

Cirugía y Cirujanos

Volumen **71**
Volume

Número **6**
Number

Noviembre-Diciembre **2003**
November-December

Artículo:

Cirugía asistida por computadora.
Propuesta de una clasificación quirúrgica

Derechos reservados, Copyright © 2003:
Academia Mexicana de Cirugía

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](#)



[Medigraphic.com](http://www.Medigraphic.com)

Cirugía asistida por computadora. Propuesta de una clasificación quirúrgica

Dr. José Luis Mosso-Vázquez*

Resumen

Presento una propuesta para clasificar la cirugía asistida por computadora (CAC) y facilitar la comunicación principalmente entre cirujanos, ingenieros y científicos. Para la clasificación consideramos la participación de los sistemas en el acto quirúrgico. Los criterios considerados para tal clasificación son: la participación de los sistemas por computadora en el preoperatorio y transoperatorio, la autonomía para su ejecución y la ausencia de una clasificación desde el punto de vista quirúrgico. La clasificación comprende cirugía simulada, cirugía guiada, cirugía asistida, cirugía por telepresencia, cirugía semiautomatizada y cirugía a distancia. Se describe cada uno de los sistemas.

Palabras clave: cirugía guiada, cirugía asistida, telepresencia, telecirugía.

Summary

I present a proposal for a surgical classification in computer assisted surgery (CAS), with a surgical point of view to facilitate understanding and physicians, scientists, for and engineer to be able to communicate. I considered the system's participation into the CAS definition. In this classification, I find: simulated surgery, guided surgery, assisted surgery telepresence surgery, and semi-automated surgery. I describe the systems for each.

Key words: Guided surgery, Assisted surgery, Artificial intelligence, Telepresence, Telesurgery.

Introducción

El propósito del presente artículo es presentar una propuesta de una clasificación que le permita a los cirujanos comprender cuál es la participación de los sistemas de cirugía asistida por computadora que lo apoyan en el preoperatorio y transoperatorio para ejecutar sus procedimientos quirúrgicos.

Para tal propósito es necesario definir el concepto general, en forma breve y explícita, de la cirugía asistida por computadora (sinónimos: cirugía integrada, cirugía apoyada, cirugía por computadora). Es el acto de realizar un procedimiento quirúrgico con el apoyo de imágenes médicas y movimientos inteligentes procesados por computadora que permiten a los cirujanos en el preoperatorio: simular, educar y planear. En el transoperatorio: guiar, asistir, ejecutar y decidir.

Determinados procedimientos pueden realizarse a distancia. En el postoperatorio es posible rehabilitar a pacientes o efectuar seguimiento postquirúrgico.

Para llevar a cabo esta clasificación considero que no existe una clasificación de cirugía asistida por computadora. Se evaluó la participación de los sistemas durante el procedimiento quirúrgico, así como la autonomía de los sistemas para apoyar al cirujano.

La presente clasificación es con el propósito de facilitar la comprensión de las características y funciones, así como la utilidad que representan los sistemas computarizados para apoyar al cirujano. Es importante señalar que existen clasificaciones de robots de acuerdo a sus funciones y estructuras como: robots pasivos, robots activos, robots semiactivos y robots sinérgicos.

Clasificación

Cirugía simulada

Se refiere a imágenes virtuales de órganos e instrumentos específicos con determinadas propiedades físicas y visuales obtenidas o procesadas por computadora a partir de tomografías axiales, resonancia magnética nuclear, ultrasonografía, etc. El objetivo es planear en el preoperatorio procedimientos quirúrgicos reales o entrenar al cirujano para

* Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Clínica Hospital Alberto Pisanty Ovadía del ISSSTE, Hospital General de Zona No. 27 del IMSS.

Solicitud de sobretiros:

Dr. José Luis Mosso-Vázquez. Andador 21, Edificio 15, Entrada B, Departamento 004, Unidad Habitacional Acueducto de Guadalupe. Delegación Gustavo A. Madero. CP. 07270. Ciudad de México.
E-mail: quele01@yahoo.com

Recibido para publicación: 12-07-02.

Aceptado para publicación: 14-07-03.

obtener mayor habilidad quirúrgica o conocer los posibles riesgos postoperatorios en el paciente real⁽¹⁻⁴⁾ (Figura 1).

Cirugía guiada

Se refiere al registro y análisis de imágenes médicas digitalizadas por el cirujano que le permitan planear, orientar y posicionar órganos e instrumentos para facilitar la toma de decisiones quirúrgicas. El cirujano durante el procedimiento quirúrgico se orienta a través de imágenes procesadas por computadora o imágenes virtuales de estructuras anatómicas e instrumentos. La cirugía guiada se refiere a la unión del mundo virtual con el mundo real para que el cirujano oriente dichas estructuras e instrumentos virtuales con los reales e incremente su destreza visuomotora o coordinación ojo-mano para facilitar sus tareas quirúrgicas haciéndolas más precisas, seguras y menos invasivas⁽⁵⁾. Las imágenes digitales procesadas pueden obtenerse de los ultrasonidos, tomografías axiales computarizadas, resonancia magnética nuclear, y fluoroscopia para la reconstrucción tridimensional de órganos o estructuras e instrumentos (Figura 2).

Dichas imágenes facilitan la orientación espacial del campo quirúrgico y también la instalación, posición, disección y extracción de tejidos, incluso, es posible conocer el grado de extensión de una enfermedad. El control de este sistema es total por parte del cirujano⁽⁶⁻¹⁵⁾.



Figura 1. Cirugía simulada. Simulador quirúrgico para entrenamiento en colecistectomía. En el monitor se observan órganos e instrumentos virtuales. Cortesía de Pehr-Johan Fager. Reachin. Estocolmo, Suecia.

Cirugía asistida

Se refiere a los servomecanismos como brazos robóticos cuya función es ser ayudantes o asistentes del cirujano durante el transoperatorio y su función es sujetar instrumentos como laparoscopios, endorretractores y separadores (Figura 3). Ejemplos: sistemas Tonatiuh, Aesop, Lars, Hisa. Este procedimiento es controlado totalmente por el cirujano⁽⁷⁻¹⁰⁾.

Cirugía por telepresencia

Se refiere a la ejecución del procedimiento quirúrgico por instrumentos quirúrgicos sujetos a brazos robóticos y mani-

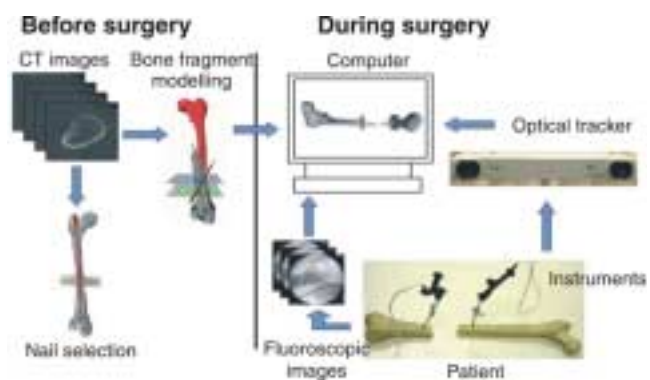


Figura 2. Cirugía guiada por computadora. Proyecto FRACAS. El cirujano planea con imágenes procesadas por computadora (izquierda). En el transoperatorio (derecha) el cirujano orienta los instrumentos reales con el apoyo de las imágenes en la computadora. Cortesía del Dr. Leo Joskowicz. Universidad Hebrea de Jerusalén.



Figura 3. Cirugía asistida por un brazo robótico. Robot Tonatiuh, para sujetar y posicionar laparoscopios. Primer asistente del cirujano.

pulados por el cirujano. La disección, corte y suturas son realizadas por el cirujano con apoyo de brazos robóticos y cuya instalación e intercambio de instrumentos, así como la posición de los mismos es con asistencia humana (Figura 4). Ejemplos: sistemas Zeus, Arthemis, Da Vinci. Este procedimiento es controlado totalmente por el cirujano⁽¹¹⁻¹³⁾.

Cirugía semiautomatizada

Se refiere a tareas quirúrgicas específicas semiautomáticas que se ejecutan previa programación por el cirujano, como la ejecución de canales medulares, toma de biopsias cerebrales, corte de tejidos como la córnea, etc. (Figura 5). Ejemplos: Robodoc, Gaspar, Probot, Acrobot. Estos procedimientos se realizan en forma semiautomática y son controlados por el cirujano⁽¹⁴⁾.

Cirugía a distancia

Consiste en la instalación de dos o más salas de quirófano separadas y unidas por computadora con los propósitos de realizar un procedimiento quirúrgico por telemanipulación robótica o simplemente para emitir una segunda opinión quirúrgica por un cirujano experto remoto. El cirujano es guiado o asistido también por un cirujano experto para realizar un procedimiento quirúrgico (Figura 6)⁽¹⁵⁾.

Conclusiones

En cirugía asistida por computadora el cirujano es quien decide qué criterio quirúrgico tomar, y ejecutar total o par-

cialmente un procedimiento quirúrgico con el apoyo de uno o más sistemas procesados por computadora. La cirugía integrada por computadora es un instrumento más con el que cuenta el cirujano para realizar procedimientos quirúrgicos con mayor precisión, menor invasividad y mayor seguridad quirúrgica.

Todos los sistemas se emplean como asistentes y son controlados absolutamente por el cirujano aun cuando algunos



Figura 5. Cirugía semiautomatizada. Sistema robotizado para realizar resecciones transuretrales de manera automatizada bajo la supervisión del cirujano. Cortesía del Dr. Fernando Arámbula. Universidad Nacional Autónoma de México.

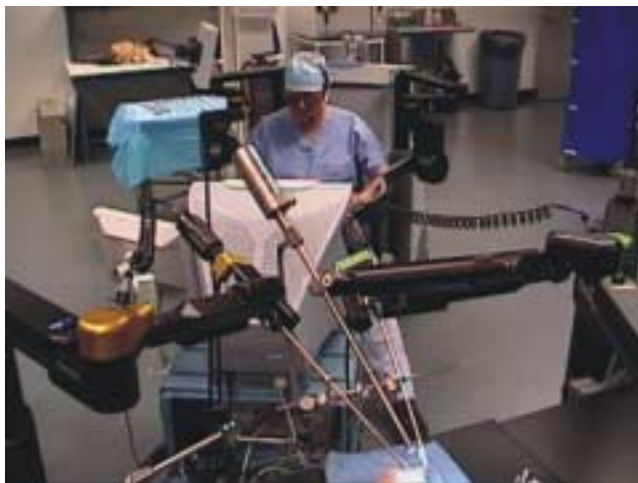


Figura 4. Cirugía por telepresencia. Sistema Zeus. Compuesto por tres brazos robóticos telemanipulados por el cirujano para realizar la cirugía. Cortesía del Dr. Harry Miller, Tijuana BC Norte, México.



Figura 6. Cirugía a distancia o telecirugía, operación de Lindberg. Cirujano ubicado en un inmueble de Manhattan, Nueva York, Estados Unidos de Norteamérica. El paciente ubicado en el Centro Hospitalario y Universitario de Francia. Separados a 7,500 kilómetros de distancia. Cortesía, Prof. J. Marescaux. Instituto Europeo de Telecirugía Strasburgo, Francia.

Cuadro I. Clasificación quirúrgica de la cirugía asistida por computadora. Diversos sistemas pueden estar integrados. En cualquiera de estos tipos, el cirujano es el que tiene el control absoluto de un procedimiento quirúrgico

| Cirugía | Función | Sistemas | |
|---------|---------------------------|--|---|
| 1 | Cirugía simulada | Simula un procedimiento quirúrgico para planear y/o entrenar | Simuladores quirúrgicos |
| 2 | Cirugía guiada | Orienta, guía al cirujano con imágenes | Neuromated FRACAS, FluoroNav, Medtronic |
| 3 | Cirugía asistida | Asistente, ayuda al cirujano | Tonatiuh, Aesop, Mars, LER |
| 4 | Cirugía por telepresencia | Ejecuta el procedimiento quirúrgico | Zeus, Arthemis, Da Vinci |
| 5 | Cirugía semiautomatizada | Ejecuta una parte del procedimiento automáticamente | Robodoc, Gaspar, Acrobot, Probot |
| 6 | Cirugía a distancia | Segunda opinión, asistente cirugía remota | Zeus, Sócrates, Tonatiuh |

de ellos cuentan con autonomía propia. Hasta este momento la asistencia con programas por computadora es a través de imágenes y brazos robóticos. El siguiente paso serán las opiniones o criterios quirúrgicos procesados por computadora o mejor conocidos como inteligencia artificial que de alguna manera ya se encuentran integrados a sistemas, pero sin una participación en la toma de decisiones quirúrgicas. Previendo el incremento vertiginoso de la informática con sus ramas afines o de apoyo, he considerado el papel primordial de esta disciplina para integrar una clasificación de los sistemas que apoyan al cirujano en cirugía asistida por computadora (Cuadro I).

Referencias

1. Bielser D, Gross HM. Open surgery simulation. In: Westwood DJ, et al, editors. Medicine meets virtual reality. Newport Beach, CA, USA: IOS 2002.pp.57-63.
2. Mastrangelo MJ Jr, et al. Advancements in immersive VR as a tool for preoperative planning for laparoscopic surgery. In: Westwood DJ, et al, editors. Medicine meets virtual reality. Newport Beach, CA, USA: IOS; 2002.pp.274-279.
3. Haluck SR, Gallagher GA, Satava MR, Webster R, Bass LT, Miller A. Reliability and validity of endotower a virtual reality trainer for angled endoscope navigation. In: Westwood DJ, et al, editors. Medicine meets virtual reality. Newport Beach, CA, USA: IOS; 2002.pp.179-184.
4. Webster R, et al. Elastically deformable 3D organs for haptic surgical simulation. In: Westwood DJ, et al, editors. Medicine meets virtual reality. Newport Beach, CA, USA: IOS; 2002.pp.570-572.
5. Kovukangas J, Louhisalmi Y, Alakuijala J, Oikarinen J. Ultrasound-controlled neuronavigator guided brain surgery. J Neurosurg 1993;79:36-42.
6. Kansy K, et al. LOCALITE- A frame neuronavigation system for interventional magnetic resonance imaging system. In: Taylor C, Colchester A, editors. Medical image computing and assisted intervention-MICCAI'99. Berlin: Springer; 1999.pp.832-841.
7. Brandt G, Radermacher K, Lavalle S, Staudte HW, Rau G. In: Trocraz J, Grimson R, Mosges R, editors. A compact robot for image guided orthopedic surgery: concept and preliminary results. Lectures notes in computer science 1205, CVRMed. MRCAS 97. Grenoble, France: Springer; 1997.pp.767-776.
8. Kienzle MT, Stulberg D, Pehkin M, Quaid A, Lea J, Goswami A, Wu C. A computer-assisted total knee replacement surgical system using a calibrated robot. In: Taylor E, Lavalle S, Burdea, Morges, editors. Computer integrated surgery. Massachusetts, USA. MIT Press; 1996.pp.410-416.
9. Sackier JM, Wang Y. Robotically assisted laparoscopic surgery. Surg Endosc 1994;8:63-66.
10. Mosso VJL, Minor MA, Lara VV. Brazo robótico para sujetar y posicionar laparoscopios. Primer diseño y construcción en México. Cir General 2001;69:295-299.
11. Simon IB. Surgery 2001, concept of the presence surgery. Surg Endosc 1993;7:462-463.
12. Rininsland HH. Basis of robotics and manipulators in endoscopic surgery. Endosc Surg Allied-Technol 1995;3:154-159.
13. Satava RM, Simon IB. Teleoperation, telerobotic and telepresence in surgery. Endosc Surg Allied-Technol 1993;1:151-153.
14. Arambula CF, Davies BL. Automated prostate recognition: a key process for clinical effective robotic prostatectomy. Med Biol Engin Comput 1999;37:236-243.
15. Kline-Schoder R, Finger W, Hogan N. High performance telerobot control. In: Westwood DJ, et al, editors. Medicine meets virtual reality. Newport Beach, CA, USA: IOS; 2002.pp.234-236.