

MODELOS DE SIMULACIÓN CLÍNICA PARA LA ENSEÑANZA DE HABILIDADES CLÍNICAS EN CIENCIAS DE LA SALUD

José Iván Alfonso Mantilla¹
Jaime Martínez Santa²

Fecha de Recepción: 10/11/2015
Fecha de Aceptación: 15/12/2015

Citar como: Alfonso, J., Martínez, J. (2015). Modelos de simulación clínica para la enseñanza de habilidades clínicas en ciencias de la Salud. *Rev Mov Cient.* 9(2): 70-79.

Citar como: Alfonso, J., Martínez, J. Modelos de simulación clínica para la enseñanza de habilidades clínicas en ciencias de la Salud. *Rev Mov Cient.* [en línea] 2015, [fecha de consulta: dd/mm/aaaa]; 9(2): 70-79. Disponible desde: <http://revistas.iberoamericana.edu.co/index.php/Rmcientifico/issue/archive>.

RESUMEN

Introducción: En la actualidad la educación en salud se ha convertido en un eje de gran importancia para la formación de profesionales competentes en áreas de la salud como: Medicina, Enfermería, Fisioterapia, Terapia Ocupacional y Fonoaudiología. A través de los años se ha visto un crecimiento en la utilización de tecnología basada en simulación a través de maniqués, simuladores virtuales y ambientes clínicos para la educación en estudiantes del área de la salud.

Método: Se realizó una revisión sistemática de la literatura, se realizó una búsqueda en bases de datos como: Science Citation Index, Medline, Ebsco, Scopus, Wiley Blackwell, Elsevier, Science Direct, Springer, MasterFILE Premier, Taylor francis. Se contemplaron estudios del año 2000 al 2015, literatura con los siguientes términos MESH: "Education", "students", "Medical", "Simulators", "Physiotherapy".

Resultados: La evidencia identificada en relación a educación basada en simulación en áreas de la salud fue de N=51, los resultados muestran que un método educativo basado en ambientes de simulación clínica aumenta el conocimiento teórico/práctico, habilidades clínicas, autoconfianza, rendimiento y seguridad del paciente en los procesos de atención clínica.

Conclusiones: La educación basada en simulación médica tiene características que mejoran la práctica clínica estas son: retroalimentación, práctica deliberada, integración curricular, medición de resultados, adquisición y mantenimiento de habilidades, el dominio del aprendizaje, transferencia a la práctica, formación del equipo, formación de instructores en contexto educativo y profesional

Palabras Clave: Educación, Estudiantes, Medicina, Simuladores, Fisioterapia.

1 Fisioterapeuta *Universidad del Rosario*. Correo de Correspondencia: josealfonso25@hotmail.com.

2 Docente *Universidad del Rosario*.

CLINICAL SIMULATION FOR TEACHING CLINICAL SKILLS IN HEALTH SCIENCES

ABSTRACT

Introduction: Currently health education has become an axis of great importance to the training of competent professionals in health areas such as medicine, nursing, physiotherapy, occupational therapy and speech therapy. Through the years it has seen a growth in the use of simulation-based technology through manikins, virtual simulators and clinical environments for education students in the area of health.

Method: A systematic review, a search was conducted in databases such as Science Citation Index, Medline, Ebsco, Scopus, Wiley Blackwell, Elsevier, Science Direct, Springer, MasterFILE Premier, Taylor Francis. The MESH terms contemplated are "Education", "students", "Medical", "Simulators," "Physiotherapy", also studies from 2000 to 2015 are contemplated.

Results: Identified evidence regarding education based on simulation in areas of health was $N = 51$, the results show that an educational method based on environments clinical simulation increases the theoretical / practical knowledge, clinical skills, self-confidence, performance and security patient clinical care processes.

Conclusions: Education based medical simulation has features that improve clinical practice these are: feedback, deliberate practice, curriculum integration, performance measurement, acquisition and maintenance of skills, mastery learning, transfer to practice, training equipment, training instructors in educational and professional context

Keywords: Education, Students, Medical, Simulators, Physiotherapy

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la educación en salud se ha convertido en un eje de gran importancia para la formación de profesionales competentes en áreas de la salud como: Medicina, Enfermería, Fisioterapia, Terapia Ocupacional y Fonoaudiología. A través de los años la utilización de tecnología basada en simulación clínica para la educación en estudiantes del área de la salud ha mostrado altos índices de efectividad en la adquisición de habilidades teórico-prácticas (J. Cooper & V. Taqueti, 2004). El desarrollo de simuladores en forma de maniquí y herramientas virtuales son utilizados para la educación, formación e investigación de estudiantes de estas áreas de la salud, el desarrollo de estos simuladores provee herramientas para el desarrollo de habilidades de reanimación cardiopulmonar, intubación, intervención en paciente crítico (J. Cooper & V. Taqueti, 2004).

La simulación se refiere a la aplicación de procesos simulados en objetos para la educación y formación de estudiantes (J. Cooper & V. Taqueti, 2004), esta es recreada en un ambiente específico el cual puede estar compuesto por elementos tales como: Juegos de rol, actores, realidad virtual y réplica del centro clínico, (J. Cooper & V. Taqueti, 2004). Los simuladores virtuales

son utilizados por docentes en el ámbito educativo para aumentar las habilidades prácticas de los estudiantes en procesos de intervención invasiva en pacientes. Esto se realiza con el fin de aumentar la efectividad en procesos de intervención y disminuir riesgo de error (Wilfong, Falsetti, McKinnon, & Daniel, 2011). Estudios recientes han comparado la cirugía robótica y la simulación médica como medios de interfaz que proporcionan elementos de aprendizaje, útiles en la comprensión de los procesos de intervención invasiva; el uso de este tipo de tecnología depende de su impacto en la seguridad del paciente, procesos de atención y rentabilidad. Es así como la implementación de entrenamiento a través de simuladores virtuales demuestra índices de efectividad en la atención de usuarios a nivel clínico (Cannon, Eckhoff, Garrett, Hunter, & Sweeney, 2006; Heng et al., 2006; Kunkler, 2006).

En la actualidad un reto importante para los estudiantes de áreas de ciencias de la salud es la aplicación de conocimientos teóricos a la gestión de pacientes con algún tipo de enfermedades para lo cual los estudiantes deben desarrollar habilidades para el trabajo directo con pacientes. El aprendizaje a través de simulación e interacción con elementos clínicos en ambientes simulados y monitorizados se ha convertido en una herra-

mientas educativa con índices positivos de efectividad en el campo clínico, se han desarrollado métodos como la simulación en gestión de crisis, reanimación cardiopulmonar y ventilación mecánica que demuestran que la aplicación de este tipo de metodología educativa tiene efectos significativos en las habilidades clínicas de estudiantes de pregrado (Weller, 2004).

Las escuelas de ciencias de la salud se enfrentan a un cambio en su paradigma de enseñanza; la población estudiantil no se siente capacitada en el manejo de historia clínica, exploración física, diagnóstico e intervención. Es por eso que en la actualidad las universidades de todo el mundo están empezando a implementar programas de entrenamiento a través de simulación virtual con el objetivo de generar un nuevo modelo educativo que sea capaz de desarrollar habilidades prácticas en la atención de pacientes (Okuda et al., 2009; Weller, 2004). Por tal motivo es de gran importancia que se generen campos de investigación encaminados hacia la educación a través de simuladores virtuales con el fin de preparar profesionales competentes capaces de mejorar los procesos de atención e intervención (Okuda et al., 2009). El objetivo de este trabajo es realizar una revisión sistemática de la literatura que permita evidenciar la utilidad de la aplicación de la educación basada en simulación clínica y las herramientas que deben ser utilizadas.

MÉTODO

Se realizó una revisión sistemática de la literatura.

Se determinaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de Inclusión: Estudios contemplados del año 2000 al 2015, literatura que contemplara los siguientes términos MESH: “Education”, “students”, “Medical”, “Simulators,” “Physiotherapy”.

La literatura se aceptaría en idioma español, inglés y portugués. Se estableció como otro criterio de inclusión que la búsqueda de evidencia se basará en:

Fuentes primarias: Estudios ECA, metanálisis, casos y controles, estudios de cohorte, revisiones sistemáticas, revisiones de literatura.

Fuentes secundarias: Monografías, tesis de grado, libros.

Criterios de Exclusión: Estudios que su año de publicación fuera inferior al año 2000, que no contemplaran los términos MESH establecidos, estudios que no estuvieran disponibles o completos.

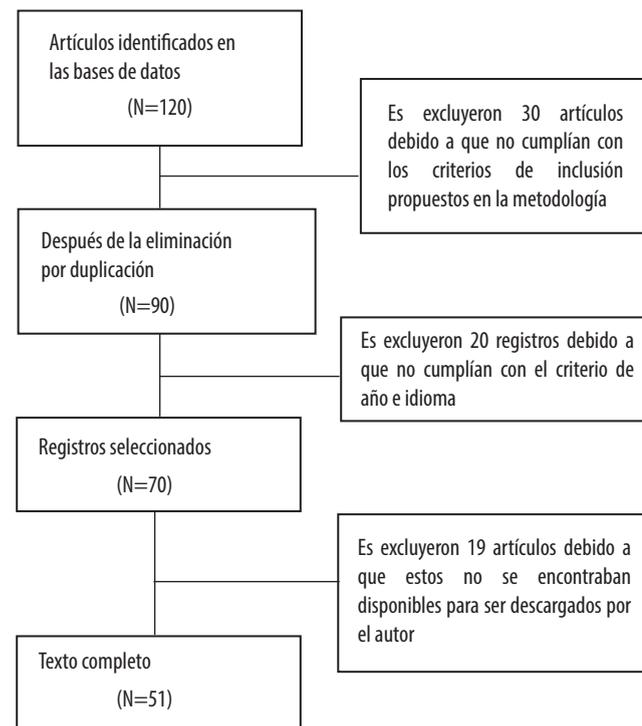
Se realizó la búsqueda en bases de datos como Science Citation Index, Medline, Ebsco, Scopus, Wiley Blackwell, Elsevier, Science Direct, Springer, MasterFILE Premier, Taylor francis.

Es así como en la evidencia encontrada se pudieron identificar fuentes primarias de información se excluyeron registros debido a que no cumplían con los requisitos establecidos, para la extracción de datos se tuvieron en cuenta los criterios establecidos en la estrategia de búsqueda

RESULTADOS

En la figura 1 se ilustra el proceso de extracción de la evidencia de las bases de datos

Figura 1. Flujoograma de extracción de la evidencia



Fuente: Elaboración propia (2015).

Después de la revisión en las bases de datos se pudo identificar literatura relacionada con el tema, esto se muestra en la Tabla 1 (Bases de datos), de igual manera se identificaron los tipos de estudio contemplados en esta revisión esto se resume en la Tabla 2 (tipos de estudios).

Tabla 1. Bases de datos identificadas

Bases de datos	# Artículos
Science Citation Index	12
Medline	8
Ebsco	5
Scopus	6
Wiley Blackwell	7
Elsevier	6
Science Direct	4
Springer	1
MasterFILE Premier	1
Taylor francis	1
Total	51

Fuente: Elaboración propia (2015).

Tabla 2. Tipos de estudio

Tipo de estudio	# Artículos
Revisiones sistemáticas	17
Estudios piloto	16
Revisión de literatura	8
Estudio prospectivo	5
Estudios transversales	3
Estudios de caso y control	1
Metaanálisis	1
Total	51

Fuente: Elaboración propia (2015).

Se pudo evidenciar que diversos autores resaltan el uso de modelos de simulación clínica para el aprendizaje de estudiantes de áreas de la salud debido a que el uso de simuladores clínicos es un proceso pedagógico eficaz en el proceso de educación de estudiantes del área de la salud y es un pilar del proceso de educación sanitaria e investigación donde se

puede realizar la integración del conocimiento junto con las habilidades clínicas de los estudiantes en ambientes controlados y monitorizados. En la literatura se describen diversos modelos utilizados en la educación a través de simulación clínica.

Simuladores en forma de Maniqui

Estos son especiales para la educación de: intubación, programación de ventilación mecánica, lectura de signos, inserción de catéteres (J. B. Cooper & V. R. Taqueti, 2004; Wilfong et al., 2011). Diversos autores resaltan el uso de estos simuladores debido a que proporcionan elementos de retroalimentación sobre métodos de aprendizaje.

Simuladores virtuales programas de computación

También se resalta el uso de tecnologías con ayuda de realidad virtual para el entrenamiento de habilidades quirúrgicas para el aumento de la efectividad en intervenciones quirúrgicas por residentes de medicina de ortopedia (Cannon et al., 2006; Heng et al., 2006; Kunkler, 2006).

Entornos controlados con aparatos para la medición de habilidades clínicas

Esta es la herramienta más utilizada a nivel mundial donde a través de la educación basada en casos clínicos se desarrollan competencias y aplicación del conocimiento, junto a un equipo de trabajo y en un enfoque sistemático de un problema específico esto conduce a un aumento de habilidades clínicas como: rendimiento en el procedimiento, aumento de reanimaciones exitosas, aumento del conocimiento médico; estos resultados se evidencian en la reanimación neonatal, intubación, programación de ventilador mecánico (Lai, Ngim, & Fullerton, 2012; Okuda et al., 2009; Owen, 2012; Weller, 2004).

Clase presencial Vs Clase práctica

La evidencia demuestra que existen diferencias significativas entre los estudiantes que asisten a clases

presenciales y los que asisten a clases prácticas, demostrando que los estudiantes que realizan práctica tienen mayor retención del conocimiento teórico – práctico (Cavaleiro, Guimaraes, & Calheiros, 2009; Mileder, Urlesberger, Schwindt, Simma, & Schmolzer, 2014; Mileder, Urlesberger, Szyld, Roehr, & Schmolzer, 2014).

Habilidades adquiridas y programación de la clase

En Europa han implementado la educación a través de modelos de simulación clínica donde sus estudiantes argumentan un aumento en la percepción de sus conocimientos, habilidades teórico prácticas y confianza en los procesos de atención realizados (Coyer et al., 2014; Rubio-Gurung et al., 2014), esto se genera debido a que la educación basada en simulación proporciona claves visuales, auditivas y señales táctiles que crea un alto nivel de fidelidad física, biológica y psicológica para el entorno real y por lo tanto es capaz de obtener respuestas realistas de los alumnos (Halamek, 2008; Hendrickse, Ellis, & Morris, 2001; Holcomb et al., 2002). Las instituciones educativas deben empezar a impartir este tipo de metodología, de enseñanza a través de herramientas como maniqués, sistemas virtuales en ambientes controlados y monitorizados que se basen en los siguientes pasos: presentación del curso, pretest antes del curso, refuerzo de temas del curso, tener 5 escenarios de simulación y por último socializar las experiencias obtenidas en el curso (Allan et al., 2010; DeVita, Schaefer, Lutz, Wang, & Dongilli, 2005; Robertson et al., 2009).

Los programas educativos basados en simulación proporcionan una herramienta basada en la experiencia la cual desarrolla las capacidades de los estudiantes en diferentes ramas del área de la salud (Kane, Pye, & Jones, 2011), esto ocurre debido a que la implementación de sistemas educativos basados en simulación desarrollan habilidades prácticas, comunicativas y aumenta el rendimiento de los estudiantes en un futuro cuando estén en un equipo interdisciplinar de trabajo (Calvert, McGurgan, Debenham, Gratwick, & Maouris, 2013; Merien, van

de Ven, Mol, Houterman, & Oei, 2010; Reynolds, Ayres-de-Campos, & Lobo, 2011). Además el uso de estos modelos de simulación clínica provee una herramienta eficaz para la evaluación de estudiantes en ciencias de la salud y determinar si están calificados para la atención de un paciente (Blum, Gairing Burglin, & Gisin, 2008; Daniels et al., 2010). De igual manera ha demostrado tener efectos significativos en la seguridad del paciente por parte del terapeuta (Abrahamsen, Sollid, Ohlund, Roislien, & Bondevik, 2015; Dilaveri, Szostek, Wang, & Cook, 2013; McKinney, Cook, Wood, & Hatala, 2013). Este tipo de sistema educativo ha sido implementado en áreas como : anestesiología, ortopedia, fisioterapia, terapia ocupacional, terapia respiratoria (Kennedy, Cannon, Warner, & Cook, 2014; Mundell, Kennedy, Szostek, & Cook, 2013; Tokarczyk & Greenberg, 2011), las cuales han demostrado aumento de habilidades clínicas en sus estudiantes, además de eso se demuestra que la enseñanza a través de modelos de simulación debe ser un pilar en un nuevo proceso de reestructuración del modelo educativo de enseñanza en salud el cual debe estar basado en las siguientes 12 características: (I) la retroalimentación, (II) la práctica deliberada, (III) la integración curricular, (IV) la medición de resultados, (V) la fidelidad de simulación, (VI) la adquisición y mantenimiento de habilidades, (VII) el dominio del aprendizaje, (VIII) la transferencia a la práctica, (IX) la formación del equipo, (X) las pruebas de alto riesgo, (XI) la formación de instructores, y el (xII) contexto educativo y profesional (Cook et al., 2011; McGaghie, Issenberg, Cohen, Barsuk, & Wayne, 2011; McGaghie, Issenberg, Petrusa, & Scalese, 2010; Paige et al., 2014; Tofil et al., 2014).

Según la evidencia este tipo de entrenamiento debe durar aproximadamente 4 semanas basadas en distintos módulos de aprendizaje que promuevan retroalimentación e integración de conocimiento dentro de la práctica clínica (Cook, Brydges, Zendejas, Hamstra, & Hatala, 2013; Issenberg, McGaghie, Petrusa, Lee Gordon, & Scalese, 2005; Mori, Carnahan, & Herold, 2015), así se desarrollaran las habilidades clínicas de los estudiantes y se adquirirán las habilidades que estos necesitan para estar preparados para cual-

quier tipo de emergencia que se presente en la vida profesional, se deben tener diferentes tipos de herramientas para influenciar el máximo conocimiento de los estudiantes y desarrollar sus competencias en diferentes modalidades de intervención (Ilgen, Sherbino, & Cook, 2013; Mills, Williams, & Dobson, 2013; Rakshasbhuvankar & Patole, 2014).

DISCUSIÓN

En el mundo actual el método de aprendizaje basado en simulación es utilizado para el entrenamiento del personal de salud demostrando índices de efectividad de procesos clínicos, de igual manera la gran mayoría de los autores están de acuerdo en que se debe empezar a investigar mucho más en relación a modelos educativos para los estudiantes de ciencias de la salud, el uso de laboratorios clínicos con herramientas de simulación tales como: maniqués, pantallas, programas de simulación (Berkenstadt, Erez, Munz, Simon, & Ziv, 2007; Knudson et al., 2008; Lamb, 2007). Estas ayudas proporcionan un ciclo de aprendizaje y de retroalimentación para los estudiantes dentro de su proceso de evaluación de procedimientos y su posterior obtención de competencias clínicas (Akaike et al., 2012; Steinemann et al., 2011).

El uso de educación basada en simulación ofrece al estudiante un espacio de práctica seguro donde puede retroalimentar sobre los posibles errores cometidos durante un procedimiento además de obtener conocimiento, habilidades clínicas, liderazgo de un equipo y conciencia de sus propias limitaciones personales, es así como este método educativo debe ser combinado con los métodos educativos convencionales para así lograr el desarrollo profesional de estudiantes de áreas de la salud (Akaike et al., 2012).

La estrategia de educación basada en simulación ofrece al estudiante una herramienta educativa donde el estudiante es un actor participe del proceso de atención clínica en un ambiente determinado pero controlado por parte del docente, esto significa un espacio seguro donde puede aplicar su conocimiento. La evidencia ha reportado que esto provee al estudiante confianza para la aplicación de

tratamientos además del desarrollo de habilidades de alto nivel en diferentes áreas del saber y así incrementar su habilidad clínica en estas diferentes áreas con altos índices de satisfacción entre docente y estudiantes (Laschinger et al., 2008). Los profesionales médicos y educadores reconocen este medio de educación como el próximo método de educación en ciencias de la salud para la creación de profesionales competentes en diferentes áreas del saber lo cual contribuye a mejorar la atención en salud, el rendimiento de los profesionales y la seguridad del paciente (Ziv, Ben-David, & Ziv, 2005).

Limitaciones y Caminos Futuros

Los modelos de simulación clínica no son fáciles de adquirir y en el país no muchas personas tienen acceso a este tipo de educación. Por esto la investigación en el área educativa debe ser un campo explorado por todos los profesionales del área de la salud pues son ellos los responsables de entrenar nuevo personal, se deben crear métodos educativos para la enseñanza en entidades universitarias con el fin de preparar sus estudiantes para los diferentes retos de su vida profesional; los campos de investigación en educación deben ser el punto de partida para la implementación de este tipo de educación que demuestra ser un método efectivo que promueve la autonomía, autoconfianza y sobretodo el aumento de habilidades clínicas de los estudiantes de áreas de la salud (Ziv et al., 2005). Es así que la enseñanza basada en simulación debe ser parte del proceso educativo de las ciencias de la salud para mejorar las habilidades del personal en entrenamiento y mejorar el rendimiento en su vida profesional además de prepararlos para los diferentes retos en este ámbito, se deben abrir nuevos campos de investigación encaminados al área educativa para demostrar la importancia del docente como una guía en el proceso de formación del estudiante universitario en diferentes áreas del saber (Happel, Papenfuss, & Kranke, 2010).

CONCLUSIONES

La educación basada en simulación es un método que demuestra altos niveles de confiabilidad en la

enseñanza en áreas de la salud y se puede implementar con programas virtuales, maniquís y herramientas de ejecución clínica. Los estudiantes que participan en este método de enseñanza por simulación aumentan sus habilidades clínicas, conocimiento, seguridad y habilidad de comunicación en un equipo interdisciplinar. La implementación de ambientes simulados permite generar una política de seguridad al paciente minimizando la aparición de incidentes o eventos adversos y así incrementar su experiencia a nivel clínico y mejorar sus procesos de atención clínica. Se deben tener en cuenta los siguientes elementos para la aplicación de educación basada en simulación: herramientas y programación de clase.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

REFERENCIAS

- Abrahamsen, H. B., Sollid, S. J., Ohlund, L. S., Roislien, J., & Bondevik, G. T. (2015). Simulation-based training and assessment of non-technical skills in the Norwegian Helicopter Emergency Medical Services: a cross-sectional survey. *Emerg Med J*, 32(8), 647-653.
- Akaike, M., Fukutomi, M., Nagamune, M., Fujimoto, A., Tsuji, A., Ishida, K., & Iwata, T. (2012). Simulation-based medical education in clinical skills laboratory. *J Med Invest*, 59(1-2), 28-35.
- Allan, C. K., Thiagarajan, R. R., Beke, D., Imprescia, A., Kappus, L. J., Garden, A., . . . Weinstock, P. H. (2010). Simulation-based training delivered directly to the pediatric cardiac intensive care unit engenders preparedness, comfort, and decreased anxiety among multidisciplinary resuscitation teams. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 140(3), 646-652.
- Berkenstadt, H., Erez, D., Munz, Y., Simon, D., & Ziv, A. (2007). Training and assessment of trauma management: the role of simulation-based medical education. *Anesthesiol Clin*, 25(1), 65-74, viii-ix.
- Blum, R., Gairing Burglin, A., & Gisin, S. (2008). [Simulation in obstetrics and gynecology - a new method to improve the management of acute obstetric emergencies]. *Ther Umsch*, 65(11), 687-692.
- Calvert, K. L., McGurgan, P. M., Debenham, E. M., Gratwick, F. J., & Maouris, P. (2013). Emergency obstetric simulation training: how do we know where we are going, if we don't know where we have been? *Aust N Z J Obstet Gynaecol*, 53(6), 509-516.
- Cannon, W. D., Eckhoff, D. G., Garrett, W. E., Jr., Hunter, R. E., & Sweeney, H. J. (2006). Report of a group developing a virtual reality simulator for arthroscopic surgery of the knee joint. *Clin Orthop Relat Res*, 442, 21-29.
- Cavaleiro, A. P., Guimaraes, H., & Calheiros, F. (2009). Training neonatal skills with simulators? *Acta Paediatr*, 98(4), 636-639.
- Cook, D. A., Brydges, R., Zendejas, B., Hamstra, S. J., & Hatala, R. (2013). Mastery learning for health professionals using technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. *Acad Med*, 88(8), 1178-1186.
- Cook, D. A., Hatala, R., Brydges, R., Zendejas, B., Szostek, J. H., Wang, A. T., . . . Hamstra, S. J. (2011). Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *Jama*, 306(9), 978-988.
- Cooper, J., & Taqueti, V. (2004). A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Quality and Safety in Health Care*, 13(suppl 1), i11-i18.
- Cooper, J. B., & Taqueti, V. R. (2004). A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Qual Saf Health Care*, 13 Suppl 1, i11-18.
- Coyer, C., Gascoin, G., Sentilhes, L., Savagner, C., Berton, J., & Beringue, F. (2014). [Evaluation of the impact and efficiency of high-fidelity simulation for neonatal resuscitation in midwifery education]. *Arch Pediatr*, 21(9), 968-975.
- Daniels, K., Arafeh, J., Clark, A., Waller, S., Druzin, M., & Chueh, J. (2010). Prospective randomi-

- zed trial of simulation versus didactic teaching for obstetrical emergencies. *Simul Healthc*, 5(1), 40-45.
- DeVita, M. A., Schaefer, J., Lutz, J., Wang, H., & Dongilli, T. (2005). Improving medical emergency team (MET) performance using a novel curriculum and a computerized human patient simulator. *Qual Saf Health Care*, 14(5), 326-331.
- Dilaveri, C. A., Szostek, J. H., Wang, A. T., & Cook, D. A. (2013). Simulation training for breast and pelvic physical examination: a systematic review and meta-analysis. *Bjog*, 120(10), 1171-1182.
- Halamek, L. P. (2008). The simulated delivery-room environment as the future modality for acquiring and maintaining skills in fetal and neonatal resuscitation. *Semin Fetal Neonatal Med*, 13(6), 448-453.
- Happel, O., Papenfuss, T., & Kranke, P. (2010). [Training for real: simulation, team-training and communication to improve trauma management]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 45(6), 408-415.
- Hendrickse, A. D., Ellis, A. M., & Morris, R. W. (2001). Use of simulation technology in Australian Defence Force resuscitation training. *J R Army Med Corps*, 147(2), 173-178.
- Heng, P. A., Cheng, C. Y., Wong, T. T., Wu, W., Xu, Y., Xie, Y., . . . Leung, K. S. (2006). Virtual reality techniques. Application to anatomic visualization and orthopaedics training. *Clin Orthop Relat Res*, 442, 5-12.
- Holcomb, J. B., Dumire, R. D., Crommett, J. W., Stamateris, C. E., Fagert, M. A., Cleveland, J. A., . . . Mattox, K. L. (2002). Evaluation of trauma team performance using an advanced human patient simulator for resuscitation training. *J Trauma*, 52(6), 1078-1085; discussion 1085-1076.
- Ilgen, J. S., Sherbino, J., & Cook, D. A. (2013). Technology-enhanced simulation in emergency medicine: a systematic review and meta-analysis. *Acad Emerg Med*, 20(2), 117-127.
- Issenberg, S. B., McGaghie, W. C., Petrusa, E. R., Lee Gordon, D., & Scalese, R. J. (2005). Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach*, 27(1), 10-28.
- Kane, J., Pye, S., & Jones, A. (2011). Effectiveness of a simulation-based educational program in a pediatric cardiac intensive care unit. *J Pediatr Nurs*, 26(4), 287-294.
- Kennedy, C. C., Cannon, E. K., Warner, D. O., & Cook, D. A. (2014). Advanced airway management simulation training in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*, 42(1), 169-178.
- Knudson, M. M., Khaw, L., Bullard, M. K., Dicker, R., Cohen, M. J., Staudenmayer, K., . . . Krummel, T. (2008). Trauma training in simulation: translating skills from SIM time to real time. *J Trauma*, 64(2), 255-263; discussion 263-254.
- Kunkler, K. (2006). The role of medical simulation: an overview. *Int J Med Robot*, 2(3), 203-210.
- Lai, N. M., Ngim, C. F., & Fullerton, P. D. (2012). Teaching medical students neonatal resuscitation: knowledge gained and retained from a brief simulation-based training workshop. *Educ Health (Abingdon)*, 25(2), 105-110.
- Lamb, D. (2007). Could simulated emergency procedures practised in a static environment improve the clinical performance of a Critical Care Air Support Team (CCAST)? A literature review. *Intensive Crit Care Nurs*, 23(1), 33-42.
- Laschinger, S., Medves, J., Pulling, C., McGraw, D. R., Waytuck, B., Harrison, M. B., & Gambeta, K. (2008). Effectiveness of simulation on health profession students' knowledge, skills, confidence and satisfaction. *Int J Evid Based Healthc*, 6(3), 278-302.
- McGaghie, W. C., Issenberg, S. B., Cohen, E. R., Barsuk, J. H., & Wayne, D. B. (2011). Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? A meta-analytic comparative review of the evidence. *Acad Med*, 86(6), 706-711.

- McGaghie, W. C., Issenberg, S. B., Petrusa, E. R., & Scalese, R. J. (2010). A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Med Educ*, 44(1), 50-63.
- McKinney, J., Cook, D. A., Wood, D., & Hatala, R. (2013). Simulation-based training for cardiac auscultation skills: systematic review and meta-analysis. *J Gen Intern Med*, 28(2), 283-291.
- Merien, A. E., van de Ven, J., Mol, B. W., Houterman, S., & Oei, S. G. (2010). Multidisciplinary team training in a simulation setting for acute obstetric emergencies: a systematic review. *Obstet Gynecol*, 115(5), 1021-1031.
- Mileder, L. P., Urlesberger, B., Schwindt, J., Simma, B., & Schmolzer, G. M. (2014). Compliance with guidelines recommending the use of simulation for neonatal and infant resuscitation training in Austria. *Klin Padiatr*, 226(1), 24-28.
- Mileder, L. P., Urlesberger, B., Szyld, E. G., Roehr, C. C., & Schmolzer, G. M. (2014). Simulation-based neonatal and infant resuscitation teaching: a systematic review of randomized controlled trials. *Klin Padiatr*, 226(5), 259-267.
- Mills, D. M., Williams, D. C., & Dobson, J. V. (2013). Simulation training as a mechanism for procedural and resuscitation education for pediatric residents: a systematic review. *Hosp Pediatr*, 3(2), 167-176.
- Mori, B., Carnahan, H., & Herold, J. (2015). Use of Simulation Learning Experiences in Physical Therapy Entry-to-Practice Curricula: A Systematic Review. *Physiother Can*, 67(2), 194-202.
- Mundell, W. C., Kennedy, C. C., Szostek, J. H., & Cook, D. A. (2013). Simulation technology for resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*, 84(9), 1174-1183.
- Okuda, Y., Bryson, E. O., DeMaria, S., Jr., Jacobson, L., Quinones, J., Shen, B., & Levine, A. I. (2009). The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mt Sinai J Med*, 76(4), 330-343.
- Owen, H. (2012). Early use of simulation in medical education. *Simul Healthc*, 7(2), 102-116.
- Paige, J. T., Garbee, D. D., Kozmenko, V., Yu, Q., Kozmenko, L., Yang, T., . . . Swartz, W. (2014). Getting a head start: high-fidelity, simulation-based operating room team training of inter-professional students. *J Am Coll Surg*, 218(1), 140-149.
- Rakshashbhuvar, A. A., & Patole, S. K. (2014). Benefits of simulation based training for neonatal resuscitation education: a systematic review. *Resuscitation*, 85(10), 1320-1323.
- Reynolds, A., Ayres-de-Campos, D., & Lobo, M. (2011). Self-perceived impact of simulation-based training on the management of real-life obstetrical emergencies. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 159(1), 72-76.
- Robertson, B., Schumacher, L., Gosman, G., Kanfer, R., Kelley, M., & DeVita, M. (2009). Simulation-based crisis team training for multidisciplinary obstetric providers. *Simul Healthc*, 4(2), 77-83.
- Rubio-Gurung, S., Putet, G., Touzet, S., Gauthier-Moulinier, H., Jordan, I., Beissel, A., . . . Picaud, J. C. (2014). In situ simulation training for neonatal resuscitation: an RCT. *Pediatrics*, 134(3), e790-797.
- Steinemann, S., Berg, B., Skinner, A., DiTulio, A., Anzelon, K., Terada, K., . . . Speck, C. (2011). In situ, multidisciplinary, simulation-based teamwork training improves early trauma care. *J Surg Educ*, 68(6), 472-477.
- Tofil, N. M., Morris, J. L., Peterson, D. T., Watts, P., Epps, C., Harrington, K. F., . . . White, M. L. (2014). Interprofessional simulation training improves knowledge and teamwork in nursing and medical students during internal medicine clerkship. *J Hosp Med*, 9(3), 189-192.
- Tokarczyk, A. J., & Greenberg, S. B. (2011). Use of mannequin-based simulators in anesthesiology. *Dis Mon*, 57(11), 706-714.
- Weller, J. M. (2004). Simulation in undergraduate medical education: bridging the gap between theory and practice. *Medical education*, 38(1), 32-38.

Wilfong, D. N., Falsetti, D. J., McKinnon, J. L., & Daniel, L. H. (2011). The effects of virtual intravenous and patient simulator training compared to the traditional approach of teaching nurses: a research project on peripheral iv

catheter insertion. *Journal of Infusion Nursing*, 34(1), 55-62.

Ziv, A., Ben-David, S., & Ziv, M. (2005). Simulation based medical education: an opportunity to learn from errors. *Med Teach*, 27(3), 193-199.