

Impacto de un curso simulado de acceso vascular periférico ecoguiado para equipo de enfermería de urgencia

Impact of an ultrasound-guided peripheral venous access simulated training for emergency nurses

Sofía Rivera-González¹ , Francisca Seydewitz-Osses¹ , María Pía Bravo-Bertoglio² , Carlos Basaure-Verdejo¹ ,
Catalina Vidal-Olate^{3,*} 

Resumen

Introducción: en pacientes con acceso venoso difícil se realiza la instalación de un acceso vascular periférico (AVP) guiado con ecografía. En centros internacionales, es parte del estándar de cuidado y puede ser realizado por el equipo de enfermería capacitado. En nuestra realidad, este equipo no está preparado y solicita ayuda a otros profesionales, lo que retrasa la atención. **Objetivo:** implementar un curso basado en simulación clínica de instalación de AVP ecoguiada para el equipo de enfermería de urgencias y evaluar el cambio en su desempeño previo y posterior. **Método:** se llevó a cabo un estudio cuasi experimental para el equipo de enfermería. Se diseñó un curso teórico-práctico con clases videograbadas y sesiones presenciales basadas en simulación, con modelos de punción venosa. Se realizaron evaluaciones antes y después de realizada la fase práctica simulada, donde dos evaluadoras midieron la escala *Objective Structured Assessment of Technical Skills* (OSATS) para habilidades técnicas, *checklist* de desempeño, tiempo de canulación y éxito del procedimiento. Al finalizar el curso se realizó una encuesta de satisfacción a los participantes. **Resultados:** se reclutaron 30 enfermeras(os), quienes tras realizar el curso mostraron una mejoría significativa en el desempeño de instalación AVP ecoguiada. Todos los participantes estuvieron de acuerdo con que el curso sería útil en su práctica clínica, y un 100% lo recomendaría. **Conclusión:** el curso de AVP ecoguiado mejoró el desempeño y mostró un alto nivel de satisfacción en los participantes. La adquisición de esta nueva competencia técnica podría mejorar la atención de los pacientes en el servicio de urgencia.

Palabras clave: enfermería; ultrasonido; acceso vascular; entrenamiento simulado

Abstract

Introduction: Ultrasound-guided peripheral venous access (PVA) is commonly used for patients with difficult venous access. In international settings, this technique is considered standard care and is often performed by trained nursing staff. In our country, however, nurses lack the necessary training and must rely on other professionals, which delays treatment. **Objective:** To implement a simulation-based training course on ultrasound-guided PVA for emergency nurses and assess the change in their performance before and after the course. **Methods:** We conducted a quasi-experimental study with emergency nurses. The training included pre-recorded theoretical sessions and hands-on simulation workshops using venipuncture models. Two evaluators assessed participants before and after the practical simulation phase, using the Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS) scale, a performance *checklist*, cannulation time, and procedure success rate. A satisfaction survey was also conducted after course completion. **Results:** Thirty nurses completed the training. Post-training assessments showed a significant improvement in their ability to perform ultrasound-guided PVA. All participants agreed that the course was helpful in their clinical practice, and 100% would recommend it. **Conclusion:** The ultrasound-guided PVA course improved performance and was well received by all participants. Acquiring this new technical skill may lead to improved patient care in emergency departments.

Keywords: nurses; ultrasonography; vascular access; simulation training

Fecha de envío: 2024-10-23 - Fecha de aprobación: 2025-06-03

(1) Sección Medicina de Urgencia. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

(2) Departamento de Anestesia. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

(3) Departamento de Ortopedia y Traumatología. Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

* Autor de correspondencia: cv Vidal@uc.cl



Introducción

La instalación de un acceso vascular periférico (AVP) es un procedimiento frecuente y necesario para la toma de exámenes y administración de medicamentos en los servicios de urgencia (Reichman, 2013). Se estima que aproximadamente el 60% de los pacientes ingresados al servicio de urgencia requieren la colocación de AVP (Alexandrou et al., 2015). Aunque suele ser exitoso, un número importante de pacientes presenta dificultades al momento de la instalación de AVP, conocidos como pacientes DIVA (por su sigla en inglés *"difficult intravenous access"*). En estos contextos, el procedimiento puede llevar a múltiples intentos antes de que sea exitoso (Jacobson & Winslow, 2005; Fields et al., 2014).

Para categorizar a un paciente como DIVA debe tener uno de los siguientes criterios: dos o más intentos fallidos de instalación de un AVP con técnicas tradicionales, ausencia de venas visibles o palpables en la exploración física, o historial documentado de DIVA (Little et al., 2022; Bahl et al., 2023). Frente a estos casos, guías clínicas recomiendan que la instalación del AVP sea guiada por ecografía (Crowley et al., 2012; Cancer Nurses Society of Australia, 2024). El uso de esta herramienta ha demostrado mejorar la tasa de éxito del procedimiento y disminuir el número de intentos (Millington et al., 2020) y satisfacción por parte de los pacientes (Bauman et al., 2009).

En centros de salud internacionales, la instalación de un AVP guiada por ecografía en pacientes DIVA ya es una práctica clínica que está inserta en el cuidado estándar y puede ser realizada por un amplio número de profesionales, entre ellos, un equipo de enfermería capacitado (Crowley et al., 2012). Sin embargo, en nuestro contexto, el equipo de enfermería no está entrenado para hacer este procedimiento y busca la ayuda de otros profesionales capacitados como urgenciólogos y anestesiistas, lo cual retrasa la instalación del AVP y con esto el tratamiento oportuno de los pacientes. El objetivo de nuestro estudio fue implementar un curso basado en simulación clínica de instalación de AVP ecoguiada para el equipo de enfermería de urgencia y evaluar el cambio en su desempeño tras el entrenamiento.

Metodología

Diseño

Se llevó a cabo un estudio cuasi experimental en tres servicios de urgencia asociados a la red docente asistencial UC-Christus.

Participantes

Se invitó a participar a todos los integrantes del equipo de enfermería que trabajan en los servicios de Red de Salud UC-Christus. Como criterios de inclusión se consideró: profesionales de enfermería con experiencia de al menos un año en la técnica tradicional de instalación de AVP. Como criterios de exclusión enfermeros que hayan realizado un curso formal de instalación de AVP con ecografía previo.

Curso de AVP

Se creó un curso teórico-práctico destinado al equipo de enfermería del servicio de urgencia. Para ello, se recogieron las opiniones de expertas anestesiistas, urgenciólogas y enfermeras, sobre el contenido de las clases, sistema de evaluaciones e implementación del curso. Este curso (Figura 1) tenía una primera fase teórica con una duración de una semana y que consistía en cinco clases asincrónicas videograbadas disponibles en una plataforma online. Los temas consistían en: física del ultrasonido, indicaciones/contraindicaciones y técnica de colocación AVP ecoguiada, definición y criterios de pacientes DIVA, anatomía vascular y selección de teflón. Al finalizar cada clase, los participantes contestaban una prueba breve de entre tres a cinco preguntas de selección múltiple. Una vez terminadas las clases, debían finalizar la fase teórica realizando una prueba con siete preguntas de selección múltiple.

Luego, la fase práctica consistía en una sesión presencial basada en simulación de una hora de duración, con supervisión directa de una tutora por alumna (Figura 1). Se realizó el entrenamiento del procedimiento en un modelo simulado de punción de la marca *"Your Design Medical"* (Your Design Medical, 2024) utilizando un ecógrafo de la marca Mindray® modelo TE7 y dos ecógrafos de bolsillo lineales marca SONUS® modelo SL-3C. En esta sesión se enseñó la técnica de colocación de AVP ecoguiada en eje corto fuera de plano.

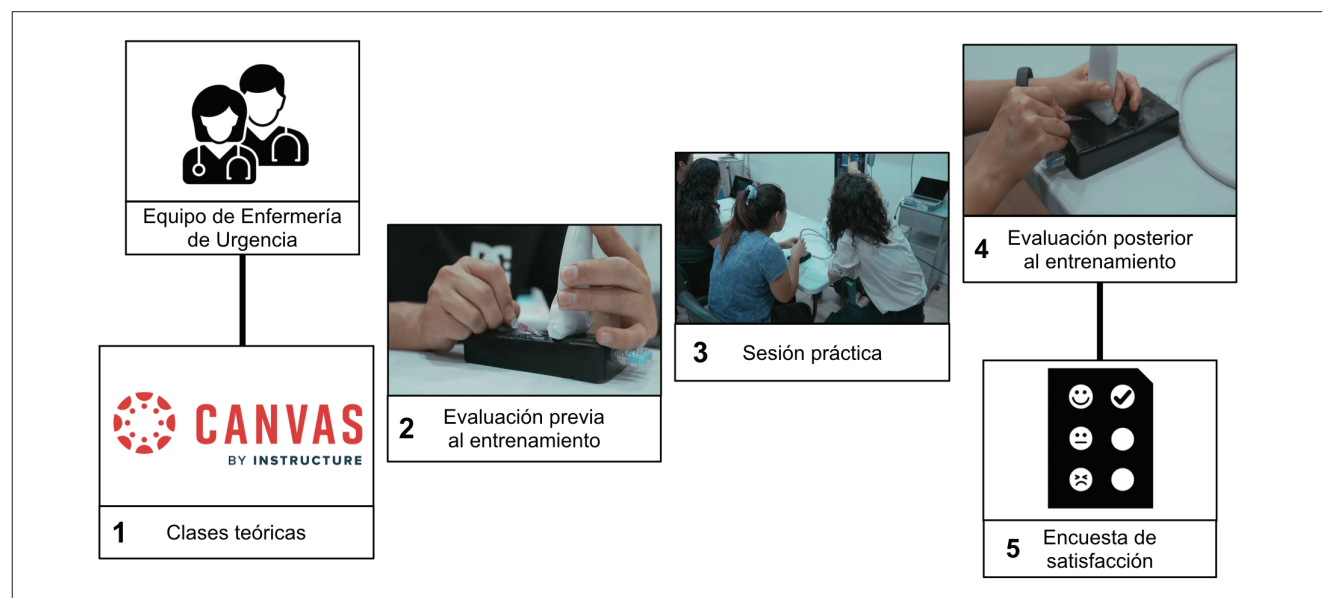


Figura 1: Flujograma del estudio y fases incluidas.

Recolección de información

Se realizaron evaluaciones teóricas antes y después de la fase 1 con pruebas de selección múltiple. Asimismo, se realizaron evaluaciones prácticas previo y posterior haber completado en entrenamiento basado en simulación, donde dos evaluadoras midieron: 1) La escala OSATS (Martin *et al.*, 1997) que consiste en un instrumento de evaluación validado y objetivo que evalúa las competencias prácticas en habilidades técnicas. Consta de 5 ítems que se puntúan de 1 a 5 y el puntaje máximo significa el mejor desempeño posible (25 puntos); 2) *Checklist* de desempeño del procedimiento adaptado a partir del *checklist* para el procedimiento en pacientes reales creado a través del método de Delphi (desempeño máximo 18 puntos) (Jung *et al.*, 2016); 3) Tiempo de canulación medido en segundos; y 4) Éxito del procedimiento definido como lograr la canulación del vaso en el modelo simulado.

Al finalizar el curso se realizó una encuesta de satisfacción a las participantes.

Análisis estadístico

Se describieron las variables con frecuencias absolutas y relativas; medianas y rangos mínimo-máximo. Para la comparación de los puntajes de la escala OSATS, *checklist* y tiempo, previo y posterior a las sesiones prácticas, se utilizó la prueba de rangos signados de Wilcoxon. Para la comparación de la proporción de éxito del procedimiento se utilizó la prueba de McNemar. Se consideró un valor $p < 0,05$ significativo. Se utilizó el software STATA v.16 (StataCorp., 2024).

Protección a los participantes

Este proyecto fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Pontificia Universidad Católica de Chile en línea con las normas éticas concordantes con la Declaración de Helsinki. Los participantes firmaron un consentimiento informado previo a su participación en la investigación.

Resultados

Un total de 30 participantes del equipo de enfermería de urgencias realizaron el curso teórico-práctico. Un 83% (25) eran mujeres y la mediana de edad era 29 (25-47) años. El 56% (14) tenía entre 1 a 5 años de experiencia clínica y el 76% (20) casi nunca o nunca utilizan la ecografía en su práctica clínica habitual y el 88% (22) se siente nada o poco segura en la instalación de AVP ecoguiada previo al curso.

El total de participantes realizó el curso teórico completando las clases videograbadas. Antes de la sesión práctica, un 50% (15) de los participantes no logró realizar el procedimiento con éxito. Del total de aquellos que sí lograron realizarlo de forma exitosa, un 40% (12) lo realizó en el primer intento, un 7% (2) en el segundo intento y un 3% (1) en el tercer intento. Después del curso, el 100% de los participantes completó con éxito la punción venosa en el modelo simulado, con un 97% (29) logrando hacerlo en el primer intento y un 3% (1) al segundo intento (Tabla 1).

Tabla 1: número de intentos, éxito del procedimiento, puntaje de *checklist*, OSATS y tiempo, previos y posterior al curso de entrenamiento de AVP con ecografía. Las variables categóricas número de intentos y éxito del procedimiento, están expresadas con frecuencias relativas (%) y absolutas (n). Las variables numéricas *checklist*, OSATS y tiempo se expresan en mediana y rango mínimo y máximo. Los valores de p no calculados se deben a la falta de categorías en la tabla de 2x2 de comparación.

Variable	Previo a entrenamiento	Posterior a entrenamiento	valor p
Número de Intentos			
No logrado	50% (15)	-	NA
1	40% (12)	97% (29)	
2	7% (2)	3% (1)	
3	3% (1)	-	
Éxito procedimiento (Logrado)	50% (15)	100% (30)	NA
Checklist	13 (9 - 18)	17 (11 - 18)	p<0,001
OSATS	11 (7 - 23)	20 (12 - 25)	p<0,001
Tiempo (segundos)	182,5 (99 - 480)	114 (62 - 246)	p<0,001

Posterior a la sesión práctica simulada mejoran significativamente los puntajes de desempeño evaluados. En el *checklist* hubo una mejora del puntaje global de 13 a 17 (p<0,001). Al observar por ítem evaluado, hay un cambio en los porcentajes de logro, des-

tacando los ítems 15, 16, 17 y 18 como aquellos que mostraron el mayor incremento. Los ítems 9 y 14 fueron completados por el 100% de los participantes tanto antes como después de la sesión práctica (Tabla 2).

Tabla 2: Porcentajes de logro de cada ítems del *checklist* previo y posterior al curso de simulación de acceso vascular periférico (AVP) con ecografía.

Preparación y elección de sitio a puncionar		Previo (%logro)	Posterior (%logro)
1	Posicionar ecógrafo de forma correcta (en línea con el operador)	93% (28)	90% (27)
2	Seleccionar transductor lineal	93% (28)	97% (29)
3	Seleccionar modo B, en "nervio"	60% (18)	80% (24)
4	Colocar pequeña cantidad de gel sobre transductor	93% (28)	90% (27)
5	Colocar apósito adhesivo transparentes (<i>Tegaderm</i>) sobre traductor, sin dejar burbujas	97% (29)	90% (27)
6	Colocar cantidad de gel suficiente sobre transductor	90% (27)	100% (30)
7	Tener en la mesa apósito adhesivo transparentes (<i>Tegaderm</i>) para AVP y teflón 20G	93% (28)	87% (26)
8	Asegurar que marca del transductor, coincida con marca de la pantalla del ecógrafo	73% (22)	77% (23)
Procedimiento			
9	Elegir vaso en modelo de simulación	100% (30)	100% (30)
10	Posicionar vaso seleccionado en eje corto y en el centro de la pantalla	97% (29)	97% (29)
11	Seguir vaso seleccionado en eje corto	37% (11)	63% (19)
12	Ajustar profundidad y ganancia adecuada	37% (11)	70% (21)
13	Alinear punta de la aguja del teflón en el centro del transductor, sobre el vaso seleccionado	87% (26)	97% (29)
14	Ingresar teflón a modelo con ángulo adecuado, de 30-45°	100% (30)	100% (30)
15	Identificar punta de la aguja dentro del modelo, en la pantalla del ecógrafo, antes de seguir con procedimiento	37% (11)	97% (29)
16	Seguir la punta de la aguja a través del modelo, hasta la pared del vaso seleccionado	10% (3)	93% (28)
17	Canular vaso seleccionado, hasta obtener punta de la aguja en el centro del vaso	43% (13)	97% (29)
18	Avanzar teflón y retirar guía	53% (16)	100% (30)

En la escala OSATS hubo una mejoría del puntaje, obteniendo una mediana de 11 (7-23) puntos previo al entrenamiento y 20 (12-35) al finalizar (Tabla 3). Y se observó una disminución del tiempo de desempeño (182,5 vs 114; $p<0,001$) (Tabla 3, Figura 2).

Tabla 3: Medianas y rango mínimo y máximo de los puntajes obtenidos en la escala OSATS previo y posterior al curso de simulación clínica de acceso vascular periférico (AVP) con ecografía. Se muestra la escala *likert* de cada ítem con la descripción del puntaje mínimo y máximo. El puntaje total se calcula con la suma de los ítems.

Ítem y puntuación	Previo mediana (mín-máx)	Posterior mediana (mín-máx)
Respeto por los tejidos (1-5)		
1 (Uso frecuente de fuerza innecesaria en el tejido, o daño causado por uso inapropiado del instrumental)	3(1-5)	4 (2-5)
5 (Maneja los tejidos apropiadamente con mínimo daño)		
Tiempo y movimientos (1-5)		
1 (Muchos movimientos innecesarios)	2 (1-4)	4 (2-5)
5 (Economía de movimientos y máxima eficiencia)		
Uso del instrumental (1-5)		
1 (Frecuentemente hace movimientos vacilantes y torpes con instrumentos)	2 (1-5)	4 (2-5)
5 (Movimientos fluidos con los instrumentos y sin torpeza)		
Flujo operatorio y planificación posterior (1-5)		
1 (Frecuentemente detiene el procedimiento o requiere discutir los pasos siguientes)	2 (1-5)	4 (2-5)
5 (Curso planeado del procedimiento en forma obvia, con flujo sin esfuerzo)		
Conocimiento del procedimiento (1-5)		
1 (Conocimiento deficiente. Requiere instrucciones en la mayoría de los pasos del procedimiento)	4 (2-5)	4 (4-5)
5 (Familiaridad demostrada con todos los aspectos del procedimiento)		
Total	11 (7-23)	20 (12-35)

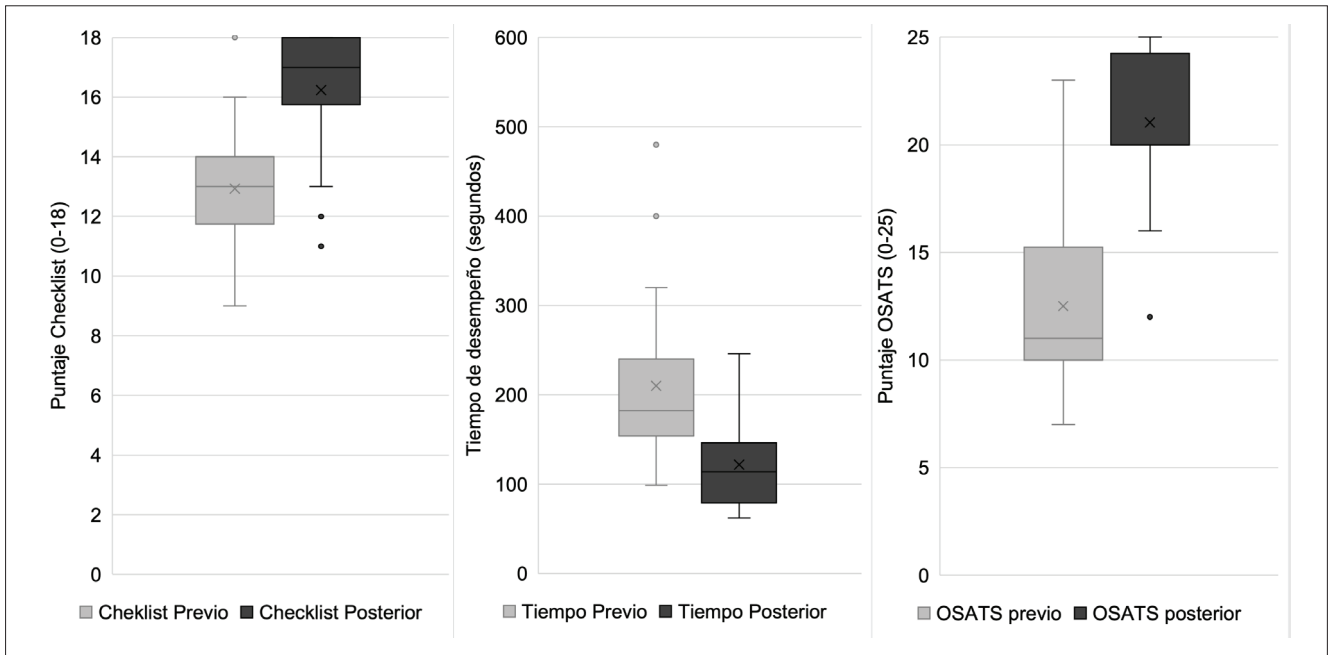


Figura 2: *boxplot* de puntajes *checklist*, OSATS y tiempos previo y posterior al curso de entrenamiento de AVP con ecografía.

Al finalizar el curso, el 50% (8) se siente muy segura o segura en la instalación de AVP ecoguiada. El 100% de las participantes respondieron que estaban de totalmente acuerdo o de acuerdo de que este curso sería útil en su práctica clínica. El curso obtuvo un 100% de recomendación por parte de los participantes.

Discusión

El objetivo de nuestro estudio fue implementar un curso basado en simulación clínica de instalación de AVP ecoguiada para el equipo de enfermería del Servicio de Urgencia de la Red de Salud UC-CHRISTUS y evaluar el impacto en su desempeño tras el entrenamiento. Los resultados demostraron que el curso mejoró significativamente el desempeño de los participantes. La literatura existente sugiere que la formación en ecografía mejora la capacidad de los profesionales de la salud para realizar procedimientos de acceso venoso en pacientes DIVA y previene la necesidad de accesos periféricos más complejos (Jørgensen *et al.*, 2021).

La prevalencia de pacientes DIVA en los servicios de urgencia varía ampliamente, oscilando entre el 8% y el 87% (Jacobson & Winslow, 2005; Fields *et al.*, 2014; Salleras-Duran *et al.*, 2016). Esto depende de factores como edad avanzada, comorbilidades, índice de masa corporal elevado, hipovolemia, edema y antecedentes de múltiples punciones (Fields *et al.*, 2014; Salleras-Duran *et al.*, 2016; Little *et al.*, 2022; Bahl *et al.*, 2023). Estos factores contribuyen a la dificultad y a la necesidad de múltiples intentos para establecer un acceso venoso, lo cual puede retrasar el tratamiento y aumentar la incomodidad del paciente (Jacobson & Winslow, 2005; Fields *et al.*, 2014). La implementación de técnicas ecoguiadas para la instalación de AVP puede mitigar estos desafíos al aumentar la tasa de éxito en el primer intento y reducir el tiempo necesario para el procedimiento (Bridey *et al.*, 2018; Millington *et al.*, 2020).

Estudios previos han evaluado la eficacia de cursos de ecografía para la instalación de AVP en enfermería, encontrando mejoras significativas en el desempeño técnico y la confianza de los profesionales así como la satisfacción de los pacientes (Salleras-Duran *et al.*, 2016; Jørgensen *et al.*, 2021). La revisión sistemática de Jørgensen *et al.* encontró que los estudios relacionados a la educación de esta destreza, varían ampliamente en cuanto a los alumnos objetivo, el diseño del estudio, las herramientas de evaluación y las medidas de resultado, lo que dificulta la comparación directa entre ellos. Sin embargo, los resultados permitieron concluir que el aprendizaje *e-learning* y la enseñanza didáctica en el aula eran igualmente eficaces (Jørgensen *et al.*, 2021). Nuestro estudio tiene una modalidad mixta de aprendizaje, revisión de clase audiograbadas on-line y luego la práctica deliberada en sesiones presenciales de simulación con retroalimentación directa

de un tutor. Lo cual permite la optimización de los tiempos para el logro de los objetivos.

Internacionalmente estos estudios han sido dirigidos a médicos de urgencias, anestesia, estudiantes de medicina y equipos de enfermería. En nuestro país no se han reportado estudios que tengan como objetivo enseñar esta competencia en el equipo de enfermería. En el entorno dinámico y de alta presión que constituye un servicio de urgencia, el dominio de la punción venosa por el equipo de enfermería es esencial para reducir las complicaciones, mejorar la comodidad del paciente y agilizar los procesos de atención. La utilización de la ecografía puede mejorar la capacidad de realizar esta punción de manera precisa y eficiente; fortaleciendo su autonomía.

Los resultados de nuestra investigación indican que los ítems del *checklist* que mostraron mayores mejoras fueron aquellos relacionados con la identificación y seguimiento de la punta de la aguja dentro del vaso seleccionado, lo cual es crucial para el éxito del procedimiento ecoguiado. Específicamente, los ítems 15 ("Identificar punta de la aguja dentro del modelo en la pantalla del ecógrafo antes de seguir con el procedimiento") y 16 ("Seguir la punta de la aguja a través del modelo hasta la pared del vaso seleccionado") mostraron los mayores incrementos. Esta mejora puede atribuirse al enfoque práctico y supervisado del curso, que permitió a los participantes familiarizarse con la técnica en un entorno controlado antes de aplicarla nuevamente en modelos simulados por su cuenta (Chinnock *et al.*, 2007; Moore, 2013). Algunos ítems del *checklist* no mostraron cambios notorios, como el ítem 9 ("Elegir vaso en modelo de simulación") y el ítem 14 ("Ingresar teflón al modelo con ángulo adecuado de 30-45°"), los cuales ya presentaban una alta tasa de logro antes del curso. Esto puede deberse a que estos pasos son más básicos y los participantes ya tenían experiencia previa en ellos. En cambio, los ítems que implican el uso detallado de la ecografía requieren habilidades más específicas que fueron directamente abordadas y mejoradas mediante el curso. Es posible que la familiaridad previa con estos procedimientos básicos limite el margen de mejora observable tras el curso, en comparación con las habilidades avanzadas que eran menos dominadas inicialmente.

Después del curso, la percepción de seguridad de los participantes en la realización del procedimiento aumentó de forma importante. Además, el curso mostró un alto nivel de satisfacción, siendo recomendado ampliamente. Estos resultados son consistentes con la literatura (Edwards & Jones, 2018; Adhikari *et al.*, 2015; Amick *et al.*, 2022), donde se observa que los cursos incrementan además la confianza de los estudiantes en la realización del procedimiento y subrayan la importancia de adquirir esta habilidad para su práctica clínica habitual.

Nuestro estudio presenta algunas limitaciones. La evaluación se realizó en un modelo simulado, lo que puede no reflejar completamente la complejidad del entorno clínico real, como la variabilidad anatómica y las condiciones específicas del paciente (Bridey *et al.*, 2018). Además, el seguimiento a largo plazo de la retención de habilidades y el impacto en la práctica clínica no fue evaluado. La línea de investigación continúa en la evaluación del desempeño de los participantes en situaciones clínicas reales (Brannam *et al.*, 2004; Chinnock *et al.*, 2007) y la sostenibilidad de las habilidades adquiridas a lo largo del tiempo.

Algunas fortalezas de este estudio son el diseño prospectivo y el uso de pautas validadas para la evaluación del desempeño de los participantes, como la escala OSATS (Martin *et al.*, 1997) y *checklist* adaptado (Jung *et al.*, 2016). Además, el curso fue desarrollado con la colaboración de expertos en anestesiología, medicina de urgencia y enfermería, asegurando que el contenido del curso sea relevante y de alta calidad. El porcentaje de recomendación y la alta satisfacción podrían además tener una alta adherencia en una implementación futura.

Conclusión

El curso de instalación de AVP guiado por ecografía mejoró significativamente el desempeño del equipo de enfermería del Servicio de Urgencia de la Red de Salud UC-CHRISTUS y demostró un alto nivel de satisfacción entre los participantes. Futuros estudios deberían enfocarse en evaluar el impacto en situaciones clínicas reales y a largo plazo para validar estos hallazgos y optimizar la formación continua del personal de enfermería.

Reconocimientos

Contribuciones declaradas por los autores:

Sofía Rivera-González y Catalina Vidal-Olate: Conceptualización Y Metodología.

Sofía Rivera-González, Francisca Seydewitz-Osses y María Pía Bravo-Bertoglio: Investigación.

Sofía Rivera-González, Francisca Seydewitz-Osses, María Pía Bravo-Bertoglio, Carlos Basaure-Verdejo, Catalina Vidal-Olate: Análisis Formal

Sofía Rivera-González y Catalina Vidal-Olate: Escritura – Borrador Original

Francisca Seydewitz-Osses y Carlos Basaure-Verdejo: Escritura – Revisión y Edición.

Sofía Rivera-González, Francisca Seydewitz-Osses, María Pía Bravo-Bertoglio, Carlos Basaure-Verdejo, Catalina Vidal-Olate: Revisión y aprobación de la versión final del manuscrito.

Conflictos de interés: No existen conflictos de interés declarados por los autores de este estudio.

Fuentes de financiamiento: Este proyecto fue financiado parcialmente por la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con la adjudicación de los fondos concursables para becados-residentes código PB 51-24.

Agradecimientos

Como equipo de investigación queremos además expresar nuestro agradecimiento a todos los equipos de enfermería que participaron en esta investigación. Su dedicación, profesionalismo y disposición para colaborar han sido fundamentales para el desarrollo de este estudio.

Referencias

- Adhikari S, Schmier C & Marx J. (2015). Focused simulation training: emergency department nurses' confidence and comfort level in performing ultrasound-guided vascular access. *The Journal of Vascular Access* **16** (6), 515–520. <https://doi.org/10.5301/jva.5000436>
- Alexandrou E, Ray-Barruel G, Carr PJ, Frost S, Inwood S, Higgins N, Lin F, Alberto L, Mermel L & Rickard CM. (2015). International prevalence of the use of peripheral intravenous catheters. *Journal of Hospital Medicine* **10**, 530–533. <https://doi.org/10.1002/jhm.2389>
- Amick AE, Feinsmith SE, Davis EM, Sell J, Macdonald V, Trinquero P, Moore AG, Gappmeier V, Colton K, Cunningham A, Ford W, Feinglass J & Barsuk JH. (2022). Simulation-based mastery learning improves ultrasound-guided peripheral intravenous catheter insertion skills of practicing nurses. *Simulation in Healthcare* **17**, 7–14. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000545>
- Bahl A, Johnson S, Alsbrooks K, Mares A, Gala S & Hoerauf K. (2023). Defining difficult intravenous access (DIVA): a systematic review. *The Journal of Vascular Access* **24**, 904–910. <https://doi.org/10.1177/11297298211059648>
- Bauman M, Braude D & Crandall C. (2009). Ultrasound-guidance vs. standard technique in difficult vascular access patients by ED technicians. *The American Journal of Emergency Medicine* **27** (2), 135–140. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2008.02.005>

- Brannam L, Blaivas M, Lyon M & Flake M. (2004). Emergency nurses' utilization of ultrasound guidance for placement of peripheral intravenous lines in difficult-access patients. *Academic Emergency Medicine* **11** (12), 1361–1363. <https://doi.org/10.1197/j.aem.2004.08.027>
- Bridey C, Thilly N, Lefevre T, Maire-Richard A, Morel M, Levy B, Girerd N & Kimmoun A. (2018). Ultrasound-guided versus landmark approach for peripheral intravenous access by critical care nurses: a randomised controlled study. *BMJ Open* **8** (6), e020220. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020220>
- Cancer Nurses Society of Australia. (2024). *CNSA Vascular Access Devices: Evidence-Based Clinical Practice Guidelines*. Disponible en: <https://www.cnsa.org.au/practiceresources/vascular-access-guidelines/patients-with-diva> Consultado el 1 octubre 2024.
- Chinnock B, Thornton S & Hendey GW. (2007). Predictors of success in nurse-performed ultrasound-guided cannulation. *The Journal of Emergency Medicine* **33** (4), 401–405. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2007.02.027>
- Crowley M, Brim C, Proehl J, Barnason S, Leviner S, Lindauer C, Naccarato M, Storer A, Williams J & Papa A. (2012). Emergency nursing resource: difficult intravenous access. *Journal of Emergency Nursing* **38**, 335–343. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2012.05.010>
- Edwards C & Jones J. (2018). Development and implementation of an ultrasound-guided peripheral intravenous catheter program for emergency nurses. *Journal of Emergency Nursing* **44** (1), 33–36. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2017.07.009>
- Fields JM, Piela NE, Au AK & Ku BS. (2014). Risk factors associated with difficult venous access in adult ED patients. *The American Journal of Emergency Medicine* **32**. (10), 1179–1182. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2014.07.008>
- Jacobson AF & Winslow EH. (2005). Variables influencing intravenous catheter insertion difficulty and failure: an analysis of 339 intravenous catheter insertions. *Heart & Lung* **34**, 345–359. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2005.04.002>
- Jørgensen R, Laursen CB, Konge L & Pietersen PI. (2021). Education in the placement of ultrasound-guided peripheral venous catheters: a systematic review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* **29** (1), 83. <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00897-z>
- Jung CF, Breaud AH, Sheng AY, Byrne MW, Muruganandan KM, Dhanani M & Leo MM. (2016). Delphi method validation of a procedural performance checklist for insertion of an ultrasound-guided peripheral intravenous catheter. *The American Journal of Emergency Medicine* **34** (11), 2227–2230. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2016.08.006>
- Little A, Jones DG & Alsbrooks K. (2022). A narrative review of historic and current approaches for patients with difficult venous access: considerations for the emergency department. *Expert Review of Medical Devices* **19**, 441–449. <https://doi.org/10.1080/17434440.2022.2095904>
- Martin JA, Regehr G, Reznick R, Macrae H, Murnaghan J, Hutchison C & Brown M. (1997). Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *British Journal of Surgery* **84** (2), 273–278. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.1997.02502.x>
- Millington SJ, Hendin A, Shiloh AL & Koenig S. (2020). Better With Ultrasound: Peripheral Intravenous Catheter Insertion. *Chest* **157**(2), 369–375. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.04.139>
- Moore C. (2013). An emergency department nurse-driven ultrasound-guided peripheral intravenous line program. *Journal of the Association for Vascular Access* **18**, 45–51.
- Reichman EF. (2013). Chapter 48. Venipuncture and peripheral intravenous access. En *Emergency Medicine Procedures*, 2ª ed. The McGraw-Hill Companies.
- Salleras-Duran L, Fuentes-Pumarola C, Bosch-Borràs N, Punset-Font X & Sampol-Granes FX. (2016). Ultrasound-guided peripheral venous catheterization in emergency services. *Journal of Emergency Nursing* **42** (4), 338–343. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2015.11.005>
- StataCorp. (2024). Stata Statistical Software: Release 16. College Station, TX: StataCorp LLC.
- Your Design Medical. (2024). Ultrasound Guided IV Trainer Vascular Phantom Trainer. Disponible en: <https://yourdesignmedical.com/collections/ultrasound-phantoms/products/ultrasound-guided-iv-trainer> Consultado el 1 octubre de 2024