



PUESTA AL DÍA EN MEDICINA INTENSIVA: SEGURIDAD PACIENTE CRÍTICO

Seguridad del paciente, ¿qué aportan la simulación clínica y la innovación docente?

María Jesús Broch Porcar* y Álvaro Castellanos-Ortega

Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, España

Recibido el 17 de diciembre de 2023; aceptado el 24 de marzo de 2024

Disponible en Internet el 29 de abril de 2024

PALABRAS CLAVE

Seguridad;
Simulación clínica;
Simulación in situ;
Entrenamiento;
Trabajo en equipo

Resumen La simulación clínica en medicina intensiva es un método de gran utilidad para potenciar la seguridad del paciente. Permite enfocar sobre la complejidad de la asistencia en la unidad de cuidados intensivos, donde se han de afrontar situaciones críticas que requieren decisiones rápidas y técnicas invasivas que pueden aumentar el riesgo de errores. La simulación, al reproducir contextos clínicos, resulta esencial para desarrollar habilidades técnicas y conductuales, y potenciar el trabajo en equipo en un ambiente seguro, sin daño para el paciente. La simulación *in situ* es un enfoque valioso para entrenar en entornos de trabajo reales y detectar amenazas latentes de seguridad. Nuevos métodos como la realidad virtual y la telesimulación están ganando aceptación. Se presentan evidencias de la utilidad de la simulación clínica para mejorar la seguridad de técnicas y procedimientos, el rendimiento de los equipos y los resultados clínicos. Finalmente, se proponen líneas futuras de investigación.
© 2024 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Safety;
Clinical simulation;
In situ simulation;
Training;
Teamwork

Patient safety, what does clinical simulation and teaching innovation contribute?

Abstract Clinical simulation in Intensive Care Medicine is a crucial tool to strengthen patient safety. It focuses on the complexity of the Intensive Care Unit, where challenging clinical situations require rapid decision making and the use of invasive techniques that can increase the risk of errors and compromise safety. Clinical simulation, by mimicking clinical contexts, is presented as essential for developing technical and non-technical skills and enhancing teamwork in a safe environment, without harm to the patient. *In situ* simulation is a valuable approach to

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ixuscorreu@gmail.com (M.J. Broch Porcar).

practice in realistic environments and to address latent security threats. Other simulation methods as virtual reality and tele-simulation are gaining more and more acceptance. Herein, we provide current data on the clinical utility of clinical simulation related to improved safety in the practice of techniques and procedures, as well as improvements of teamwork performance and outcomes. Finally, we propose the needs for future research.
© 2024 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. All rights reserved.

Introducción

La seguridad del paciente es la piedra angular de la atención médica y un objetivo prioritario de cualquier actividad clínica¹. Han pasado más de dos décadas desde la publicación del conocido informe «Errar es humano: construir un sistema de salud más seguro»². Desde entonces existe un interés creciente en profundizar en el origen de los errores médicos. Como consecuencia, se está impulsando la enseñanza de habilidades técnicas y también de las no técnicas o conductuales, un área de conocimiento que ha recibido poca atención y que juega un importante papel en la seguridad del paciente, especialmente en situaciones de emergencia. El sistema de atención médica debe contemplarse como un sistema técnico-social con procesos e interacciones complejas en los que los errores médicos son en muchos casos más una consecuencia de fallos evitables en el sistema que de prácticas individuales³. La prestación de una atención de calidad, basada en la evidencia científica más actual, depende en última instancia de las competencias de los profesionales y de la estructura del sistema en la que estos realizan su trabajo. En este contexto, la formación de los profesionales sanitarios juega un papel esencial para garantizar que se adquieren esas competencias. La unidad de cuidados intensivos (UCI) es un entorno asistencial en el que los profesionales se enfrentan a situaciones clínicas complejas y cambiantes que requieren decisiones rápidas y la realización de múltiples tareas de forma casi simultánea, lo que puede afectar a la atención y a la comunicación, aumentando el riesgo de errores y comprometiendo la seguridad del paciente⁴. En este entorno realmente desafiante, la simulación clínica ofrece beneficios éticos al proporcionar al profesional un entorno seguro y controlado para adquirir y entrenar habilidades técnicas y no técnicas, y también añade efectividad al aportar una mayor precisión en la capacitación y en la evaluación de las competencias. La simulación proporciona nuevos métodos para enseñar la gestión de errores y la cultura de la seguridad^{1,2}. En 2007 ya David Gaba señaló que «el uso de la simulación para mejorar la seguridad requerirá la integración total de sus aplicaciones en las estructuras y prácticas rutinarias de la atención médica»⁵. Aunque se han realizado esfuerzos considerables para capacitar a los profesionales de Medicina Intensiva mediante la simulación clínica, su uso no se ha generalizado ni sistematizado de forma adecuada para aprovechar todo su potencial. En este artículo de revisión narrativa se describen los métodos más utilizados en

simulación clínica y se presentan las evidencias más actuales sobre su utilidad para desarrollar habilidades técnicas y no técnicas, fortalecer el trabajo en equipo, promover la seguridad de los pacientes en la UCI y mejorar los resultados clínicos.

Simulación clínica

La simulación clínica es una técnica que imita contextos de práctica clínica para aprender sin poner en riesgo la seguridad de los pacientes⁶. Su práctica se ha asociado con un aprendizaje acelerado de técnicas y con una mejora del rendimiento individual, de los equipos de trabajo y de los resultados clínicos⁷⁻¹⁴. Durante décadas, la formación médica ha seguido el modelo: «ver una vez, hacer una vez, enseñar una vez» en pacientes reales. Afortunadamente este modelo está siendo reemplazado gradualmente por la simulación clínica, donde los profesionales sanitarios pueden entrenar, cometer errores sin riesgos para los pacientes, aprender de esos errores y mejorar sus habilidades, lo que se traduce en una atención más segura y efectiva en las situaciones reales. La simulación está en constante desarrollo, se nutre de diversas disciplinas, como teorías del aprendizaje, didáctica, psicología cognitiva, tecnología y seguridad del paciente^{15,16}. Se basa en la teoría de Kolb, que sostiene que, aunque la experiencia es crucial para el aprendizaje y el desarrollo profesional, sin una reflexión rigurosa sobre nuestras acciones no se conseguirá modificar el desempeño¹⁷. Una sesión práctica basada en simulación consta de varias etapas: 1) introducción (*briefing*), cuyo objetivo es guiar a los participantes explicándoles la metodología, los puntos clave de aprendizaje y las ventajas y limitaciones de la simulación y de los simuladores, este paso es importante para reforzar la seguridad psicológica de los participantes^{18,19}; 2) acción, el alumno o el equipo se enfrentan en un escenario simulado a situaciones clínicas que han sido previamente diseñadas para alcanzar unos objetivos concretos de aprendizaje; 3) *debriefing*, que consiste en realizar un análisis del desempeño observado para favorecer el aprendizaje a través de la reflexión, ayudando a los participantes a identificar lagunas en conocimientos, actitudes y reacciones emocionales que podrían contribuir a un desempeño deficiente^{20,21}. Esta técnica de reflexión a través del diálogo proporciona aprendizajes más profundos y duraderos. Aunque hay diferentes estrategias de *debriefing*, no hay evidencia de que una sea superior a otra^{22,23}. Dentro del propio *debriefing* existen varias fases, se comienza

invitando a los participantes a que expresen sus emociones liberando la tensión generada durante la acción en el escenario simulado²⁴ para concentrarse en la siguiente fase, la del aprendizaje propiamente dicha. Existen diferentes estilos conversacionales que cada instructor puede adaptar a su personalidad. El más popular es el *debriefing* de «buen juicio»²⁰ que indaga con curiosidad para entender el modelo mental en el que se basan las decisiones de los participantes y proponer soluciones constructivas para el aprendizaje^{25,26}. En la fase final, de cierre o de *síntesis*, el docente debe comprobar que los alumnos han alcanzado los objetivos de aprendizaje del ejercicio de simulación²⁵. La formación médica mediante la simulación requiere docentes que, además de capacitados en la materia que se desea enseñar, estén instruidos en simulación clínica y en resolución de conflictos. Los instructores deben ser empáticos, crear entornos emocionalmente seguros, tener habilidades de escucha activa y capacidad argumentativa para conducir de manera constructiva las sesiones de *debriefing*²⁷. La retroalimentación efectiva proporcionada por el instructor modificará el desempeño, moldeará habilidades y conocimientos y contribuirá a crear la identidad profesional del participante, siendo el elemento más decisivo en el aprendizaje. Aunque la simulación con alta tecnología recrea mejor la realidad, no es imprescindible para alcanzar objetivos relevantes. El primer simulador utilizado en el ámbito de la salud se registró en 1960²⁸, y desde entonces su desarrollo ha sido constante y significativo. Actualmente existen simuladores muy realistas diseñados para entrenar habilidades técnicas, como los entrenadores de tareas parciales, y habilidades clínicas como los simuladores a escala real (maniqués) que pueden ser de baja, media o alta fidelidad, estos últimos con respuestas fisiológicas realistas²⁹. También se cuenta con pacientes estandarizados (actores). La elección del simulador dependerá de los objetivos de aprendizaje. En la actualidad, la simulación clínica se utiliza para aprender nuevas técnicas, poner en práctica conocimientos, adquirir habilidades conductuales individuales y de equipos, identificar brechas en el desempeño de los profesionales de la UCI y durante la formación especializada, así como método de evaluación formativa y sumativa para demostrar el mantenimiento de competencias profesionales^{29–32}. De hecho, la Comisión Americana de algunas especialidades como Medicina Interna y Anestesiología incorpora la simulación en sus programas de recertificación^{33,34}.

La simulación se puede llevar a cabo en diferentes entornos, siendo el más conocido el Centro de Simulación, diseñado para reproducir una variedad de escenarios clínicos, incluida una UCI. En la última década, se ha expandido el uso de la simulación *in situ*, que se realiza en un entorno clínico real con profesionales que están trabajando en ese momento. También se ha desarrollado la simulación con realidad virtual^{35–38}, que puede definirse como un espacio simulado tridimensional generado por computadora, que intenta replicar entornos e interacciones del mundo real o imaginario con fines diversos. Permite al usuario «interactuar» y «sumergirse» en un entorno virtual, aparentemente real utilizando dispositivos electrónicos como gafas de realidad virtual, controladores de mano o guantes con sensores de seguimiento de movimiento. La realidad virtual busca proporcionar una sensación de presencia y acción en un entorno digital y tiene algunas ventajas teóricas en

comparación con la simulación con maniqués y actores: coste inferior, más accesible y adaptable a las necesidades formativas, las actividades se pueden repetir tantas veces como se desee, la formación se puede realizar en cualquier momento a conveniencia del usuario, y no se necesitan voluntarios, consumibles ni grandes instalaciones. En contraste, la simulación mediante maniqués y pacientes estandarizados proporciona una experiencia más auténtica al realizarse en un entorno real, con una interacción real en la práctica de técnicas y manejo del equipamiento. Los maniqués permiten a un equipo médico completo entrenar en escenarios complejos la comunicación efectiva, la toma de decisiones rápida y la coordinación entre los diferentes profesionales. El aprendizaje en grupo y la retroalimentación directa proporcionada por instructores expertos son una gran ventaja. La elección entre estas tecnologías dependerá de los objetivos específicos de formación y de las habilidades que se pretenden desarrollar. La combinación de ambas tecnologías puede ofrecer un enfoque integral y efectivo para la formación médica. Finalmente, desde la pandemia también se ha impulsado la telesimulación³⁹ con un concepto muy similar a la telemedicina. Todas las modalidades tienen ventajas e inconvenientes, pero comparten su utilidad y complementariedad.

Entrenar habilidades técnicas mediante simulación clínica

En el campo de la medicina intensiva, el dominio de técnicas y procedimientos especializados es de vital importancia. Estas prácticas pueden asociarse con eventos adversos potencialmente mortales. Cuando nos preocupa la seguridad del paciente, el enfoque tradicional de «ver, hacer y enseñar» no es el más adecuado, ya que puede conllevar riesgos por inexperiencia o por equipos que no funcionan correctamente. La adquisición de habilidades técnicas a través de la simulación ofrece una alternativa segura, facilita la práctica reflexiva, repetida y planificada de actividades de complejidad creciente, todo ello guiado con una retroalimentación específica³⁴. Este enfoque ayuda a reducir la curva de aprendizaje y mejora la competencia de los médicos y enfermeras intensivistas. Entrenar las habilidades técnicas con simuladores de tareas parciales es una estrategia efectiva evidenciada en numerosos estudios. Una revisión sistemática que incluyó 162 estudios concluyó que la simulación fue más efectiva que el aprendizaje «a pie de cama» en 12 procedimientos invasivos, incluyendo la intubación endotraqueal y la canalización de una vía venosa central⁷. En otro metaanálisis se encontró que la simulación superaba a otros métodos de enseñanza en la adquisición de habilidades técnicas en cuidados críticos⁸. La eficacia del aprendizaje a través de la simulación se ha destacado en diferentes estudios en las siguientes técnicas habituales en la UCI:

- La *ventilación mecánica (VM)*: La simulación clínica ha destacado como una forma muy efectiva de aprendizaje en comparación con métodos tradicionales, especialmente a nivel multiprofesional^{40–42}; permite manejar diversas patologías con un ventilador mecánico real y observar las consecuencias inmediatas de las acciones,

ofreciendo retroalimentación personalizada inmediata⁴³. La formación mediante simulación clínica en este ámbito puede mejorar también resultados clínicos, como lo demuestra la disminución de la neumonía asociada a VM después de entrenar protocolos específicos⁴⁴. Recientemente se ha incrementado el uso de simuladores de realidad virtual⁴¹ y de telesimulación para formar en el manejo del ventilador en instituciones que carecen de expertos en este campo⁴⁵. En definitiva, la simulación impacta positivamente en la práctica de la VM al crear un entorno controlado y seguro donde los profesionales pueden familiarizarse con los equipos, adquirir confianza en la toma de decisiones en situaciones complejas, ofrecer escenarios variados y realistas, optimizar la interacción con el ventilador, identificar áreas de mejora y planificar actividades de desarrollo profesional.

- **Accesos vasculares:** La simulación ha demostrado ser efectiva en el aprendizaje de la colocación de catéteres venosos centrales, ofreciendo tasas de éxito superiores a los métodos tradicionales^{46,47}. Además, ha demostrado una reducción significativa en los eventos adversos⁹, un aumento en la confianza en comparación con los métodos convencionales y una mejor transferencia de habilidades a la práctica clínica real⁴⁸. Asimismo, ha contribuido a mejorar el cumplimiento de los protocolos de inserción⁴⁸ y a reducir la densidad de incidencia de la bacteriemia asociada a catéter¹⁰.
- **Otros procedimientos invasivos:** El manejo de la vía aérea es fundamental en pacientes críticos, a menudo ha de realizarse en situaciones de emergencia con una reserva fisiológica limitada, lo que hace indispensable la adquisición de destrezas mediante una formación previa. Un metaanálisis que incluyó 76 estudios y 5.226 participantes concluyó que la simulación en el manejo de la vía aérea supera a la formación sin simulación, en términos de satisfacción, adquisición de habilidades y resultados en los pacientes¹¹. La simulación también ha demostrado ser eficaz en la adquisición y el mantenimiento de habilidades en relación con otros procedimientos como la fibrobroncoscopia, toracocentesis, drenajes pleurales, pericardiocentesis, cricotirodoitomía, traqueotomía, punción lumbar y paracentesis, entre otros. Adicionalmente, también permite familiarizarse con las técnicas de asepsia, conocer el equipo necesario, dominar la técnica adecuada y aprender maniobras para evitar eventos adversos^{11,49-51}.
- **Manejo de dispositivos médicos avanzados y de soporte vital:** El manejo seguro de dispositivos como marcapasos, desfibriladores, oxigenadores con membrana extracorpórea (ECMO), diálisis, ecografía, bombas de infusión y monitores de signos vitales es esencial en la atención del paciente crítico. Un ensayo aleatorizado, con la participación de 44 especialistas en cuidados intensivos sin experiencia previa en ECMO, demostró que el grupo entrenado con simulación de alta fidelidad adquirió más conocimientos y necesitó menos tiempo para la acción crítica en comparación con el grupo que aprendió basado en la experiencia⁵². Algunos programas desarrollados para enfermería han conseguido resultados similares⁵³. En el Congreso Europeo de Soporte Vital Extracorpóreo (EuroELSO, Londres 2022), se llevaron a cabo 43 sesiones de formación con simulación centrada en el manejo de

la ECMO V-V, ECMO A-V, asistencia circulatoria mecánica, Impella, terapia de sustitución renal en ECMO, canulación durante la E-RCP extrahospitalaria y resolución de problemas. Es muy destacable el hecho de que el 88% de los 400 participantes afirmaron que la formación recibida modificaría su práctica habitual⁵⁴.

- El uso de la ecografía a pie de cama (POCUS) para realizar evaluaciones rápidas de órganos y sistemas se ha convertido en una habilidad sumamente valiosa en las UCI. La simulación clínica ofrece la oportunidad de practicar y adquirir habilidades en la obtención e interpretación de imágenes y en la realización ecoguiada de técnicas invasivas para disminuir eventos adversos⁵⁵.

Los monitores y dispositivos utilizados en las UCI cuentan con numerosas alarmas. Mejorar el conocimiento y el uso adecuado de los mismos debería ser un objetivo prioritario en los programas de seguridad del paciente. Muchos incidentes relacionados con las alarmas se atribuyen a la fatiga, debido al gran número de alarmas falsas. Sin embargo, aunque la fatiga ciertamente puede contribuir, un estudio llevado a cabo con 30 enfermeras de la UCI que realizaron 40 tareas comunes relacionadas con una monitorización adecuada y una gestión segura de las alarmas en un entorno simulado reveló que solo un 5% de todas las tareas fueron completadas con éxito por todas las enfermeras. Este estudio encontró una interacción deficiente entre la enfermera y el monitor. En este contexto, la formación en el uso del monitor y el conocimiento de las funciones críticas de la monitorización mediante la simulación mejora la respuesta de las enfermeras a las alarmas⁵⁶.

Entrenar habilidades no técnicas y trabajo en equipo mediante simulación clínica

Según informes de la *Joint Commission*⁵⁷, aproximadamente el 68% de los eventos adversos clínicos se deben a factores humanos. Estos factores incluyen, entre otros, conciencia de la gravedad de la situación, falta de comunicación y coordinación en los equipos, errores en la toma de decisiones y en la resolución de conflictos, así como fallos en la planificación. Estos elementos forman parte de las habilidades no técnicas o conductuales, que son fundamentales para que el trabajo en equipo sea efectivo⁵⁸. Su ausencia representa un punto de vulnerabilidad en la calidad y seguridad en cualquier organización sanitaria. Actualmente existen diferentes programas diseñados para adquirir conocimientos y habilidades que permiten mejorar el desempeño de los equipos^{59,60}. Entre los métodos para entrenar el trabajo en equipo, los más utilizados son el CRM (*Crisis Resource Management* [recursos para el manejo de crisis])^{61,62} y el TeamSTEPPS (*Team Strategies and Tools to Enhance Performance and Patient Safety* [estrategias y herramientas de equipo para mejorar el rendimiento y la seguridad del paciente])⁶³. Estudios realizados en el ámbito de la medicina intensiva utilizando la simulación clínica han reportado mejoras en habilidades conductuales como son el trabajo en equipo en general, el liderazgo, la gestión clínica, el conocimiento, la comunicación y el clima de seguridad^{12,64-67}.

El modelo CRM^{57,58} se refiere a un conjunto de principios relacionados con los comportamientos cognitivos e

Tabla 1 Puntos clave del modelo CRM (recursos para el manejo de crisis)

1. Conocer el entorno
2. Anticiparse, planificar
3. Solicitar ayuda pronto
4. Liderazgo
5. Reparto de tareas
6. Movilizar todos los recursos disponibles
7. Comunicación efectiva
8. Utilizar toda la información disponible
9. Evitar errores de fijación
10. Comprobación cruzada
11. Ayudas cognitivas
12. Reevaluar continuamente
13. Buen trabajo en equipo. Coordinación
14. Mantener la atención
15. Priorizar de forma dinámica

Adaptada de Rall y Gaba⁵⁸.

interpersonales que contribuyen a un rendimiento óptimo del equipo. Se originó en la industria de la aviación en la década de 1970, al detectar que la mayoría de los accidentes aéreos se debían a errores humanos. Esto llevó al desarrollo de programas basados en simulación para entrenar comportamientos fundamentales del trabajo en equipo que se mantienen en la actualidad⁶⁵. A finales de la década de 1980, el anestesiólogo David Gaba⁵⁷ fue el primero en incorporar los principios de CRM a la formación de los médicos, extendiéndose desde entonces a otras especialidades como la medicina intensiva. CRM tiene como objetivo utilizar de forma coordinada todos los recursos disponibles para optimizar la seguridad en el tratamiento del paciente y el resultado final. Estos recursos incluyen, además del equipamiento, a todas las personas involucradas en el proceso, con sus habilidades, actitudes y limitaciones. Se trata de maximizar el uso de todas las fuentes de información disponibles y capacitar a los profesionales sanitarios para detectar posibles eventos adversos antes de que ocurran, intervenir con eficacia cuando aparecen y mitigar sus consecuencias. Los principios que se trabajan habitualmente en CRM (tabla 1) se pueden resumir en: conocimiento del medio de trabajo, conciencia de la gravedad de la situación, anticipación y planificación, liderazgo, comunicación, utilización de recursos, distribución de la carga de trabajo, priorización, y reevaluación⁶². Aunque hay escasez de herramientas para cuantificar sus efectos reales en la seguridad del paciente⁶⁸, esta formación ha demostrado mejorar los comportamientos cognitivos e interpersonales de los profesionales en entornos simulados⁶⁹ y el rendimiento de los equipos en el lugar de trabajo real¹². Alternativamente o de forma complementaria, se puede utilizar el modelo TeamSTEPPS que fue diseñado por la *Agency for Healthcare Research and Quality* y el Departamento de Defensa americano con el objetivo de mejorar las habilidades del trabajo en equipo⁵⁶. Se presenta como un paquete de formación flexible para diseñar, implementar y mantener programas de formación de trabajo en equipo. Este enfoque promueve competencias en cinco áreas clave: estructura del equipo, liderazgo, comunicación, control de la situación y apoyo mutuo. Estudios realizados en unidades de críticos han demostrado que el

modelo TeamSTEPPS mejora la percepción de los profesionales sobre el trabajo en equipo y la comunicación⁷⁰, las actitudes y el rendimiento⁷¹. Estos modelos de formación tienen el potencial de enseñar a detectar errores de pensamiento y en la toma de decisiones que pueden contribuir a retrasos en el diagnóstico, tratamientos incorrectos o a la incapacidad para reconocer cambios clínicos que anticipan la aparición de eventos adversos. El pensamiento crítico y compartir la información son esenciales para prevenir estos peligros. Murray et al. demostraron una mejoría significativa en la toma de decisiones tras entrenar esta habilidad en 8 escenarios simulados⁷². También existen herramientas específicas basadas en simulación para mejorar el pensamiento crítico del equipo y la gestión de errores^{73,74}. La práctica repetida en un entorno simulado aumenta la confianza de los profesionales en la toma de decisiones críticas y en la realización de procedimientos complejos. Esta confianza se traduce en una atención más precisa, segura y efectiva en la práctica real. Un estudio realizado en pacientes politraumatizados graves demostró una mejora en el trabajo en equipo y en la eficacia de la atención en tiempo real, disminuyendo el tiempo transcurrido desde la llegada del paciente al hospital y la intubación orotraqueal, la realización de la TAC y la intervención quirúrgica⁷⁵. La simulación también es útil para capacitar los profesionales en la activación y aplicación de protocolos de respuesta a situaciones de emergencia, como paradas cardiorrespiratorias, código ictus, código sepsis, equipos de respuesta rápida, manejo de pacientes con COVID-19, código ECMO-RCP, etc., ya que permite practicar los roles y los protocolos de actuación en escenarios realistas.

Simulación *in situ*

La simulación *in situ* se refiere a llevar a cabo sesiones de simulación clínica en el entorno real de trabajo. Esta actividad busca replicar de manera más precisa las condiciones y desafíos del entorno clínico cotidiano. Pueden simularse desde situaciones de emergencia hasta procedimientos rutinarios, permitiendo que el personal médico y de enfermería practique habilidades clínicas, tome decisiones y trabaje en equipo en un entorno que se asemeja mucho a la realidad. Este enfoque no solo ayuda a perfeccionar habilidades específicas y promover el trabajo en equipo entre los diferentes profesionales de la UCI, sino que también destaca por su capacidad única para identificar amenazas latentes de seguridad (ALS) que podrían pasar desapercibidas. Además de formar, es una herramienta valiosa para evaluar la eficacia de los profesionales y la organización del Servicio para afrontar problemas, prevenir errores en la administración de la medicación, evaluar sistemas y equipamiento, y mejorar la comunicación. En definitiva, la simulación *in situ* se erige como un pilar esencial para elevar los estándares de seguridad del paciente, facilitando una transición suave entre la capacitación y la práctica clínica real⁷⁶. La simulación *in situ* se ha asociado con una percepción elevada de aumento de confianza, mejoras en la seguridad de la atención al paciente, disminución de errores, y cambios positivos en actitudes y comportamientos⁷⁷. Un aspecto relevante de la simulación *in situ* es la tasa de ALS identificadas en diferentes escenarios. En un estudio centrado

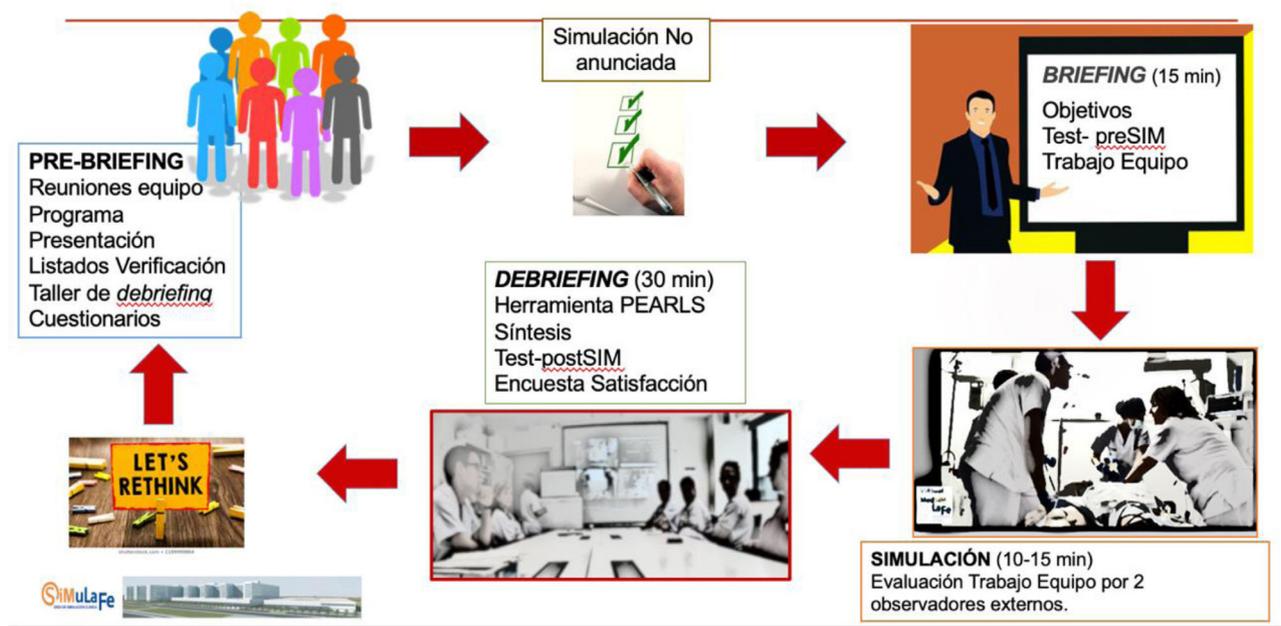


Figura 1 Programa de simulación *in situ* en la UCI del Hospital La Fe de Valencia.

en la gestión de paradas cardíacas *in situ*, se identificaron 106 ALS en 74 simulacros realizados, de las cuales 4 eran amenazas inminentes de seguridad⁷⁸. Durante la pandemia de COVID-19, algunos hospitales pusieron a prueba flujos de trabajo y ubicaciones asistenciales mediante simulaciones *in situ*, lo que permitió identificar y resolver numerosas ALS relacionadas con el manejo de la vía aérea y otros problemas de seguridad, llevando a modificaciones en equipos y protocolos⁷⁹. Muchas de las ALS detectadas estaban vinculadas a problemas de comunicación, medicación y equipamiento. La implementación de un programa de simulación *in situ* requiere el compromiso del Servicio, ya que precisa tiempo y participación de un número determinado de miembros del equipo para su realización. Idealmente, debería integrarse en la programación clínica habitual, lo que requiere una planificación previa⁷⁶. Algunos centros, después de realizar programas piloto, han extendido su uso a otros servicios y unidades, lo que sugiere que la simulación *in situ* es sostenible y económicamente viable⁸⁰. Sin embargo, el valor potencial de la simulación *in situ* puede verse comprometido al realizarse en un entorno clínico real y activo, siendo importante conocer como posibles limitaciones la dificultad en preservar un ambiente de aprendizaje seguro y confidencial e involucrar al personal en los escenarios de simulación, la capacidad de generar problemas de seguridad (p.ej., equipos sucios utilizados devueltos al uso del paciente) y no disponer de tiempo para la planificación y ejecución⁷⁶.

Antes de implementar un programa de estas características, se deben identificar las necesidades específicas de cada UCI, destacando las áreas críticas donde la simulación *in situ* puede marcar la mayor diferencia en la seguridad del paciente. Se recomienda comenzar con escenarios sencillos y aumentar gradualmente su complejidad, incluyendo situaciones de riesgo y eventos amenazantes para la seguridad específicos de la UCI. Es esencial involucrar a todo el equipo

en el proceso, proporcionar retroalimentación constructiva después de cada sesión para analizar el desempeño, identificar áreas de mejora, proponer soluciones y resaltar también las prácticas que se realizaron de forma segura (fig. 1).

Conclusión

La simulación clínica se presenta como método altamente efectivo para la adquisición de competencias profesionales en el ámbito de la medicina intensiva, con un impacto directo en la seguridad del paciente. En la modalidad *in situ*, la recreación precisa de escenarios en el entorno real de trabajo proporciona recursos valiosos a todo el equipo de la UCI para afrontar la complejidad de los diferentes escenarios de la medicina intensiva. El entrenamiento en habilidades técnicas, no técnicas y el trabajo en equipo capacita a los médicos y enfermeras intensivistas para tomar decisiones informadas, comunicarse eficazmente y colaborar en situaciones críticas en las que se dispone de poca información y se requieren decisiones rápidas y acertadas. La combinación de diversos entornos de simulación como la realidad virtual y la telemedicina amplía las opciones de formación, asegurando una preparación integral y una atención de mayor calidad y seguridad para los pacientes. Finalmente, aunque la investigación en este campo presenta algunas limitaciones, como la falta de estandarización de las técnicas de entrenamiento y los métodos de medición de resultados, las evidencias disponibles hacen altamente recomendable la integración de la simulación clínica en el sistema de seguridad de los servicios de medicina intensiva, en los programas de formación de especialistas en medicina intensiva, en los programas de recertificación profesional y también como entrenamiento en la práctica asistencial de los equipos. Los objetivos más inmediatos en este campo son evaluar la sostenibilidad a largo plazo de estos programas y cuantificar el impacto real en los resultados clínicos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Rocco C, Garrido A. Seguridad del Paciente y Cultura de Seguridad. *Rev Med Clin Condes*. 2017;28:785–95 <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2017.08.006>
- Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. *To err is human. Building a safer health system*. Washington, DC: National Academy Press; 1999.
- Martín MC, Ruíz J. Acontecimientos adversos en medicina intensiva. Gestionando el riesgo. *Med Intensiva*. 2006;30:284–92, [http://dx.doi.org/10.1016/s0210-5691\(06\)74526-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0210-5691(06)74526-0).
- Khairat S, Whitt S, Craven CK, Pak Y, Shyu CR, Gong Y. Investigating the impact of intensive care unit interruptions on patient safety events and electronic health records use: an observational study. *J Patient Saf*. 2021;17:e321–6, <http://dx.doi.org/10.1097/PTS.0000000000000603>.
- Gaba DM. The future vision of simulation in healthcare. *Simul Healthc*. 2007;2:126–35, <http://dx.doi.org/10.1097/01.SIH.0000258411.38212.32>.
- Green M, Tariq R, Green P. Improving patient safety through simulation training in anesthesiology: where are we? *Anesthesiol Res Pract*. 2016;2016:4237523, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/4237523>.
- Huang GC, McSparron JI, Balk EM, Richards JB, Smith CC, Whelan JS, et al. Procedural instruction in invasive bedside procedures: a systematic review and meta-analysis of effective teaching approaches. *BMJ Qual Saf*. 2016;25:281–94, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjqs-2014-003518>.
- Beal MD, Kinnear J, Anderson CR, Martin TD, Wamboldt R, Hooper L. The effectiveness of medical simulation in teaching medical students critical care medicine: a systematic review and meta-analysis. *Simul Healthc*. 2017;12:104–16, <http://dx.doi.org/10.1097/01.SIH.0000000000000189>.
- Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, O’Leary KJ, Wayne DB. Simulation-based mastery learning reduces complications during central venous catheter insertion in a medical intensive care unit. *Crit Care Med*. 2009;37:2697–701, <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181a57bc1>.
- Barsuk JH, Cohen ER, Potts S, Demo H, Gupta S, Feinglass J, et al. Dissemination of a simulation-based mastery learning intervention reduces central line-associated bloodstream infections. *BMJ Qual Saf*. 2014;23:749–56, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjqs-2013-002665>.
- Kennedy CC, Cannon EK, Warner DO, Cook DA. Advanced airway management simulation training in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2014;42:169–78, <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e31829a721f>.
- Hughes AM, Gregory ME, Joseph DL, Sonesh SC, Marlow SL, Lacerenza CN, et al. Saving lives: a meta-analysis of team training in healthcare. *J Appl Psychol*. 2016;101:1266–304, <http://dx.doi.org/10.1037/apl0000120>.
- Neily J, Mills PD, Young-Xu Y, Carney BT, West P, Berger DH, et al. Association between implementation of a medical team training program and surgical mortality. *JAMA*. 2010;304:1693–700, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2010.1506>.
- Brazil V, Purdy EI, Bajaj K. Connecting simulation and quality improvement: how can healthcare simulation really improve patient care? *BMJ Qual Saf*. 2019;28:862–5, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjqs-2019-009767>.
- Díaz-Guio DA, Del Moral I, Maestre JM. Do we want intensivists to be competent or excellent? Clinical simulation-based mastery learning. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2015;15:187–95 <https://doi.org/10.1016/j.acci.2015.05.001>
- Rojo E, Maestre JM, Díaz-Mendi AR, Ansorena L, Del Moral I. Innovation in healthcare processes and patient safety using clinical simulation. *Rev Calid Asist*. 2016;31:267–78, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cali.2015.12.008>.
- Kolb DA. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall; 1984.
- Rudolph JW, Raemer DB, Simon R. Establishing a safe container for learning in simulation: the role of pre-simulation briefing. *Simul Healthc*. 2014;9:339–49, <http://dx.doi.org/10.1097/01.SIH.0000000000000047>.
- Kolbe M, Eppich W, Rudolph J, Meguerdichian M, Catena H, Cripps A, et al. Managing psychological safety in debriefings: a dynamic balancing act. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn*. 2020;6:164–71, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjstel-2019-000470>.
- Rudolph JW, Simon R, Rivard P, Dufresne RL, Raemer DB. Debriefing with good judgment: combining rigorous feedback with genuine inquiry. *Anesthesiol Clin*. 2007;25:361–76, <http://dx.doi.org/10.1016/j.anclin.2007.03.007>.
- Rudolph J, Raemer D, Shapiro J. We know what they did wrong, but not why: the case for ‘frame-based’ feedback. *Clin Teach*. 2013;10:186–9, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1743-498X.2012.00636.x>.
- Rivière E, Jaffrelot M, Jouquan J, Chiniara G. Debriefing for the transfer of learning. *Acad Med*. 2019;94:796–803, <http://dx.doi.org/10.1097/ACM.0000000000002612>.
- Sawyer T, Eppich W, Brett-Fleegler M, Grant V, Cheng A. More than one way to debrief: a critical review of healthcare simulation debriefing methods. *Simul Healthc*. 2016;11:209–17, <http://dx.doi.org/10.1097/01.SIH.0000000000000148>.
- LeBlanc VR, McConnell MM, Monteiro SD. Predictable chaos: a review of the effects of emotions on attention, memory and decision making. *Adv Heal Sci Educ*. 2014;20:265–82, <http://dx.doi.org/10.1007/s10459-014-9516-6>.
- Rudolph JW, Simon R, Raemer DB, Eppich WJ. Debriefing as formative assessment: closing performance gaps in medical education. *Acad Emerg Med*. 2008;15:1010–6, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1553-2712.2008.00248.x>.
- Medina MS, Castleberry AN, Persky AM. Strategies for improving learner metacognition in health professional education. *Am J Pharm Educ*. 2017;81:78, <http://dx.doi.org/10.5688/ajpe81478>.
- Oriot D, Alinier G. *Pocket book for simulation debriefing in healthcare*. Springer International Publishing; 2018.
- Grenvik A, Schaefer J. From Resusci-Anne to Sim-Man: the evolution of simulators in medicine. *Crit Care Med*. 2004;32 2 Suppl:S56–7, <http://dx.doi.org/10.1097/00003246-200402001-00010>.
- Seam N, Lee AJ, Vennero M, Emler L. Simulation Training in ICU. *Chest*. 2019;156:1223–33, <http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2019.07.011>.
- Nair SS, Kaufman B. Simulation-Based training in response to the COVID-19 Pandemic. *Simul Healthc*. 2020;15:447–8, <http://dx.doi.org/10.1097/01.SIH.0000000000000513>.
- Castellanos-Ortega Á, Broch MJ, Palacios-Castañeda D, Gómez-Tello V, Valdivia M, Vicent C, et al. Competency assessment of residents of Intensive Care Medicine through a simulation-based objective structured clinical evaluation (OSCE). A multicenter observational study. *Med Intensiva (Engl Ed)*. 2022;46:491–500, <http://dx.doi.org/10.1016/j.medine.2022.01.001>.
- Castellanos-Ortega A, Broch MJ, Barrios M, Fuentes-Dura MC, Sancerni-Beitia MD, Vicent C, et al. Acceptance and validity of the methods used to implement a competency based medical education programme in an Intensive Care Department of a tea-

- ching referral center. *Med Intensiva (Engl Ed)*. 2021;45:411–20, <http://dx.doi.org/10.1016/j.medine.2019.12.011>.
33. Ross BK, Metzner J. Simulation for maintenance of certification. *Surg Clin N Am*. 2015;95:893–905, <http://dx.doi.org/10.1016/j.suc.2015.04.010>.
 34. Ericsson KA. Acquisition and maintenance of medical expertise: a perspective from the expert-performance approach with deliberate practice. *Acad Med*. 2015;90:1471–86, <http://dx.doi.org/10.1097/ACM.0000000000000939>.
 35. Bruno RR, Wolff G, Wernly B, Masyuk M, Piayda K, Leaver S, et al. Virtual and augmented reality in critical care medicine: the patient's, clinician's, and researcher's perspective. *Crit Care*. 2020;26:326 <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04202-x>
 36. Bracq MS, Michinov E, Jannin P. Virtual reality simulation in nontechnical skills training for healthcare professionals: a systematic review. *Simul Healthc*. 2019;14:188–94, <http://dx.doi.org/10.1097/SIH.0000000000000347>.
 37. Abbas JR, Chu MMH, Jeyarajah C, Isba R, Payton A, McGrath B, et al. Virtual reality in simulation-based emergency skills training: A systematic review with a narrative synthesis. *Resusc Plus*. 2023;16:100484, <http://dx.doi.org/10.1016/j.resplu.2023.100484>.
 38. Wolff G, Bruno RR, Reiter M, Kantzow B, Kelm M, Jung C. Virtual reality device training for extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care*. 2020;24:390, <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-020-03095-y>.
 39. Yasser NBM, Tan AJQ, Harder N, Ashokka B, Chua WL, Liaw SY. Telesimulation in healthcare education: A scoping review. *Nurse Educ Today*. 2023;126:105805, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2023.105805>.
 40. Schroedel CJ, Frogameni A, Barsuk JH, Cohen ER, Sivaraj L, Wayne DB. Impact of Simulation-based Mastery Learning on Resident skill managing mechanical ventilators. *ATS Sch*. 2020;2:34–48, <http://dx.doi.org/10.34197/ats-scholar.2020-00230C>.
 41. Lee H, Han JW. Development and evaluation of a virtual reality mechanical ventilation education program for nursing students. *BMC Med Educ*. 2022;22:775, <http://dx.doi.org/10.1186/s12909-022-03834-5>.
 42. Havaladar AA, Krishna B, Sampath S, Paramasivam SK. Simulation Training in Hemodynamic Monitoring and Mechanical Ventilation: an assessment of physician's performance. *Indian J Crit Care Med*. 2020;24:423–8, <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23458>.
 43. Yee J, Bennerr A, Hammong J, Malone B, Fuenning C, George R, et al. Mechanical Ventilation Boot Camp Curriculum. *J Vis Exp*. 2018;12:57303, <http://dx.doi.org/10.3791/57303>.
 44. Michelángelo H, Angriman F, Pizarro R, Bauque S, Kecskes C, Staneloni I, et al. Implementarion of an experiential learning strategy to reduce the risk of ventilator-associated pneumonia in critically ill adult patients. *J Intensive Care Soc*. 2022;21:320–6, <http://dx.doi.org/10.1177/1751143719887285>.
 45. Ciullo A, Yee J, Frey JA, Gothard MD, Benner A, Hammond J, et al. Telepresent mechanical ventilation training versus traditional instruction: a simulation-based pilot study. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn*. 2018;5:8–14, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjstel-2017-000254>.
 46. Madenci AL, Solis CV, de Moya MA. Central venous access by trainees: a systematic review and meta-analysis of the use of simulation to improve success rate on patients. *Simul Healthc*. 2014;9:7–14, <http://dx.doi.org/10.1097/SIH.0b013e3182a3df26>.
 47. Evans LV, Dodge KL, Shah TD, Kaplan LJ, Siegel MD, Moore CL, et al. Simulation training in central venous catheter insertion: improved performance in clinical practice. *Acad Med*. 2010;85:1462–9, <http://dx.doi.org/10.1097/ACM.0b013e3181eac9a3>.
 48. Peltan ID, Shiga T, Gordon JA, Currier PF. Simulation Improves Procedural Protocol Adherence During Central Venous Catheter Placement: A Randomized Controlled Trial. *Simul Healthc*. 2015;10:270–6, <http://dx.doi.org/10.1097/SIH.0000000000000996>.
 49. Zante B, Schefold J. Simulation training for emergency skills: effects on ICU fellows' performance and supervision levels. *BMC Med Educ*. 2020;498, <http://dx.doi.org/10.1186/s12909-020-02419-4>.
 50. Vitale KM, Barsuk JH, Cohen ER, Wayne DB, Hansen RN, Williams LM, et al. Simulation-based Mastery Learning Improves Critical Care Skills of Advanced Practice Providers. *ATS Sch*. 2023;4:48–60, <http://dx.doi.org/10.34197/ats-scholar.2022-00650C>.
 51. Kennedy CC, Maldonado F, Cook DA. Simulation-based bronchoscopy training: systematic review and meta-analysis. *Chest*. 2013;144:183–92, <http://dx.doi.org/10.1378/chest.12-1786>.
 52. Gannon WD, Stokes JW, Pugh ME, Bacchetta M, Benson C, Casey JD, et al. Simulation versus interactive mobile learning for teaching extracorporeal membrane oxygenation to Clinicians: a randomized trial. *Crit Care Med*. 2022;50:e415–25, <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.202110-2399LE>.
 53. Fouilloux V, Gran C, Guervilly C, Breaud J, Louali FE, Rostini P. Impact of education and training course for ECMO patients based on high-fidelity simulation: a pilot study dedicated to ICU nurses. *Perfusion*. 2019;34:29–34, <http://dx.doi.org/10.1177/0267659118789824>.
 54. Cvetkovic M, Antonini MV, Rosenberg A, Meadows CI, Dabrowski M, Puslecki M, et al. "Bridging the GAP" international ECLS training and simulation - evaluation of the 10th educational corner on EuroELSO congress 2022 in London, United Kingdom. *Perfusion*. 2023;38 1.Suppl:3–12, <http://dx.doi.org/10.1177/02676591231157273>.
 55. Shin KX, Ha YR, Lee SJ, Ahn JH. Review of simulation model for education of point-of-care ultrasound using easy-to-make tools. *World J Clin Cases*. 2020;8:4286–302, <http://dx.doi.org/10.12998/wjcc.v8.i19.4286>.
 56. Sowan AK, Staggers N, Berndt A, Austin T, Reed CC, Malshe A, et al. Improving the safety, effectiveness, and efficiency of clinical alarm systems: simulation-based usability testing of physiologic monitors. *JMIR Nurs*. 2021;4:e20584, <http://dx.doi.org/10.2196/20584>.
 57. The Joint Commission. National patient safety goals effective January 1, 2014: Hospital accreditation program. Disponible en: http://www.jointcommission.org/assets/1/6/HAP_NPSG_Chapter_2014.pdf.
 58. Rall M, Gaba D. *Miller's Anesthesia*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone; 2005. p. 3021–72.
 59. Salas E, Diaz-Granados D, Klein C, Burke CS, Stagl KC, Goodwin GF, et al. Does team training improve team performance? A meta-analysis. *Human Factors*. 2008;50:903–33, <http://dx.doi.org/10.1518/001872008X375009>.
 60. Buljac-samardzic M, Doekhie KD, van Wijngaarden JDH. Interventions to improve team effectiveness within health care: a systematic review of the past decade. *Hum Resour Health*. 2020;18:2, <http://dx.doi.org/10.1186/s12960-019-0411-3>.
 61. Gaba DM. Crisis resource management and teamwork training in anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2010;105:3–6, <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aeq124>.
 62. Lei C, Palm K. Crisis Resource Management Training in Medical Simulation. [actualizado 24 Jul 2023]. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551708/>
 63. Agency for Healthcare Research and Quality. Team STEPPS [consultado 8 Dic 2023]. Disponible en: <https://www.ahrq.gov/teamstepps-program/index.html>.

64. George KL, Quatrara B. Interprofessional Simulations Promote Knowledge Retention and Enhance Perceptions of Teamwork Skills in a Surgical-Trauma-Burn Intensive Care Unit Setting. *Dimens Crit Care Nurs*. 2018;37:144–55, <http://dx.doi.org/10.1097/DCC.0000000000000301>.
65. Pascual JL, Holena DN, Vella MA, Palmieri J, Sicoutris C, Selvan B, et al. Short simulation training improves objective skills in established advanced practitioners managing emergencies on the ward and surgical intensive care unit. *J Trauma*. 2011;71:330–8, <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0b013e31821f4721>.
66. Frengley RW, Weller JM, Torrie J, Dzendrowskyj P, Yee B, Paul AM, et al. The effect of a simulation-based training intervention on the performance of established critical care unit teams. *Crit Care Med*. 2011;39:2605–11, <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182282a98>.
67. Sandahl C, Gustafsson H, Wallin CJ, Meurling L, Øvretveit J, Brommels M, et al. Simulation team training for improved teamwork in an intensive care unit. *Int J Health Care Qual Assur*. 2013;26:174–88, <http://dx.doi.org/10.1108/09526861311297361>.
68. Meneer J. Why crisis resource management and evidence-based medicine make uncomfortable bedfellows. *Emerg Med Australas*. 2012;24:581–2, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1742-6723.2012.01566.x>.
69. Ballangrud R, Hall-Lord M, Persenius M, Hedelin B. Intensive care nurses' perceptions of simulation-based team training for building patient safety in intensive care: a descriptive qualitative study. *Intensive Crit Care Nurs*. 2014;30:179–87, <http://dx.doi.org/10.1016/j.iccn.2014.03.002>.
70. Gaston T, Short N, Ralyea C, Casterline G. Promoting Patient safety: results of a TeamS-TEPPSR initiative. *J Nurs Adm*. 2016;46:201–7, <http://dx.doi.org/10.1097/NNA.0000000000000333>.
71. Rice Y, DeLetter M, Fryman L, Parrish E, Velotta C, Talley C. Implementation, and evaluation of a team simulation training program. *J Trauma Nurs*. 2016;23:298–303, <http://dx.doi.org/10.1097/JTN.0000000000000236>.
72. Murray DJ, Boyle WA, Beyatte MB, Knittel JG, Kerby PW, Woodhouse J, et al. Decision-making skills improve critical care training: using simulation to measure progress. *J Crit Care*. 2018;47:133–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrrc.2018.06.021>.
73. Browne AM, Deutsch ES, Corwin K, Davis DH, Teets JM, Apkon M. An IDEA: Safety training to improve critical thinking by individuals and teams. *Am J Med Qual*. 2019;34:569–76, <http://dx.doi.org/10.1177/1062860618820687>.
74. Macrae C. Imitating incidents: how simulation can improve safety investigation and learning from adverse events. *Simul Healthc*. 2018;13:227–32, <http://dx.doi.org/10.1097/SIH.0000000000000315>.
75. Capella J, Smith S, Philp A, Putnam T, Gilbert C, Fry W, et al. Teamwork training improves the clinical care of trauma patients. *J Surg Educ*. 2010;67:439–43, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2010.06.006>.
76. Bajaj K, Minors A, Walker K, Meguerdichian M, Patterson M. No-Go considerations for situ simulation safety. *Simul Healthc*. 2018;13:221–4, <http://dx.doi.org/10.1097/SIH.0000000000000301>.
77. Wu WT, Wu YL, Hou SM, Kang CM, Huang CH, Huang YL, et al. Examining the effects of an interprofessional crew resource management training intervention on perceptions of patient safety. *J Interprof Care*. 2016;30:536–8, <http://dx.doi.org/10.1080/13561820.2016.1181612>.
78. Bentley SK, Meshel A, Boehm L, Dilos B, McIndoe M, Carroll-Bennett R, et al. Hospital-wide cardiac arrest in situ simulation to identify and mitigate latent safety threats. *Adv Simul (Lond)*. 2022;7:15, <http://dx.doi.org/10.1186/s41077-022-00209-0>.
79. Jafri FN, Yang CJ, Kumar A, Torres RE, Ahmed ST, Seneviratne N, et al. In situ simulations as a tool to longitudinally identify and track latent safety threats in a structured quality improvement initiative for SARS-CoV-2 airway management: a single-center study. *Simul Healthc*. 2023;18:16–23, <http://dx.doi.org/10.1097/SIH.0000000000000633>.
80. Moffatt-Bruce SD, Hefner JL, Mekhjian H, McAlearney JS, Latimer T, Ellison C, et al. What Is the Return on Investment for Implementation of a Crew Resource Management Program at an Academic Medical Center? *Am J Med Qual*. 2017;32:5–11, <http://dx.doi.org/10.1177/1062860619873226>.