

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## Simulación Médico-Quirúrgica: «Primun non Nocere» at «Errare humanum est». Primera Parte.

FREDDY BUSTOS <sup>\*\*\*</sup>, ELISA DÍAZ <sup>\*d</sup>, LUIS VICENCIO <sup>\*d</sup>, MÓNICA CORNEJO <sup>\*d</sup>, MAXIMILIANO MUJICA <sup>\*b</sup>, EGHON GUZMÁN <sup>\*b</sup>, SOLEDAD ARMIJO <sup>\*\*</sup>, EUGENIO PINEDA <sup>\*\*\*c</sup>, MUNIR ALAMO <sup>\*\*\*e</sup>.

### RESUMEN

Por primera vez a lo largo de 100 años, ha habido una revolución en la educación quirúrgica. Una de las tecnologías centrales más importantes que han generado esta revolución es la ciencia de la simulación. El antiguo paradigma de «ver uno, hacer uno, enseñar uno» actualmente ha cambiado a «ver varios, aprender las habilidades y simulación, hacer uno, enseñar uno». Esto significa que la simulación médica incluye, no solo la nueva tecnología aplicada de simuladores, sino también nuevos currículos, métodos de evaluación de objetivos y requisitos estandarizados basados en criterios.

Internacionalmente la atención se ha centrado en el problema de los errores médicos y en la necesidad de mejorar la seguridad del paciente; y el paradigma cambia a una educación basada en resultados con sus requisitos para la evaluación y demostración de la competencia.

La principal contribución para la educación médica, es que el entrenamiento mediante simulación ha demostrado reducir el error en la práctica, reduce el tiempo de entrenamiento de los residentes y reduce los tiempos de respuesta frente a una situación clínica.

Esto es muy importante en educación quirúrgica ya que, la complejidad de la práctica quirúrgica moderna y la sobrecarga cognitiva y temas técnicos, ponen en riesgo desarrollar áreas de incompetencia, tanto a los profesionales en formación como a los residentes. Con los simuladores dinámicos, ha aumentado la capacidad para desarrollar métodos de entrenamiento complejos y nuevas rutinas sofisticadas para modelar dicha deficiencia en la competencia.

El concepto es: habilidades quirúrgicas. Éstas pueden ser logradas rápida y competentemente por los residentes, mediante el uso de simulación avanzada, generando grandes beneficios perioperatorios y económicos para la institución formadora. La tendencia actual en USA es utilizarlo como un método objetivo de entrenamiento y evaluación para la adquisición de licencias de exámenes quirúrgicos administrados por el American Board of Surgery y el American Board of Colon and Rectal Surgery.

Por lo tanto, el desarrollo de métodos de entrenamiento que evalúen tanto el conocimiento técnico como la perspicacia clínica es esencial para aspectos como la seguridad del paciente y objetivos financieros. En el futuro, las escuelas de cirugía deberían considerar la creación de Centros de Habilidades Quirúrgicas.

**Palabras clave:** Simulación Médica, Medicina, Cirugía.

### SUMMARY

**Medical Simulation: «Primun non Nocere» at «Errare humanum est».**

**First part.**

For the first time in over 100 years, there is a revolution in surgical education. One of the most important core technologies generating this revolution is simulation science. The old paradigm of «see one, do one, teach one» has now changed to «see several, learn the skills and simulation, do one, teach one». This means, that medical simulation includes not only the new applied technology of simulators but also new curricula, objective assessment methods, and standard criterion-based requirements.

Recibido: el 11/04/12, Aceptado: el 28/12/12.

\* Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.

\*\* Servicio de Cirugía, Hospital DIPRECA, Santiago, Chile.

a Becado de Cirugía.

b Médico Cirujano.

c Cirujano Plástico.

d Interno de Medicina.

e Cirujano Digestivo.

f Médico Nuclear.

Worldwide attention has focused on the problem of medical errors and the need to improve patient safety; and the paradigm shift to outcomes-based education with its requirements for assessment and demonstration of competence.

Main contribution to medical education is that simulation training has been shown to reduce the error in practice, reduces training time for residents and reduces response times to a clinical situation.

This is very important in surgical education, as the complexity of modern surgical practice and the cognitive overload and technical subject to which are trainees practitioners and residents alike places in jeopardy of developing areas of Incompetence. With dynamic simulators, has increased the ability to develop complex training methods and new sophisticated routines to model that competence deficiency.

The concept is: surgical skills. These can be achieved quickly and competently by residents through the use of advanced simulation, bringing great perioperative and economic benefits for the training institution. The current trend in USA is using it as an objective method of training and assessment for the acquisition of surgical license exams administered by the American Board of Surgery and the American Board of Colon and Rectal Surgery.

Therefore, the development of training methods that test both the technical knowledge and clinical acumen are essential for aspects such as patient safety and financial goals. In the future, schools of surgery must consider the creation of Surgical Skills Center.

**Key words:** Medical Simulation, Medicine, Surgical practice.

## INTRODUCCIÓN

La explosión tecnológica de los últimos 20 años ha afectado transversalmente a toda la industria, incluyendo la biomédica. En medicina, su mayor impacto lo tiene sobre el área quirúrgica (así lo confirman el creciente número de publicaciones en tecnología biomédica, que presenta como primer tópico a cirugía) conduciéndola actualmente hacia el desarrollo de la cirugía mínimamente invasiva (MIS), la cual ha revolucionado el cuidado y comportamiento pre-quirúrgico y post-quirúrgico, con probados beneficios hacia el paciente<sup>1</sup>, lo cual incluye reducción de morbilidad, del número de días de estadia intrahospitalaria y la detección precoz de patologías no diagnosticadas previamente.

La aplicación de nuevas tecnologías en una determinada empresa, tiene por objetivo la reducción de costos y el aumento de la eficiencia. En educación médica y en los sistemas de atención médica, urge no solo la necesidad de disminuir costos, sino también generar ingresos, para reinvertirlos en educación y tecnología, en *pro* de la eficiencia y seguridad en la atención médica, así como de la estabilidad del modelo de salud adoptado. En USA el costo de mantener el sistema de salud en el año 2005 correspondió al 18% del PIB (USD 1,1 Trillones), aproximadamente USD 7.538 *per capita*<sup>2</sup>. A pesar que Chile posee el gasto fiscal en salud más bajo del planeta (aprox. 1,6% del PIB) y gasto público total aproximado de 3,1% del PIB, es capaz de generar indicadores de salud similares a los de países que gastan cifras superiores, como los de la OCDE (media de gasto: 9% del PIB y USD 3.000 *per capita*)<sup>3</sup>.

Chile, enfrentado hoy al igual que el resto del mundo a los factores que provocan el aumento del gasto en salud (progreso tecnológico, aumento de la población senescente, aumento en incidencia de SIDA, aumento de accidentes en vehículos motorizados y cáncer), posee un sistema de salud cuyo financiamiento de atención primaria es de \$1.400 men-

suales *per capita*. Estudios recientes de la Universidad Católica indican que el aporte mínimo debiese ser \$2.800 mensuales<sup>4,5</sup>.

La estabilidad del sistema de salud chileno, si bien es una de las más eficientes del planeta (la esperanza de vida al nacer es de 78 años, tasa de mortalidad de recién nacidos 5-7/1000), está perdiendo su punto de equilibrio, puesto que las exigencias actuales del sistema público, necesidad de disminución de las listas de espera, aumento de la necesidad de especialistas en atención primaria, necesidad de disminución de consultas médicas de urgencia, de interconsultas y de hospitalizaciones innecesarias, demandan un aumento de la capacidad resolutive de las necesidades de la población, el mejoramiento de la dignidad de la atención y la generación de una inteligente estrategia de generación de activos que financien la inversión en los puntos antes mencionados.

En el corto plazo, la necesidad se orienta a la pronta disposición en consultorios de Especialistas Básicos (Internistas, Pediatras, Gineco-Obstetras y Psiquiatras) a través de un programa de formación integral especial de seis años de duración de los mismos, así como de contratación de especialistas ya formados, quienes han privilegiado el sistema privado por sobre el público en función de mejores remuneraciones. De hecho, ha habido una tendencia a la disminución de médicos que trabajan en el sistema público desde un 52,4% en 1995 a 36% a la fecha<sup>4,5</sup>, de manera que la generación de activos por cada entidad hospitalaria y educacional debe ser el objetivo primario en el mediano plazo (por inversión en tecnología y desarrollo de la investigación).

El concepto de la disminución de costos, lo entendió muy bien el sistema privado: en 2006 el gasto de Chile en salud cayó a 5,3% del PIB desde el 6,2% que registraba en 2000, y la mayor parte de la caída se explica por el gasto privado, que retrocedió a 47,3% del gasto total en salud, desde 51,3% a comienzos de la década. Por el contrario, el aporte del gobierno al gasto total en salud, se incrementó

desde 48,7% a 52,7% en el mismo período. El gobierno dedica más de US\$ 360 al año a los cuidados de la salud de cada habitante. Aun así, sigue lejos del 76% que aportan los gobiernos en Europa<sup>4,5</sup>.

Por lo pronto, en medicina, la tecnología de simulación es una aplicación altamente viable, reduce costos financieros tanto pedagógicos, como en atención médica (por errores en la práctica médica y en la calidad de atención) e insumos. De estos costos, el más importante es el relacionado con la atención médica, por su impacto en la morbilidad, mortalidad del paciente y sus implicancias médico legales. Recientemente, el Instituto de Medicina reportó que los aspectos de la atención médica que más frecuentemente amenazan y matan pacientes son ausencia de gestión administrativa y técnica de calidad, error humano y pérdida del resguardo de la seguridad del paciente: deficiencias en el cuidado intrahospitalario: pre procedimiento y post procedimiento<sup>6</sup>.

Los tres aspectos se incluyen dentro del concepto de Calidad de Gestión Médica (CGM), subgrupo del concepto madre Gestión de Calidad Total (TQM), y serán analizados a continuación:

#### A. Ausencia de gestión administrativa y técnica de calidad

La calidad, bajo una perspectiva de la mejora continua, demanda ordenar sistemáticamente los factores más críticos para el buen funcionamiento (Gestión de Calidad) de toda la organización, lo que permite y facilita modelar los nueve criterios del modelo europeo para la Gestión de Calidad: Liderazgo, Planificación y Estrategia, Gestión de Personal, Procesos, Recursos, Satisfacción del cliente, Satisfacción del personal, Impacto en la Sociedad y Resultados de la organización<sup>7,8</sup>.

En lo que a calidad en salud respecta, una definición que ha ido ganando adeptos es la dada por el Instituto de Medicina de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos y que se refirió a calidad como «el grado por el cual los Servicios de Salud aumentan la probabilidad de obtener los resultados deseados y éste es consistente con el conocimiento profesional actual». Calidad en salud se constituye de dos conceptos: 1) La excelencia técnica, esto es, decisiones adecuadas y oportunidad en la toma de las mismas, habilidad en el manejo de algunas técnicas y buen juicio para proceder. En otras palabras, «hacer lo correcto, correctamente», y 2) Adecuadas interacciones entre los agentes involucrados en dar y obtener salud, las que deben caracterizarse por fluidez en las comunicaciones, confianza, empatía, honestidad, tacto y sensibilidad<sup>9,10</sup>.

La objeción de Calidad no es menor ya que se estima que en Estados Unidos los errores médicos causan más de 98.000 muertes por año y siguen aumentando<sup>2</sup>. Conocidos son los casos de los pacientes Betsy Lehman, quien murió por sobredosis de quimioterapia; de Willie King, a quien se le amputó equivocadamente la pierna y, de Ben Kolb, de 8 años de edad, quien murió durante un procedimiento de cirugía menor debido a una mezcla de fármacos mal

ejecutada<sup>11</sup>. La magnitud del problema es tal, que en el estudio realizado por Brennan et al., el promedio de eventos adversos en pacientes hospitalizados fue de 3,5%, y el 10,1% de ellos fallecieron (7000 muertes/año). Lamentablemente más del 50% de los eventos adversos fueron atribuidos a errores médicos<sup>12</sup>.

Actualmente, las muertes debidas a errores médicos se encuentran dentro de las primeras ocho causas de muertes mundiales. De hecho, hay más muertes anuales por errores médicos que por suicidios, accidentes en vehículos motorizados, cáncer de mama y SIDA<sup>13</sup>. El costo total nacional (pérdida de ingresos, pérdida de la producción familiar, la discapacidad y los costos de salud) de prevenir los eventos adversos (errores médicos con resultados de daño) se estima entre USD 17 billones y USD 29 billones (>50% del presupuesto total de USA destinado a salud)<sup>14</sup>.

#### B. Error Humano

Desde la publicación del Instituto de Medicina de USA de «To err is Human»<sup>2</sup>, los cirujanos reconocen que los errores médicos reportan un problema significativo en la calidad de atención del paciente. Al respecto, Bates sugiere que las TICs son una invaluable arma para reducir los errores<sup>15,16</sup>. Por ejemplo, resalta los sistemas informáticos utilizados por la Veteran Administration Health Care System, como son el **PSRS** (modelo extrapolado de la industria de la aviación que permite reconocer errores antes de que comprometan la seguridad del paciente) y alienta la denuncia anónima de los errores médicos percibidos por el paciente y por el médico, así como la frecuencia de accidentes de prescripción (Ejemplo: deformación caligráfica de los médicos) que podrían dar origen a un error<sup>17</sup>; y el **CPOE**, sistema que incorpora la receta al computador, permitiendo revisar inmediatamente el grupo del fármaco y la dosis prescrita, advirtiendo al médico sobre posibles interacciones, riesgo de reacciones adversas a esas dosis y links a los últimos reportes de farmacovigilancia sobre el fármaco indicado<sup>18</sup>. El **CPOE** es el método más eficiente para reducir las reacciones adversas, las que ocurren en dos de cada 100 admisiones de pacientes, incrementando fuertemente los costos<sup>19</sup>.

Otro recurso corresponde al **SRHD** (*Speech Recognition and Healthcare Documentation*), que ha ayudado significativamente a disminuir costos asociados a la transcripción de información, así como a disminuir errores en la lectura del historial médico manuscrito, en la interpretación inadecuada de indicaciones por deficiencias en la comprensión de letra ilegible, y en la disminución de los tiempos de trabajo administrativo de los médicos, favoreciendo el tiempo dedicado a la práctica médica diaria y a la docencia<sup>20,21,22</sup>.

La tercera causa más común de evento médico adverso está dada por lo procedimental y sus complicaciones, entendidos como «Falla de una acción planeada para ser completada según la intención (error de ejecución) o el uso de un plan equivocado para alcanzar un objetivo (error de planteamiento)»<sup>23</sup>, de manera que el objetivo de la simulación, además de aprender medicina y cirugía desde la teoría (para

disminuir el error de planteamiento), también se orienta a optimizar la destreza en los procedimientos que el médico general desarrollará en su práctica médica habitual, para disminuir el error de ejecución.

En los últimos 10 años, el desarrollo de **CASS** (Computer-Assisted Surgical Systems), ha mejorado la calidad en la metodología de los procedimientos quirúrgicos, a la par de como la aviación en los últimos 50 años se ha perfeccionado mediante la aplicación de sistemas «*Fly-by-wire*»<sup>24-27</sup>.

En la actualidad, el caballo de troya de **CASS** es cirugía robótica (Ejemplos: Ventricular Assist Device, Zeus Robot, Robotic Telesurgery, Da Vinci Surgical Robotic Systems, actualmente disponible en 165 países), Telecomunicación y Telemedicina (desarrollo de sistemas sofisticados de comunicación que permiten un manejo adecuado de situaciones de crisis militares y civiles; y procedimientos por acceso remoto, respectivamente) y simulación dinámica, con el desafío de mejorar la calidad del desempeño quirúrgico, transfiriendo la cirugía desde lo análogo a lo digital, queriendo imitar a la aviación y desarrollar el concepto de «*Surgery-by-wire*», de manera que la educación médica con miras a la simulación, ha comenzado a adaptar los modelos de simulación basados en competencias creados por la NASA<sup>28</sup>, para desarrollar **VRSS** (Virtual Reality Surgical Simulator), maniqués dinámicos de control digital, para mejorar los tiempos de respuesta y eficiencia en el desempeño quirúrgico y disminuir los errores, en situaciones de crisis y no crisis (por ejemplo, la práctica de un Stent carotídeo vs Endarterectomía de Revascularización Carotídea, donde los sistemas **VR** permiten desarrollar la curva de aprendizaje necesaria, para practicarlo en pacientes reales) emuladas a las que se viven de forma real<sup>29</sup>.

El modelo de formación en simulación médica, especialmente en cirugía, tiene sus orígenes en el modelo de formación de pilotos de aviones de combate de la fuerza aérea y pilotos de transbordadores de la NASA, y pilotos comerciales<sup>30</sup>. Cirujanos y pilotos poseen puntos en común en personalidad, labores de alto riesgo, constante exposición a situaciones de stress (por la responsabilidad que se les atribuye sobre la vida del paciente durante la cirugía) y labores que requieren alta destreza en rápido procesamiento cognitivo-motor que permitan una eficiente coordinación Mano-Ojo<sup>31-36</sup>. Basados en esto, escuelas de cirujanos comienzan a observar en detalle la metodología de entrenamiento de los pilotos con miras a identificar los patrones de formación que pudieran aplicarse a la formación en cirugía. Dentro de los primeros Elementos Pedagógicos Relevantes Observados (**EPRO**), reconocieron el énfasis en el manejo de la Gestión de Recursos y Tripulación (**CRM**: Crew Resource Management), como factor determinante del éxito del vuelo, lo cual en cirugía es análogo a la gestión de enfermeras, auxiliares, anestesiista e insumos a utilizar en la cirugía. Paralelamente, el segundo **EPRO** es que la formación en cirugía basada en el modelo de aviación se beneficia más del modelo de formación de los pilotos de combate que de los pilotos comerciales, principalmente porque ambas, misiones de

combate y cirugías (sobre todo de urgencia), gozan de lo impredecible del resultado. La importancia de esto es que en la actualidad la predicción de eventos en cualquier campo, es la piedra angular de mejora continua del rendimiento. CRM, no hace más que confirmar la importancia de la armónica constitución, correcta administración y correcta comunicación que debe poseer todo equipo de cirugía<sup>37,38</sup>. Por ende, se puede deducir que una de las finalidades de la formación en simulación es potenciar el trabajo en equipo.

**CRM**, se percibe en cirugía como una doctrina más que un concepto; su influencia es tal que el objetivo general que se le atribuye es el *cambio de conducta de un equipo* frente a diferentes situaciones inesperadas y pronosticadas, con el objetivo específico primario de reducir el error humano en la práctica médica, a través del proceso «Aprendizaje Continuo Basado en la Práctica» (CPBL), que se refiere a la actividad práctica repetitiva de una determinada tarea hasta alcanzar un estándar de destreza, que se evalúa mediante un informe (en el caso del centro de simulación de la Universidad Diego Portales es generada por los ayudantes en listas de chequeo y revisión de problemas), lo que permite identificar errores u omisiones, acaecidas punto por punto<sup>39-42</sup>.

Un lado positivo de este método es su impacto económico, ya que reduce costos (legales y no legales) asociado a errores, acorta la necesidad de tutorías directas en docencia y favorece una reorganización de un departamento de Cirugía. Por ejemplo, en el caso del simulador laparoscópico, muchos hospitales universitarios en USA con grandes volúmenes de pacientes, una vez que el becado de cirugía ha adquirido una destreza estándar en el procedimiento de la colecistectomía laparoscópica en el simulador, es asignado a un turno quirúrgico real con dedicación exclusiva a esa cirugía, pudiendo reasignar cirugías de mayor complejidad a cirujanos más experimentados<sup>43</sup>. De hecho, es en cirugía mínimamente invasiva donde la simulación ha rendido más resultados comprobados, en todos los ámbitos (metodológicos, académicos y económicos). En laparoscopia el impacto ha sido relevante: por ejemplo, Sedlack y Kolars compararon dos grupos de becados, uno de ellos entrenado en simulación de colonoscopia (**CBCS**: Computer-Based Colonoscopy Simulation), evaluando las siguientes competencias: a) Tiempo de inserción del colonoscopio; b) Profundidad de inserción no asistida; c) Porcentaje de procedimiento completado no asistido; d) Habilidad para identificar referencias endoscópicas; e) Habilidad para insertarlo de manera segura; f) Visualización adecuada de la zona de biopsia y correcta ejecución del procedimiento de biopsia; g) Capacidad de respuesta apropiada frente a discomfort del paciente; cuando ejecutan una colonoscopia en pacientes reales. Los resultados muestran, no sólo que el grupo entrenado presenta diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) respecto al no entrenado en las primeras 15 colonoscopias para todas las competencias evaluadas (excepto para tiempo de inserción), sino también que en otras tres competencias: Profundidad de inserción no asistida, porcentaje de procedimiento completado no asistido y habilidad para identificar referen-

cias endoscópicas. Con posterioridad a la realización de 30 colonoscopías no hay diferencias significativas entre ambos grupos. En conclusión, el uso de CBCS no sólo optimiza la destreza de la práctica clínica, sino también la disponibilidad de médicos realizando procedimientos simultáneos, ya que se acortan los tiempos de formación a partir de las 30 colonoscopías formativas a sólo 6 horas de formación, lo cual impacta tanto en la capacidad de administración de un servicio, como en la disminución de los tiempos académicos que cada médico-profesor colonoscopista debe destinar a sus alumnos<sup>44</sup>.

Los mismos autores, en un estudio posterior, comunican el impacto del CBES (**CBES**: Computer-Based Endoscopy Simulator) sobre el confort del paciente (medido en escala Likert de cinco categorías) en dos grupos de becados: **Grupo A**, con una semana de entrenamiento en pacientes reales y, **Grupo B**, con tres horas de entrenamiento en simulador. Los resultados indican que en el **Grupo A**, tras haber realizado 150 colonoscopías flexibles, los pacientes identifican una puntuación media de molestias significativamente menor que para los residentes del **Grupo B**, demostrando que la formación CBES tiene un beneficio directo para el paciente<sup>45</sup>. Con estos antecedentes, debemos considerar que el futuro a corto plazo, en las escuelas de formación quirúrgica se requerirá de simuladores quirúrgicos, que aseguren una destreza adquirida para ejecutar procedimientos en pacientes reales. Es así como la ACGME (Accreditation Council for Graduate Medical Education), exige un mínimo de 300 cateterismos cardíacos antes de entrenarse en intervenciones coronarias, y un mínimo de 12 meses de entrenamiento avanzado, que permita la ejecución mínima de 250 intervenciones.

El aspecto costo-eficiente de utilizar simuladores en educación médica no puede ser pasado por alto. Cada unidad de educación antes de instalar un centro de simulación,

debe tener en claro que el costo de la creación de un centro de simulación que contenga uno o más simuladores es a menudo inferior al costo que supone el número de horas que los instructores deben ocupar entrenando a los residentes y becarios en formación, los gastos de suministros y los recursos necesarios como parte de la formación. El ahorro de costos adicionales obtenidos de la capacidad de un alumno para llevar a cabo el procedimiento más rápido y con menos complicaciones se suma a la rentabilidad de la inversión lograda por simuladores. Frost & Sullivan demostraron que el ahorro al formar residentes de cirugía mediante el uso de un simulador laparoscópico (Immersion Medical's Laparoscopy Accu Touch System), era de más de USD 160.000 anuales, explicado principalmente por el ahorro de tiempo-instructor, reducción de errores, mayor celeridad en el tiempo de finalización del aprendizaje y menores costos por desperdicio de equipos, permitiendo recuperar la inversión en seis meses. Resultados similares se obtuvieron en endoscopia y procedimientos endovasculares simulados, alcanzando beneficios económicos globales de USD 352.532, ahorro que fue obtenido en 131 días<sup>46</sup>.

Los simuladores médicos pueden y han sido utilizados para ayudar a eliminar problemas asociados al entrenamiento en pacientes y con pacientes reales, permitiendo a los alumnos aprender los protocolos de tratamiento y dominar habilidades básicas y procedimentales antes de intervenir a un paciente real. Numerosos estudios<sup>47-50</sup>, centrados en las habilidades y destrezas adquiridas asociadas al uso del simulador, han demostrado que los residentes entrenados en simulación generan competencias significativamente mayores, versus aquellos no entrenados con simuladores.

*En la segunda parte de este artículo se incluirá información sobre la Seguridad del paciente y diversos aspectos referidos a la educación médica.*

## BIBLIOGRAFÍA

1. Issenberg S B, McGaghie W C, Petrusa E R, Lee Gordon D, et al. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach*. 2005; 27(1): 10-28.
2. Kohn L T, Corrigan J M, Donaldson M S, (Eds.). Committee on Quality of Health Care in America, Institute of Medicine. *To Err is Human: Building a Safer Health System*. Washington, D.C: Institute of Medicine, National Academy Press; 2000.
3. Cowen T. Fruitful Decade for Many in the World. *New York Times* 2010; BU4.
4. Girardi G, Ruiz M. Salud Pública: el mayor patrimonio de Chile (Editorial). *Cuad Méd Soc* 2007, 47(4): 219-222.
5. Boerma T, Abou-Zahr C. Estadísticas sanitarias mundiales 2009. OMS 2009; 1:107-119.
6. Husted T, Broderick T. NASA and the emergence of new surgical technologies. *J Surg Res* 2006; 132(1): 13-16.
7. Baeza R. El concepto de la gestión de calidad total (TQM). En: Baeza R, Educación Superior del Siglo XXI: Modelos para una Gestión de Calidad. Editorial Universidad del Mar 1999; 41-82.
8. Baeza R. El Modelo Europeo para la gestión de calidad. En Baeza R, Educación Superior del Siglo XXI: Modelos para una Gestión de Calidad. Editorial Universidad del Mar 1999; 183-220.
9. Rosselot E. Aseguramiento de la calidad profesional. Un nuevo marco ético para el ejercicio de la medicina. *Rev Med Chile* 1999; 127(11): 1375-1383.
10. Blumenthal D. Quality of health care. Part 4: The origins of the quality of care of debate. *N Engl J Med* 1996; 335(15): 1146-1149.
11. Cook R, Woods D, Miller C. A Tale of Two Stories: Contrasting Views of Patient Safety. Chicago: National Patient Safety Foundation, 1998.
12. Brennan T, Leape L, Laird N, Hebert L, Localio A, et al. Harvard Medical Practice Study I. Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients: Results of the Harvard Medical Practice Study I. *N Engl J Med* 1991; 324(4): 370-376.
13. Centers for Disease Control and Prevention (National Center for Health Statistics). Births and Deaths: Preliminary Data for 1998. *National Vital Statistics Reports* 1999; 47: 6.
14. Thomas E, Studdert D, Newhouse J, et al. Costs of Medical Injuries in Utah and Colorado. *Inquiry* 1999; 36: 255-264.
15. Bates DW. Using information technology to improve surgical safety. *Br J Surg* 2004; 91(8): 939-940.
16. Bates D, Cohen M, Leape L, Overhage J, et al. Reducing the frequency of errors in medicine

- using information technology. *J Am Med Inform Assoc* 2001; 8(4): 299-308.
17. Weeks W, Bagian J. Developing a culture of safety in the Veterans Health Administration. *Eff Clin Pract* 2000; 6: 270-276.
  18. Bates D, Leape L, Cullen D, Laird N, et al. Effect of computerized physician order entry and a team intervention on prevention of serious medication errors. *JAMA* 1998; 280(15): 1311-1316.
  19. Bates D W, Spell N, Cullen D J, et al. The Costs of Adverse Drug Events in Hospital Patients. *JAMA* 1997. 277(4): 307-311.
  20. NUANCE. Dictaphone Healthcare Solutions. Speech Recognition and Healthcare Documentation: a revolution in progress. [Brochure]. Medical Transcription Industry Association/Market Trends, Inc. Survey, 2000. Disponible en: <http://www.theprogressivewphysician.com>. [Consultado el 4 de noviembre de 2011].
  21. The U.S. Department of Labor. Bureau of Labor Statistics. Occupational Outlook Handbook, 2010-11. Edition: Court Reporters. Disponible en: <http://www.bls.gov/oooh/Legal/Court-reporters.htm>. [Consultado el 4 de noviembre de 2011].
  22. Birjandi A. Justifying the RIS before the PACS. A logical migration to a digital and paperless imaging environment requires analysis. *Health Manag Technol* 2003; 24(3): 30, 32.
  23. Mena P. Error médico y eventos adversos. *Rev Chil Pediatr* 2008; 79(3): 319-326.
  24. Barry R, Murcko A, Brubaker CE. The Six Sigma Book for Healthcare: Improving Outcomes by Reducing Errors, ACHE Management Series, Health Administration Press, 2002.
  25. Bisgaard S. Solutions to the Healthcare Quality Crisis: Cases and Examples of Lean SixSigma in Healthcare. First Edition. ASQ Quality Press, 2009.
  26. Butler G, Caldwell Ch, Poston N. Lean-Six Sigma for Healthcare, Second Edition: A Senior Leader Guide to Improving Cost and Throughput. ASQ Quality Press, 2009.
  27. Ozcan Y. Quantitative Methods in Health Care Management: Techniques and Applications (J-B Public Health/Health Services Text). Jossey-Bass, 2009.
  28. Husted T, Broderick T. NASA and the Emergence of New Surgical Technologies. *Journal of Surgical Research* 2006; 132(1): 13-16.
  29. Gallagher A, Ritter E, Champion H, Higgins G., et al. Virtual reality Simulation for the operating room: proficiency based training as a paradigm shift in surgical skills training. *Ann Surg* 2005; 241(2): 364.
  30. Paige J, Kozmenko V, Morgan B, Howell D S, et al. From the flight deck to the operating room: an initial pilot study of the feasibility and potential impact of true interdisciplinary team training using high-fidelity simulation. *J Surg Educ* 2007; 64(6): 369-377.
  31. Wilson M, Coleman M, McGrath J. Developing basic hand-eye coordination skills for laparoscopic surgery using gaze training. *BJU Int* 2010; 105(10): 1356-1358.
  32. King R C, Atallah L, Lo B, Yang G. Development of a wireless sensor glove for surgical skills assessment. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2009; 13(5): 673-679.
  33. Hagen M, Wagner O, Inan I, Morel P. Impact of IQ, computer-gaming skills, general dexterity, and laparoscopic experience on performance with the da Vinci surgical system. *Int J Med Robot* 2009; 5(3): 327-331.
  34. Bell A, Zhou M, Schwaizberg S, Cao C. Using a dynamic training environment to acquire laparoscopic surgery skill. *Surg Endosc* 2009; 23(10): 2356-2363.
  35. Wang F, Su E, Burdet E, Bleuler H. Development of a microsurgery training system. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2008; 12: 1935-1938.
  36. Bell A, Saide M, Johanas J, Leisk G, et al. Innovative dynamic minimally invasive training environment (DynaMITE). *Surg Innov* 2007; 14(39): 217-224.
  37. Healey G B, Barker J, Madonna G. Error reduction through team leadership: applying aviation's CRM model in the OR. *Bull Am Coll Surg* 2006; 91(2): 10-15.
  38. Cooper G, White M, Lauber J. Resource management on the flight deck: proceedings of a NASA/industry workshop (NASA CP-2120). Moffett Field, CA: NASA-Ames Research Center, 1980.
  39. Helmreich R, Ashleigh C, Wilhelm J. The evolution of crew resource Management training in commercial aviation. *International J of Aviation Psychol* 1999; 9(1): 19-32.
  40. McGreevy J M, Otten T, Poggi M, et al. The challenge of changing roles and improving surgical care now: crew resource management approach. *Am Surg* 2006; 72(11): 1082-1087.
  41. Hurley D. Seven lessons from airline safety: it's not just about the pilot. *Gen Surg News* 2006; 33: 32-33.
  42. Dewey J. How we think. London: DC Health Co.; 1933.
  43. Reznick R, MacRae H. Teaching surgical skills—changes in the wind. *N Eng J Med* 2006; 355(25): 2664-2669.
  44. Sedlack R, Kolars J. The effects of computer simulator training on patient-Based sigmoidoscopy by residents. *Am J Gastroenterol* 2004; 99(1): 38-39.
  45. Sedlack R, Kolars J, Alexander J. Computer simulation training enhances patient comfort during endoscopy. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2004; 2(4): 348-352.
  46. Return on Investment Study for Medical Simulation Training: Immersion Medical, Inc. Laparoscopy Accutouch System, A Frost & Sullivan Report performed in conjunction with the American Hospital Association, Health Research and Educational Trust, 2004.
  47. Boulet J R, Murray D, Kras J, Woodhouse J et al. Reliability and validity of a Simulation-based acute care skills assessment for medical students and residents. *Anesthesiology* 2003; 99(6): 1270-1280.
  48. Curry L, Gass D. Effects of training in cardiopulmonary resuscitation on competence and patient outcome. *Canadian Medical Association Journal* 1987; 137(6): 491-496.
  49. Morgan P J, Cleave-Hogg D. Comparison between medical students' experience, confidence and competence. *Med Educ* 2002; 36(6): 534-539.
  50. Weller J, Wilson L, Robinson B. Survey of change in practice following simulation-based training in crisis management. *Anaesthesia* 2003; 58(5): 471-473.

Correspondencia:

*Fredy Bustos O.*

*Manuel Catillo 2333*

*Condominio los Ciruelos*

*Parcela 29, Peñaflores*

*Chile.*

*e-mail: Fredy.bustos.ata@gmail.com*