



Prácticas actuales de mantenimiento y limpieza en equipos de simulación clínica

Current maintenance and cleaning practices in clinical simulation equipment

Nadia Giles-Guzmán,* Dora María Estrada-Durán,^{‡,§} Mario Germán Montes-Osorio^{‡,¶}

Palabras clave:

simulación clínica,
simuladores
clínicos, limpieza,
mantenimiento,
soporte técnico.

Keywords:
*clinical simulation,
clinical simulators,
cleaning,
maintenance,
technical support.*

* Pasante de Ingeniería Biomédica. Facultad de Instrumentación Electrónica. Universidad Veracruzana

Región Xalapa.

[‡] Instituto Mexicano del Seguro Social. Órgano de operación administrativa descentralizada.

Veracruz Sur. Orizaba, Veracruz, México.

[§] Especialista en Medicina Familiar.

Instructora de simulación clínica. Coordinadora auxiliar médica de investigación en salud.

[¶] Especialista en medicina nuclear. Instructor de simulación clínica. Coordinador de planeación y enlace institucional.

Recibido: 21/01/2025

Aceptado: 14/03/2025

doi: 10.35366/119891

RESUMEN

Introducción: la simulación clínica es una herramienta de utilidad para la enseñanza y el desarrollo de las habilidades médicas en los estudiantes de ciencias de la salud. Para garantizar un impacto efectivo en la educación médica, es importante realizar actividades de mantenimiento y limpieza en los equipos de simulación. Sin embargo, la información disponible sobre estas actividades es limitada. **Objetivo:** conocer el panorama actual sobre las prácticas de mantenimiento preventivo y de limpieza de los equipos de simulación. **Material y métodos:** se recopiló la información relacionada a las prácticas de limpieza y mantenimiento mediante la búsqueda de artículos científicos y recursos digitales en sitios web sobre estas prácticas. **Resultados:** se obtuvieron recomendaciones por parte de fabricantes y usuarios, así como evidencia científica sobre los recursos materiales utilizados para llevar a cabo dichas actividades. **Conclusiones:** se presenta un panorama general sobre el mantenimiento y la limpieza de simuladores clínicos, así como se resalta la importancia de documentar las técnicas actuales y futuras para contribuir a la funcionalidad e integridad de dichos equipos.

ABSTRACT

Introduction: clinical simulation is a useful tool for teaching and developing medical skills in health science students. To ensure an effective impact on medical education, it is important to carry out maintenance and cleaning activities on clinical simulation equipment. However, the available information regarding these activities is limited. **Objective:** to provide a current overview of preventive maintenance and cleaning practices for clinical simulation equipment. **Material and methods:** information on cleaning and maintenance practices was gathered through the review of scientific articles and digital resources from websites related to maintenance and cleaning activities. **Results:** recommendations from manufacturers and users were obtained, with scientific evidence on the materials commonly used for these activities. **Conclusions:** this study presents a general overview of cleaning and maintenance practices for clinical simulators and highlights the importance of documenting current and future techniques to ensure the functionality and integrity of this equipment.

INTRODUCCIÓN

La simulación médica es definida como la representación de situaciones clínicas para entrenar, probar y evaluar o aumentar el conocimiento de sistemas y acciones humanas,¹ permitiendo identificar sus habilidades y limitaciones, así como el desarrollo e innovación de procedimientos en la práctica médica.

Gracias al desarrollo y evolución de la tecnología, es posible la incorporación de modelos computacionales, protocolos de comunicación y elementos tangibles, resultando en nuevas

herramientas para la innovación en la enseñanza médica. Esto da paso a una clasificación según sus características y propiedades: S. Reis y otros del Center for Innovation in Engineering and Industrial Technology en la Global Medical Engineering Physics Exchanges/Pan American Health Care Exchanges 2018 organizado por el Institute of Electrical and Electronics Engineers, presentaron su investigación enfocada en el panorama de los sistemas de simulación, incluyendo una clasificación de estas herramientas según el tipo de tecnología. Sin embargo, los simuladores también se clasifican según su tipo de fidelidad (*Figura 1*).²

Citar como: Giles-Guzmán N, Estrada-Durán DM, Montes-Osorio MG. Prácticas actuales de mantenimiento y limpieza en equipos de simulación clínica. Rev Latinoam Simul Clin. 2025; 7 (1): 25-31. <https://dx.doi.org/10.35366/119891>



Los simuladores clínicos se encuentran en un espacio asignado por la institución en la que se instalan que se denomina Centro de Simulación. Este término es sinónimo de un sistema e infraestructura dedicado al uso de simuladores humanos en los que estudiantes y enfermeras pueden desarrollar seguridad en tratamientos y maniobras diversas.²

Dado el impacto de la simulación clínica en la educación médica, es importante considerar lo referente hacia las actividades del mantenimiento preventivo y el soporte técnico que los simuladores deberían recibir. Por ello, el objetivo de esta revisión es obtener información proveniente de bibliografía y artículos científicos recientes sobre las actividades de mantenimiento y soporte técnico de los equipos de simulación con los que comúnmente se cuentan en las salas de simulación.

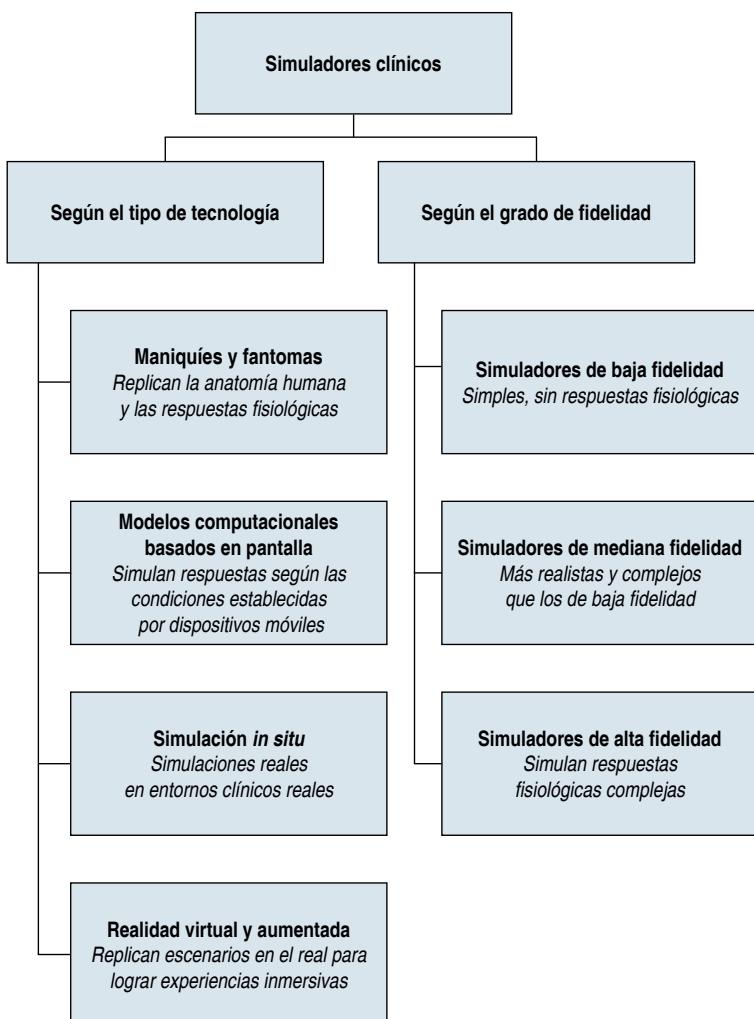


Figura 1: Clasificación de los simuladores clínicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se buscó información sobre el tema en bases de datos como PubMed, IEEE Xplore, y revistas de Elsevier en medicina y enfermería, así como en Google Académico, utilizando palabras clave como *mannequin clinical simulation maintenance*, *clinical simulation maintenance* y *staff in simulation centers*, filtrando publicaciones entre 2019 y 2024. La búsqueda arrojó un total de 959 resultados relacionados a las palabras claves buscadas. Después se realizó una revisión de los resúmenes de los resultados en búsqueda de palabras clave como *maintenance*, *technical support* y *staff* para obtener artículos cuyo enfoque fuera relacionado hacia las actividades de mantenimiento y limpieza. Sin embargo, la cantidad de información encontrada sobre el mantenimiento y limpieza de los equipos de simulación fue limitada.

Ante este panorama, se amplió el rango de búsqueda a sitios web, blogs y protocolos creados por usuarios de simuladores clínicos en donde comparten sus experiencias sobre la limpieza y las actividades de limpieza del estado físico y funcional de los simuladores. Adicionalmente, se revisó la documentación correspondiente a cuatro simuladores con distintos fines de entrenamiento siendo un maniquí de RCP (Brayden, INNOSIAN®), un simulador de inserción de catéteres (Gen II Blue Phantom, CAE Healthcare Inc.), un simulador cardíaco de alta fidelidad (BT-ACTB, BTInc), y un brazo para punción intravenosa (IV Arm Task Trainer, Medical-X) con la finalidad de ampliar la visión de las actividades de limpieza, mantenimiento y soporte técnico de distintos simuladores clínicos.

RESULTADOS

Las recomendaciones sobre el uso, mantenimiento preventivo y el soporte técnico de los simuladores dependen de su estructura interna y externa, así como de los materiales utilizados para su fabricación. Los materiales utilizados para la fabricación de maniquíes de simulación clínica consisten en una combinación de plástico, goma, siliconas y otros materiales sintéticos para representar de forma realista la anatomía y las respuestas fisiológicas humanas.³ Por ello, las recomendaciones emitidas por el fabricante son adecuadas al tipo, componentes y estructura de los simuladores, contribuyendo a su funcionamiento óptimo y a la prolongación de su vida útil.

Tabla 1: Clasificación y manejo de desinfectantes y detergentes.

Sustancia	Descripción	Efectividad	Observaciones
Alcohol	Bactericida de concentración de entre 60 y 70% debido a su acción de desnaturización de proteínas al desinfectar elementos no críticos como simuladores médicos y partes externas de equipos médicos. ⁷	Reducción microbiana de siete logaritmos en superficies ⁹	Igual eficacia con o sin limpieza previa, sin riesgo en su uso directo para descontaminación ⁹
Cloro y sus compuestos	Desinfectante cuya corrosividad a los metales en altas concentraciones es mayor a 500 ppm de uso común. ⁷ Utilizados para controlar contaminación microbiológica en entornos hospitalarios, equipos médicos y simuladores en material de pasta	Altamente efectivos cuando se combinan con limpieza previa ¹⁰	Requieren limpieza preliminar exhaustiva para maximizar su efectividad ¹⁰
Detergentes enzimáticos	Detergentes cuyos principios activos no son ingredientes químicos, sino enzimas. ⁷ Son utilizados para la limpieza de endoscopios y eliminación de fluidos corporales como sangre	Efectivos para remover diferentes tipos de suciedad o contaminación ¹¹	Capacidad de romper grasa y residuos de proteínas ¹¹
Amonio cuaternario	Desinfectantes hospitalarios utilizados como fungicidas, bactericidas y virucidas para la limpieza de simuladores y equipo médico. ⁷ Realiza la desinfección mediante interrupción de membranas celulares, inactivación de enzimas y proteínas	Acción rápida y actividad antimicrobiana de amplio espectro ¹²	Adecuados para diversas aplicaciones: efectividad frente a una amplia gama de agentes patógenos ¹²

1. Mantenimiento preventivo de los simuladores clínicos

El mantenimiento en los simuladores clínicos busca mantener las máquinas y el equipo en un óptimo estado de operación, lo que incluye servicio, pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción.⁴ El mantenimiento permite conservar los equipos a un estado de operación normal para el cual fue diseñado, reduciendo los paros durante su funcionamiento, proporcionando mayor disponibilidad y confiabilidad.⁵

El documento *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos* emitido por la Organización Mundial de la Salud describe que las actividades de conservación se realizan para prolongar la vida útil de los dispositivos y prevenir desperfectos. Además, menciona que el mantenimiento preventivo se programa a intervalos definidos e incluye tareas específicas como lubricación, limpieza o reemplazo de piezas que comúnmente se desgastan o que tienen una vida útil limitada.⁶

Las nuevas tecnologías en la simulación médica demandan tener procesos de calidad en el cuidado de los equipos y simuladores. Por ello,

es importante resaltar su verificación para cumplir con los requerimientos de cada uno teniendo en cuenta las especificaciones planteadas en cada ficha técnica. Es necesario establecer protocolos que faciliten la limpieza y desinfección de los simuladores clínicos, siguiendo una serie de lineamientos generales y otros específicos, según el tipo de material y modelo.⁷

2. Limpieza y desinfección de los simuladores clínicos

Por definición, la limpieza comprende la eliminación física de polvo y suciedad utilizando agua, con o sin detergente y acción mecánica, hasta que esté visiblemente limpio. Las toallitas desinfectantes preimpregnadas también han demostrado ser útiles para la descontaminación rápida de superficies de alto contacto y, según el producto, ofrece ventajas como procesos combinados de limpieza y desinfección, menos errores de aplicación, concentraciones definidas de ingredientes activos y facilidad de uso.⁸ Entre las sustancias de uso común para esta actividad de conservación de los simuladores se encuentran el alcohol al 70%, cloro, amonio cuaternario y detergentes enzimáticos y la acción de desinfección por parte de

estos activos ha sido demostrada recientemente y/o con anterioridad (*Tabla 1*).

La marca INNOSONIAN® brinda recomendaciones específicas para la limpieza y desinfección de sus productos, como el maniquí de reanimación cardiopulmonar Brayden Manikin. En su documentación, recomienda realizar una limpieza a fondo después de usar el maniquí en las prácticas cuando el usuario lo considere necesario o cuando los estudiantes hayan utilizado el maniquí sin un dispositivo de barrera.¹³ Esta debe realizarse con soluciones de esterilización como bactericidas, fungicidas y/o virucidas, recomendando productos de limpieza de marcas específicas. En la misma documentación, se explica que las pieles pueden ser sometidas a una limpieza por lavavajillas a una temperatura de hasta 70 °C.¹⁴

Por otra parte, en la guía de usuario del maniquí de simulación para inserción de catéteres centrales guiados por ultrasonido modelo CAE Blue Phantom de la marca CAE Healthcare Inc. se incluyen recomendaciones para el almacenamiento, transporte, limpieza, reemplazo, llenado del líquido, eliminación del aire, así como información de contacto para asistencia técnica especializada.¹⁵ El documento señala que la limpieza debe realizarse con un paño suave con alguna de las sustancias anteriormente mencionadas u otras como agua bidestilada y jabón líquido neutro. En superficies brillantes no se deben utilizar sustancias de limpieza agresivas, mientras que en superficies con recubrimiento en polvo se debe utilizar un paño ligeramente húmedo o toallas preparadas.¹⁶

3. Uso de los guantes de nitrilo para el desarrollo de actividades de limpieza en simuladores clínicos

Tanto los fabricantes como los sitios web sugieren el uso de guantes de nitrilo al momento de realizar prácticas y/o actividades de limpieza de los simuladores: los hallazgos obtenidos de un estudio para evaluar la efectividad de los guantes de nitrilo, látex, copolímero y vinil como barrera de protección en Maryland muestran que cuando los guantes son sometidos a procedimientos que imitan la práctica clínica, existen fallas en la barrera, independientemente del material del guante o del fabricante. A pesar de controlar los efectos del fabricante y el estrés, los guantes de látex tienen aproximadamente tres veces más probabilidades de mostrar agujeros o filtrar agua que los guantes de nitrilo.¹⁷

Además, en este mismo estudio, se demostró que los guantes de nitrilo tienen una tasa de falla de 1.3%, resultando menor que la de los guantes de látex de 2.2%. Por lo tanto, los guantes de nitrilo muestran una mayor resistencia para actividades que requieren mayor esfuerzo, como podría darse el caso de las prácticas guiadas por los instructores.

4. El desempeño del personal biomédico en el soporte técnico para los simuladores clínicos

El soporte técnico proporciona apoyo para la realización de las actividades dentro del aula de simulación, garantizando un correcto desempeño de los simuladores de forma efectiva y segura. El personal que integre el equipo de soporte técnico debe tener conocimientos en electrónica, tecnología de la información y conocimientos básicos médicos,¹⁸ además de poseer conocimientos técnicos y operativos básicos de los sistemas y equipos médicos utilizados. También deben ser capaces de resolver problemas al realizar el mantenimiento preventivo y minimizar el tiempo de inactividad.¹⁹ Asimismo, deben poseer habilidades de comunicación y trabajo en equipo,¹⁸ con la finalidad de construir y mantener un ambiente adecuado para lograr los objetivos de las prácticas de simulación clínica.

Dentro del personal técnico son considerados los ingenieros biomédicos o clínicos con conocimientos de ingeniería aplicada a la tecnología médica. De igual manera, los técnicos deben recibir capacitación en aspectos técnicos del mantenimiento de los equipos médicos.⁶ El soporte técnico y no técnico es un aspecto clave a considerar en las fases iniciales del proceso de diseño, antes de la zonificación y planificación del diseño del centro, para incluir áreas de trabajo privadas y oficinas.²⁰

5. Actividades técnicas: limpieza, mantenimiento y/o conservación

Utilizando estándares de simulación y prácticas establecidas, el equipo técnico en simulación apoya en el funcionamiento de la instalación de simulación, la recopilación y el mantenimiento del inventario, así como en el cuidado de los maniquíes y otros equipos utilizados en el programa de simulación, además de desarrollar y aplicar pruebas para los servicios de simulación, reparar todo el equipo disponible en la sala de simulación y brindar soporte técnico a los instructores y a los interesados en los servicios de simulación.²¹

La configuración clínica y técnica deben reflejar los entornos reales y el uso esperado del sistema de acuerdo con los escenarios, tareas y la práctica laboral. Con esto en cuenta, es posible establecer el tiempo que los médicos y enfermeras participantes deben dedicar en la simulación real según lo planeado para la evaluación de la práctica y los escenarios establecidos.²²

Es posible realizar la identificación de fallas del equipo dentro de las actividades de mantenimiento a través de cuatro fases: inspección inicial, verificación, identificación de la falla y pruebas de liberación.⁵ Esta es una de las razones por las cuales las actividades de mantenimiento preventivo y de soporte técnico, así como quienes lo realizan en los simuladores clínicos deben tener una mayor importancia en la práctica.

A pesar de que se ha mostrado un avance entre los usuarios de tecnología médica para simulación sobre la importancia de las actividades de mantenimiento, conservación y/o soporte técnico de los equipos que se utilizan en la educación médica, incluidas tecnologías como la realidad virtual,²³ aún persiste la necesidad de generar mayor conciencia sobre el impacto de estas actividades.

Desafortunadamente, las actividades de mantenimiento se perciben como una dificultad ante los usos de los simuladores clínicos debido a los costos que, tanto los recursos materiales como humanos, pueden llegar a implicar.²⁴ Es indispensable para lograr un correcto desempeño de los equipos tecnológicos y asegurar una práctica eficaz al utilizar la simulación clínica como herramienta educativa.

DISCUSIÓN

La simulación clínica, independientemente de su grado de fidelidad, proporciona un espacio seguro para la práctica de técnicas esenciales, pero requiere considerar el costo-beneficio de su implementación, incluyendo adquisición de simuladores, insumos médicos, consumibles y mantenimiento. La planificación y gestión de las aulas de simulación deben contemplar actividades de conservación realizadas por personal capacitado para prolongar la vida útil de los equipos.

La documentación emitida por organizaciones e instituciones de salud funciona como referencia para la planeación de las actividades de mantenimiento preventivo y de soporte técnico, para los equipos de simulación destinado a la práctica clínica. Es importante al momento de la planea-

ción y descripción de estas actividades considerar la posibilidad de la realización de prácticas de simulación que impliquen el uso de vaselina, látex, cera, papel de seda, polvo para ojos y polvo de carbón, junto con algunos materiales comunes del hogar como colorante alimentario para aumentar el grado derealismo del escenario simulado (moulage).²⁵

La estandarización de estas actividades enfrenta desafíos por la limitada información científica disponible y la especificidad de los simuladores. No obstante, existen coincidencias en prácticas como el uso de agua, jabón y toallas desinfectantes, que son más comunes que agentes como cloro o amonio cuaternario debido a su impacto en la integridad de los equipos. El uso de productos no recomendados puede comprometer su funcionalidad e integridad, afectando directamente el aprovechamiento de los estudiantes de la simulación.

Cuando la información brindada por el fabricante sobre las actividades de limpieza y/o mantenimiento es insuficiente o las instrucciones de mantenimiento o limpieza (según como el fabricante decida nombrarlo) no son explícitas, es fácil prever posibles dificultades en la preservación del estado físico y funcional de dichos equipos de simulación.

El soporte técnico desempeña un papel fundamental desde la configuración inicial y programación de escenarios hasta la resolución de fallas durante la práctica. Su labor, en colaboración con instructores, asegura un soporte eficiente, minimizando interrupciones y maximizando el aprovechamiento de los simuladores. Además, es indispensable recibir información técnica actualizada por parte de los fabricantes y proveedores, optimizando el uso y preservación de estos equipos en las instituciones de educación médica

CONCLUSIONES

La simulación clínica es una herramienta esencial para el aprendizaje en ciencias de la salud, ya que proporciona un entorno seguro para practicar procedimientos clínicos sin riesgos para los pacientes. La clasificación de los simuladores según su tecnología y complejidad permite identificar las necesidades específicas de conservación y soporte técnico para cada equipo, basándose en la documentación proporcionada por fabricantes y autoridades sanitarias.

El mantenimiento involucra la realización de actividades de limpieza y desinfección con

agentes recomendados como agua y jabón, así como del uso de herramientas como los guantes de nitrilo, siguiendo las instrucciones de los fabricantes y adaptando protocolos con base en avances científicos para proteger la integridad y funcionalidad de los equipos.

La estandarización de las actividades de limpieza y mantenimiento garantizaría la consistencia en estos procesos ante la limitada o nula información de cuidados de los equipos de simulación. Además, contar con personal capacitado es indispensable para evitar fallas prematuras, prolongar la vida útil de los simuladores y garantizar prácticas efectivas. El soporte técnico eficiente mejora la calidad de las simulaciones y optimiza los recursos a mediano y largo plazo, fomentando inversiones en simuladores de mayor fidelidad.

Finalmente, es esencial una relación estrecha entre el personal técnico, administrativo y el fabricante/proveedor para maximizar el aprovechamiento de los dispositivos, incluyendo información oportuna y reporte de fallas para establecer protocolos de mantenimiento y evaluaciones de desempeño efectivas.

REFERENCIAS

1. Reis SS, Guimaraes P, Coelho F, Nogueira E, Coelho L. A framework for simulation systems and technologies for medical training. In: 2018 Global Medical Engineering Physics Exchanges/Pan American Health Care Exchanges (GMEPE/PAHCE). IEEE; 2018. p. 1–4. doi: 10.1109/GMEPE-PAHCE.2018.8400757.
2. Urra Medina E, Sandoval Barrientos S, Irribarren Navarro F. El desafío y futuro de la simulación como estrategia de enseñanza en enfermería. *Investig Educ Méd.* 2017; 6 (22): 119-125. doi: 10.1016/j.riem.2017.01.147.
3. Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgrad Med J.* 2008;84(997):563–70. doi:10.1136/qshc.2004.009886.
4. Falcón-Ayala J. Funcionamiento, mantenimiento y reposición del equipamiento médico fantomas de la Clínica de Simulación Médica y Robótica de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Central del Ecuador. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2016. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9643/1/T-UCE-0006-001.pdf>.
5. Coronel-Mendoza ES, Segura-Pérez E. Metodología para la inspección de equipo médico. *Mem Congr Nac Ing Bioméd.* 2018; 5 (1): 534-537.
6. World Health Organization. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. *Med Equip Maint Prog Overv.* 2012; 90: 90.
7. Arboleda-Amórtegui G. Protocolo de limpieza y desinfección de simuladores médicos. *Doc Trab Areandina.* 2019; 1: 1. doi: 10.33132/26654644.1508.
8. Assadian O, Harbarth S, Vos M, Knobloch JK, Asensio A, Widmer AF. Practical recommendations for routine cleaning and disinfection procedures in healthcare institutions: a narrative review. *J Hosp Infect.* 2021; 113: 104-114.
9. Graziano MU, Graziano KU, Pinto FMG, Bruna CQDM, Souza RQD, Lascala CA. Effectiveness of disinfection with alcohol 70% (w/v) of contaminated surfaces not previously cleaned. *Rev Latino-Am Enfermagem.* 2013; 21 (2): 618-623. doi: 10.1590/S0104-11692013000200020.
10. Protano C, Cammalleri V, Romano Spica V. Hospital environment as a reservoir for cross transmission: cleaning and disinfection procedures. *Ann Ig.* 2019; 31 (5): 436-448.
11. Sancle T. The importance of detergent selection. *Clin Serv J.* 2016; 15 (8): 72-74.
12. Mohapatra S, Yutao L, Goh SG, Ng C, Luhua Y, Tran NH, et al. Quaternary ammonium compounds of emerging concern: classification, occurrence, fate, toxicity and antimicrobial resistance. *J Hazard Mater.* 2023; 445: 130393. doi: 10.1016/j.jhazmat.2022.130393.
13. INNOSONIAN. Cleaning your Brayden Manikin. 2022. Disponible en: <https://www.norskforstehjelpsrad.no/file/3/c/ccd451f98ea71ea7c3ec0bda3a0f3/breyden-im13-and-im16-cleaning-instructions-2020.pdf-250320-1.pdf>
14. INNOSONIAN. Disinfection Information Sheet. 2022. Disponible en: <https://innosonian.global/wp-content/uploads/2022/11/Disinfection-Information-Sheet.pdf>
15. CAE Healthcare Inc. CAE Blue Phantom User Guide. 2022. Disponible en: https://cdn.shopify.com/files/1/0450/6330/7413/files/BPH660_GUIDE_USER__GEN_II_CENTRAL_LINE__RÉGIONAL_ANESTHESIA_ULTRA.pdf?fv=1674595160
16. Brauer N. Medical simulation equipment cleaning protocols. Maintenance: SimGhosts; 2020. Disponible en: <https://simghosts.org/news/508058/Medical-Simulation-Equipment-Cleaning-Protocols.htm>
17. Korniewicz DM, El-Masri M, Broyles JM, Martin CD, O'Connell KP. Performance of latex and nonlatex medical examination gloves during simulated use. *Am J Infect Control.* 2002; 30 (2): 133-138. doi: 10.1067/mic.2002.119512.
18. Brizuela S. El rol del Técnico en Simulación. Red de simulación en salud; 2023. Disponible en: <https://reddesimulacionensalud.com/desarrollo-profesional/el-rol-del-tecnico-en-simulacion/>
19. Kyle RR, Murray WB. Clinical simulation: operations, engineering, and management. Amsterdam Boston: Academic Press; 2008. p. 627.
20. Dleikan CT, Lakissian Z, Hani S, Sharara-Chami R. Designing a simulation center: an experiential guide. *J Facil Manag.* 2020; 18 (5): 487-504. doi: 10.1108/JFM-02-2020-0011.
21. Byrne D, O'Dowd E, Lydon S, Reid-McDermot B, O'Connor P. National strategic guide for the implementation of simulation on clinical sites. 2021. doi: 10.13025/CN0Z-BP50.
22. Jensen S, Kushniruk AW, Nøhr C. Clinical simulation: a method for development and evaluation of clinical information systems. *J Biomed Inform.* 2015; 54: 65-76. doi: 10.1016/j.jbi.2015.02.002.

23. Chen K, Kwok BWJ, Yeo A, Lee JSA. A rapid prototyping tool for VR decontamination training. In: 2024 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct); 2024. p. 367-368.
24. Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, Amaechi EC, Elendu TC, Ezech CP, et al. The impact of simulation-based training in medical education: a review. Medicine. 2024; 103 (27): e38813. doi: 10.1097/MD.00000000000038813.
25. Elshama SS. How to use moulage as a simulation tool in medical education? Iberoam J Med. 2020; 2 (3): 219-222. doi: 10.5281/ZENODO.3785051.

Correspondencia:**Mario Germán Montes-Osorio****E-mail:** mario.montes@imss.gob.mx