

Revisión de conjunto

Simulación en cirugía laparoscópica



Felipe León Ferrufino^{a,b}, Julián Varas Cohen^{a,b}, Erwin Buckel Schaffner^{a,b},
Fernando Crovari Eulufi^b, Fernando Pimentel Müller^b, Jorge Martínez Castillo^b,
Nicolás Jarufe Cassis^b y Camilo Boza Wilson^{a,b,*}

^a Centro de Simulación y Cirugía Experimental, División de Cirugía, Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

^b Departamento de Cirugía Digestiva, Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 12 de agosto de 2013

Aceptado el 20 de febrero de 2014

On-line el 16 de julio de 2014

Palabras clave:

Simulación

Cirugía laparoscópica

Educación médica

RESUMEN

Hoy en día los cirujanos en formación se ven enfrentados a un menor entrenamiento quirúrgico debido a limitaciones legales y restricciones horarias, sumadas a la exigencia actual de dominar técnicas más complejas como la laparoscopia. La simulación surge como una herramienta complementaria de aprendizaje en cirugía laparoscópica, mediante el entrenamiento en un ambiente seguro, controlado y estandarizado, sin comprometer la seguridad del paciente. El objetivo de la simulación es que las habilidades adquiridas sean transferidas al quirófano, permitiendo disminuir las curvas de aprendizaje. Programas de simulación se han incorporado progresivamente en todo el mundo en residencias quirúrgicas y cursos de entrenamiento en cirugía laparoscópica, exigiéndose como requisito en algunos países para certificar la especialidad. En este artículo se revisan los aspectos más importantes de la simulación en cirugía laparoscópica, incluyendo los tipos de simuladores y programas de entrenamiento conocidos, así como las metodologías de aprendizaje y escalas de evaluación utilizadas.

© 2013 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Simulation in laparoscopic surgery

ABSTRACT

Nowadays surgical trainees are faced with a more reduced surgical practice, due to legal limitations and work hourly constraints. Also, currently surgeons are expected to dominate more complex techniques such as laparoscopy. Simulation emerges as a complementary learning tool in laparoscopic surgery, by training in a safe, controlled and standardized environment, without jeopardizing patient' safety. Simulation' objective is that the skills acquired should be transferred to the operating room, allowing reduction of learning curves. The use of simulation has increased worldwide, becoming an important tool in different surgical residency programs and laparoscopic training courses. For several countries, the

Keywords:

Simulation

Laparoscopic surgery

Medical education

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: bozauc@mac.com (C. Boza Wilson).

0009-739X/\$ - see front matter © 2013 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2014.02.011>

approval of these training courses are a prerequisite for the acquisition of surgeon title certifications. This article reviews the most important aspects of simulation in laparoscopic surgery, including the most used simulators and training programs, as well as the learning methodologies and the different key ways to assess learning in simulation.

© 2013 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

El objetivo de esta revisión es dar a conocer los aspectos más importantes de la simulación en cirugía laparoscópica y particularmente su rol en la enseñanza de esta técnica quirúrgica.

Antecedentes

Hoy en día nos enfrentamos a un desafío en la formación de cirujanos. Actualmente los programas de residencia quirúrgica en el mundo afrontan diversos problemas que dificultan el aprendizaje de los cirujanos en formación. Los residentes se han visto limitados en las horas dedicadas al quirófano debido a la reducción del horario laboral, la baja incidencia de ciertas enfermedades en algunos centros y a las políticas de calidad y seguridad en la atención de los pacientes¹⁻⁴.

En el caso de la cirugía laparoscópica, en la actualidad esta es exigida dentro de las competencias básicas que debe poseer un cirujano^{5,6}. Sin embargo, el aprendizaje de esta técnica está limitado por su mayor complejidad en comparación con la cirugía abierta y el menor número de casos a los que se expone un cirujano durante su formación, debiendo muchas veces completar la curva de aprendizaje durante el ejercicio profesional de la especialidad. A lo anterior se suma el creciente número de procedimientos laparoscópicos y nuevas tecnologías disponibles hoy en día, lo que ha ocasionado que incluso cirujanos en ejercicio deban buscar nuevas formas de entrenar y aprender en forma continua, sin comprometer la seguridad del paciente.

El paradigma tradicional de aprendizaje quirúrgico se basa en la realización de procedimientos supervisados por un tutor más experimentado, bajo el adagio de «observar, ayudar y operar». Este modelo de entrenamiento, con todas las virtudes que posee, presenta el inconveniente de ser dependiente del nivel técnico del tutor y de la velocidad de transferencia de las competencias desde el profesor. Por otra parte, exponer en forma precoz a cirujanos en formación a realizar procedimientos de mayor complejidad para su nivel técnico de entrenamiento, puede resultar en una experiencia de aprendizaje insatisfactoria para el aprendiz y su tutor, sin mencionar las posibles consecuencias en el paciente y los aspectos éticos relacionados^{7,8}.

La simulación, valiosa herramienta de aprendizaje en cirugía laparoscópica

La simulación surge como un instrumento complementario al entrenamiento tradicional para la adquisición de habilidades quirúrgicas, permitiendo acortar las curvas de aprendizaje en un ambiente seguro y controlado^{1,2,8}. La industria de la aviación posee una larga historia de investigación en simulación y transferencia de competencias a un escenario

real. Esta ha demostrado que aproximadamente 2 h de un programa de simulación virtual (*derivado de la realidad virtual, la cual entrega al usuario la sensación de estar presente en ella*) equivalen a una hora de vuelo real⁹. Esta experiencia largamente efectiva puede ser propuesta para la enseñanza de la cirugía, particularmente aquella mínimamente invasiva.

El entrenamiento a través de la simulación ofrece la oportunidad de aprender en un ambiente estructurado y de forma eficiente, sin comprometer la seguridad del paciente. Permite el acceso igualitario de todos los alumnos a escenarios clínicos ficticios que fomentan la práctica deliberada y repetitiva del procedimiento¹⁰, junto con una evaluación estandarizada y monitorizada, con objetivos claros previamente definidos. Por último, la simulación permite realizar retroalimentación efectiva por parte del educador¹¹.

La simulación ha sido incorporada en distintas áreas de la medicina, incluyendo la enseñanza de pregrado a través de pacientes simulados, escenarios clínicos ficticios y entrenamiento de procedimientos como punciones venosas, cricotiroidotomías y pleurostomías¹². En nuestro medio, además hemos implementado un programa de entrenamiento para realizar anastomosis intestinales laparoscópicas con éxito, el cual puede ser llevado a cabo por residentes y cirujanos en cualquier momento de su formación¹³⁻¹⁵.

Es así como en cirugía laparoscópica la simulación ha adquirido un rol fundamental en el entrenamiento quirúrgico, tanto para residentes en formación como para cirujanos que deseen entrenarse en nuevas técnicas mínimamente invasivas de manera previa a su implementación en pacientes, como la laparoscopia por puerto único, la cirugía *natural orifice transluminal endoscopic surgery* (NOTES), o en la incorporación de nuevas tecnologías e instrumental laparoscópico. La simulación laparoscópica incluso puede ser utilizada para el entrenamiento básico durante la carrera de medicina. La prolongada curva de aprendizaje de esta técnica, junto a los elevados riesgos y costos de aprender técnicas complejas como sutura intracorpórea en pacientes, han llevado al desarrollo de centros de simulación especializados, permitiendo a los cirujanos aprender en forma segura y eficiente^{13,16}. El entrenamiento de las destrezas quirúrgicas previo a la operación ha demostrado un aprendizaje más eficiente en el quirófano, permitiendo al aprendiz enfocar la atención en los detalles técnicos del procedimiento, sin la necesidad de aprender la totalidad de estos por primera vez en un paciente¹⁷⁻²⁰.

Respecto a las limitaciones del entrenamiento simulado, este tipo de programas requieren laboratorios especializados, con tutores acreditados y entrenados en esta nueva metodología de aprendizaje. Lo anterior demanda altos costos de implementación y mantenimiento, los cuales no están al alcance de todos los centros. Por otra parte, los simuladores actuales no son lo suficientemente fidedignos, debido a la

escasa retroalimentación táctil (*sensación táctil que simula el contacto con los objetos, también conocida como fuerza háptica*) de los simuladores virtuales y a lo limitado de los procedimientos simulados en los modelos en caja. Por último, en el entrenamiento simulado el alumno habitualmente entrena una tarea en condiciones «ideales» en forma repetitiva, pudiendo crear una falsa seguridad en el cirujano en el momento de estar en el quirófano, al pensar que el procedimiento es más sencillo de lo que realmente es^{19,20}. Por todo lo anterior, el entrenamiento simulado es recomendado como complemento del entrenamiento tradicional y en ningún caso como una alternativa excluyente de este²⁰.

En los siguientes párrafos nos enfocaremos en dar a conocer los aspectos más importantes de la simulación en cirugía laparoscópica, incluyendo los distintos tipos de simuladores y programas de simulación conocidos, así como las diferentes metodologías de entrenamiento.

Simuladores

Existen muchas alternativas de simulación en cirugía laparoscópica. Para los propósitos de esta revisión, se dividirán en 2 categorías: aquellas que utilizan objetos inanimados y aquellas que utilizan animales vivos.

Modelos inanimados

- a) *Cajas de simulación laparoscópica (del inglés: endotrainers, pelvitainers o bench models)*: estos modelos de entrenamiento sirven para una gran variedad de ejercicios, desde los más simples como «tomar y soltar objetos» hasta procedimientos más complejos como diversas anastomosis. Estos modelos pueden ser diseñados utilizando *objetos inertes* (trozos de goma o esponja, cuerdas pequeñas, etc.) o *tejidos ex-vivo* como intestino animal u otros. Las ventajas de estos modelos son su bajo costo, rápida implementación y la capacidad de entrenar en forma eficiente los pasos más complejos de un procedimiento completo, de forma reiterada, en poco tiempo (por ejemplo una anastomosis intestinal)¹³⁻¹⁵. Los programas formales de entrenamiento en laparoscopia básica, como el curso *Fundamentals of Laparoscopic Surgery (FLS)* (fig. 1) y algunos en laparoscopia avanzada han demostrado la transferencia de las habilidades aprendidas al quirófano^{16,21}.
- b) *Modelos cadavéricos*: estos pueden ser de origen animal o humano, dependiendo del procedimiento a entrenar. Presentan fidelidad aceptable y la ventaja de poder simular la totalidad de la cirugía, sin embargo su alto costo y disponibilidad limitada, así como sus diferencias con el tejido vivo y restricciones éticas en algunos países han limitado su utilización en forma más extendida¹.
- c) *Simuladores virtuales* (fig. 2): estos modelos poseen la capacidad de realizar procedimientos completos en una estación, a diferencia de las «cajas de simulación» (donde no se puede realizar, por ejemplo, una colecistectomía). Además poseen retroalimentación inmediata a medida que se logran etapas, lo que permite corregir los errores más comunes durante el entrenamiento. En el caso de programas específicos de entrenamiento (por ejemplo, cirugía

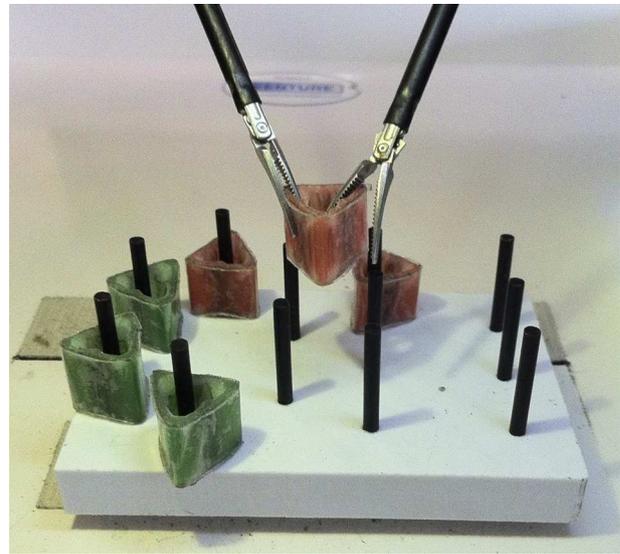


Figura 1 – Ejemplo de una transferencia de objetos inanimados realizada en el curso *Fundamentals of Laparoscopic Surgery (FLS)*.



Figura 2 – Residente entrenando en simulador virtual. Procedimiento: colecistectomía laparoscópica.

para el tratamiento de la obesidad), la simulación virtual ha permitido disminuir los tiempos de entrenamiento y la necesidad de un tutor en forma constante²². Los estudios en realidad virtual han demostrado la transferencia al pabellón quirúrgico de la mayoría de las habilidades laparoscópicas básicas²², no así para cirugía laparoscópica avanzada.

Las principales limitaciones de los simuladores virtuales son sus costos y su aún imperfecta transmisión de la retroalimentación táctil para procedimientos más complejos. Sin embargo, es aún discutido si esta fuerza háptica posee un impacto real en el aprendizaje de la técnica, tal como han señalado algunas experiencias y la cirugía robótica (*cirugía asistida por robot, controlada por el cirujano a cierta distancia del paciente*)²³. Es probable que veamos avances significativos en esta área en un futuro cercano, con el desarrollo de tecnología de alta fidelidad como ha ocurrido en simulación en neurocirugía y cirugía endovascular²³.

Modelos vivos

Estos modelos utilizan animales vivos, generalmente para emular procedimientos completos de difícil reproducción en caja o simulación virtual, como por ejemplo la realización de una gastrectomía en manga laparoscópica o la disección de ganglios linfáticos intercavaoárticos en porcino. Las ventajas que presentan estos modelos son su alta fidelidad (al contrario de los simuladores virtuales disponibles actualmente) y la capacidad de emular un procedimiento completo.

Las mayores desventajas incluyen su alto costo económico (cada procedimiento requiere anestesia general, instrumental quirúrgico, personal entrenado en veterinaria y pabellones adecuados a los requerimientos éticos de seguridad animal), por lo que habitualmente no son accesibles para la mayoría de los laboratorios de simulación (fig. 3).

Metodología de aprendizaje y entrenamiento

La implementación de un programa de entrenamiento en simulación necesita incluir los aspectos críticos de un determinado procedimiento quirúrgico. Se debe discernir si es necesario entrenar el procedimiento completo o solo las etapas específicas que requieren de más habilidad técnica, lo que está supeditado a variables económicas, al volumen de pacientes del centro, a la factibilidad de simular el procedimiento y al impacto real del modelo de entrenamiento.

Kneebone^{19,20} señala que el aprendizaje quirúrgico debe ser basado en los 4 pilares de la competencia en cirugía: la teoría, la habilidad, la experiencia y la toma de decisiones. Otros factores que se suman son las habilidades comunicacionales y el trabajo en equipo, los cuales denotan a un cirujano integral²⁰. Tradicionalmente las habilidades técnicas han sido el foco principal del entrenamiento simulado, pero este aspecto es solo uno de los componentes de la práctica quirúrgica. Un entrenamiento simulado que solo incluye habilidades técnicas nos llevará a formar cirujanos *experimentados no-expertos*²⁴, quienes poseen vasta experiencia en situaciones habituales, pero ante cambios inesperados en el ambiente, como complicaciones intraoperatorias, no son capaces de tomar buenas decisiones^{20,24}. Lo

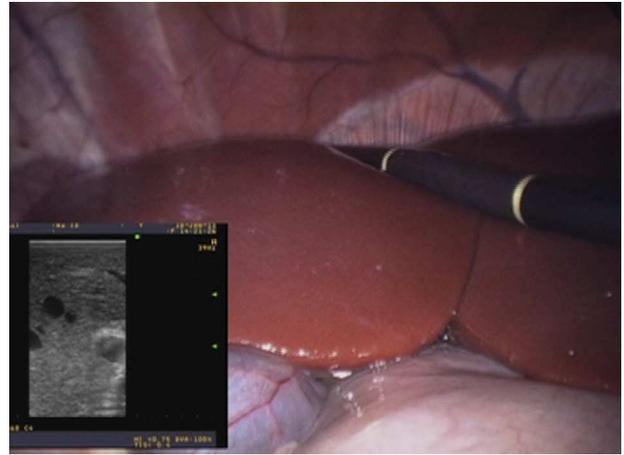


Figura 3 – Ecografía intraoperatoria durante resección hepática totalmente laparoscópica en modelo ovino, en un pabellón simulado.

anterior es una de las diferencias con los *expertos adaptables*²⁴, cirujanos con mayor experiencia y que poseen una formación que incluye al resto de los pilares de la competencia en cirugía. La simulación quirúrgica debe abordar todos estos aspectos para lograr un entrenamiento completo y exitoso, a través de escenarios quirúrgicos versátiles, como los disponibles en los simuladores virtuales e incluso con estrategias como utilizar actores junto a los modelos simulados, los cuales al interactuar con el aprendiz logran un escenario clínico más fidedigno²⁵. Este tipo de experiencias han sido utilizadas con éxito por otras especialidades como la anestesia, a través de la implementación de escenarios simulados de crisis en el quirófano²⁶. Es así como todo programa de entrenamiento simulado debe considerar 3 elementos fundamentales: el simulador, el cual debe ser fidedigno y accesible; tutores acreditados en metodologías de aprendizaje y evaluación y los alumnos a entrenar (alumnos de medicina, residentes quirúrgicos o cirujanos en ejercicio que deseen aprender)²⁰.

En nuestro centro desarrollamos un modelo de entrenamiento en 16 sesiones para residentes de especialidades quirúrgicas, que requería el aprendizaje de una anastomosis intestinal laparoscópica. Este modelo inanimado en caja obtuvo resultados significativamente mejores para alumnos entrenados (residentes de primer año de cirugía general) en comparación con cirujanos egresados de programas tradicionales sin simulación¹³. Después de concluir el entrenamiento, los participantes y el grupo control se evaluaron en un modelo porcino vivo realizando una anastomosis intestinal laparoscópica y se compararon con cirujanos expertos. Los residentes entrenados tuvieron significativamente menores tiempos quirúrgicos y mejor desempeño en las habilidades técnicas en comparación con los cirujanos generales sin programas de simulación. Los residentes no tuvieron diferencias significativas en comparación con los expertos¹³ (fig. 4). Estudios prometedores podrían obtener los mismos resultados en un quirófano en un futuro cercano.

Al diseñar e implementar un programa de entrenamiento, existen algunas herramientas educacionales fundamentales que deben ser consideradas:

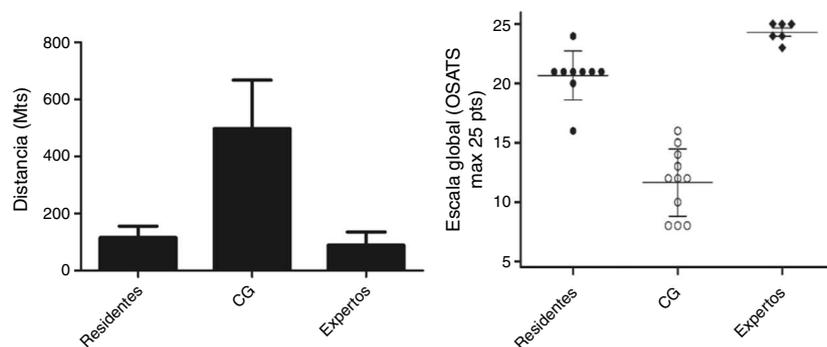


Figura 4 – Valores obtenidos con Imperial College Surgical Assessment Device (ICSAD) expresados en distancia total recorrida en metros y puntajes de escala Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS) globales obtenidos por residentes entrenados de primer año de cirugía general (residentes), cirujanos generales sin programas de simulación (CG) y cirujanos expertos (expertos), al realizar una anastomosis intestinal en un modelo porcino vivo.

Fuente: Imagen modificada de Varas et al.¹².

a) *Entrenamiento por etapas*

Consiste en la deconstrucción de un procedimiento en sus componentes básicos o etapas; por ejemplo, si se entrena una anastomosis intestinal mecánica, podemos dividir el procedimiento en 4 etapas: suturas de aproximación, enterotomías, grapado y cierre de la pared anterior con sutura continua. El objetivo es que el alumno se enfoque en cada aspecto del procedimiento de manera secuencial. Al dominar una etapa, se agregarán nuevas tareas sobre el conocimiento ya consolidado, hasta finalmente completar el procedimiento requerido²⁷⁻²⁹.

b) *Sesiones teóricas*

Han sido recomendadas para su aplicación en programas de simulación quirúrgica con el fin de optimizar el tiempo de entrenamiento^{30,31}, haciendo más factible la integra-

ción de horas de simulación dentro de un horario ocupado de trabajo. Además es la instancia para la introducción de nuevas tareas o la explicación de los métodos de evaluación utilizados. Pueden utilizarse presentaciones expositivas, manuales o vídeos de instrucción (fig. 5), donde se explica cómo y por qué realizar una tarea específica. Otra modalidad incluye los videoportafolios, que contienen material educativo y vídeos de los alumnos con sus errores cometidos y las correcciones realizadas por los instructores.

c) *Retroalimentación*

Es una de las herramientas más importantes en educación médica. La forma de retroalimentación variará dependiendo del entorno en el que se da, por ejemplo en cirugía es ofrecida en el quirófano bajo el modelo de tutoría, mientras el aprendiz realiza el procedimiento. Si este no es capaz de completar la cirugía de manera adecuada, el cirujano experto se hace cargo. Presenta el inconveniente de la variabilidad de la información ofrecida. En el caso de la simulación, el aprendiz debe ser previamente interrogado e idealmente evaluado en las competencias que se quieren adquirir, para luego iniciar el entrenamiento, guiado y estandarizado. La gran diferencia entre el quirófano y el laboratorio de simulación es que en este último a los alumnos se les permite cometer errores. El tutor experto observará y corregirá los errores durante la sesión de entrenamiento, permitiendo al alumno superarlos de forma precisa. Este método se denomina retroalimentación efectiva (del inglés: *effective feedback*)²⁹ y ha sido utilizado con éxito en los centros de entrenamiento laparoscópico²⁸.

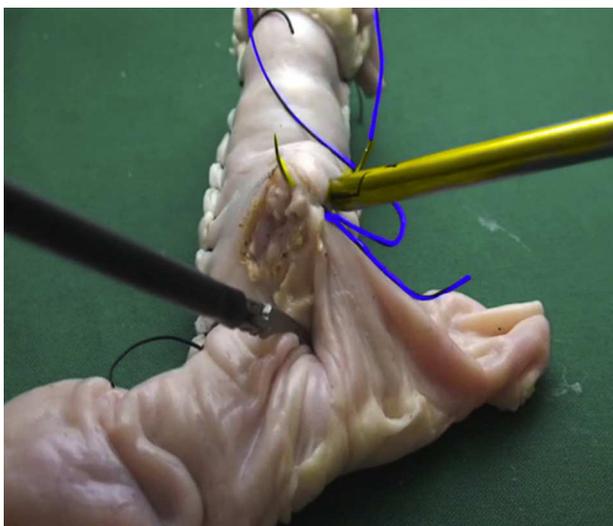


Figura 5 – Imagen tomada de vídeo instructivo en endotrainer de alta definición que muestra cómo realizar las primeras suturas para el cierre de la pared posterior de una gastroyeyunoanastomosis laparoscópica. La aguja y el hilo de la sutura se resaltan en amarillo y azul respectivamente.

El curso *Fundamentals of Laparoscopic Surgery*

El curso FLS fue presentado el año 2004 en la conferencia de la Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons (SAGES), como un programa diseñado para enseñar habilidades básicas de cirugía laparoscópica. Desde el año 2009 este curso es requisito para la aprobación de exámenes del Surgical Board en Estados Unidos²¹. El programa presenta un

componente teórico y uno práctico, el cual consiste en ejercicios estandarizados en un modelo de caja, tales como la transferencia de objetos desde una posición a otra o la tracción de una cuerda con ambas manos en forma intermitente. Hafford et al.³² demostraron que solo un 30% de los cirujanos activos sin formación en simulación fueron capaces de aprobar el curso FLS, evidenciando una clara deficiencia en sus habilidades técnicas laparoscópicas en comparación con cirujanos entrenados.

Este programa fue validado y ha demostrado su correlación con las habilidades técnicas básicas en pabellón, no así para procedimientos quirúrgicos avanzados²¹, lo que nos lleva a creer que si bien sirve como un buen curso introductorio, falta desarrollar programas de entrenamiento que otorguen las competencias necesarias para procedimientos de mayor complejidad.

Laparoscopia avanzada

Con el aumento de popularidad de la cirugía laparoscópica y la aparición de programas de capacitación como el curso FLS, Laparoscopy 101²¹, uso de simulación virtual, etc., los cirujanos han buscado formas de continuar su formación más allá de los procedimientos básicos. Por ejemplo en cirugía digestiva, la habilidad necesaria para realizar un bypass gástrico laparoscópico es mucho mayor que para una colecistectomía, requiriendo conocimientos avanzados de sutura intracorpórea y del uso de dispositivos de sutura mecánica. Modelos de entrenamiento de suturas y anastomosis intestinales¹³⁻¹⁵ han sido incluidos en los currículum de programas de entrenamiento avanzados, así como nuevos modelos de procedimientos más complejos, los cuales se encuentran en desarrollo (gastroeyunoanastomosis y anastomosis biliodigestiva) (fig. 5).

Evaluación

Contar con una herramienta de evaluación objetiva que califique el desempeño y avances de los alumnos nos permite mejorar la experiencia de aprendizaje y los fallos del programa. Variables como el tiempo quirúrgico, finalización del procedimiento y la distancia recorrida por las manos del cirujano mientras opera son bastante objetivas y generalmente poseen poca variabilidad entre calificadores. Sin embargo, estas variables representan solo un primer paso en la evaluación del desempeño de un alumno y no suponen una descripción detallada de la calidad de cómo se está ejecutando el ejercicio.

Es debido a lo anterior por lo que se han desarrollado escalas de evaluación de habilidades prácticas, como las escalas *Direct observation of procedural skills (DOPS)*³³ y *Objective structured assessment of technical skills (OSATS)*^{15,34}, las cuales son consideradas esenciales para la evaluación de destrezas manuales. La calificación OSATS es un ejemplo de una escala tipo Likert, que abarca aspectos generales y específicos del desempeño de alumnos durante un determinado procedimiento, permitiendo así evaluar la técnica quirúrgica³. En la tabla 1 se muestra un ejemplo de una escala OSATS para evaluar habilidades generales.

La medición de múltiples atributos técnicos del alumno nos facilita una mejor idea de su destreza quirúrgica y de en qué etapa se encuentra en su proceso de aprendizaje. Además nos permite establecer puntajes de corte y así discernir si el alumno tiene el nivel de habilidades necesarias para aprobar un curso de capacitación³⁵. La medición del logro de las curvas de aprendizaje también es útil para establecer la eficacia de un programa de entrenamiento, permitiendo a los tutores identificar cuáles son los factores que favorecen o dificultan el proceso de aprendizaje.

Tabla 1 – Versión modificada de escala de evaluación Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS) de habilidades generales

Escala OSATS de evaluación de habilidades generales					
Puntuación	Respeto por los tejidos	Tiempo y movimientos	Uso del instrumento	Flujo de la cirugía y planificación posterior	Conocimientos
1	Uso frecuente de fuerza innecesaria. Daño causado por uso inapropiado de los instrumentos	Muchos movimientos innecesarios	Repetidamente hace movimientos vacilantes y torpes con instrumentos	Frecuentemente detiene el procedimiento o requiere discutir los pasos siguientes	Conocimiento deficiente y requiere instrucciones en la mayoría de los pasos quirúrgicos
2					
3	Manejo cuidadoso de los tejidos, pero ocasionalmente produce daño inadvertido	Relación tiempo y movimientos eficiente, pero realiza algunos movimientos innecesarios	Uso competente de los instrumentos, pero ocasionalmente se observa rígido o torpe	Demuestra habilidades para planear los pasos siguientes, con progresión constante del procedimiento	Conoce todos los aspectos importantes de la operación
4					
5	Maneja los tejidos apropiadamente con mínimo daño	Economía de movimientos y máxima eficiencia	Movimientos fluidos con los instrumentos y sin torpeza	Curso planeado de la operación en forma obvia, con flujo sin esfuerzo	Familiaridad demostrada con todos los aspectos de la operación

Fuente: Modificada de Martin et al.²⁶.

Transferencia de habilidades

El objetivo principal de cualquier programa de simulación es que las habilidades adquiridas se transfieran a un escenario real. Kirkpatrick³⁶ definió 4 niveles necesarios para evaluar la efectividad de un programa de entrenamiento (reacción, aprendizaje, transferencia y valor organizacional), estableciendo que en el nivel 3 lo importante es determinar si las habilidades y conocimientos aprendidos se traducen en un mejor rendimiento en escenarios reales. En el caso del entrenamiento quirúrgico, la efectividad puede definirse como el grado en que la simulación puede preparar a los cirujanos para realizar procedimientos quirúrgicos en pacientes³⁶.

Estudios recientes han logrado demostrar que los conocimientos adquiridos a través del entrenamiento simulado son transferidos al quirófano^{16,37-39}, la mayoría en procedimientos laparoscópicos básicos y algunos con aproximación a laparoscopia avanzada. Sin embargo, la evidencia que avala la eficacia de la formación quirúrgica basada en la simulación, en comparación con el modelo tradicional, ha sido inconsistente. Una de las principales razones de la gran variabilidad de resultados es la ausencia de metodologías rigurosas, con el fin de obtener confiabilidad y validez de los instrumentos de evaluación^{4,29}.

Valor institucional de la simulación

Según el nivel 4 de Kirkpatrick, «valor a la organización», un aspecto importante al evaluar la efectividad del programa de entrenamiento consiste en medir su impacto financiero en los niveles más bajos de la organización³⁶. En el caso de la simulación, es necesario establecer la costoefectividad de un programa de simulación quirúrgica para la institución. Sabemos que tanto el entrenamiento tradicional como la simulación son costosos para una institución^{4,40}; no obstante, el disminuir las curvas de aprendizaje en un laboratorio de simulación podría reducir los costos del quirófano⁴, especialmente al disminuir los tiempos operatorios y aumentar así la eficiencia del uso de la sala operatoria. Tener cirujanos técnicamente mejores y que operen más rápido se traducirá en menores costos para la institución, menores complicaciones quirúrgicas, mayor volumen de pacientes para la organización, etc. Esto ha sido demostrado en estudios que señalan que programas simulados son más rentables que el entrenamiento convencional exclusivo, sobre todo en programas de entrenamiento en caja y con simuladores virtuales con más de 10 residentes¹⁶. Se necesitan más estudios para comprender todas las implicancias de costo y seguridad para los pacientes de cada institución, pero todo indica que los programas bien diseñados, validados e implementados correctamente pueden mejorar el rendimiento de un programa de formación quirúrgica en su conjunto.

Conclusiones y proyecciones a futuro

La educación quirúrgica está viviendo un cambio de paradigma. La mayoría de los programas de residencia están

concentrando sus esfuerzos en cómo aumentar la práctica quirúrgica dentro de horarios más restringidos, manteniendo los estándares de seguridad del paciente e incorporando la cirugía mínimamente invasiva dentro de los programas de formación tradicionales.

La simulación se plantea como una solución prometedora para esta difícil tarea, al permitir acortar las curvas de aprendizaje en un ambiente seguro y controlado, a través de la transferencia al quirófano de las competencias adquiridas en los programas de entrenamiento.

Los alcances de la simulación quirúrgica no deben limitarse a los programas de residencia, por el contrario, esta debe ser incorporada dentro de los programas de pregrado de medicina en procedimientos más básicos y por cirujanos en ejercicio que deseen un entrenamiento y aprendizaje continuo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Reznick R, MacRae H. Teaching surgical skills—changes in the wind. *N Engl J Med*. 2006;355:2664–9.
2. Aggarwal R, Darzi A. Simulation to enhance patient safety: Why aren't we there yet? *Chest*. 2011;140:854–8.
3. Darzi A, Mackay S. Assessment of surgical competence. *Qual Health Care*. 2001;10 Suppl 2:64–9.
4. Harrington D, Roye G, Ryder B, Miner T, Richardson P, Cioffi W. A time-cost analysis of teaching a laparoscopic enterostomy. *J Surg Educ*. 2007;64:342–5.
5. Grantcharov TP, Funch-Jensen P. Can everyone achieve proficiency with the laparoscopic technique? Learning curve patterns in technical skills acquisition. *Am J Surg*. 2009;197:447–9.
6. Jaffer A, Bednarz B, Challacombe B, Sriprasad S. The assessment of surgical competency in the UK. *Int J Surg*. 2009;7:12–5.
7. Wong J, Matsumoto E. Primer: Cognitive motor learning for teaching surgical skill—how are surgical skills taught and assessed? *Nat Clin Pract Urol*. 2008;5:47–54.
8. Aggarwal R, Mytton O, Derbrew M, Hananel D, Heydenburg M, Issenberg B, et al. Training and simulation for patient safety. *Qual Saf Health Care*. 2010;19 Suppl 2:34–43.
9. Morrison J, Hammon C. On measuring the effectiveness of large-scale training simulations. Institute for Defense Analysis (DTIC No ADA394491) 2000: IDA paper P-3570.
10. Ericsson KA. Deliberate practice and acquisition of expert performance: A general overview. *Acad Emerg Med*. 2008;15:988–94.
11. Gaba DM. The future vision of simulation in healthcare. *Simul Healthc*. 2007;2:126–35.
12. Sánchez L, Delapena J, Kelly S, Ban K, Pini R, Perna A. Procedure lab used to improve confidence in the performance of rarely performed procedures. *Eur J Emerg Med*. 2006;13:29–31.
13. Varas J, Mejia R, Riquelme A, Maluenda F, Buckel E, Salinas J, et al. Significant transfer of surgical skills obtained with an advanced laparoscopic training program to a laparoscopic jejunostomy in a live porcine model: Feasibility of learning advanced laparoscopy in a general surgery residency. *Surg Endosc*. 2012;26:3486–94.

14. Boza C, Varas J, Buckel E, Achurra P, Devaud N, Lewis T, et al. A cadaveric porcine model for assessment in laparoscopic bariatric surgery - a validation study. *Obes Surg.* 2013;23:589-93.
15. Aggarwal R, Boza C, Hance J, Leong J, Lacy A, Darzi A. Skills acquisition for laparoscopic gastric bypass in the training laboratory: An innovative approach. *Obes Surg.* 2007;17:19-27.
16. Orzech N, Palter V, Reznick R, Aggarwal R, Grantcharov T. A comparison of 2 ex vivo training curricula for advanced laparoscopic skills: A randomized controlled trial. *Ann Surg.* 2012;255:833-9.
17. Van Sickle K, Ritter E, Smith C. The pretrained novice: Using simulation-based training to improve learning in the operating room. *Surg Innov.* 2006;13:198-204.
18. Gallagher AG, Ritter EM, Champion H, Higgins G, Fried MP, Moses G, et al. Virtual reality simulation for the operating room: Proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training. *Ann Surg.* 2005;241:364-72.
19. Kneebone R. Perspective: Simulation and transformational change: The paradox of expertise. *Acad Med.* 2009;84:954-7.
20. Brindley PG, Jones DB, Grantcharov T, de Gara C. Canadian Association of University Surgeons' Annual Symposium. Surgical simulation: The solution to safe training or a promise unfulfilled? *Can J Surg.* 2012;55:S200-6.
21. Scott D, Ritter E, Tesfay S, Pimentel E, Nagji A, Fried G. Certification pass rate of 100% for fundamentals of laparoscopic surgery skills after proficiency-based training. *Surg Endosc.* 2008;22:1887-93.
22. Ikonen T, Antikainen T, Silvennoinen M, Isojarvi J, Makinen E, Scheinin T. Virtual reality simulator training of laparoscopic cholecystectomies—a systematic review. *Scand J Surg.* 2012;101:5-12.
23. Neequaye S, Aggarwal R, van Herzelee I, Darzi A, Cheshire N. Endovascular skills training and assessment. *J Vasc Surg.* 2007;46:1055-64.
24. Bereiter C, Scardamalia M. *Surpassing ourselves: An enquiry into the nature and implications of expertise.* Chicago, Ill: Open Court. 1993.
25. Kneebone R, Nestel D, Wetzel C, Black S, Jacklin R, Aggarwal R, et al. The human face of simulation: Patient-focused simulation training. *Acad Med.* 2006;81:919-24.
26. Corvetto MA, Bravo MP, Montaña RA, Altermatt FR, Delfino AE. Inserción de la simulación clínica en el currículum de Anestesiología en un hospital universitario. Evaluación de la aceptabilidad de los participantes. *Rev Esp Anestesiol Reanim.* 2013;60:320-6.
27. Hirsch ED. The core knowledge curriculum—what's behind its success? *Educ Leadersh.* 1993;50:23-5. 27-30.
28. Kolozsvari N, Feldman L, Vassiliou M, Demyttenaere S, Hoover M. Sim one, do one. Teach one: Considerations in designing training curricula for surgical simulation. *J Surg Educ.* 2011;68:421-7.
29. Norcini J, Burch V. Workplace-based assessment as an educational tool: AMEE Guide No. 31. *Med Teach.* 2007;29:855-71.
30. Kneebone R, Scott W, Darzi A, Horrocks M. Simulation and clinical practice: Strengthening the relationship. *Med Educ.* 2004;38:1095-102.
31. Zevin B, Levy J, Satava R, Grantcharov T. A consensus-based framework for design, validation, and implementation of simulation-based training curricula in surgery. *J Am Coll Surg.* 2012;215:580-6.
32. Hafford M, van Sickle K, Willis R, Wilson T, Gugliuzza K, Brown K, et al. Ensuring competency: Are fundamentals of laparoscopic surgery training and certification necessary for practicing surgeons and operating room personnel? *Surg Endosc.* 2013;27:118-26.
33. Wilkinson J, Crossley J, Wragg A, Mills P, Cowan G, Wade W. Implementing workplace-based assessment across the medical specialties in the United Kingdom. *Med Educ.* 2008;42:364-73.
34. Martin J, Regehr G, Reznick R, MacRae H, Murnaghan J, Hutchison C, et al. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *Br J Surg.* 1997;84:273-8.
35. Jelovsek J, Walters M, Korn A, Klingele C, Zite N, Ridgeway B, et al. Establishing cutoff scores on assessments of surgical skills to determine surgical competence. *Am J Obstet Gynecol.* 2010;203:81.e1-e6.
36. Kirkpatrick D. Revisiting Kirkpatrick's four-level model, part of Great Ideas Revisited series. *Train Dev J.* 1996;50: 54-9.
37. Palter V, Orzech N, Reznick R, Grantcharov T. Validation of a structured training and assessment curriculum for technical skill acquisition in minimally invasive surgery: A randomized controlled trial. *Ann Surg.* 2013;257:224-30.
38. Palter V, Grantcharov T. Development and validation of a comprehensive curriculum to teach an advanced minimally invasive procedure: A randomized controlled trial. *Ann Surg.* 2012;256:25-32.
39. Van Nortwick S, Lendvay T, Jensen A, Wright A, Horvath K, Kim S. methodologies for establishing validity in surgical simulation studies. *Surgery.* 2010;147:622-30.
40. Bridges M, Diamond DL. The financial impact of teaching surgical residents in the operating room. *Am J Surg.* 1999;177:28-32.