

Abordajes basados en simulación para acceso venoso electivo en pediátricos inestables por trauma

Dayanna Nicole Moriel Ávila
orcid.org/0009-0001-0604-7446
Estudiante de Medicina - UCSG

Alex Sebastián Rodríguez Bravo
orcid.org/0009-0004-5987-8886
Estudiante de Medicina- UCSG

Dra. Kira Evelyn Sánchez Piedrahita
orcid.org/0009-0007-4601-5792
Tutora académica UCSG

Resumen:

Los traumatismos se consideran como principal detonante en la mortalidad y discapacidad en la población pediátrica, asociados a causas como ahogamientos, quemaduras o caídas. En este contexto, el acceso venoso central es un procedimiento fundamental en pacientes críticos, especialmente en contextos de trauma, sepsis o inestabilidad hemodinámica. Entre los sitios de acceso central, la vena femoral es la más utilizada y presenta la menor tasa de complicaciones a corto plazo donde se busca administrar medicamentos, fluidoterapia, nutrición parenteral total o para monitorización hemodinámica o hemodiálisis. Para realizar dicho procedimiento se utilizan diversas técnicas y en ocasiones herramientas auxiliares como la ecografía con la implementación de la simulación clínica nos permite reconocer tanto sus indicaciones como complicaciones

relacionadas con su colocación.

Palabras clave: Pediatría, Vías de Administración de Medicamentos, Cateterismo Periférico, Entrenamiento Simulado, Atención de Apoyo Vital Avanzado en Trauma.

Abstract:

Trauma remains the leading cause of mortality and disability in the pediatric population, frequently associated with causes such as drowning, thermal injuries, or falls. In critically ill patients, central venous access is a cornerstone of management, especially in cases such as sepsis, or hemodynamic instability. Among the available vascular access sites, the femoral vein is commonly utilized due to its anatomical accessibility and comparatively lower incidence of acute mechanical complications during the administration of

medications, fluid therapy, total parenteral nutrition, or for hemodynamic monitoring or hemodialysis. Multiple insertion techniques have been described and the incorporation of adjunctive modalities (most notably real-time ultrasound guidance) combined with simulation-based medical education has significantly improved procedural proficiency, optimized success rates, and reduced the risk of catheter-related complications. Thereby enhancing the identification of appropriate indications and potential adverse events associated with its placement.

Key Words: Pediatrics, Drug Administration Routes, Peripheral Catheterization, Simulated Training, Advanced Life Support in Trauma.

Introducción

Según la OPS y la OMS, los traumatismos son una causa principal de muerte y discapacidad en niños y adolescentes, con accidentes de tránsito, ahogamientos, caídas y quemaduras como las principales causas y representa un desafío significativo en los servicios de emergencia y cuidados críticos (Organización Mundial de la Salud, 2023). En este contexto, según el PALS la obtención de un acceso venoso oportuno y seguro es un componente esencial para la administración de fluidos, fármacos y hemoderivados, especialmente en pacientes críticamente enfermos (PALS, 2025). Sin embargo, las particularidades anatómicas y fisiológicas de la población pediátrica, sumadas a la inestabilidad hemodinámica propia del trauma, incrementan la complejidad del procedimiento y el riesgo de fallos o complicaciones, lo que puede impactar negativamente en el pronóstico del paciente.

Diversas estrategias de acceso venoso electivo han sido descritas para su uso en escenarios de trauma pediátrico, incluyendo

accesos periféricos, centrales e intraóseos, cuya selección depende de múltiples factores clínicos y contextuales. En este escenario, la simulación clínica ha emergido como una herramienta clave para el entrenamiento, la estandarización de procedimientos y la mejora de la toma de decisiones en situaciones críticas. La evidencia disponible sugiere que la simulación permite reproducir escenarios complejos de alta fidelidad, favoreciendo el desarrollo de competencias técnicas y no técnicas, así como la reducción de errores asociados a la práctica clínica real.

A pesar de ello, persiste una notable variabilidad en la elección del acceso venoso electivo en situaciones de traumatismo pediátrico, así como una falta de consenso sobre las estrategias más adecuadas según el escenario clínico. Además, las contraindicaciones, limitaciones y determinantes clave para la toma de decisiones no siempre se encuentran claramente señalados en la literatura. Por lo tanto, resulta necesario sintetizar la evidencia científica disponible desde el enfoque de la simulación clínica, con el fin de objetivar la selección del acceso venoso electivo y contribuir a una práctica clínica más segura y basada en la evidencia.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio de carácter descriptivo basado en una revisión de literatura científica actualizada sobre simulación clínica pediátrica guiada para el acceso venoso electivo y su aplicación en el aprendizaje. La búsqueda de información se llevó a cabo en las bases de datos PubMed, UptoDate y Elsevier. Se emplearon palabras clave como Vías de Administración de Medicamentos, Entrenamiento Simulado y Atención de Apoyo Vital Avanzado en Trauma, combinada con operadores booleanos AND y OR.

Esta perspectiva permitió recopilar la evidencia disponible acorde a el uso de programas de simulación como herramientas académicas destinadas a innovar y dinamizar el desempeño clínico y a su vez reducir errores fortuitos procedimentales en escenarios críticos reales. La información que se obtuvo nos limita a establecer conclusiones orientadas a objetivar la elección del abordaje óptimo en escenarios clínicos simulados, resaltando el papel de la misma como medio para mejorar el juicio clínico y la toma de decisiones en tiempo real con el objetivo de minimizar errores en la práctica laboral real.

Como criterios de inclusión se consideraron fuentes fidedignas, revisiones narrativas y guías clínicas relacionadas con el tema de estudio. De este modo, se logró un análisis descriptivo óptimo donde se extrajo información relevante sobre el tema de estudio.

Resultados

La evidencia científica identifica un cambio crítico en la enseñanza de procedimientos invasivos migrando del proceso tradicional de observar y realizar a aprender, ver, practicar, demostrar, realizar y mantener el cual garantiza un mayor grado de capacidad técnica antes de la realización de intervenciones clínicas reales.

En situaciones de emergencias traumáticas, la estrategia técnica fundamental es el uso del ultrasonido como estándar de oro, ya que permite la localización directa de estructuras y anomalías, reduciendo la tasa de complicaciones mecánicas de un 2,2% a un 1,2% en la práctica clínica.

Los programas avanzados destacan la relevancia tanto de la selección del tamaño del catéter para prevenir complicaciones como el tromboembolismo venoso, como el

sitio a elegir, en el que se destaca la yugular interna logrando una mayor tasa de éxito al primer intento (72,9%) frente al observado en la vía femoral (53,9%). Se evidenciaron complicaciones relacionadas a la técnica seleccionada en el que aproximadamente de 8%:4 corresponde a neumotórax y el 1.5% a punciones arteriales y hematomas.

La simulación clínica permite el abordaje de habilidades críticas evaluadas mediante distintos criterios objetivos. El aprendizaje inicia con la proporción de guías y material de estudio del sitio anatómico y del procedimiento donde a través de la práctica deliberada en estaciones (enfocadas en anatomía, técnica estéril, técnica de Seldinger y acceso ecoguiado), los profesionales logran reducir el tiempo de ejecución del procedimiento de 264 a 146 segundos, al mismo tiempo que elevan su confianza clínica de 1.5 a 4.0 en una escala de 5 puntos.

Además de emplear métodos tales como la visualización constante de la punta de la aguja mediante técnicas de seguimiento dinámico y la coordinación ojo-mano para evitar la penetración de la pared posterior de la vena, disminuyendo así la tasa de error y generación de complicaciones.

También se considera el uso de vías intraóseas y su aplicación en simulación donde estudios demuestran un incremento significativo de la confianza tras las prácticas además de la adquisición de pensamiento crítico de cuando aplicar la vía intraósea por encima de la CVC. Se reportaron 122 episodios de colocación de acceso intraóseo con 11,4% de éxitos antes del inicio del programa de capacitación.

Tabla 1. Método de acceso venoso electivo

Método de acceso venoso electivo	Estrategia técnica deseada	Tasa de éxito al primer intento%	Principales complicaciones reportadas
Yugular interna eco guiada	Uso de ultrasonido como estándar de oro	Hasta 72,9% según estudios pediátricos revisados	Neumotórax (~4%), punción arterial, hematomas
Femoral eco guiada	Ultrasonido para localización vascular	Aproximadamente 53,9% en estudios comparativos	Infección, trombosis
Acceso venoso periférico	Técnica convencional	68% con técnica eco guiada en pacientes pediátricos difíciles	Extravasación, fallos repetidos
Acceso intraóseo	Alternativa en colapso vascular	81,9% en emergencias pediátricas	Dolor, extravasación ósea

Figura 1. Confianza clínica y tasa de error asociadas al entrenamiento con simulación



Figura 2. Confianza clínica y tasa de error antes y después de simulación



Fuente: Elaboración propia

Discusión

La enseñanza de procedimientos invasivos tenía como eje la doctrina "ver uno, hacer uno", pero la evidencia actual sugiere una migración hacia campos pedagógicos más rigurosos y complejos como el "aprender, ver, practicar, demostrar, hacer y mantener". Este cambio es fundamental porque, como señalan las fuentes, la capacitación con el uso de tecnologías como la simulación clínica no es solo un complemento educativo, sino una intervención de seguridad institucional que logra reducir las complicaciones mecánicas reales en la práctica clínica de un 2,2% a un 1,2%. (Tokumine et al., 2025)

Las metodologías de aprendizaje basado en la observación, realización y conservación además de la práctica deliberada optimizan el juicio clínico más no la praxis como tal. Se fomenta al estudiante que sea un constructor activo de su conocimiento y desarrolle un pensamiento crítico para resolver situaciones de salud complejas, la simulación técnica proporciona el entorno seguro para la adquisición de habilidades motoras finas. Las fuentes demuestran que este enfoque combinado no solo mejora el conocimiento teórico (del 68% al 88%), sino que eleva drásticamente la confianza del profesional, un factor psicológico crítico al enfrentar emergencias traumáticas. (Good RJ et al., 2025)

Un punto central de debate es la relación entre la técnica adquirida en simulación y los resultados en pacientes pediátricos críticamente inestables. Las fuentes enfatizan la relación directamente proporcional entre el número de punciones y la presentación de complicaciones. En este contexto, el uso del ultrasonido se consolida como el estándar de oro, permitiendo la localización directa de estructuras y anomalías anatómicas, lo que resulta en una tasa de éxito significativamente mayor en la vena yugular interna (72,9%) frente a la femoral (53,9%) (Pellegrini et al., 2022).

No obstante, el AVP y el AI en los resultados analizados no se evidencian en términos porcentuales, debido a la multitud de escenarios clínicos y aristas en los que están indicados propiamente. Su aptitud de elegibilidad depende del estado hemodinámico del paciente, los recursos que se dispongan, la efectividad de la reanimación durante la urgencia, lo que limita la estandarización de éxito. En este encuadre, ambas estrategias son descritas como variables de rescate, que son indicadas cuando el acceso venoso central resulta en un fallo técnico o su canalización es compleja. De esta manera cumpliendo un rol crítico en la estabilización inicial más que en la optimización definitiva con respecto a errores o tiempos.

Conclusión

En conclusión, la integración de los datos presentados nos permite una visión y análisis profundo sobre la evolución de la enseñanza médica, la seguridad del paciente y la implementación de tecnologías avanzadas en el acceso vascular. La evidencia científica analizada permite identificar que la simulación clínica constituye una estrategia formativa fundamental para el abordaje del acceso venoso electivo en emergencias traumáticas pediátricas. Su implementación favorece la adquisición progresiva de competencias técnicas, mejora la confianza clínica y optimiza la toma de decisiones en escenarios críticos, reduciendo la probabilidad de errores y complicaciones

asociadas a procedimientos invasivos. En este sentido, la transición desde modelos tradicionales de enseñanza hacia enfoques estructurados basados en simulación se consolida como una intervención clave en términos de seguridad del paciente y calidad asistencial.

Asimismo, los resultados ponen de manifiesto que la elección del tipo de acceso vascular debe responder a una evaluación clínica integral y contextualizada, más que a la aplicación rígida de técnicas aisladas. La simulación clínica permite entrenar esta capacidad decisional al integrar variables anatómicas, hemodinámicas y logísticas propias del traumatismo pediátrico, reconociendo al acceso venoso periférico y al acceso intraóseo como alternativas de rescate cuando los accesos centrales no son viables.

Bibliografía

1. (S/f). Lww.com. Recuperado el 12 de marzo de 2026, de https://journals.lww.com/co-pediatrics/abstract/2024/06000/updates_on_the_clinical_integration_of.4.aspx
2. (S/f-b). Lww.com. Recuperado el 12 de marzo de 2026, de https://journals.lww.com/co-pediatrics/abstract/2008/06000/bedside_ultrasound_in_the_pediatric_emergency.2.aspx
3. Committee for Prevention of Recurrence Medical Accident Investigation, Support Center. Medical Accident Investigation and Support Center Japan Medical Safety Research Organization. Analysis of Deaths Related to "Insertion/Removal of Central Venous Catheters"- Second report. rev.ed.- (Recommendations for the prevention of recurrence of medical accidents Number 1 7). <https://fle.medsafe.or.jp/fles/teigen17english.pdf>. Accessed 11 march 2026
4. Duran, L. G. (2024, diciembre 2). La simulación como estrategia para mejorar el entrenamiento en la colocación del catéter venoso central. Edu.ar.

<https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/7339>

5. Fogaça KS, Marti GF, Cardoso AI de Q, Almeida RGDS, Marques FRB, Marcheti MA. Clinical simulation training for first responders in pediatric emergencies with family interaction: a scoping review. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2025;78(1):e20240218. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-20240218>

6. García Carranza, A., Caro Pizarro, V., Quirós Cárdenas, G., Monge Badilla, M. J., & Arroyo Quirós, A. (2020). Catéter venoso central y sus complicaciones. *Medicina legal de Costa Rica*, 37(1), 74–86. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152020000100074

7. Good RJ, Mashburn D, Jekich E, et al. Simulation-based training for ultrasound guided central venous catheter placement in pediatric patients. *MedEdPORTAL*. 2022; 18:11276. https://doi.org/10.15766/mep_2374-8265.11276

8. Lefrant JY, Muller L, De La Coussaye JE, Prudhomme M, Ripart J, Gouzes C, et al. Risk factors of failure and immediate complication of subclavian vein catheterization in critically ill patients. *Intensive Care Med*. 2002; 28:1036–41.

9. Mansfeld PF, Hohn DC, Fornage BD, Gregurich MA, Ota DM. Complications and failures of subclavian-vein catheterization. *N Engl J Med*. 1994; 331:1735–8.

10. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med*. 2003; 348:1123–33.

11. Okano H, Mayumi T, Kataoka Y, Banno M, Tsujimoto Y, Shiroshita A, et al. Outcomes of simulation-based education for vascular access: a systematic review and meta-analysis. *Cureus*. 2021; 13:e17188.

12. Patnaik R, Stefanidis D. Outcome-based training and the role of simulation (Part II Procedural Simulation). In: Stefanidis D, Korndorfer JR, Sweet R, editors. *Comprehensive healthcare simulation: surgery and surgical subspecialties*. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG; 2019. p. 69–78.

13. Pellegrini S, Rodríguez R, Lenz M, Berros F, Piroli I, Truszkowski M, et al. Experiencia en el uso de ultrasonido en cateterismo venoso central (yugular-femoral) en pacientes pediátricos en una unidad de cuidados intensivos. *Arch Argent Pediatr* [Internet]. 2022 [citado el 15 de enero de 2026];120(3):6–6. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-00752022000300006&script=sci_arttext

14. Reconocimiento de emergencias médicas. (s/f). *Medlineplus.gov*. Recuperado el 12 de marzo de 2026, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001927.htm>

15. Reyes-Domínguez SB, Adánez Martínez G, Miñambres Rodríguez M, Gil Ortega D, Martínez Salcedo E, García Marcos L. Simulación clínica pediátrica y encuesta de satisfacción del alumno en el grado de Medicina. *Educación médica* [Internet]. 2024;25(5):100938. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.edumed.2024.100938>

16. Takeyama H, Taniguchi M, Sawai H, Funahashi H, Akamo Y, Suzuki S, et al. Limiting vein puncture to three needle passes in subclavian vein catheterization by the infraclavicular approach. *Surg Today*. 2006; 36:779–82.

17. Tokumine et al. *BMC Medical Education* (2025) 25:131 <https://doi.org/10.1186/s12909-025-06739-1>

18. Traumatismos causados por el tránsito [Internet]. *Who.int*. [citado el 16 de enero de 2026]

2026]. Disponible en:
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

19. UpToDate [Internet]. Uptodate.com. [citado el 13 de enero de 2026]. Disponible en :
https://www.uptodate.com/contents/emergency-and-elective-venous-access-in-children?search=emergencias%20pedi%C3%A1tricas&source=search_result&selectedTitle=4~150&usage_type=default&display_rank=4

20. UpToDate. (s/f). Uptodate.com. Recuperado el 13 de enero de 2026, de https://www.uptodate.com/contents/central-venous-access-in-adults-general-principles-of-plaCement?search=acceso%20venoso%20central&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1

21. Lasa, J. J., Dhillon, G. S., Duff, J. P., Hayes, J., Kamath-Rayne, B. D., Levy, A., Mahgoub, M., Morgan, R. W., McCormick, T., Roberts, J. S., Ross, C. E., Schexnayder, S. M., Sweberg, T., Valdés, S. O., & Topjian, A. A. (2025). Part 8: Pediatric advanced life support: 2025 American Heart Association and American Academy of Pediatrics guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*, 152(16 suppl 2), S 4 7 9 – S 5 3 7. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001368>