



Pasado, presente y futuro de la simulación en Anestesiología

Dr. Rodrigo Rubio-Martínez*

* Departamento de Simulación Médica, Servicio de Anestesia y Medicina Perioperatoria, Western University, London, Ontario, Canadá.

Solicitud de sobretiros:

Dr. Rodrigo Rubio Martínez
Servicio de Anestesia y Medicina Perioperatoria
5-501 Skyline Av., London, Ontario,
Canada, N5X 0H4
001-226-663-4646, 001-226-448-9365
E-mail: rodrigorubio@mac.com

Recibido para publicación: 13-04-12.

Aceptado para publicación: 13-07-12.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en
<http://www.medigraphic.com/rma>

RESUMEN

En la actualidad, la simulación en medicina ha tomado cada vez más importancia en la educación y evaluación de estudiantes, residentes y médicos especialistas en todo el mundo. La Anestesiología es una especialidad pionera en la creación y utilización de simuladores de alta fidelidad para lograr los objetivos antes mencionados. De la anestesiología nació el concepto de gestión de recursos en crisis (*crisis resource management* en inglés). El término simulación médica o simulación clínica se refiere a una variedad de modalidades utilizadas para recrear algún componente clínico con el propósito de entrenar o evaluar personas o equipos. Estas modalidades incluyen entrenadores de tareas, realidad virtual, pacientes estandarizados, pacientes virtuales y simuladores de alta fidelidad. El término simulador se refiere al aparato o herramienta que se va a utilizar para recrear la simulación. El término simulación de alta fidelidad se refiere a una recreación realista de una situación clínica. Mayor fidelidad es igual a mayor similitud con la realidad. En este artículo trato de presentar las bases históricas sobre las que se fundamenta el uso de simuladores como los primeros maniquíes para la enseñanza en medicina (Resuci-Anne, Sim One, Harvey), posteriormente hablo sobre algunas referencias científicas que demuestran la validez de esta herramienta y su impacto en la práctica clínica de nuestra especialidad y para terminar, exploré las tendencias que se ven a futuro sobre la utilización de simuladores en Anestesiología.

Palabras clave: Simulación en anestesia, simulación médica, simulación clínica, educación médica, educación clínica, evaluación, residencias médicas, tecnología en educación médica, historia de la simulación, tendencias en simulación.

SUMMARY

In this days healthcare simulation is taking an important place in education and evaluation of medical students, residents and physicians all around the world. Anesthesia has been pioneer and leading specialty in creating and using high fidelity simulators in order to pursue the goals previously mentioned. The concept of Crisis Resource management was born also in anesthesia. The term healthcare simulation refers to a variety of tools used to recreate a clinical component with the objective of training or assessing people or teams, this tools include task trainers, virtual reality, standardized patients and high fidelity simulators. The term simulator refers to the actual tool that is going to be used to create the simulation. The term high fidelity simulation refers to a realist recreation of a situation, as the simulation gets more similar to reality it also gets higher fidelity. In this paper I try to present the historic bases on which simulation stands like the first mannequins used for teaching in healthcare (Resuci-Anne, Sim One, Harvey), after that I will talk about scientific references that give validity on using simulation as a teaching and assessing tool and its

impact on our clinical practice. At the end I will try to explore future tendencies about the use of simulation in anesthesiology.

Key words: *Simulation in anesthesia, medical simulation, clinical simulation, healthcare education, clinical education medical competence evaluation, medical competence assessment, simulation history, simulation tendencies.*

INTRODUCCIÓN

Entre 1940 y 1990, la industria de la aviación no podía bajar una cifra: la cantidad de accidentes aéreos atribuidos a errores humanos. En ese entonces se calculaba que entre 65-70% de los accidentes eran atribuidos a algún tipo de error humano, lo que quería decir que la mayor cantidad de muertes atribuidas a volar en un avión eran a causa de una mala decisión en la cabina de pilotos⁽⁴⁻⁶⁾. Pero a principios de los 90, esa cifra bajó a menos de 30% con una reducción de 71% en los errores por factores humanos. Como resultado la aviación es ahora más segura que nunca, pero ¿qué produjo esa importante reducción? Uno de los factores que contribuyeron a este avance fue la introducción en los 80 de los simuladores de vuelo con alto realismo. Dichos simuladores lograron hacer que los pilotos practicaran sin riesgo las posibles complicaciones que pueden surgir durante un vuelo. La segunda causa atribuida es el entrenamiento en gestión de recursos en cabina (*crew resource management*), donde los pilotos aprenden a manejar los factores humanos que pueden estar involucrados en la toma de decisiones durante una emergencia⁽⁶⁾. Fue también a mediados de los 90 que el Dr. David Gaba en California tomó estos conceptos de simulación en aviación y luego los de gestión de recursos en cabina y los aplicó a la sala de operaciones con la finalidad de mejorar el entrenamiento de los anestesiólogos y lograr una mayor seguridad para el paciente^(7,8).

En la actualidad, la simulación en medicina toma cada vez más importancia en la educación y evaluación de estudiantes, residentes y médicos especialistas en todo el mundo. En particular, la Anestesiología es una especialidad pionera en el desarrollo y utilización de estas herramientas con resultados positivos y de impacto en la práctica clínica sobre los cuales hablaremos específicamente más adelante.

El término simulación médica o simulación clínica se refiere a una variedad de modalidades utilizadas para recrear algún componente clínico con el propósito de entrenar o evaluar personas o equipos, estas modalidades incluyen entrenadores de tareas, realidad virtual, pacientes estandarizados, pacientes virtuales y simuladores de alta fidelidad⁽¹⁾. El término simulador se refiere al aparato o herramienta que se va a utilizar para recrear la simulación. El término simulación de alta fidelidad se refiere a una recreación realista de una situación clínica. Mayor fidelidad es igual a mayor similitud con la realidad^(2,3).

Breve historia de la simulación clínica

Se inicia esta descripción con Resusci-Anne, ya que es el origen de varios maniquíes que se utilizan en la actualidad en todo el mundo. Este simulador fue creado a principios de los años 60 por el empresario noruego dedicado a la creación de juguetes de plástico Asmund Laerdal, motivado por el anestesiólogo Bjorn Lind y el Dr. Peter Safar, con la finalidad de ayudar a los médicos a comprender y practicar la respiración de boca a boca. Este simulador podía obstruir su vía aérea y era necesario realizar hiperextensión del cuello para poder realizar ventilaciones exitosas, posteriormente con la evidencia del masaje cardíaco se le agregó un resorte interno en el tórax para que se pudieran practicar las compresiones en el mismo, así nació la posibilidad de entrenar el «ABC» del RCP^(9,10).

También a mediados de los años 60, el ingeniero de la Universidad del Sur de California, el Dr. Stephen Abrahamson y un médico de la misma institución, el Dr. Judson Denson desarrollaron a Sim One⁽¹¹⁾. Éste era un simulador altamente realista, controlado por una computadora híbrida, ya que era digital y análoga y que mantenía características de alta fidelidad como movimientos torácicos con cada ventilación, la capacidad de parpadear, las pupilas se dilataban o contraían y la mandíbula se abría y cerraba. Los creadores argumentaban que su utilidad era para enseñar a los residentes a realizar inducciones anestésicas sin poner en riesgo a un paciente. Pero Sim One no tuvo aceptación, y lamentablemente de Sim One sólo queda el registro en video, al parecer la tecnología era muy cara en ese momento para su comercialización⁽¹²⁾.

En 1968, se presentó en una sesión científica de la American Heart Association el simulador conocido como Harvey⁽¹³⁾, que fue desarrollado por el Dr. Michael Gordon, inspirado en su maestro el Dr. Proctor Harvey de la Universidad de Georgetown y con la colaboración del Centro para la Investigación en Educación Médica (CRME). Este simulador también presentaba características de alta fidelidad como poder obtener la presión arterial por auscultación, pulsos, ruidos cardíacos en cuatro focos sincronizados con el pulso y que varían con la respiración. Éste también podía simular diferentes enfermedades cardíacas al poder modificarse su presión, respiración y recreación de ruidos cardíacos patológicos.

En 1987, el Dr. David Gaba y sus colegas de la Universidad de Stanford fabricaron el primer prototipo de maniquí utilizado para estudiar el comportamiento humano en anestesia llamado C.A.S.E. 1.2 (*Comprehensive Anesthesia Simulation*

Environment)^(3,10,14). Éste utilizaba diferentes herramientas como generadores de ondas con un monitor de presión no invasiva unido a una computadora y a un maniquí donde se podían manipular los signos vitales para simular eventos críticos. Posteriormente, se desarrolló el C.A.S.E. 2.0 que incluía un microprocesador de parámetros fisiológicos y que se integró en una sala de operaciones real, con una máquina de anestesia real y con el resto del equipo de una sala de operaciones real hicieron de éste, el primer simulador de alta fidelidad en un ambiente realista. Es aquí también donde nace el término «*anesthesia crisis resource management (ACRM)*» o manejo de recursos en crisis anestésicas, tomando el concepto de la industria aeronáutica y con la finalidad de estudiar y, posteriormente, capacitar a médicos anestesiólogos en los aspectos humanos y toma de decisiones durante una emergencia médica^(5,8,15,16).

En 1992, el sistema C.A.S.E. fue llevado a Boston para analizar este modelo de educación, aquí llevaron a cabo 10 semanas de sesiones donde participaron especialistas, residentes y enfermero(as) anestesiistas de los hospitales afiliados a la Universidad de Harvard. El éxito del mismo llevó a la creación del Centro para la Simulación en Anestesia, que posteriormente cambió su nombre por el Centro para la Simulación Médica (*Center for Medical Simulation*) y que fue el primero en adoptar estas tecnologías fuera de los centros donde se desarrollaban.

A partir de ese momento, diversas empresas comenzaron a producir diferentes maniquíes y simuladores para capacitar médicos en diferentes especialidades, lo más interesante es que de acuerdo con la bibliografía y a las pláticas con los diversos desarrolladores de esa época, lo hicieron de manera independiente y sin el conocimiento de que existían otros desarrollando simuladores para enseñanza en medicina^(2,10,17).

Las primeras conferencias sobre simulación se dictaron en 1988 y 1989 por la FDA y la Fundación para la Seguridad del Paciente⁽¹⁸⁾. Posteriormente en 1995, se llevó a cabo una reunión más grande auspiciada por la sociedad para la tecnología en anestesia. La Sociedad Europea para la Simulación Aplicada a Medicina (SESAM) se fundó en 1994 y poco después la Sociedad para la Simulación Médica (SMS).

USOS DE LA SIMULACIÓN PARA ANESTESIA

En general, la anestesiología ha utilizado a la simulación como se muestra en el cuadro I:

Evidencia sobre su validez

Existe evidencia en la literatura mundial sobre la efectividad de la simulación como herramienta útil para los usos previamente mencionados, como algunos ejemplos menciono los siguientes:

En un estudio Barsuk *et al.* observaron cómo los residentes que aprendieron a realizar accesos vasculares centrales en un simulador obtenían una tasa de éxito mayor y con menor incidencia de infecciones en pacientes reales⁽²⁰⁾.

Russo y colaboradores demostraron que el entrenamiento en el manejo de la vía aérea difícil realizado en plásticas, estaciones y escenarios de alta fidelidad facilita la transferencia de conocimientos y destrezas además de brindarles mayor confianza durante la práctica clínica a los participantes⁽²¹⁾. De manera relacionada, Kuduvalli *et al.* demostraron que la práctica en simulador mejora el abordaje de la vía aérea difícil además de disminuir el mal uso de equipo médico⁽²²⁾. Chopra *et al.* concluyeron que los anestesiólogos que aprendieron a manejar hipertermia maligna en el simulador respondieron más rápido, con menos desviaciones en las guías recomendadas y realizaron un mejor trabajo en escenarios subsecuentes del mismo tema que los residentes no entrenados en el simulador⁽²³⁾.

El primero en demostrar la efectividad de la gestión de recursos en crisis (*crisis resource management*) fue Gaba *et al.*^(14,15), pero Yee y colaboradores lograron demostrar que un curso en el simulador para aprender CRM (gestión de recursos en crisis) logró mejorar las habilidades no técnicas de los residentes (liderazgo, comunicación, conciencia situacional) durante una crisis en anestesia⁽²⁴⁾. Smith y colaboradores reportaron un caso de éxito en el tratamiento urgente de intoxicación por bupivacaína, en un grupo de médicos que pasaron por el mismo caso en simulación unos días antes del evento con un

Cuadro I. Usos frecuentes de la simulación en anestesia⁽¹⁹⁾.

Uso	Ejemplo
Aprendizaje o práctica de destrezas	Intubación Manejo de vía aérea difícil Accesos vasculares
Aplicaciones cognitivas	Aplicación de conocimientos médicos en una emergencia como choque anafiláctico en sala de operaciones o manejo de la hipertermia maligna
Mejora del factor humano	Análisis y toma de decisiones, liderazgo
Manejo de crisis	Comunicación, conciencia situacional, trabajo en equipo
Evaluación	Evaluación de cursos y herramienta para la certificación
Nuevas tecnologías	Entrenamiento en utilización y aplicación de nuevas tecnologías como dispositivos para el manejo de la vía aérea

paciente real, aunque no se puede comprobar que el éxito en el diagnóstico rápido y tratamiento efectivo fue exclusivamente a causa de la reciente experiencia en el simulador, los médicos que trataron al paciente comentaron que desde su punto de vista, el haber vivido el mismo caso en el simulador unos días antes les facilitó el diagnóstico y tratamiento⁽²⁵⁾.

Dos de los estudios recientes más importantes sobre la efectividad del aprendizaje a través de simulación son los metaanálisis realizados por William C. McGaghie y colaboradores en junio del 2011⁽²⁶⁾ y el de David A. Cook y colaboradores en agosto del mismo año⁽²⁷⁾. En el primero, McGaghie⁽²⁶⁾ y colaboradores demostraron que la educación médica basada en simulación es superior a la enseñanza clínica tradicional por sí sola para el aprendizaje de diferentes aptitudes y destrezas. Cook y colaboradores⁽²⁷⁾ demostraron que la capacitación a través de simulación, comparada con la forma tradicional, es consistentemente asociada con mejor aprendizaje, habilidades y comportamientos, y que al día de hoy tiene efectos moderados en resultados con pacientes.

Respecto a la utilización de simuladores para la evaluación y certificación, existe actualmente una gran discusión respecto de su validez como herramienta. Hay lugares en el mundo, como lo es el caso de Israel, donde como parte del examen para certificarse como anestesiólogos en el país deben pasar por evaluaciones en escenarios de simulación de alta fidelidad⁽²⁸⁾. Pero también hay autores como Edler y colaboradores⁽²⁹⁾ quienes analizaron 50 publicaciones sobre el tema y describen en su discusión que el crecimiento exponencial de la simulación de alta fidelidad como herramienta de evaluación en anestesia nos ha hecho expertos tanto en la construcción como en la ejecución de pruebas. Sin embargo, aunque la calidad de las pruebas ha mejorado dramáticamente todavía se necesita mejorar.

Una de las fortalezas de la simulación que no se puede replicar en ninguna otra forma de evaluación actual es su capacidad para recrear situaciones de emergencia en donde el médico al ser evaluado puede demostrar su capacidad no sólo de conocimientos médicos, sino también de toma y ejecución de decisiones, manejo de recursos en crisis y factores humanos en un ambiente dinámico⁽³⁰⁾.

La tendencia mundial sobre la utilización de la simulación como herramienta de evaluación parece indicar que en el futuro se irá incorporando cada vez más a los sistemas y procesos de certificación⁽³¹⁾, sin embargo, para poderse integrar plenamente se necesita demostrar que el desempeño profesional en un simulador predice el desempeño profesional en la práctica clínica⁽¹⁾.

Tendencias hacia el futuro

En la actualidad se publican cada vez más artículos que demuestran la validez del aprendizaje a través de simulación en

medicina^(26,27), organismos certificadores en Canadá, Estados Unidos y algunos lugares de Europa ya requieren que los residentes de diferentes especialidades cursen tiempo en el simulador^(17,32).

En el futuro se observan los movimientos relacionados con la seguridad del paciente y con la prevención de errores en medicina, cada vez con más peso en nuestro desempeño clínico diario⁽³³⁾. Estos movimientos tienen una importancia ética de mucho valor, ya que es obligación de todo médico no sólo curar, sino también prevenir la enfermedad⁽³⁴⁾. Parte del impacto mundial que está resultando es la disminución en la cantidad de horas que los residentes deben trabajar, ya que se ha comprobado que el cansancio físico y mental es fuente de errores humanos^(16,33), pero con esto también ha disminuido su exposición a más casos. El aprendizaje a través de simulación pretende exponer al residente a una mayor cantidad de casos, con el beneficio de poder desarrollarse en menor tiempo que uno real, donde se pueden recrear emergencias y situaciones fuera de lo normal para el aprendizaje y sobre todo con el beneficio de no dañar a nadie y de poderse repetir hasta dominar⁽³⁵⁻³⁷⁾. Además, después de cursar por el escenario, los residentes pasan a un análisis donde un experto revisará con ellos las acciones realizadas, haciendo observaciones pertinentes donde se requiera, y con herramientas como la grabación en video para poder observar y aprender por reflexión⁽³⁸⁻⁴⁰⁾.

Gran parte del futuro de la simulación también se encuentra encaminado a la investigación^(1,41), por citar algunos conceptos planteo:

- Investigación de la efectividad de la simulación y la transferencia de conocimientos aprendidos en la clínica (T2).
- Investigación de la efectividad de la simulación y transferencia de conocimientos aprendidos en resultados en pacientes (T3).
- Investigación en la utilización de la simulación como herramienta útil para la evaluación y certificación.
- Investigación sobre el comportamiento, análisis de decisiones y errores en medicina.
- Investigación sobre comunicación entre equipos.

La simulación *in situ* y el uso de simuladores para capacitar equipos también parecen ser tendencias en la actualidad.

En México y Latinoamérica, en general, ya existen centros que están tomando la simulación como parte de sus programas académicos, pero sin duda alguna vamos unos pasos atrás comparados con otros países. También se formaron recientemente la Asociación Mexicana de Simulación Clínica y la Asociación Latinoamericana de Simulación Clínica.

CONCLUSIÓN

En la actualidad existe suficiente evidencia que prueba la utilidad de la simulación para el aprendizaje de destrezas básicas

y de habilidades no técnicas (como la gestión de recursos en crisis) en anestesia, no sólo como parte de la enseñanza de médicos en proceso de formación, sino también para mantener habilidades en médicos especialistas con experiencia. El uso de simuladores ofrece al personal médico un espacio en donde pueda cometer errores sin repercusión alguna, lo que ofrece un argumento tanto ético como práctico en favor de los mismos.

Tomando esta evidencia como base, considero que debería ser momento de iniciar en nuestro país el uso de la simulación como parte del programa de entrenamiento de médicos residentes, además de ser un método probado con el que médicos especialistas con experiencia puedan practicar las situaciones críticas que se llegan a presentar en nuestra especialidad.

REFERENCIAS

1. Leblanc VR. Review article: Simulation in anesthesia: state of the science and looking forward. *Can J Anesth/J Can Anesth* 2011;59:193-202.
2. Gordon JA. High fidelity patient simulation: A revolution in medical education. En: Dunn WF, editor. *Simulators in critical care and beyond*. Des Plaines, IL: Society for Critical Care Medicine; 2004: 3-6.
3. Gordon JA, Oriol NE, Cooper JB. Bringing good teaching cases “to life”: a simulator-based medical education service. *Academic Medicine* 2004;79:23-27.
4. Helmreich RL, Wilhelm JA, Klinect JR, Merritt AC. Culture, error and crew resource management. Improving teamwork in organizations: Applications of resource management training; 2001: 305-331.
5. Helmreich RL, Merritt AC, Wilhelm JA. The evolution of crew resource management training in commercial aviation. *Int J Aviat Psychol* 1999;9:19-32.
6. Lehrer J, Colacci D. How we decide. 1st ed. HMH books; New York; 2009: 252-256.
7. Barach P, Ziv A, Bloch M, Maze M. Simulation in anesthesia. *Min Invas Ther & Allied Technol* 2000;5:321-324.
8. Rall M, Dieckman P. Crisis resource management to improve patient safety. *Euroanaesthesia* 2005 (Vienna, Austria) 2005.
9. Himmelhoch S, Dekker A. Closed-chest cardiac resuscitation. A prospective clinical and pathological study. *New Eng J Med* 1964;270:118-22.
10. Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgrad Med J* 2008;84:563-570.
11. Abrahamson S. Sim One—a patient simulator ahead of its time. *Caduceus* 1997;13:29-41.
12. Hoffman KI, Abrahamson S. The “cost-effectiveness” of Sim One. *J Med Educ* 1975;50:1127-1128.
13. Gordon MS, Ewy GA, Felner JM. Teaching bedside cardiologic examination skills using “Harvey,” the cardiology patient simulator. *Med Clin North Am* 1980;64:305-313.
14. Cooper J, Gaba D, Philip J, Small S. Anesthesia crisis resource management: real-life simulation training in operating room crises. *J Clin Anesth* 1995;7:675-687.
15. Gaba DM. Crisis resource management and teamwork training in anaesthesia. *Br J Anaesth* 2010;105:3-6.
16. Flin R, Crichton POAM. Safety at the Sharp End: A Guide to non-technical skills. Ashgate Publishing Company; Hampshire England; 2008: 1-15.
17. Issenberg S, Scalese RJ. Simulation in health care education. *Perspect Biol Med* 2008;51:31-46.
18. Eichhorn JH. Newsletter, 25 anniversary issue. *Anesthesia Patient Safety Foundation* 2010;25:21-44.
19. Wootten R, Sorensen G, Burwinkle T. The role of simulation in Anesthesia. *Advances in Anesthesia* 2008;26:213-224.
20. Barsuk J, McGaghie W, Cohen E. Use of simulation based mastery learning to improve the quality of central venous catheter placement in a medical Intensive Care Unit. *J Hosp Medicine* 2009;4:397-403.
21. Russo SG, Eich C, Barwing J. Self-reported changes in attitude and behavior after attending a simulation-aided airway management course. *J Clin Anesth* 2007;19(7):517-522.
22. Kuduvalli PM, Jervis A, Tighe SQM, Robin NM. Unanticipated difficult airway management in anaesthetised patients: a prospective study of the effect of mannequin training on management strategies and skill retention. *Anesthesia* 2008;63:364-369.
23. Chopra V, Gesink BJ, de Jong J, Bovill JG, Spierdijk J, Brand R. Does training on an anaesthesia simulator lead to improvement in performance? *Br J Anaesth* 1994;73:293-297.
24. Yee B, Naik V, Joo H, Savoldelli G. Nontechnical skills in anesthesia crisis management with repeated exposure to simulation-based education. *Anesthesiology* 2005;103:241-248.
25. Smith HM, Jacob AK, Segura LG, Dilger JA, Torsher LC. Simulation education in anesthesia training: a case report of successful resuscitation of bupivacaine-induced cardiac arrest linked to recent simulation training. *Anesthesia & Analgesia* 2008;106:1581-1584.
26. McGaghie WC, Issenberg SB, Cohen ER, Barsuk JH, Wayne DB. Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? A Meta-analytic comparative review of the evidence. *Academic Medicine* 2011;86:706-711.
27. Cook DA, Hatala R, Brydges R. Technology-enhanced simulation for health professions education a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011;306:978-988.
28. Berkenstadt H, Ziv A, Gafni N, Sidi A. Incorporating simulation-based objective structured clinical examination into the Israeli national board examination in anesthesiology. *Anesthesia & Analgesia* 2006;102:853-858.
29. Edler AA, Fanning RG, Chen MI, et al. Patient simulation: a literary synthesis of assessment tools in anesthesiology. *J Educ Eval Health Prof* 2009;6:3.
30. Gaba DM, Howard SK, Fish KJ, Smith BE, Sowb YA. Simulation-based training in anesthesia crisis resource management (ACRM): a decade of experience. *Simulation & Gaming* 2001;32:175-193.
31. Boulet JR. Summative assessment in medicine: the promise of simulation for high-stakes evaluation. *Academic Emergency Medicine* 2008;15:1017-1024.
32. Sachdeva A, Pellegrini C. Support for simulation-based surgical education through American College of Surgeons –accredited education institutes. *World J Surg* 2008;32:196-207.
33. Steff ME. To err is human: building a safer health system in 1999. *Front Health Serv Manage* 2001;18:1-2.
34. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Academic Medicine* 2003;78:783-788.
35. Rall M, Dieckmann P. Simulation and patient safety: The use of simulation to enhance patient safety on a systems level. *Current Anaesthesia and Critical Care* 2005;16:273-281.
36. Bould MD, Naik VN, Hamstra SJ. Review article: New directions in medical education related to anesthesiology and perioperative medicine. *Can J Anesth/J Can Anesth* 2012;59:136-150.
37. Houben KW, van den Hombergh CLM, Stalmeijer RE, Scherpelbier AJ, Marcus MAE. New training strategies for anaesthesia residents. *Curr Opin Anesth* 2011;24:682-686.

38. Dieckmann P, Molin Friis S, Lippert A, Ostergaard D. The art and science of debriefing in simulation: Ideal and practice. *Med Teach* 2009;31:e287-94.
39. Rudolph JW, Simon R, Raemer DB, Eppich WJ. Debriefing as formative assessment: closing performance gaps in medical education. *Academic Emergency Medicine* 2008;15:1010-1016.
40. Rudolph JW, Simon R, Dufresne RL, Raemer DB. There's no such thing as "nonjudgmental" debriefing: a theory and method for debriefing with good judgment. *Simul Healthc* 2006;1:49.
41. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Quality and Safety in Health Care* 2004;13:i2-i10.