

# Implementación y evaluación de un curso de accesos venosos centrales ecoguiados para hemodiálisis con simuladores

Diego Tobal López, Rossana Astesiano Alvarez, José Santiago Rodríguez, Manuel Alberti Correa, Oscar Noboa Aldecoa, Liliana Gadola Bergara

## Resumen

**Introducción:** el uso de simuladores en el aprendizaje de maniobras invasivas contribuye a la seguridad del paciente.

**Objetivos:** diseñar y evaluar un curso para aprendizaje de la realización de vías venosas centrales con ecografía Doppler y uso de simuladores.

**Material y método:** se definieron objetivos de aprendizaje, contenidos y metodología didáctica. Se realizaron pruebas de evaluación de destrezas, inicial y final, mediante una evaluación clínica objetiva estructurada (ECO). Se evaluó la opinión de los estudiantes y el nivel de autoconfianza adquirido. El impacto en la práctica clínica se determinó a través del registro de las maniobras de colocación de vía venosa central (VVC) en el semestre siguiente.

**Resultados:** el curso se realizó en el primer semestre 2015 para los siete estudiantes de posgrado de Nefrología de primer año y constó de cuatro instancias (tres horas), con introducción teórica y actividades prácticas con retroalimentación docente inmediata. La encuesta de satisfacción fue Muy Satisfactorio-Excelente en 7/7 y el nivel de autoconfianza aumentó en 4/7 participantes. Se observó una mejora significativa en los ECO inicial vs final (test de t muestras pareadas  $p < 0,05$ ). Se realizó una instancia de reparación. Se registraron las 64 VVC realizadas por los participantes, en el semestre siguiente al curso, y las complicaciones experimentadas: dos punciones arteriales, tres hematomas localizados, un aneurisma arterial y un neumotórax (10%), todos con buena evolución.

**Conclusiones:** el uso de simuladores en el aprendizaje de maniobras invasivas logró un alto grado de satisfacción de los participantes, un aumento de su autoconfianza y una mejora significativa en el aspecto técnico.

**Palabras clave:** SIMULACIÓN  
CAPACITACIÓN  
EDUCACIÓN MÉDICA  
CATETERISMO VENOSO CENTRAL  
DIÁLISIS RENAL

**Key words:** SIMULATION  
TRAINING  
MEDICAL EDUCATION  
CENTRAL VENUS CATHETERIZATION  
RENAL DIALYSIS

## Introducción

La seguridad del paciente es una preocupación constante en el ejercicio profesional y más aún en el ámbito de la educación médica en un hospital universitario. El entrenamiento para la realización de maniobras invasivas se beneficia de una etapa introductoria realizada en simuladores, con un enfoque didáctico que promueva un aprendizaje significativo. En un sentido amplio, la simulación se define como una actividad docente que utiliza la ayuda de simuladores con el fin de estimular y favorecer el aprendizaje en un escenario clínico más o menos complejo<sup>(1,2)</sup>.

La cateterización de venas yugular interna y femoral son maniobras invasivas frecuentemente realizadas en las unidades de Nefrología y potencialmente asociadas a morbimortalidad. Se han descrito complicaciones de diversa índole durante y luego de la confección del abordaje vascular central. Se han reportado 6% a 19% de complicaciones mecánicas en la canulación venosa central yugular y femoral en la práctica clínica habitual<sup>(3)</sup>. Esta frecuencia es variable y se encuentra condicionada por múltiples factores, entre ellos la experiencia del operador y el estado general del paciente<sup>(4)</sup>. La maniobra tradicional basada en la punción transcutánea con repere anatómicos fue descrita en el año 1945. En 1952, Aubaniac realiza el primer trabajo sobre catéteres centrales y Sven-Ivar Seldinger da a conocer su técnica que consiste en la introducción de una guía metálica al sistema venoso a través de la cual se introduce el catéter<sup>(5)</sup>. Existe fuerte evidencia acerca de que el operador debe poseer experiencia y entrenamiento en la maniobra para disminuir la incidencia de complicaciones<sup>(6)</sup>.

Se reconocen además variantes anatómicas en la población que determinan que la topografía y las relaciones entre los vasos del cuello sean cambiantes, por lo que la experiencia, la habilidad y el entrenamiento pueden no ser suficientes para minimizar los riesgos<sup>(6,7)</sup>. Es así que Ultman y colaboradores<sup>(8)</sup>, en 1978, recurren al ultrasonido para topografiar los vasos del cuello y sus relaciones, permitiendo así identificarlos previo a la realización de la maniobra. Yonei y colaboradores<sup>(9)</sup> perfeccionan la técnica de realización de VVC ecoguiada en tiempo real, técnica que se ha difundido en la práctica clínica.

La realización de la maniobra ecoguiada en tiempo real permite identificar, en el paquete vascular elegido, venas y arterias, determinar eventuales variantes anatómicas, verificar la permeabilidad venosa, guiar la punción, confirmar el éxito en la realización de la maniobra y finalmente descartar complicaciones.

Existen diferentes territorios para confeccionar accesos venosos centrales y se describen múltiples aborda-

jes para cada territorio. La vena yugular interna posibilita un abordaje anterior y posterior. A nivel anterior, identificar el triángulo de Sedillot (limitado por los haces esternales y claviculares del esterno-cleido-mastoideo) permite ubicar la vena a una distancia cercana de la piel<sup>(10)</sup>. En caso de que se decida colocar un catéter tunelizado, esto permite labrar un trayecto adecuado para el túnel subcutáneo, por lo que se trata de un abordaje de primera elección en la práctica nefrológica.

El uso de simuladores se ha extendido en los últimos 20 años a nivel internacional en múltiples áreas y a nivel nacional, principalmente en la enseñanza de la reanimación cardiopulmonar y la intubación de vía aérea. Los primeros recursos disponibles en simulación surgen del campo de la anestesiología en los años 60. En 1971, Dombal y colaboradores<sup>(11)</sup> realizan un trabajo en el área médica acerca de simulación con herramientas informáticas para entrenamiento en diagnósticos. Estas herramientas de simulación tienen un desarrollo exponencial a partir de la década de 1980, con el apoyo de la informática, basados en la premisa de que brindar seguridad a los pacientes durante el proceso de aprendizaje es una exigencia ética. Como señala Ziv, “el uso de las simulaciones permitiría preservar la seguridad y el respeto por la intimidad de los pacientes, al tiempo que mejora la formación de los profesionales, lo que contribuye a resolver este conflicto ético”<sup>(1,2)</sup>. Así, el uso de simuladores tiene como principal ventaja resolver un problema ético y contribuir a la seguridad de los pacientes, que es una preocupación constante en el ejercicio profesional y más aún en el ámbito de la educación médica en un hospital universitario. Además se ha demostrado que las simulaciones acortan el tiempo necesario para el aprendizaje de las habilidades y destrezas, ya que se puede repetir el entrenamiento tantas veces como sea necesario hasta adquirir las habilidades requeridas. Esta modalidad permite el error, que se puede llevar hasta sus últimas consecuencias sin repercusiones reales, y permite al estudiante recibir comentarios en tiempo real de docentes y compañeros, con una reflexión que facilita la evaluación de tipo formativo. Algunos autores señalan que las curvas de aprendizaje basadas en la simulación son mejores que las curvas basadas en el entrenamiento convencional<sup>(12)</sup>.

## Fundamentos de la propuesta

En el Hospital de Clínicas existe un Laboratorio de Habilidades Clínicas en el cual actores profesionales participan en actividades “simuladas” para el aprendizaje y la evaluación de historias clínicas estandarizadas por estudiantes de grado. Además, en el Departamento de Emergencia existen maniqués para la enseñanza de reanimación básica. En el Programa del Curso de Pos-

grado de Nefrología (aprobado por el Consejo Directivo Central de la Universidad de la República) se incluye el aprendizaje de la colocación de vías venosas centrales para monitorización hemodinámica, reposición hidroelectrolítica y hemodiálisis. Este aprendizaje se realizaba en el contexto de la práctica clínica, precedido de exposición teórica, demostración práctica por docentes en las guardias obligatorias del posgrado y luego por la realización de la maniobra supervisada en pacientes asistidos en los respectivos servicios. En 2015, se realizó una propuesta innovadora para el aprendizaje de la realización de accesos venosos centrales ecoguiados en tiempo real en maniqués de simulación (Unidad Didáctica de Vías Venosas Centrales por Simulación para Posgrados de Nefrología) y se plantea evaluar dicha experiencia.

El impacto de las actividades educativas puede evaluarse a diferentes niveles, según Kirkpatrick: en primer lugar, la satisfacción de los participantes; en segundo nivel, evaluar los conocimientos adquiridos; tercer nivel, evaluar el impacto en la práctica individual, y en los siguientes niveles el impacto en la práctica clínica general<sup>(13)</sup>.

### Objetivos

Elaborar y evaluar un curso para aprendizaje de la realización de vías venosas centrales con el apoyo de ecografía Doppler y la conexión a hemodiálisis, con maniqués simuladores, para estudiantes de primer año del posgrado de Nefrología.

Objetivos específicos: a) Diseñar y desarrollar una unidad didáctica de aprendizaje de VVC con simuladores. b) Evaluar el nivel de satisfacción de los estudiantes y su autoconfianza, la adquisición de habilidades y destrezas mediante pruebas clínicas objetivas estructuradas, diagnóstica (previa al curso) y sumativa (al finalizarlo) y la tasa de complicaciones de la realización de vías venosas centrales por los participantes del curso en su desempeño profesional inmediato posterior<sup>(14)</sup>.

### Material y método

Se conformó un equipo con docentes de Nefrología que definieron los objetivos de aprendizaje, los contenidos y la metodología didáctica. Se seleccionó bibliografía, se adquirieron simuladores (para vía venosa yugular/subclavia, femoral y conexión de catéter doble luz a hemodiálisis): Blue Phantom, modelos Ultrasound Central Line Training Model, Femoral Vascular Acces Lower Torso y Branched 4 Vessel Ultrasound Training Block Model. La opción del simulador de acceso yugular interno estaba diseñada para el abordaje yugular interno anterior. Se utilizaron en conjunto con ecógrafos SonoSite Micromax y GE Logiq C 5 Premium, ambos

aptos para realizar la maniobra referida. El material para la maniobra fue el habitual para la realización de VVC (catéteres, jeringas, agujas, gasas, vestimenta, etcétera).

Se actualizaron los instructivos precisos para las maniobras específicas. Se definieron los contenidos: anatomía venosa central, medidas de asepsia, uso del ecógrafo y técnica de punción y conexión a hemodiálisis. Se elaboró un programa de cuatro instancias semanales, de tres horas cada una, con una presentación teórica breve introductoria, proyección de videos<sup>(10)</sup> y actividades prácticas directas, individuales y supervisadas, con retroalimentación individual por los docentes responsables. Se realizaron pruebas de evaluación inicial (diagnóstica) y final (sumativa) con la modalidad de evaluación clínica objetiva estructurada (ECO E)<sup>(15)</sup> con un lista de chequeo preestablecida (33 ítems, que incluyeron la solicitud de consentimiento informado, el respeto por las medidas de asepsia, el conocimiento de la técnica de implantación y el uso del ecógrafo). Se consideró aprobado con 24 puntos. Se definió una dinámica de retroalimentación formativa individual durante el curso y al finalizarlo, e instancias de reparación en caso de que un participante no alcanzara el puntaje mínimo establecido.

La evaluación del curso se realizó en los tres niveles propuestos por Kirkpatrick. La opinión de los participantes se evaluó con una encuesta voluntaria de conformidad, anónima, al final del curso, en escala de Likert (deficitario a excelente: 1-5). El nivel de autoconfianza en la maniobra se evaluó en dos instancias, previa y posterior al curso, mediante escala de Likert (nula a excelente: 1-10). Las destrezas adquiridas se evaluaron mediante el ECO E ya mencionado. El impacto en la práctica clínica individual se determinó a través del registro de las maniobras de colocación de VVC del semestre siguiente a la realización del curso (segundo semestre de 2015) reportados en el *portfolio* personal de cada participante y las complicaciones de las mismas, supervisados por los docentes correspondientes. Se solicitó consentimiento informado a los participantes para utilizar los datos referidos, sin referencias identificatorias, en la presente comunicación.

### Resultados

El curso se realizó en el primer semestre de 2015 para los estudiantes de posgrado de Nefrología de primer año. Se utilizaron los simuladores específicos para punción venosa ya descritos (femoral, yugular y conexión VVC).

- a) La encuesta de satisfacción, voluntaria y anónima, fue respondida por todos los participantes (siete) y todos (7/7) consideraron que el curso fue Muy Satis-

**Tabla 1.** Resultados de evaluaciones del curso.

	Previo Curso	Final Curso
N° participantes	7	7
Nivel de satisfacción *		
≥ 4	No corresponde	7 / 7
Nivel de autoconfianza **		
≤ 4	1	0
5 a 6	6	4
7 a 10	0	3
Evaluación Clínica Objetiva Estructurada (ECO)E ***		
Insuficiente	6	1
Suficiente	1	6
Puntaje media ± DS	16,7 ± 3,5	23 ± 5,9 #

\* Nivel de satisfacción escala Likert 1 a 5.  
 \*\* Nivel de autoconfianza escala de Likert de 1 a 10.  
 \*\*\* ECOE Puntaje total 31. Suficiente ≥ 70%  
 # Test de "t" para muestras pareadas p < 0,05

factorio/Excelente (4-5 puntos en los cinco ítems encuestados).

- El nivel de autoconfianza al enfrentar la realización de las maniobras aumentó en 4/7 participantes (tabla 1).
- Se compararon los ECOE inicial y final y se observó que la evaluación de las habilidades y destrezas adquiridas mejoró significativamente: solo un participante alcanzó 24 (75%) puntos en la evaluación inicial vs 6/7 en la final, y el puntaje obtenido aumentó en todos los participantes (test de t, muestras pareadas, p < 0,05). Se realizó una retroalimentación (devolución) de la evaluación final y una instancia de reparación en el participante que no había alcanzado la suficiencia.
- Se analizaron los registros de las VVC realizadas por los participantes en el semestre siguiente, según reporte en los *portfolios* individuales (tabla 2). Se realizaron 64 VVC (entre 4 y 20 por cada participante). De ellas, 36 fueron VVC yugulares y 28 femorales. Como complicaciones se registraron dos punciones arteriales, tres hematomas locales autolimitados, un aneurisma arterial y un neumotórax (11%), todos con buena evolución.

## Discusión

Las simulaciones con maniqués con diseños específicos son instrumentos educativos de gran valor en el aprendizaje de maniobras invasivas (adquisición de ha-

**Tabla 2.** Vías venosas centrales realizadas en el semestre posterior al curso

N° VVC total	64
Venas yugulares	36
Venas femorales	28
Complicaciones	
Sin complicaciones	57 (89%)
Punción arterial	2
Hematoma local	3
Aneurisma arterial	1
Neumotórax	1

bilidades y destrezas). Varios autores (Pales y colaboradores, basado en los trabajos de Ziv, Vázquez-Mata y Guillamet Lloveras)<sup>(16)</sup> resumen los principales factores que han determinado la implementación del uso de simuladores en la enseñanza y aprendizaje de ciencias médicas: a) Programas para la seguridad y los derechos del paciente promovidos, entre otras instituciones, por la Organización Mundial de la Salud. b) La restricción para la educación médica que supone la desproporción estudiantes-pacientes. c) Los cambios en el modelo asistencial sanitario que limita que un paciente ingresado pueda ser sometido a exploraciones y procedimientos con objeto de entrenar a estudiantes, ya que esto supone molestias para los pacientes, posibles peligros para su seguridad al ser realizados por manos inexpertas y enlentecimiento de los procesos asistenciales. d) El impresionante desarrollo en los últimos tiempos de la investigación en el campo de la simulación, que ha logrado la creación de nuevos modelos de simulación, cada vez más realistas y de mayor fidelidad, para el aprendizaje y el entrenamiento de diversas especialidades médicas. El alto nivel de satisfacción y el aumento de la autoconfianza expresado por los participantes coinciden con estos reportes.

Consideramos que el curso cumplió con los objetivos establecidos, ya que las evaluaciones objetivas realizadas evidenciaron una mejora significativa en las destrezas adquiridas (test de t, datos pareados, p < 0,05).

La tasa de complicaciones observada en las VVC realizadas por los participantes, luego del curso, se encuentra dentro de las referidas en la práctica clínica habitual<sup>(3)</sup>, lo que consideramos satisfactorio para profesionales en el inicio de su capacitación. Estos resultados coinciden con autores que refieren una mejor curva de aprendizaje con el uso de simuladores y una menor tasa

de complicaciones, lo que implica un claro beneficio para la seguridad de los pacientes<sup>(12)</sup>.

### Conclusiones

El uso de simuladores en el aprendizaje de maniobras invasivas contribuye a la seguridad de los pacientes y es un imperativo ético. La evaluación del impacto fue positiva, con alto grado de satisfacción de los participantes, aumento de su autoconfianza, una mejora significativa en el aspecto técnico de las destrezas adquiridas y una tasa de complicaciones en el ejercicio profesional inmediato dentro de los rangos reportados a nivel internacional.

### Abstract

**Introduction:** the use of simulators for learning invasive maneuvers contributes to patients' safety.

**Objectives:** to design and evaluate a course for learning how to introduce central venous catheters with Doppler ultrasound and the use of simulators.

**Method:** learning objectives, contents and didactics were defined. Initial and final skills were evaluated by means of an objective structured clinical evaluation (OSCE). The opinion of students and the level of self confidence achieved were evaluated. The impact on the clinical practice was determined by means of a record of the maneuvers of introduction of the central venous line in the following semester.

**Results:** the course was carried out in the first semester of 2015 for the seven Nephrology postgraduate students. It consisted of four modules (three hours) which comprised a theoretical introduction and practical activities, with the immediate feedback by professors. The satisfaction survey revealed the following: very satisfactory-excellent in 7/7 and the level of self-confidence increased in 4/7 participants. A significant improvement was noticed in the initial vs final OSCE (paired samples T-Test 0.05). A repairing instance was prepared. 64 central central venous lines were introduced by participants in the following course, and complications found included the following: two artery punctures, three hematomas localized, an artery aneurysm and a pneumothorax (10%), all of them evidenced a positive evolution.

**Conclusions:** the use of simulators in the learning of invasive maneuvers achieved a high level of satisfaction among participants, an increase in self-confidence and a significant improvement in technical aspects.

### Resumo

**Introdução:** o uso de simuladores para a aprendizagem de manobras invasivas contribui para a segurança do paciente.

**Objetivos:** planejar e avaliar um curso para aprendizagem da realização de vias venosas centrais com ultrassom Doppler e uso de simuladores.

**Material e método:** foram definidos os objetivos de aprendizagem, conteúdos e metodologia didática. Foram realizadas provas de avaliação de destrezas, inicial e final, utilizando uma avaliação clínica objetiva estruturada (ECOIE). Também foram avaliados a opinião dos estudantes e o nível de autoconfiança adquirido. O impacto na prática clínica foi determinado pelo registro das manobras de colocação de via venosa central (VVC) no semestre seguinte.

**Resultados:** o curso foi realizado no primeiro semestre de 2015 com os sete estudantes do primeiro ano de pós-graduação em Nefrologia constava de quatro módulos de três horas cada, com introdução teórica e atividades práticas com retroalimentação docente imediata. A pesquisa de satisfação mostrou um resultado Muito Satisfatório-Excelente em 7/7 e o nível de autoconfiança aumentou em 4 dos 7 participantes. Foi observada uma melhoria significativa nos ECOIE inicial vs final (teste de t para amostras pareadas  $p < 0,05$ ). Também foi realizada um módulo de reparação. No semestre seguinte ao curso foram registradas as 64 VVC realizadas pelos participantes e as complicações observadas: duas punções arteriais, três hematomas localizados, um aneurisma arterial e um pneumotórax (10%), todos com boa evolução.

**Conclusões:** o uso de simuladores na aprendizagem de manobras invasivas teve um alto grau de satisfação dos participantes, mostrou um aumento da autoconfiança dos mesmos e uma melhoria significativa dos aspectos técnicos.

### Bibliografía

1. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med* 2003; 78(8):783-8.
2. Minha S, Shefet D, Sagi D, Berkenstadt H, Ziv A. See one, sim one, do one: a national pre-internship boot-camp to ensure a safer "student to doctor" transition. *PLoS One* 2016; 11(3):e0150122.
3. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med* 2003; 348(12): 1123-33.
4. Kaye AD, Fox CJ, Hymel BJ, Gayle JA, Hawney HA, Bawcom BA, et al. The importance of training for ultrasound guidance in central vein catheterization. *Middle East J Anaesthesiol* 2011; 21(1):61-6.
5. Greitz T. Memorial: Sven.Ivar Seldinger. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999; 20(6):1180-1.
6. Gayle JA, Kaye AD. Ultrasound guided central vein cannulation: current recommendations and guidelines. *Anesthesiol*

- News 2012 June. Disponible en: [http://www.anesthesiology-news.com/download/centralline\\_an0612\\_wm.pdf](http://www.anesthesiology-news.com/download/centralline_an0612_wm.pdf). [Consulta: 30 marzo 2016].
7. **English IC, Frew RM, Pigott JF, Zaki M.** Percutaneous cannulation of the internal jugular vein. *Thorax* 1969; 24(4):496-7.
  8. **Ullman JI, Stoelting RK.** Internal jugular vein location with the ultrasound Doppler blood flow detector. *Anesth Analg* 1978; 57(1):118.
  9. **Yonei A, Nonoue T, Sari A.** Real-time ultrasonic guidance for percutaneous puncture of the internal jugular vein. *Anesthesiology* 1986; 64(6):830-1.
  10. **Ortega R, Song M, Hansen CJ, Barash P.** Videos in clinical medicine: ultrasound-guided internal jugular vein cannulation. *N Engl J Med* 2010; 362(16):e57.
  11. **De Dombal FT, Horrocks JC, Staniland JR, Gill PW.** Simulation of clinical diagnosis: a comparative study. *Br Med J* 1971; 2(5761):575-7.
  12. **Vázquez Mata G, Guillamet Lloveras A.** El entrenamiento basado en la simulación como innovación imprescindible en la formación médica. *Educ Méd* 2009; 12(3):149-55.
  13. **Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD.** The four levels: an overview. En: Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. *Evaluating training programs*: 3 ed. San Francisco, CA: Berrett-Koehler, 2006:21.
  14. **Fiore E, Leymonié J.** Didáctica práctica para enseñanza básica, media y superior. 3 ed. Montevideo: Grupo Magro, 2014.
  15. **Harden RM.** Assess clinical competence-an overview. *Med Teach* 1979; 1(6):289-96.
  16. **Palés Argullós JL, Gomar Sancho C.** El uso de las simulaciones en educación médica. TESI 2010; 11(2):147-69.