

# Cirujano General

Volumen 25  
*Volume* 25

Número 1  
*Number* 1

Enero-Marzo 2003  
*January-March* 2003

*Artículo:*

Quirófano integral y tecnología  
aplicada a la cirugía

Derechos reservados, Copyright © 2003:  
Asociación Mexicana de Cirugía General, A. C.

Otras secciones de  
este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in  
this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



**Edigraphic.com**

# Quirófano integral y tecnología aplicada a la cirugía

*Integrated operating room and technology applied to surgery*

Dr. Oscar Villazón Davico,\*

Dr. Oscar A. Cárdenas Castañeda\*

## Resumen

**Propósito:** Reseñar, de manera breve, algunos aspectos modernos de la tecnología aplicada a la cirugía, especialmente para la cirugía endoscópica

**Obtención de los datos:** Revisión de la literatura en idioma inglés (10 citas seleccionadas).

**Selección de estudios:** Se revisaron artículos relacionados con avances en el diseño de quirófanos especialmente para la cirugía endoscópica, con especial interés en el desarrollo futuro de los quirófanos. Así mismo, se seleccionaron artículos en los que se mencionaran los avances tecnológicos en relación con el desarrollo de la óptica, instrumental quirúrgico y la enseñanza.

**Resultados de la síntesis de datos:** El concepto actual al hablar de un quirófano para cirugía endoscópica ha cambiado, ahora se denomina "Endosuite" o "Quirófano video-endoscópico" que se define como: "Un quirófano totalmente funcional diseñado para realizar procedimientos de cirugía mini-invasiva, a través de todas las especialidades, con control, operación digital y electrónica", esta unidad incluye: sistemas de vídeo, estación de documentación y control, cámara de techo, dos brazos articulados y motorizados, unidad electroquirúrgica, vídeo-impresora. El sistema tradicional de óptica circunferencial ha cam-

## Abstract

**Objective:** To summarize some modern aspects of the technology applied to surgery, especially regarding endoscopic surgery.

**Data collection:** Review of the literature in English (10 references selected).

**Selection of studies:** Articles related to advances in the design of operating rooms especially for endoscopic surgery were reviewed, with special interest on the future development of operating rooms. Besides, articles relating technological advances to developments in optics, surgical instruments, and teaching were chosen.

**Results from data synthesis:** The current concept of an operating room for endoscopic surgery has changed, now it is called "Endosuite" or "Video-endoscopic operating room", and is defined as: "A completely functional operating room designed to perform minimally invasive surgery procedures, through all specialties, with control, digital and electronic operation", the unit includes: video systems, documentation and control station, ceiling camera, two articulated and motorized arms, electrosurgical unit, video-printer. The traditional circumferential optics system has been changed for grouped quartz filaments and cover. This system allows to attain a visual resolution

Hospital Español y Angeles de las Lomas

\* Miembro de la Asociación Mexicana de Cirugía General

Recibido para publicación: 6 de marzo de 2002.

Aceptado para publicación: 3 de junio de 2002.

Correspondencia: Vialidad de la Barranca s/n Consultorio 655 – 6ºPiso, Colonia Valle de las Palmas, Huixquilucan, Estado de México.

biado por los filamentos agrupados, de cuarzo y cubierta. Este sistema permite identificar una gama de resolución visual, medida en pixeles, lo que ha mejorado la calidad de las imágenes gracias a los sistemas de monitores de alta definición (HDTV) y los intensificadores de imagen agregados a las vídeo cámaras (CCD).

El uso actual de la tercera dimensión es un hecho en cirugía; los sistemas endoscópicos y de video han incorporado el sistema de tercera dimensión para hacer óptimo el desempeño del cirujano, con ello se ofrece una aproximación mayor a la visión estereoscópica. El instrumental quirúrgico y los equipos ergonómicos tienen como finalidad aumentar la capacidad de mínima invasión y simplificar el acto quirúrgico al efectuar un procedimiento apoyado por un instrumento; así surge la idea conceptual de poder mejorar los movimientos y disminuir las deficiencias técnicas, los modelos robóticos de mano derecha permiten movimientos con alto grado de precisión. Finalmente el concepto de "realidad virtual", le ofrece al individuo ponerse en contacto con un mundo no palpable pero presente, lo que le otorga la posibilidad de entrenarse en escenarios diferentes, no reales, sin ocasionar daño; esto resulta atractivo para la enseñanza de la cirugía endoscópica.

**Conclusión:** Día con día el cirujano moderno deberá entrenarse con modelos de alta tecnología, trabajando en un quirófano totalmente funcional para procedimientos endoscópicos

**Palabras clave:** Tecnología, quirófano integral, endosuite, cirugía endoscópica, realidad virtual.

**Cir Gen:** 2003;25: 66-72

## Introducción

La complejidad dentro del campo quirúrgico así como la relacionada a las especialidades quirúrgicas se ha incrementado significativamente. La implementación de técnicas endoscópicas y de cirugía mini-invasiva en la sala de operaciones, utilizando instrumental sofisticado y equipos que mejoran claramente el diagnóstico y el tratamiento de los enfermos es un hecho. Esto añade la necesidad de un nivel de conocimientos mayor por parte del cirujano y del grupo quirúrgico.

Actualmente, la mayoría de los quirófanos utilizados para la cirugía endoscópica no han sido específicamente construidos para este propósito. Los quirófanos para cirugía general fueron diseñados cuando la cirugía endoscópica era inexistente. Los equipos necesarios eran trasladados al quirófano en carros o porta-equipos que llevaban los equipos auxiliares necesarios.

Los quirófanos designados especialmente para cirugía endoscópica deben ser diseñados específicamente para las necesidades de ésta. Los hospitales

measured in pixels, which has improved image quality thanks to high definition monitors (HDTV) and image intensifiers coupled to the video cameras (CCD).

The current use of the third dimension is a fact in surgery, the endoscopic and video systems have incorporated the third dimension systems to optimize surgeon's performance, this offers a greater approximation to stereoscopic vision. The surgical instrumentation and the ergonomic equipments are aimed at increasing the capabilities of minimally invasive procedures and to simplify the surgical act by performing the procedure with the support of an instrument. This gives rise to the concept of improving movements and decrease technical deficiencies, right-hand robotics allow for high precision movements. Finally, the "virtual reality" concept allows contact of the individual with a non-palpable but existing world, easing the possibilities for training in different scenarios, not real ones, without causing damage: an attractive scenario to teach endoscopic surgery.

**Conclusion:** The modern surgeon must constantly train with high technology models, working in a totally functional operating room for endoscopic procedures.

**Key words:** Technology, integrated operating room, endosuite, endoscopic surgery, virtual reality.

**Cir Gen** 2003;25. 66-72

que requieran de un escenario diario para la cirugía endoscópica deben incluir un sitio especial para este propósito.

En forma tradicional el aprendizaje de la cirugía se compone de conocimientos básicos, del entendimiento de la fisiopatología, de la clínica, del estudio de las técnicas quirúrgicas y de la aplicación práctica.

Por lo regular, las diferentes escuelas quirúrgicas en nuestro país hacen énfasis en la práctica en forma tutorial; la obtención de destrezas o defectos en las técnicas empleadas siempre ha merecido la crítica constructiva.

Antes del advenimiento de la cirugía endoscópica, el cirujano en formación estudiaba sobre imágenes en dos planos para adquirir un tercero durante el procedimiento. Sin embargo, en la actualidad el desarrollo de la capacidad manual, con respecto a imágenes en movimiento en sólo dos planos, dificulta el asesoramiento por un compañero de mayor experiencia.

Hoy en día, la investigación tecnológica aplicada a la cirugía tiene como meta que el cirujano supere la

fase de la cirugía pre-endoscópica apoyado por un sistema integral.

#### *Quirófano video-endoscópico (Endosuite)*

La cirugía endoscópica en la actualidad es un concepto aceptado dentro de la práctica quirúrgica cotidiana. Para el cirujano y el equipo quirúrgico esto significa la aplicación de nuevas tecnologías que deben ser integradas dentro de las áreas existentes. La unidad de cirugía videoendoscópica debe poseer la tecnología para realizar una diversidad de procedimientos que en la actualidad incluye todas las especialidades quirúrgicas. Esto requiere cierta flexibilidad para disponer de las necesidades propias para cada técnica con relación a instrumental y equipo específico.<sup>1</sup>

La definición de suite videoendoscópica es la de “*un quirófano totalmente funcional diseñado para realizar procedimientos de cirugía mini-invasiva a través de todas las especialidades, con control , operación digital y electrónica*”.

La configuración de la “suite” endoscópica incluye sistemas de vídeo para todas las especialidades, una estación de documentación y control, cámara de techo, dos brazos articulados y motorizados por equipo (**Figura 1**).

La estación de documentación y control incluye: el equipo de edición, consola de control de señales de vídeo, videocasete, videoimpresora y monitor, en donde se controla toda la grabación, señales de entrada, de salida y edición. El espacio disponible para el quirófano debe ser amplio para facilitar la movilización de los brazos articulados, los cuales están colocados en soportes en el techo del cuarto operatorio, esto permite ubicarlos en la parte superior o inferior del campo operatorio según se requiera. En estos bra-

zos se coloca todo el equipo endoscópico, dos monitores de al menos 19 pulgadas, dos cámaras, dos fuentes de luz, un insuflador, un micro-debridador, un rascador artroscópico y una unidad electro-quirúrgica. Los beneficios de este quirófano videoendoscópico consisten en que elimina los carros, los cables de un segundo monitor, de la unidad electroquirúrgica, por lo que reduce en forma considerable el daño de los sistemas y cables de los equipos al no ser movilizados de un cuarto a otro. Los brazos articulados permiten la posición ideal para la visión en todos los procedimientos.

#### *Quirófano integral*

Las especialidades quirúrgicas tienen requerimientos específicos y diversos. Se debe enfocar a la integración de los sistemas más relevantes: Lámparas quirúrgicas, intensidad de luz, mesa operatoria, fuente de luz endoscópica, cámara endoscópica, unidad electro- quirúrgica, bomba de succión, insuflador, rayos X, ultrasonido, videograbadora, videoimpresora, teléfono y localizador. Estos sistemas forman la base de cada quirófano, independientemente de los requerimientos específicos de las diferentes disciplinas quirúrgicas.

Este nuevo diseño y construcción de quirófanos debe facilitar y proveer libertad de acción al equipo quirúrgico dentro de la sala operatoria. Es importante que, en este desarrollo, los cirujanos estén involucrados en la planeación de los quirófanos, y tomen el liderazgo trabajando en conjunto con los administradores de salud, para lograr un ambiente eficiente y funcional dentro de las salas operatorias.

#### *Sistema integrado de sala operatoria*

La filosofía de este sistema incluye manejar las variables en un ambiente aséptico, a control remoto y con comandos de voz, además de información, manejo y comunicación directa, en un ambiente estéril y con una central de información para datos e imágenes (**Figura 2**).

El menor requerimiento de espacio, la arquitectura abierta, el manejo óptimo de los costos, dan mayor seguridad en el tratamiento de los pacientes. El carro compacto acomoda el equipo esencial en la vecindad de la mesa operatoria. El equipo de vídeo e impresión se localiza en una cabina fuera del área de trabajo. El nuevo manejo del cableado minimiza los obstáculos.

Todo el ambiente de trabajo puede ser controlado por el equipo quirúrgico en el área estéril, usando innovaciones tecnológicas con activación a través de la voz para control de la posición de la mesa operatoria, encendido y apagado de luces, etcétera. Se debe contar con una unidad de monitores, sostenidos del techo, que ofrezcan toda la información esencial, por ejemplo: de endoscopias, rayos X, ultrasonido e imágenes preoperatorias necesarias.

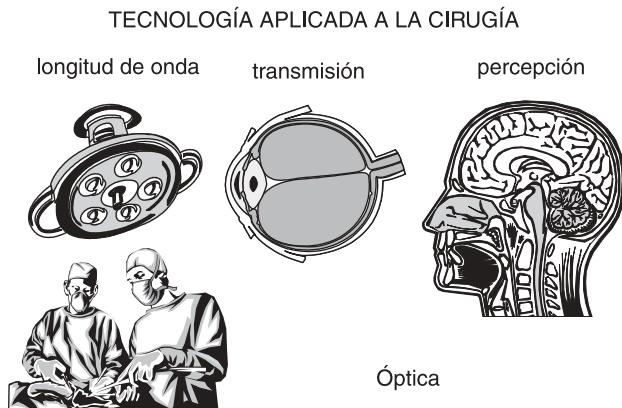
A futuro, el sistema de comunicaciones debe de ser inteligente, dentro del ambiente estéril, con llamadas telefónicas a través de los localizadores personales, para solicitar estudios preoperatorios, e incluso



Fig. 1. Suite endoscópica con sistema de vídeo, estación de documentación y control, cámara de techo, etcétera.



**Fig. 2. Central de información, control remoto y comando de voz.**



**Fig. 3. Transmisión y percepción de la imagen.**

tele-consulta y llamadas en conferencia. Este sistema ofrecerá equipos disponibles de diferentes marcas para adecuar los requerimientos específicos de acuerdo a las necesidades de cada hospital o cirujano. Al conectar un equipo éste es automáticamente reconocido y mostrado por el monitor, la plataforma está diseñada para integrar en el futuro nuevos equipos.

#### Tecnología aplicada a la cirugía Imagen

El mejor aprendizaje de los procedimientos quirúrgicos es el estudio de los mismos y el enfrentamiento al modelo real. Existen parámetros importantes en la imagen que cada individuo conserva en su esquema de razonamiento: los colores, el relieve y la capacidad de determinar texturas tienen su mayor expresión en un modelo de tres planos (3D). El cerebro tiene mejor capacidad de memoria para una imagen, si ésta cuenta con mayor número de parámetros. La imagen se forma a partir de longitudes de onda (luz), que son percibi

bidas por el ojo y transmitidas al cerebro; la parte de la física que estudia la naturaleza y fenómenos acompañantes de la luz es la óptica (**Figura 3**).

En 1905, Einstein desarrolló la teoría del efecto fotoeléctrico, que refiere que el rayo de luz está formado por corpúsculos luminosos los cuales contienen la mínima expresión energética de luz y los llamó fotones. La velocidad de esta energía es de 300,000 km/s.

La cirugía endoscópica tradicional se apega a las leyes físicas de la iluminación de cuerpos en un espacio cerrado; sin embargo, en la actualidad comparte las leyes de refracción, puesto que existen nuevos procedimientos que alteran este sistema, como lo es la cirugía endoscópica con asistencia manual.

El principio teórico de la cirugía endoscópica requiere de iluminación artificial, por medio de la cual se obtiene emisión de luz a partir de la excitación de las superficies de los órganos. Esta luz es obtenida por un sistema de definición de haz luminoso (cámara) y transmitida a partir de un monitor al ojo del cirujano. Los primeros endoscopios utilizados contaban con un sistema de lentes simples y una fuente lumínosa de baja intensidad. El advenimiento del endoscopio en barra de tipo Hopkins permitió una mejor definición del campo operatorio.<sup>2</sup>

La diversidad de procedimientos quirúrgicos creó la necesidad de aumentar el ángulo de visión, hoy en día, los endoscopios de uso más frecuente son de 0, 30 y 45 grados, estos últimos son utilizados en cirugía laparoscópica de avanzada. En nuestros días, los sistemas en barra han sido modificados con la finalidad de disminuir su calibre (minilaparoscopia). El sistema tradicional de óptica circunferencial ha sido cambiado por los filamentos agrupados, de cuarzo, con cubierta. Este sistema permite identificar una gama de resolución visual medida en pixeles. En la actualidad se ha incrementado la calidad de la imagen gracias a los sistemas de monitores de alta definición (HDTV) y la incorporación de intensificadores de imagen a las videocámaras (ejemplo CCD).

Los sistemas CCD (*chip charge-coupled device*) son microcircuitos que permiten la discriminación de un mayor número de haces luminosos (gama de resolución visual), por medio del aumento de pixeles que la videocámara puede transmitir a un monitor. Los pixeles son la mínima expresión de luz refractada por un objeto a un receptor y de éste enviada a un monitor; esto cumple la definición del sistema fotoeléctrico propuesto por Einstein. Una imagen simple de un endoscopio intracavitario tradicional (cámara "2D", 1 chip) proporciona aproximadamente entre 30,000 y 50,000 pixeles, variación dependiente de la calidad óptica del endoscopio. Las videocámaras de tres chips son hasta hoy el "estándar de oro" en visión endoscópica. Hay modelos aún en fase de desarrollo acoplados a un sistema de visión en "3D" (**Figura 4**). Los minilaparoscopios (5 mm, 3 mm y 2 mm) ofrecen una gama visual intermedia con el beneplácito, aún controversial, de menor dolor postoperatorio, menor estancia postoperatoria y mejor resultado cosmético.<sup>3</sup>

Probablemente en el futuro, la minilaparoscopia y los mini-instrumentos incrementen su uso: en salas de emergencias como procedimientos de diagnóstico, trauma (diagnóstico-tratamiento), en la discriminación de lesiones hepáticas menores de 1 cm pasadas por alto en tomografía y ultrasonido, en el estadiaje de padecimientos malignos, en las revisiones postquirúrgicas, en cirugía ambulatoria con sedación, en biopsias dirigidas y en procedimientos gineco-obs-tétricos; en su mayoría procedimientos quirúrgicos que hasta el momento se realizan en pacientes seleccionados (ejemp. colecistitis alitiasica, enfermedad por reflujo no complicado, etcétera).

#### *Tercera dimensión "3D"*

El armamentario moderno de aparatos de imagen debe crear en el cirujano un criterio de selección claro de qué sistemas utilizará y en qué procedimientos.<sup>4</sup> La capacidad visual describe al razonamiento objetos en una (1D), dos (2D) y tres (3D) dimensiones; los objetos de una dimensión poseen un sólo parámetro físico óptico, un ejemplo de éstos son los colores, el agua, los geles, algunos gases y la propia luz. Las imágenes bidimensionales ofrecen dos variables mensurables, desde el punto de vista occidental, largo y ancho o alto y base. Las imágenes tridimensionales aportan un tercer parámetro, la profundidad o fondo. Al inicio del nuevo siglo es difícil que una persona no haya estado en contacto o familiarizada con imágenes en ter-

cera dimensión. Las industrias que se apoyan en la capacidad visual, como lo son la televisión y la cinematografía han bombardeado el mercado con este nuevo recurso. La actual población infantil será, en las próximas décadas, probablemente la mejor calificada en procedimientos de ingeniería, informática y medicina.

El uso actual de la tercera dimensión en la medicina es un hecho para la anatomía descriptiva, sin embargo, continúa el desarrollo de su aplicación en la cirugía. La velocidad de respuesta del cirujano a imágenes bidimensionales vs tridimensionales sólo se observa bajo la capacidad manual, que es en esencia la función del mismo. El entendimiento de un procedimiento laparoscópico es hasta cierto punto simple, pero la realización del mismo es compleja debido a la falta del tercer parámetro comentado. La imagen endoscópica mejor lograda tiene un sesgo muy amplio con respecto a la imagen quirúrgica común. Un factor primordial es la resolución del sistema que presenta lo observado por el endoscopio. En procedimientos endoscópicos sin uso de cámara, a visión directa, el cirujano ha demostrado mejor desempeño (ejemplo, cistoscopia, laparoscopia diagnóstica no video-asistida, cirugía transanal endoscópica, etcétera).<sup>5</sup> Los sistemas endoscópicos y de video-imagen han implementado el sistema de "3D" con la idea de hacer óptimo el desempeño del cirujano, esto proporciona un tercer parámetro. Hasta el momento surge la problemática de que el médico primero se familiarice a la visión endoscópica y posteriormente a la visión en "3D". Los sistemas con tecnología "3D" ofrecen una aproximación mayor a la capacidad visual estereoscópica.<sup>6</sup> Cirujanos experimentados en procedimientos endoscópicos en dos planos han demostrado mejor eficiencia en manipulación de órganos y maniobras quirúrgicas de avanzada con el uso de tercera dimensión. Los sistemas de apoyo endoscópico de "3D" en el mercado cuentan con dos modalidades, la utilización de lentes durante el procedimiento y sin ellos, apoyados de un monitor con imagen virtual. Los más comunes son los de uso de lentes, lo cual agrega una molestia al ya complejo indumentario quirúrgico.

La observación, hasta el momento, ha demostrado que el uso de sistemas de "3D" presenta disminución en la cantidad de luz emitida y, aún, una baja resolución en comparación al uso de sistemas de dos planos con acoplamiento de tres chips. El motivo es por la interfase creada entre la cámara y los lentes o un monitor en tercera dimensión. Agregado a esto, el personal técnico de apoyo tiene deficiencias en la familiarización con los paquetes, "software", empleados en el procedimiento. El propio médico tiene que agregar a su proceso de enseñanza el conocimiento básico del manejo de paquetería computacional.

#### *Instrumental quirúrgico y equipos ergonómicos*

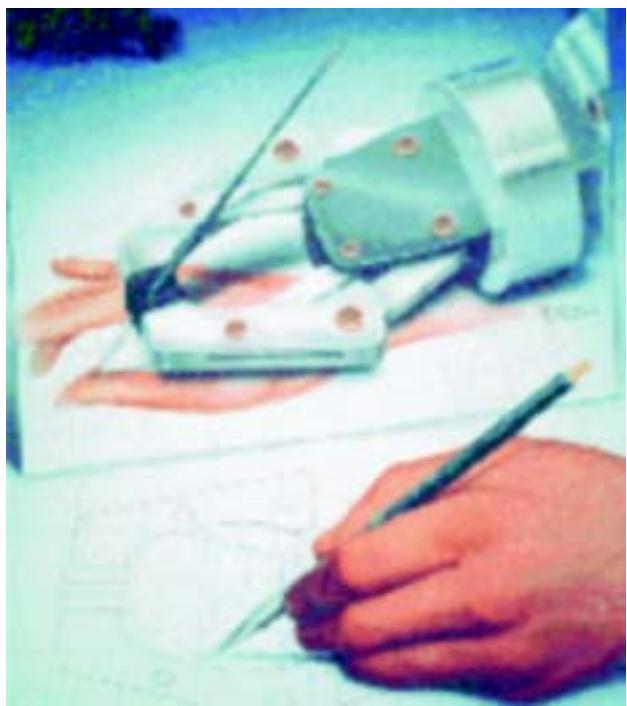
El auge de la cirugía de invasión mínima incrementa el desarrollo de la tecnología biomédica; las empresas invierten grandes cantidades en este rubro. El ins-



Fig. 4. Sistemas de visión endoscópica en tercera dimensión.



**Fig. 5. Sistemas mecánicos: "Force feedback" y "fingertip force control".**



**Fig. 6. Cirugía robótica: modelo robótico de mano.**

trumental quirúrgico para los procedimientos endoscópicos tiene sus fundamentos en el instrumental conocido en cirugía tradicional, sin embargo, a partir del inicio de la cirugía laparoscópica de avanzada los modelos experimentales han creado nuevas bases tanto funcionales como ergonómicas.

Este desarrollo pone énfasis en la utilidad tanto para el procedimiento, el paciente y el cirujano, y tiene como finalidad aumentar la capacidad de mínima invasión. El sufijo ergos, del griego trabajo, denota la simplificación desde el punto de vista mecánico de un procedimiento apoyado por un instrumento. Siendo parte de la física, la mecánica tiene bases de principio-efecto. En los modelos biológicos experimentales se estudia la repercusión mecánica de una acción en función de no lesionar. Día a día, el instrumental de mínima invasión disponible mejora su calidad y cualidad con respecto a material y sistema mecánico.

El uso de energía no sólo eléctrica sino ultrasónica en instrumentos es una realidad. La disminución en el calibre de instrumentos y trócares es una tendencia actual; sin embargo, existen problemas emergentes, la resistencia disminuida a la tensión lateral de los mismos, la baja presión en la toma de órganos o material, y el costo de su fabricación, por mencionar algunos. Probablemente la capacitación del médico para el uso de los mini-instrumentos disminuya en gran medida parte de esta problemática.

La aplicación de un sistema intermediario entre la manipulación del médico y la aplicación en el paciente ha visto su nacimiento en la experimentación de los sistemas "force feedback" y "fingertip force control"; ambos desarrollos tecnológicos tienen la característica de poder graduar el movimiento y la fuerza mecánica que imprime el cirujano sobre un instrumento en un órgano (**Figura 5**). La idea conceptual de poder mejorar los movimientos y disminuir las deficiencias técnicas de la mano compromete a la investigación de la cirugía robótica (**Figura 6**). Los modelos robóticos de mano derecha (*Henri y Hollerbach dextrous hand*) cuentan con un sistema electroneumático de servoválvulas y pistones que permiten movimientos con alto grado de precisión.

#### *Realidad virtual*

Las nuevas tecnologías no aparecen de la nada como un simple chispazo de genialidad. Son el producto de un proceso cultural, institucional y multitudinario. La tecnología moderna no es el resultado del trabajo de un solo individuo, su complejidad no lo permite.<sup>8</sup>

Uno de los mejores ejemplos de esto es el desarrollo de la realidad virtual. Tuvo su inicio en múltiples lugares a lo largo de Europa y Norteamérica, su aparición formal ocurrió en la *Texpo* de 1989; después muchas compañías relacionadas con la informática computacional presentaron trabajos con aplicaciones básicas hasta ese momento (*Macintosh, Microsoft, Autodesk, Human Interface Technology Lab, Mattel, Sega*, etcétera).

La creación de un sistema interfase permite al individuo ponerse en contacto con un mundo no palpable pero presente. El primer sistema interfase es utilizado en la cabeza de este mismo individuo (casco virtual), el motivo real es el hecho de que la mayor capacidad de percepción está relacionada a los pares craneales, principalmente el nervio óptico. Para 1992, el uso



Fig. 7. Cursos videograbados.

de sistemas alternos como el guante potencial (*power glove*) permitió la posibilidad de interacción no sólo visual sino mecánica con el entorno virtual. Esta capacidad mecánica de la mano se transpela a un efecto virtual en ese entorno.<sup>9</sup> La aplicación inicial fue enfocada a los sistemas militares y su enseñanza. Las aplicaciones de la realidad virtual han pasado desde la milicia hasta el entretenimiento, ingeniería, arquitectura y en los últimos años en medicina.

Probablemente su uso en la cirugía esté confinado a la enseñanza hasta el momento.

#### Enseñanza

Todos los adelantos tecnológicos aplicados a la cirugía deben tener un principio de enseñanza; la reproducción de resultados por el método científico es una regla que no se puede pasar por alto. Hoy en día, esta reproducción de resultados es facilitada por la propia tecnología, la academia en cirugía se encuentra sumergida dentro de esta revolución moderna. La difícil tarea de recabar información ha sido alentada por el gran tránsito de datos por Internet (*la red*); la inaccesibilidad económica ha sido suplida por la red gratuita. La difícil tarea en este momento es la selección de toda esta información. Un individuo con mediano conocimiento en sistemas de cómputo puede tener acceso a más de 10,000 tópicos sobre un mismo tema en un sólo día.

Los sistemas de video en cirugía de invasión mínima cuentan con la posibilidad de grabado y reproducción con cinta de un procedimiento; esto permite al propio cirujano observar de nueva cuenta su técnica quirúrgica e intentar mejorarlala.

Existen cursos completos de un procedimiento grabados y editados por múltiples autores; con este sistema de enseñanza el maestro tiene menor número de errores (**Figura 7**). La visión cambió para el residente de primer año que sólo podía ver en forma adecuada el cierre de una incisión, ahora la visión es para todo aquel que entre al quirófano. La exposición de un caso irreal y su manejo por parte del alumno también en forma irreal permite la práctica sin rango de morbilidad. La gran biblioteca de imágenes obtenidas de los sistemas integrales puede desarrollar mayor número de ejemplos que cualquier libro impreso.

El quirófano virtual permitirá la enseñanza directa del alumno en el paciente siguiendo los pasos del maestro a través de un módulo virtual dentro del mismo lugar.<sup>10</sup>

A pesar de todo este desarrollo, no se debe de hacer a un lado al modelo animal o la práctica en anfiteatro. *Los adelantos en "3D" y la realidad virtual permitirán a la próxima generación aprender anatomía volando en el interior del organismo.* (R. Satava).

#### Referencias

1. Lange T. State of the art of video-technique for endoscopic surgery. *Surg Endosc Allied Technol* 1993; 1: 29-35.
2. Hopkins HH. *The physics of fiberoptic endoscopes*. In: Bercl G. (ed) *Endoscopy*, Appleton – Appleton–Centrury–Crofts, New York 1976, p. 27-67.
3. Bercl G, Rozga J. Miniature laparoscopy: quo vadis? The basic parameters of image relay and display systems. *Surg Endosc* 1999; 13: 211-7.
4. van Bergen P, Kunert W, Bessell J, Buess GF. Comparative study of two-dimensional and three-dimensional vision systems for minimally invasive surgery. *Surg Endosc* 1998; 12: 948-54.
5. van Bergen P, Kunert W, Buess GF. The effect of high-definition imaging on surgical task efficiency in minimally invasive surgery: an experimental comparison between three-dimensional imaging and direct vision through a stereoscopic TEM rectoscope. *Surg Endosc* 2000; 14: 71-4.
6. Hanna GB, Shimi SM, Cuschieri A. Randomized study of influence of two-dimensional versus three-dimensional imaging on performance of laparoscopic cholecystectomy. *Lancet* 1998; 351: 248-51.
7. Berguer R. Surgical technology and the ergonomics of laparoscopic instruments. *Surg Endosc* 1998; 12: 458-62.
8. Chesher CH. *Colonizing Virtual Reality*. Internet Resources of Virtual Reality. 2000 p. 1-35
9. Yamauchi Y. What's CAS? *Internet Resources of Computer Aid Surgery* 1997 p. 1-12.
10. Ota D, Loftin B, Saito T, Lea R, Séller J. 2000, Virtual reality in surgical education. Division of Surgical Oncology, University of Missouri. *Internet Resources of Virtual Reality and Surgery* 2000 p. 1-15.