evaluate the use of low-fidelity simulation models in teaching vascular anastomosis.

Methods. An experimental interventional study was conducted with general surgery residents at the University of Antioquia, in Medellín, Colombia, using a three-phase sequential protocol: diagnosis, training, and evaluation. The modified OSATS score was measured, and the time taken to perform vascular anastomoses was timed.

Results. Following the intervention using low-fidelity simulation models, the average time to perform vascular anastomosis was 2.6 minutes faster, with a statistically significant difference ($p=0.007$). The overall analysis of the modified Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS) score showed a non-significant difference in favor of the posttest, with 0.65 (95% CI 0.5-1.8; $p=0.285$). In the analysis of each component of the modified OSATS score, a significant improvement was observed in overall graft orientation, with 0.417 points (95% CI 0.2-0.6; $p<0.001$).

Conclusion. Teaching vascular anastomoses using low-fidelity simulation models, combined with faculty supervision, can enhance the development of surgical skills in general surgery residents.

Keywords: vascular surgical procedures; surgical anastomosis; learning; simulation exercise; simulation training; graduate medical education.

Introducción

La educación médica tradicional consiste en someter a los estudiantes al ambiente hospitalario por largos periodos de tiempo, con la premisa de que esto asegurará un volumen de exposición suficiente para la adquisición de habilidades. Sin embargo, se ha demostrado que cumplir con un lapso determinado no asegura alcanzar los objetivos¹.

En el ámbito del entrenamiento en cirugía vascular se ha evidenciado un incremento en la realización de procedimientos endovasculares, lo que ha limitado las oportunidades de enseñanza en escenarios quirúrgicos reales. Esto ha reducido la participación activa de los residentes como

cirujanos principales en intervenciones por vía abierta técnicamente difíciles, disminuyendo así la exposición de los cirujanos generales en diversos procedimientos, entre ellos, la realización de anastomosis vasculares^{2,3}.

La simulación clínica surge como una solución para la adquisición de habilidades por parte del personal en entrenamiento, asegurando cumplir con los estándares básicos requeridos para su adecuado desempeño⁴. Existen múltiples clasificaciones para agrupar los tipos de simuladores, siendo una de las más conocidas la fidelidad, que se refiere al nivel de similitud del simulador respecto a la realidad. Esta a su vez se clasifica en alta o baja fidelidad, con características propias

para cada una: para la de baja fidelidad, lo más relevante es el bajo coste, la amplia disponibilidad y menor ansiedad del estudiante⁵⁻⁷.

Estudios en la industria aeronáutica demuestran que los participantes con menos experiencia tienen mayores beneficios en simuladores de baja fidelidad⁸. En medicina este tipo de simuladores permiten replicar una técnica quirúrgica básica para mejorar una habilidad específica, realizando prácticas en el hogar y por lo tanto, mayor número de repeticiones del ejercicio, con un costo comparativamente menor respecto a la alta fidelidad^{2,9}. Además, los residentes novatos experimentan mayor estrés al enfrentarse a un simulador de alta fidelidad, lo que conlleva a tasas menores de rendimiento⁸.

El propósito de este estudio fue evaluar la adquisición de habilidades técnicas para la realización de anastomosis vasculares con simuladores de baja fidelidad en la formación de médicos residentes de Cirugía general. Se evaluó objetivamente con la escala estructurada de habilidades técnicas OSATS (*Objective Structured Assessment of Technical Skills*) modificada la realización de anastomosis vasculares termino-terminales.

Métodos

Tipo de estudio y población

Se realizó un estudio experimental, de tipo intervención, con los médicos residentes de Cirugía general de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, que se encontraban activos durante los años 2023 y 2024. Se excluyeron aquellos participantes que se negaron a participar o no firmaron el consentimiento informado y aquellos que durante el periodo del estudio presentaron alguna limitación para la realización de las actividades.

Materiales

Para la realización de una anastomosis vascular termino-terminal se definió el uso de un modelo básico de simulación constituido por dos segmentos de tubos siliconados, de 5 cm de longitud cada uno, con un diámetro de 1 cm y un espesor de pared de 1 mm, los cuales estaban anclados a una base mediante pinzas de agarre (Figura 1). El tubo siliconado se elaboró con tela de nylon y silicona de la referencia Dragon Skin™10 de marca Smooth-On, Inc.

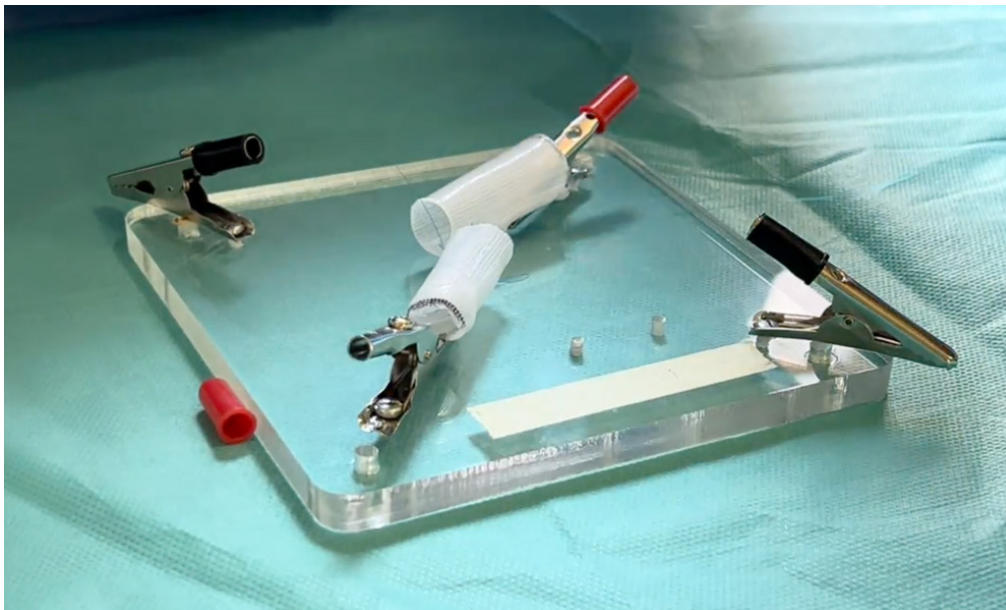


Figura 1. Modelo básico de simulación. Tubos siliconados anclados a una base mediante pinzas de agarre.

Fuente: Autores.

Al participante se le proporcionó un equipamiento básico para realizar una anastomosis termino-terminal biselada a 30 grados, consistente en guantes, sutura 5-0 de polipropileno doble armada, portaagujas, tijeras, pinza de disección y dos pinzas protegidas (Figura 2). Cada modelo con las especificaciones dadas tuvo un costo de \$391 pesos colombianos (U\$0,092 dólares).

Protocolo del estudio

Cada sesión tuvo una duración de cuatro horas, bajo la supervisión de un cirujano experto y contó con la participación de tres médicos residentes de Cirugía general. Las prácticas se llevaron a cabo en el laboratorio de simulación clínica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Cada intervención se realizó en tres fases secuenciales: diagnóstico, entrenamiento y evaluación.

1 Fase de diagnóstico: los participantes contestaron un cuestionario sobre información personal, año de residencia y experiencia en la realización de anastomosis vasculares (número acumulado de anastomosis vasculares

realizadas en su periodo de residencia quirúrgica y número de anastomosis realizadas en el último año).

- 2 Posteriormente cada residente realizó una anastomosis manual termino-terminal con el modelo vascular, basándose únicamente en sus conocimientos o experiencia previa, dejando a libre elección del participante la técnica quirúrgica de elección. Para esta fase se dispuso un tiempo de una hora.
- 3 Fase de entrenamiento: a los participantes se les mostró en dos ocasiones un video explicativo educativo de autoría institucional del Departamento de Cirugía vascular sobre la forma correcta de realizar una anastomosis vascular termino-terminal con técnica de paracaídas.
- 4 Posteriormente realizaron una práctica de anastomosis vascular con el modelo básico de simulación, bajo la tutoría de un cirujano experto durante un periodo de dos horas. Cada cirujano docente hizo retroalimentación formativa sobre el manejo y la orientación del injerto, el uso del instrumental y la técnica quirúrgica.

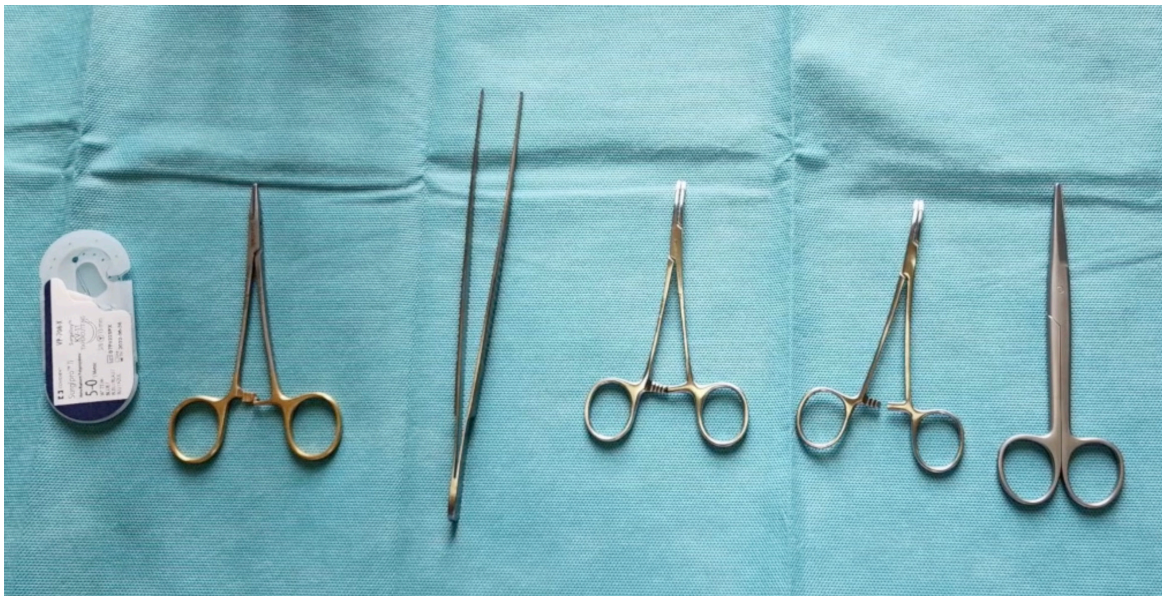


Figura 2. Equipamiento: sutura 5-0 de polipropileno doble armada, portaagujas, pinza de disección, pinzas protegidas y tijeras.

Fuente: Autores.

- 5 Fase de evaluación: finalmente y posterior a la intervención, los participantes realizaron una anastomosis termino-terminal con técnica de paracaídas en el modelo vascular y fueron grabados durante su realización. Para esta fase se dispuso un tiempo de una hora.

La fase de diagnóstico y la fase de evaluación fueron grabadas mediante video, y la grabación fue evaluada por dos cirujanos expertos de manera ciega, para determinar el puntaje de OSATS modificado y el tiempo empleado por el participante para la realización de la anastomosis.

Escala OSATS modificada

La escala OSATS de calificación incluyó ocho componentes: orientación del injerto, mordida, espaciamiento, uso del portaagujas, uso de pinza vascular, ángulos de las agujas, transferencia de las agujas y manejo y tensión de las suturas (Tabla 1). Se asignaron tres 3 puntos (bueno) si era capaz de lograr la meta sin vacilación, mostrando excelente progreso y fluidez; dos puntos (regular) si era capaz de lograr la meta con vacilación, con progreso y fluidez discontinuos; un punto (malo)

si era capaz de lograr la meta parcialmente y con vacilación. El puntaje osciló entre 7 (menor puntaje) y 21 (mejor puntaje)¹⁰.

Análisis estadístico

Cada participante fue evaluado en la realización de la anastomosis vascular en dos momentos, antes (pretest) y después (postest) de la intervención, para definir los resultados de esta última mediante el puntaje de OSATS modificado y el cronometraje del tiempo. Se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS® V.27 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.) para el análisis.

Mediante el índice de correlación intercuartil se definió una correlación de 0,412, lo cual indica una correlación moderada entre los evaluadores.

Se aplicaron pruebas de normalidad mediante el estadístico de Shapiro-Wilk para evaluar si los puntajes pre y post seguían una distribución normal. El resultado para el pretest fue $p = 0,826$ y para el postest $p = 0,240$, ambos valores superiores al umbral de significancia de 0,05. Por tanto, no se rechazó la hipótesis de normalidad en ninguno de los dos casos, lo que justificó el uso de una prueba t de Student para muestras pareadas para

Tabla 1. OSATS modificado.

| Componente | Bueno | Promedio | Pobre |
|--|-------|----------|-------|
| Orientación del injerto | 3 | 2 | 1 |
| Mordida apropiada (puntos de entrada y salida, número de perforaciones, distancia uniforme y constante desde el borde) | 3 | 2 | 1 |
| Espaciado apropiado (espaciado uniforme, distancia constante desde la mordida anterior, demasiado cerca vs demasiado lejos) | 3 | 2 | 1 |
| Uso del portaagujas (colocación de los dedos, rotación del instrumento, sujeción de la aguja, pronación y supinación, movimientos de la mano) | 3 | 2 | 1 |
| Pinza vascular (ángulo apropiado entre el tejido y el portaagujas, anticipación de los ángulos subsecuentes, considera la profundidad del campo) | 3 | 2 | 1 |
| Transferencia de la aguja (preparación punto a punto, uso de instrumento o mano para montar la aguja) | 3 | 2 | 1 |
| Manejo y tensión de la sutura (demasiado suelto vs demasiado apretado, uso de la tensión para ayudar a la exposición, evita enredos) | 3 | 2 | 1 |

Adaptada de ¹⁰ Fann JI, Calhoun JH, Carpenter AJ, Merrill WH, Brown JW, Poston RS, et al. Simulation in coronary artery anastomosis early in cardiothoracic surgical residency training: The Boot Camp experience. J Thorac Cardiovasc Surg. 2010;139:1275-81.

comparar los puntajes medios obtenidos antes y después de la intervención.

Dado que los datos del tiempo de la realización de la anastomosis vascular no mostraron una distribución normal en ninguna de las dos mediciones (Shapiro-Wilk: $p = 0,001$ para pretest y $p = 0,013$ para postest), se optó por aplicar la prueba no paramétrica de los rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas, con el fin de comparar si existieron diferencias significativas entre los tiempos pretest y postest.

Resultados

De los 28 residentes iniciales, tres no participaron y en uno se presentaron fallas técnicas en el momento de la grabación de la intervención, por lo cual fue excluido. En total se evaluaron 24 residentes: seis de cuarto año, siete de tercer año, cinco de segundo año y seis de primer año del programa de Cirugía general de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

De ellos, 14 (58 %) fueron hombres, 22 (91,6 %) diestros y 12 (50 %) no habían realizado una anastomosis vascular previa durante su formación académica quirúrgica. El promedio acumulado de anastomosis vasculares según el año de residencia para el primer año fue 0 (mediana de 0), segundo año de 0,6 (mediana de 0), tercer año de 1 (mediana 1) y cuarto año de 3,5 (mediana 2,5), con un promedio de 0,91 anastomosis en el último año entre los participantes que habían realizado alguna.

El tiempo promedio en realizar la anastomosis vascular posterior a la intervención (postest) fue 2,6 minutos más rápido que en el pretest, con una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,007$ según la prueba de Wilcoxon).

El análisis general del puntaje de OSATS modificado mostró una diferencia no significativa a favor del postest con 0,65 (IC_{95%} 0,5-1,8; $p = 0,285$). Sin embargo, en el análisis por año, los residentes de cuarto año mejoraron en promedio 2 puntos en la prueba luego de la intervención (IC_{95%} 0,15-3,85; $p = 0,039$), lo cual fue estadísticamente significativo, mientras los residentes de primer y segundo año mostraron mejoría, con 0,58 puntos (IC_{95%} 3,0-5,1; $p = 0,753$) y 1,8 puntos

(IC_{95%} 1-4,6; $p = 0,156$) respectivamente, aunque la diferencia no fue significativa. El grupo de los residentes de tercer año fue el único grupo que no mostró mejoría (Figura 3).

En el análisis de cada componente del puntaje de OSATS modificado, se observó mejoría significativa en la orientación del injerto de manera general, con 0,417 puntos (IC_{95%} 0,2-0,6; $p < 0,001$).

Discusión

Las anastomosis vasculares son un conjunto fundamental de herramientas del cirujano general, en particular para el manejo de lesiones traumáticas, donde la técnica es similar en todos los lechos, pero con consideraciones puntuales al abordar anastomosis de grandes vasos (aorta o cava), medianos (femoropoplíteos) y pequeños (tibiales, extremidades superiores distales o mesentéricos)¹¹. Aunque los escenarios de lesiones arteriales aneurismáticas y oclusivas, en su mayoría son competencia de los cirujanos vasculares, la necesidad de reparación vascular puede presentarse en todas las ramas de la cirugía y, por ende, es esencial que todos los cirujanos en formación estén familiarizados y entrenados en el diseño de anastomosis vasculares¹².

La importancia de una adecuada técnica quirúrgica radica en la prevención de complicaciones vasculares, como fuga anastomótica, trombosis, estenosis, infección, isquemia o reintervención¹³. Se deben preservar los principios básicos de la reparación vascular: desbridamiento del vaso contuso o lacerado, orientación correcta y ausencia de tensión en la anastomosis¹⁴.

Aunque la anastomosis vascular es una técnica fundamental en el ejercicio quirúrgico, no se ha definido el número de anastomosis vasculares necesarias para lograr un adecuado aprendizaje, a diferencia de otros procedimientos¹⁵. Woo HY, et al.¹⁶, estimaron un promedio de $1,14 \pm 0,36$ anastomosis vasculares durante la formación de los cirujanos, similar al número encontrado en nuestro estudio, lo cual corrobora una tendencia global de baja participación del personal en entrenamiento en este tipo de procedimientos quirúrgicos.

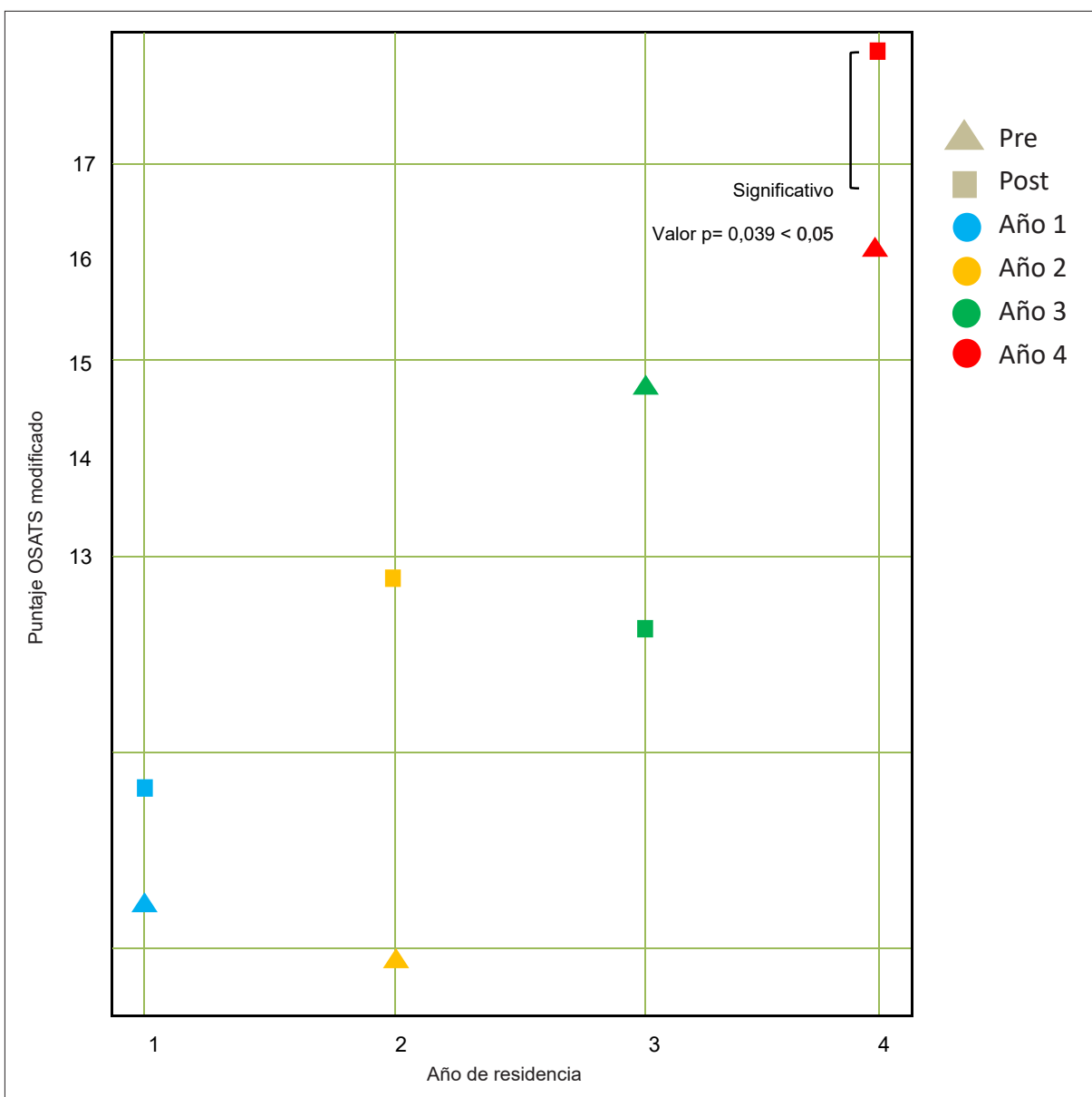


Figura 3. Puntaje promedio de OSATS modificado pretest y posttest, discriminado por año de residencia.

Fuente: Autores.

Considerando que la principal región anatómica comprometida en los distintos traumas vasculares son las extremidades (63-87 % de los casos)^{17,18}, para este estudio se desarrolló un modelo vascular utilizando tubos de silicona, cuyas dimensiones aproximan los vasos sanguíneos (arteriales y venosos) de miembros superiores e inferiores.

Para la anastomosis vascular término-terminal se han descrito diversas técnicas quirúrgicas,

entre las cuales se incluyen la triangulación de Carrel, el método de un solo punto y la técnica del paracaídas^{14,19}. La literatura destaca que esta última ofrece ventajas, como una mejor visibilidad y control del lumen vascular, mejor exposición en profundidades, menor trauma tisular, adecuada permeabilidad postoperatoria y, en algunos casos, reducción del tiempo quirúrgico. Además, su amplia aplicabilidad ha permitido su uso en múltiples especialidades quirúrgicas, incluyendo

cirugía vascular, pediátrica, colorrectal, oncológica, hepatobiliar y microcirugía²⁰⁻²⁵.

Algunos estudios han demostrado mejoría significativa en la adquisición de habilidades técnicas de los médicos residentes con modelos de baja fidelidad en sesiones cortas y en intervalos, sin diferencias con el entrenamiento clásico¹⁵, así como el uso de modelos de baja fidelidad en anastomosis vasculares mejora la autopercepción en la realización de la tarea²⁶, una tendencia observada en el análisis general de los participantes de este estudio.

Solamente en el grupo de tercer año no se identificó una tendencia a la mejoría tras la intervención. Se presumen como causas el uso en su práctica de una técnica diferente al paracaídas y estar aún en desarrollo de sus habilidades manuales. Este escenario los enfrenta a un reaprendizaje, un proceso que, por naturaleza, es más desafiante que adquirir un conocimiento o habilidad por primera vez. Esto contrasta con el grupo de residentes de cuarto año, quienes, por su etapa de formación, naturalmente poseen habilidades técnicas más desarrolladas y una mayor madurez en el ámbito quirúrgico.

Dentro del plan académico institucional, los residentes de segundo año realizan una rotación por cirugía vascular, lo que podría explicar que este grupo haya mostrado una mejoría en el tiempo en la realización de la anastomosis y en el puntaje global del OSATS modificado. Esto posiblemente se deba a una exposición previa y reciente, tanto teórica como práctica, a la realización de anastomosis vasculares. En contraste, los residentes de primer año, quienes no han recibido una formación estructurada en cirugía vascular, si bien tuvieron mejoría en los ítems evaluados, presentan un avance menor en comparación con los demás grupos.

Los estudios en simulación muestran que las mejoras en las habilidades técnicas usualmente son significativas en el personal novato, con mejoría en menor cuantía en los participantes más experimentados²⁷. Excluyendo al grupo de tercer año, se observó que, a mayor nivel de formación, mayor fue la mejoría en este estudio. Esto podría

deberse a que las habilidades básicas poco consolidadas interfieren en la ejecución adecuada de tareas de mayor complejidad.

Respecto a la enseñanza de habilidades manuales, realizar una adecuada etapa cognitiva previo a la práctica (visualización de videos con explicaciones, errores más comunes o marcadores anatómicos, entre otras), mejora el rendimiento de los participantes²⁸. Hablando específicamente de la enseñanza de anastomosis vasculares, la relación de un instructor por cada 8 participantes comparado con un instructor por cada participante, solo encontró diferencias significativas en el tiempo final de la realización de la anastomosis, a favor del grupo 1:1, sin otras diferencias²⁹. Además, los participantes presentaron mayor mejoría cuando el instructor era un cirujano vascular³⁰.

Los estudiantes que realizan prácticas independientes, como complemento de la simulación guiada por un experto, obtienen mejores puntuaciones respecto a los que no realizan prácticas complementarias, con una diferencia significativa, transfiriendo su aprendizaje al quirófano³¹.

Si bien la implementación de los programas de simulación ha sido difícil por la necesidad de coordinación con el laboratorio, falta de tiempo de los estudiantes y otros factores³², el uso de un plan estandarizado paso a paso en las sesiones de simulación ha demostrado mejores resultados en la realización de la anastomosis²⁷.

Limitaciones

Entre las limitaciones de este estudio, se destaca el número reducido de participantes y que no se evaluó la transferencia de habilidades al quirófano. Adicionalmente, es una evaluación puntual en el periodo de formación de los médicos residentes, y se requieren tiempos de seguimiento más prolongados para evaluar la evolución natural y los procesos de mejora con cada intervención de simulación. Todas las simulaciones se realizaron con polipropileno 5-0 vascular, sin embargo, de diferentes casas comerciales, con diferencias en las especificaciones que pueden favorecer o entorpecer la realización de la tarea.

Existen diversas técnicas para la realización de anastomosis vascular y en este estudio se optó por emplear la técnica del paracaídas durante las fases de entrenamiento y evaluación, considerando los beneficios técnicos previamente descritos y su aplicabilidad en distintos escenarios quirúrgicos; no obstante, en la fase de diagnóstico, se permitió a los participantes seleccionar libremente la técnica a utilizar, y esta no fue la opción elegida por todos. A pesar de que el uso de magnificación óptica en la ejecución de procedimientos vasculares ha demostrado mejorar la visualización y manipulación de los vasos sanguíneos, permitiendo una mayor precisión, menor trauma tisular y una construcción vascular de las anastomosis más eficiente³³⁻³⁵, en el presente estudio no se empleó esta herramienta. Se considera necesario incluirla en futuras investigaciones para evaluar su impacto en el desarrollo de habilidades quirúrgicas, así como el uso de escalas o pruebas de fuga para la evaluación de la anastomosis final.

Conclusiones

Los resultados de este estudio sugieren que la enseñanza de anastomosis vasculares mediante modelos de simulación de baja fidelidad, acompañada de supervisión docente, puede contribuir significativamente al desarrollo de habilidades quirúrgicas en médicos residentes de Cirugía general. Se recomienda considerar la integración transversal de este tipo de simulación a lo largo de todo el proceso formativo en los programas académicos de Cirugía general.

Cumplimiento de normas éticas

Consentimiento informado: Se cuenta con el consentimiento informado de cada participante en el estudio. Se obtuvo la aprobación del Comité de Ética institucional para la ejecución del estudio, la revisión y el análisis de los datos. A la luz de la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, esta investigación se clasificó como sin riesgo. No se utilizó información personal identificable de los residentes en la base de datos.

Conflictos de interés: Los autores citados declararon no tener ningún conflicto de interés.

Uso de inteligencia artificial: Los autores declararon que no utilizaron tecnologías asistidas por inteligencia artificial (IA) (como modelos de lenguaje grande, *chatbots* o creadores de imágenes) en la producción de este trabajo.

Fuentes de financiación: Para la realización de este estudio no se recibió ningún tipo de financiación; los gastos fueron asumidos por los autores.

Contribución de los autores:

- Concepción y diseño del estudio: Nicolás Dayam Rosales-Parra, Juliana Lucia Molina-Valencia, Carolina Salazar-Palacio, José Andrés Uribe-Múnera, Rene Fernando Timarán-Rodríguez, Walter David Romero-Espitia, Karen Eliana Reyes-Romero, Ana María Mejía-Bueno, Oscar Alonso Villada-Ochoa, Miguel Ángel Rosales-Parra.
- Adquisición de datos: Nicolás Dayam Rosales-Parra, Juliana Lucia Molina-Valencia, Carolina Salazar-Palacio, José Andrés Uribe-Múnera, Rene Fernando Timarán-Rodríguez, Walter David Romero-Espitia, Karen Eliana Reyes-Romero, Ana María Mejía-Bueno, Oscar Alonso Villada-Ochoa, Miguel Ángel Rosales-Parra.
- Análisis e interpretación de datos: Nicolás Dayam Rosales-Parra, Juliana Lucia Molina-Valencia, Carolina Salazar-Palacio, José Andrés Uribe-Múnera, Rene Fernando Timarán-Rodríguez, Walter David Romero-Espitia, Karen Eliana Reyes-Romero, Ana María Mejía-Bueno, Oscar Alonso Villada-Ochoa, Miguel Ángel Rosales-Parra.
- Redacción del manuscrito: Nicolás Dayam Rosales-Parra, Juliana Lucia Molina-Valencia, Carolina Salazar-Palacio, José Andrés Uribe-Múnera, Rene Fernando Timarán-Rodríguez, Walter David Romero-Espitia, Karen Eliana Reyes-Romero, Ana María Mejía-Bueno, Oscar Alonso Villada-Ochoa, Miguel Ángel Rosales-Parra.
- Revisión crítica: Nicolás Dayam Rosales-Parra, Juliana Lucia Molina-Valencia, Carolina Salazar-Palacio, José Andrés Uribe-Múnera, Rene Fernando Timarán-Rodríguez, Walter David Romero-Espitia, Karen Eliana Reyes-Romero, Ana María Mejía-Bueno, Oscar Alonso Villada-Ochoa, Miguel Ángel Rosales-Parra.

Referencias

1. Mitchell EL, Arora S. How educational theory can inform the training and practice of vascular surgeons. *J Vasc Surg.* 2012;56:530-7. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.01.065>

2. Lamb M, Bazan VM, Jax MD, Zwischenberger JB, Meyerson SL. Repair of pulmonary vascular injury: A take-home low-fidelity simulator. *Ann Thorac Surg.* 2021;112:e73-e76. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.12.086>
3. Eckstein HH, Schmidli J, Schumacher H, Gurke L, Klemm K, Duschek N, et al. Rationale, scope, and 20-year experience of vascular surgical training with lifelike pulsatile flow models. *J Vasc Surg.* 2013;57:1422-8. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.11.113>
4. Bismuth J, Donovan MA, O'Malley MK, El Sayed HF, Naoum JJ, Peden EK, et al. Incorporating simulation in vascular surgery education. *J Vasc Surg.* 2010;52:1072-80. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2010.05.093>
5. Corvetto M, Bravo MP, Montaña R, Utili F, Escudero E, Boza C, et al. Simulación en educación médica: Una sinopsis. *Rev Méd Chile.* 2013;141:70-9. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872013000100010>
6. Munshi F, Lababidi H, Alyousef S. Low- versus high-fidelity simulations in teaching and assessing clinical skills. *J Taibah Univ Med Sci.* 2015;10:12-5. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2015.01.008>
7. Choi YF, Wong TW. High-fidelity simulation training programme for final-year medical students: Implications from the perceived learning outcomes. *Hong Kong Med J.* 2019;25:392-8. <https://doi.org/10.12809/hkmj197898>
8. Lefor AK, Harada K, Kawahira H, Mitsuishi 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>
9. Sidhu RS, Park J, Brydges R, MacRae HM, Dubrowski A. Laboratory-based vascular anastomosis training: A randomized controlled trial evaluating the effects of bench model fidelity and level of training on skill acquisition. *J Vasc Surg.* 2007;45:343-9. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2006.09.040>
10. Fann JJ, Calhoon JH, Carpenter AJ, Merrill WH, Brown JW, Poston RS, et al. Simulation in coronary artery anastomosis early in cardiothoracic surgical residency training: The Boot Camp experience. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;139:1275-81. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2009.08.045>
11. Scully R, Belkin M. Anastomoses. En: Sarac TP, Kashyap VS, eds. *Gateways in vascular surgery: An operative atlas.* McGraw Hill; 2025. <https://accesssurgery.mhmedical.com/content.aspx?bookid=3518§ionid=289422135>
12. Harris PL. Arterial suture and anastomosis. En: Jamieson CW, Yao JST, eds. *Vascular surgery.* Boston: Springer US; 1994. p. 51-8. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-6854-8_4
13. Williams GM. Complications of vascular surgery. *Surg Clin North Am.* 1993;73:323-35. [https://doi.org/10.1016/S0039-6109\(16\)45984-0](https://doi.org/10.1016/S0039-6109(16)45984-0)
14. Ball CG, Feliciano DV. A simple and rapid vascular anastomosis for emergency surgery: A technical case report. *World J Emerg Surg.* 2009;4:30. <https://doi.org/10.1186/1749-7922-4-30>
15. Torres IO, Becari A, Maroni-Escudero GdeP, Mendes de Carvalho JPL, da Silva ES, Puech-Leao P, et al. The use of a low-fidelity simulator to improve vascular anastomosis skills of residents during the COVID-19 pandemic. *Ann Vasc Surg.* 2022;83:87-96. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2022.03.032>
16. Woo HY, Cho A, Ko M, Shin J, Min SK, Min S, et al. The impact of simulator training of vascular anastomosis and video assessment for surgical residents. *Ann Vasc Surg.* 2025;110:276-86. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2024.03.034>
17. Jiménez H, Romero E, Medina R, Botache W, Sanjuán J, Martínez C, et al. Caracterización de trauma arterial periférico en un hospital de tercer nivel. *Rev Colomb Cir.* 2018;33:272-9. <https://doi.org/10.30944/20117582.72>
18. Morales-Urbe CH, Sanabria-Quiroga AE, Sierra-Jones JM. Vascular trauma in Colombia: Experience of a level I trauma center in Medellín. *Surg Clin North Am.* 2002;82:195-210. [https://doi.org/10.1016/S0039-6109\(03\)00149-X](https://doi.org/10.1016/S0039-6109(03)00149-X)
19. Rosales-Parra ND, Uribe-Munera JA, Molina-Valencia JL. Principios técnicos de las anastomosis vasculares. *Rev Cuba Angiol Cir Vasc.* 2023;24:e432.
20. Soliman M, Morsy M, Bagul A. Modification of the parachute technique to simplify vascular anastomosis in kidney transplantation. *Ann R Coll Surg Engl.* 2015;97:79. <https://doi.org/10.1308/rcsann.2015.97.1.79>
21. Irie S, Yoshioka R, Imamura H, Ono Y, Sato T, Inoue Y, et al. Parachute technique for portal vein reconstruction during pancreaticoduodenectomy with portal vein resection in patients with pancreatic head cancer. *Langenbecks Arch Surg.* 2022;407:383-9. <https://doi.org/10.1007/s00423-021-02338-y>
22. Mabrouk M, Atta I, Fouda A, Ismail K, Ismail T, Gawish R, et al. Anchor versus parachute suturing technique in arteriovenous fistula creation for hemodialysis. *Vascular.* 2024;33:902-9. <https://doi.org/10.1177/17085381241273255>
23. Wang J, Ye X, Zhou Q, Cai C, Yi F, Luan N, et al. Parachute-like pull-through anastomosis for low rectal cancer: A new method for preservation of anal function. *Langenbecks Arch Surg.* 2023;408:86. <https://doi.org/10.1007/s00423-023-02768-w>
24. Yamamoto T, Chen WF, Yamamoto N, Yoshimatsu H, Tashiro K, Koshima I. Technical simplification of the supermicrosurgical side-to-end lymphaticovenular anastomosis using the parachute technique. *Microsurgery.* 2015;35:129-34. <https://doi.org/10.1002/micr.22272>

25. Higuchi T, Niihara M, Minoura H, Harada H, Chuman M, Washio M, et al. Esophago-jejunal anastomosis with open approach using the parachute technique to prioritize safety after resection of esophagogastric junction cancer. *Langenbecks Arch Surg.* 2024;409:364. <https://doi.org/10.1007/s00423-024-03535-1>
26. Gladden AAH, Conzen KD, Bengt MJ, Gralla J, Kennealey PT. A vascular anastomosis simulation can provide a safe and effective environment for resident skills development. *J Surg Educ.* 2018;75:1367-73. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2018.03.005>
27. Lawaetz J, Kristensen JSS, Nayahangan LJ, van Herzele I, Konge L, Eiberg JP. Simulation based training and assessment in open vascular surgery: A systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2021;61:502-9. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2020.11.003>
28. Malas T, Al-Atassi T, Brandys T, Naik V, Lapierre H, Lam BK. Impact of visualization on simulation training for vascular anastomosis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;155:1686-1693.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.10.080>
29. Schwartz S, De Virgilio M, Chisum P, Heslin A, Zein A, McDermott M, et al. A prospective randomized study assessing optimal method for teaching vascular anastomoses. *Ann Vasc Surg.* 2014;28:1087-93. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2013.10.018>
30. Robinson WP, Baril DT, Taha O, Schanzer A, Larkin AC, Bismuth J, et al. Simulation-based training to teach open abdominal aortic aneurysm repair to surgical residents requires dedicated faculty instruction. *J Vasc Surg.* 2013;58:247-253.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2013.04.052>
31. Price J, Naik V, Boodhwani M, Brandys T, Hendry P, Lam BK. A randomized evaluation of simulation training on performance of vascular anastomosis on a high-fidelity in vivo model: The role of deliberate practice. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;142:496-503. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2011.05.015>
32. Mitchell EL, Lee DY, Sevdalis N, Partsafas AW, Landry GJ, Liem TK, et al. Evaluation of distributed practice schedules on retention of a newly acquired surgical skill: A randomized trial. *Am J Surg.* 2011;201:31-9. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2010.07.040>
33. Chittimuri C, Pradeep D. A cardiac surgeon's magnified views – The loupe. *J Card Crit Care TSS.* 2025;9:137-40. <https://doi.org/10.25259/JCCC.57.2024>
34. Hart RG, Hall J. The value of loupe magnification: An underused tool in emergency medicine. *Am J Emerg Med.* 2007;25:704-7. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2006.11.039>
35. Schoeffl H, Lazzeri D, Schnelzer R, Froschauer SM, Huemer GM. Optical magnification should be mandatory for microsurgery: Scientific basis and clinical data contributing to quality assurance. *Arch Plast Surg.* 2013;40:104-8. <https://doi.org/10.5999/aps.2013.40.2.104>