

O Conceito de Cirurgia-Solo e Implicações da Videocirurgia Robótica: Experiência Inicial e Novos Desafios

Solo-surgery and Issues for Robotic Laparoscopic Surgery: Early Experience and New Challenges

Ricardo Zorrón^{1, 2}, Eduardo Kanaan^{2, 5}, Marcos Chalar³,
Djalma Coelho³, Tatiana Vista Toasperm⁴

Centro de Cirurgia Minimamente Invasiva, Serviço de Cirurgia do Hospital Municipal Lourenço Jorge, Rio de Janeiro, RJ.

RESUMO

OBJETIVOS: A videocirurgia com tecnologia robótica é um avanço médico e tecnológico recente, ainda com novas abordagens em suas primeiras gerações, originando questionamentos e desafios de teor técnico, moral e ético. A experiência inicial com videocirurgias com tecnologia robótica é descrita, bem como uma revisão bibliográfica da experiência de outros centros em cirurgia robótica, telecirurgia e telementorização. Objetiva-se também estabelecer o conceito de solo-cirurgia e suas aplicações na videocirurgia. **CASUÍSTICA E MÉTODOS:** Quatro pacientes foram submetidos à cirurgia videolaparoscópica com auxílio de tecnologia robótica, utilizando a câmera com comando de voz AESOP 3000 e um braço mecânico fixo, permitindo a realização dos procedimentos sob o conceito de solo-cirurgia (sem auxiliares). A câmera posicionada no trocarter umbilical foi ajustada para receber comando de voz através do transmissor HERMES, permitindo também a gravação de posições-chave. Um braço mecânico foi ligado à mesa cirúrgica para retração fixa de órgãos quando necessário. **RESULTADOS:** As cirurgias transcorreram sem anormalidades, não havendo necessidade de conversão nem de retirada do AESOP para realização de câmera manual. O tempo operatório foi similar ao procedimento-padrão, e o tempo de ajuste do aparelho foi de 20min. Não foram documentadas complicações pós-operatórias. Na literatura, foram definidos itens como a avaliação da telecirurgia robótica, telepresença, telementorização, e treinamento virtual em videocirurgia, além de padrões éticos e legais internacionais. **CONCLUSÃO:** A videocirurgia robótica encontra-se em fase de expansão e avaliação. Novidades técnicas são criadas, utilizadas ou abandonadas, conforme a necessidade dos pacientes, da patologia e do moderno treinamento cirúrgico. As potenciais vantagens do AESOP 3000 e dos sistemas de telecirurgia já são relatadas na literatura, em especial para cirurgia cardíaca. Novos instrumentos são necessários para realização de complexos procedimentos abdominais, mas já são sentidas diferenças no treinamento de cirurgiões por sistemas de cirurgia virtual, abreviando a curva de aprendizado.

Palavras-chave: ROBÓTICA/métodos; TELERROBÓTICA; LAPAROSCOPIA/cirurgia; CIRURGIA VIDEO-ASSISTIDA.

ZORRÓN R, KANAAN E, CHALAR M, DJALMA C, TOASPERN TV. O Conceito de Cirurgia-Solo e Implicações da Videocirurgia Robótica: Experiência Inicial e Novos Desafios. Rev bras videocir 2003;1(3):103-108.

A videocirurgia com tecnologia robótica é um avanço médico e tecnológico recente, representando alternativa de terapia em fase inicial de avaliação, originando questionamentos e desafios de teor técnico, moral e ético.

A experiência inicial no Rio de Janeiro em videocirurgias, com tecnologia robótica, foi realizada pelo autor no Hospital Municipal Lourenço Jorge, entre 22 e 26 de Setembro de 2003.

O conceito de “cirurgia-solo”, em que o cirurgião - assessorado por câmera robótica e braço mecânico fixo, pode realizar cirurgias simples e complexas com auxílio apenas do instrumentador, é aqui avaliado. Ergonomia durante procedimentos, maior precisão e imagem mais estável, são fatores que favorecem o estabelecimento da videocirurgia com auxílio de tecnologia robótica.

Neste trabalho, avaliamos a experiência inicial de um estudo prospectivo, além de comentar as novas tecnologias e a nova terminologia - um neologismo na prática videocirúrgica, com ênfase sobre a robótica.

REVISÃO

Cirurgia Robótica

Os primeiros protótipos para realização de cirurgia robótica funcionavam como câmera nas cirurgias mais simples, mas foram aperfeiçoados para corresponder às expectativas em cirurgias mais complexas. Em 1994 o FDA americano aprovou o uso do AESOP, cujas iniciais significam Automated Endoscope for Optimal Positioning (Computer Motion Inc., Goleta, CA, EUA), para uso clínico. Esta tecnologia funciona com a instalação de um braço robótico que segura e manipula a câmera, respondendo ao comando de voz do cirurgião, pré-gravado no *micro chip* do Sistema HERMES, que é programado para reconhecer os diversos direcionamentos de voz e transmitindo para serem obedecidos no mesmo instante ao braço robótico. Isto permite a realização de videocirurgias como colecistectomia, funduplicatura, esplenectomia e colectomia por apenas um cirurgião - surgindo o conceito de “cirurgia-solo”.

Tele-robótica

Mais recentemente, os robôs cirúrgicos evoluíram para plataformas tele-robóticas que permitem que o cirurgião realize a cirurgia de um ponto remoto, separado do paciente, através de um sistema de transmissão que partilha os movimentos desejados para os instrumentos robóticos. A transmissão dos comandos, através de fibra ótica, estabelece uma relação “mestre-escravo” - entre o homem e a máquina. No Brasil, ainda não é prevista, nem tampouco aprovada legalmente, a realização de cirurgias por tele-robótica, apesar de já existir uma experiência consistente, especialmente em centros europeus, inicialmente em cirurgia cardíaca e logo ganhando espaço na videocirurgia abdominal^{3,4,5,15,16}.

Em se tratando de cirurgia tele-robótica, existem dois sistemas de instrumentos disponíveis: o Sistema Da Vinci (Intuitive Surgical Inc., Mountain View, CA, EUA) e o Sistema Zeus (Computer Motion Inc., Goleta, CA, EUA). Ambos os sistemas foram designados inicialmente para cirurgia cardíaca, existindo ainda poucos instrumentos adaptados para

videocirurgia abdominal. A tele-cirurgia funciona com uma interface cirurgião-máquina (ou controle mestre), que envia informação através de computador para um “braço efetor” (ou escravo) passado ao abdome do paciente através de um acesso laparoscópico padrão.

Limitações desta primeira geração de sistemas de tele-robótica representam também desafios no aprendizado, mesmo pelo cirurgião experiente em videocirurgia. Os braços robóticos são volumosos e frequentemente ocorrem colisões entre si. Os instrumentos disponíveis não possuem feedback de tensão, ou seja, não podemos avaliar o grau de tração aos tecidos, exceto pelo aspecto que aparentam. Na videocirurgia, mesmo privados da palpação, existe a sensação da tensão aplicada aos tecidos através dos instrumentos. No caso da telecirurgia robótica, a avaliação é puramente visual, podendo haver avulsão dos tecidos por cirurgiões menos experientes.

Telepresença

Inicialmente idealizado para tratamento de soldados feridos, em localidades remotas - por cirurgião à distância, a telepresença torna-se o próximo passo na evolução da cirurgia robótica. Recentemente, foi concretizada a primeira experiência com telepresença, com a realização de uma colecistectomia videolaparoscópica de uma paciente em Estrassburgo, França, estando o cirurgião localizado em Nova Iorque, com um Sistema Zeus^{13, 18}. A transmissão se deu através de um cabo de fibra ótica transatlântico, uma vez que a transmissão por satélite sempre acarreta um lapso de tempo, menor que um segundo, mas inadmissível para realização de procedimentos.

As possibilidades futuras são ilimitadas, uma vez que a telepresença pode permitir a realização de cirurgias em regiões carentes de especialistas, com a circulação de um veículo móvel carreando o sistema onde se fizer necessário, tendo o cirurgião instalado em um grande centro. Entretanto, já são discutidos desafios éticos e legais destas abordagens, uma vez que acarretam alterações ainda não previstas pelas legislações dos países, trazem questionamentos sérios no tocante à responsabilidade da operação, complicações e acompanhamento, além de interferir com a relação médico-paciente.

Telementorização

O treinamento em cirurgia através de telementorização representa uma nova forma de aprendizado de novas técnicas através da instrução à distância. Residentes podem ser treinados desta forma, com o cirurgião preceptor orientando a melhor forma de realização de determinada técnica, servindo também ao ensinamento para centros de localidades mais remotas a utilização de novas cirurgias ou tecnologias, por cirurgião mais experiente situado por sua vez em seu próprio hospital. Eliminando o fator deslocamento, este especialista pode lidar com várias regiões durante o mesmo dia, possibilitando uma multiplicação de conhecimento mais rápida, com uma curva de aprendizado menor do que se estes cirurgiões em treinamento fossem realizar cursos especializados em centros especializados.

ROSSER e cols. demonstraram como a telementorização a partir de uma universidade virtual poderá beneficiar regiões menos favorecidas¹⁹. Da Universidade de Yale, os autores telementorizaram cirurgiões realizando colecistectomias laparoscópicas no Equador. Uma sala de cirurgia móvel, equipada com teletransmissores permitiu a supervisão das cirurgias, abrindo grande leque de possibilidades de treinamento de novas técnicas sem a formação específica prévia do profissional.

Treinamento em Realidade Virtual

A fidelidade anatômica e visual dos simuladores cirúrgicos de realidade virtual vem sendo aprimorada, de tal forma que estímulos hápticos (a sensação de tato) também têm sido incorporados aos sistemas, permitindo um *feedback* sensível na avaliação e treinamento. A avaliação dos métodos de treinamento virtual é tema de alguns estudos prospectivos. Após realização de um período de treinamento em realidade virtual, iniciantes executam suas primeiras videocirurgias em pacientes significativamente com mais rapidez e menos erros que o grupo de cirurgiões que não passou pelo treinamento^{11, 23, 26}. Alguns autores relatam em estudos comparativos que os sistemas já permitem a diferenciação entre o cirurgião novato do experiente, vislumbrando a possibilidade da

utilização dos sistemas no credenciamento de videocirurgia^{8, 14, 25}.

No entanto, a utilização da realidade virtual para treinamento em videocirurgia, e para avaliação e credenciamento, ainda é uma promessa. Um paralelo pode ser traçado ao aprendizado com simuladores de voo para pilotos comerciais. Ao ser lançado nos anos 30, os simuladores levaram 20 anos para serem reconhecidos e efetivamente autorizados como obrigatoriedade no treinamento na aviação²⁰.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Nesta primeira fase de um estudo prospectivo, quatro pacientes foram submetidos à cirurgia videolaparoscópica com auxílio de tecnologia robótica*, utilizando a câmera com comando de voz AESOP 3000 e um braço mecânico fixo, permitindo a realização dos procedimentos sob o conceito de solo-cirurgia (sem auxiliares).

Todos os pacientes foram devidamente esclarecidos sobre o procedimento e os equipamentos, assinando termo de consentimento informado, de acordo com as normas éticas vigentes no Brasil.

A câmera posicionada no trocarter umbilical e acoplada ao AESOP 3000 foi ajustada para receber comando de voz através do transmissor HERMES, permitindo também a gravação de posições-chave (Figuras 1 e 2).

Um braço mecânico foi ligado à mesa cirúrgica para retração fixa de órgãos quando necessário.

RESULTADOS

Foram realizadas 3 colecistectomias videolaparoscópicas (pacientes do sexo feminino) e uma hernioplastia inguinal esquerda por técnica TAPP (sexo masculino). As cirurgias transcorreram sem anormalidades, não havendo necessidade de conversão nem de retirada do

* A utilização do material de tecnologia robótica foi uma cortesia da firma H. Strattner Cia Ltda.



Figura 1 - Primeira cirurgia realizada no Rio de Janeiro: colecistectomia videolaparoscópica. Panorâmica da sala.



Figura 2 - Os braços do equipamento AESOP 3000.

AESOP para realização de câmera manual. O tempo operatório foi similar ao procedimento-padrão, variando de 65 a 130min, sendo o tempo para ajuste do aparelho de 20 a 30min. Não foram documentadas complicações pós-operatórias.

DISCUSSÃO

O conceito de cirurgia-solo é facilitado pelo uso do AESOP nos procedimentos laparoscópicos. Em nossa experiência inicial, a tecnologia permitiu a realização das cirurgias com segurança e uma previsibilidade da reação ao comando, estabelecendo pontos-chave de exposição (p.ex. “mais longe”, “plano panorâmico”, “para entrada dos trocartes”, “modificação das posições”, “mais próximo”, “com visão mais lateral” ou “para detalhes”) que são gravados na memória, podendo-se retornar à posição inicial de câmera com apenas uma ordem.

A curva de aprendizado para utilização do AESOP é pequena e dependente de desenvolvimento prévio em videolaparoscopia, possibilitando o treinamento de residentes na presença de cirurgião experiente. A cirurgia-solo é um evento em que o cirurgião controla todos os aspectos do procedimento, com menor margem de variáveis e uma câmera estável, ideal para cirurgias de maior precisão. As limitações são

inerentes ao aprendizado com a tecnologia, sendo mais difíceis as cirurgias avançadas que exigem deslocamento visual do campo operatório, por exemplo, na cirurgia colônica em que é necessária a dissecação pélvica e, no mesmo procedimento, a liberação do ângulo esplênico do cólon.

Outros centros já acumulam uma experiência maior em cirurgia-solo. GEIS e cols. utilizaram o AESOP para realização de 24 cirurgias de porte mais simples (colecistectomias e hernioplastias), e todas elas foram completadas sem auxiliares. BALLANTYNE, realizando experiências em solo-cirurgia para colectomias, comparou dois grupos de pacientes, 14 submetidos a videocirurgia robótica comparadas com 11 colectomias laparoscópicas para doença benigna, não encontrando diferença de tempo operatório entre os grupos³. Em outros centros de referência, a tecnologia também foi utilizada em estudos clínicos, sugerindo que o AESOP pode substituir adequadamente o assistente-câmera^{14, 17, 24}.

No tocante à possível redução de custo pelo uso de menos auxiliares, isto não chega a ser uma realidade na maioria dos casos. Na colecistectomia videolaparoscópica, o mesmo assistente costuma realizar a tração da vesícula e manipula também a câmera. Hospitais universitários utilizam residentes e estudantes para assistência em cirurgia, já de baixo custo. A substituição por robôs não traz benefícios

imediatos inerentes ao custo e pode até interferir negativamente no treinamento cirúrgico.

Nos próximos anos, instrumentos laparoscópicos serão transformados para adaptação em resposta ao uso mais amplo da tecnologia computadorizada. Os instrumentos da videocirurgia robótica, ainda limitados e não adaptados às necessidades das diferentes especialidades de cirurgia laparoscópica avançada, e com custo muito elevado, já estão sendo modificados para originar uma tecnologia menor e mais custo-efetiva.¹

CONCLUSÃO

A videocirurgia robótica é uma novidade tecnológica que necessita de evolução e avaliação das diretrizes de sua necessidade. As vantagens do AESOP 3000 e dos sistemas de telecirurgia já são descritas, abrindo um leque de possibilidades no tratamento, treinamento, e transmissão de conhecimentos para regiões carentes de especialistas. Instrumentos com aplicação mais direcionada precisam ser desenvolvidos para realização de complexos procedimentos abdominais. O treinamento de cirurgiões por sistemas de cirurgia virtual já existe em alguns centros, abreviando a curva de aprendizado. A telecirurgia, ou cirurgia por telepresença, permitirá a realização de cirurgias à distância, em cidades carentes do cirurgião treinado em técnicas avançadas. O conceito de cirurgia-solo, por apenas um cirurgião sem auxiliares, pode significar maior controle de todo o procedimento, com menor possibilidade de variáveis técnicas.

Agradecimentos:

Aos Srs. Engº. José Cláudio da Silva, Engº. Eugênio Gismonti e Raul Strattner, da H. Strattner e Cia. Ltda, pelo gentil provimento do material tecnológico, bem como pela assessoria e esclarecimentos.

Ao Dr. Flávio Adolpho da Silveira, diretor do Hospital Municipal Lourenço Jorge.

ABSTRACT

BACKGROUND: Robotic surgery is a new clinical and technological advance, in its early stage of development, bringing up technical, moral and ethical challenges. Early experience with robotic-assisted surgery is described, and a review is made upon experience of many centers on robotic surgery, telesurgery, and telementoring. The concept of solo-surgery and its applications in laparoscopic surgery is also discussed. **METHODS:** Four patients were submitted to laparoscopic robotic assisted surgery, using the robotic camera system AESOP 3000 with voice control and a fixed mechanical arm., allowing the execution of the procedures under the general concept of solo-surgery (without assistants). The camera was positioned at the umbilical port, adjusted to receive voice-control by the HERMES system, allowing the memorization of key positions. A fixed traction arm was connected to the operating table to retract organs when necessary. **RESULTS:** Operations succeed normally, and there were no need for converting to open surgery nor disconnecting the AESOP System for manual camera control. Operating time was similar the standard procedures, and time needed for adjusting the system alone was 20-30 minutes. There were no postoperative complications. In a review from the literature, new terms were defined and a critical appraisal was performed to telerobotic surgery, telepresence, telementoring, and virtual simulation for surgical training, including ethical and legal possibilities. **CONCLUSION:** Robotic laparoscopic surgery is a new evolving method. New technology is created, utilized, or abandoned, filling the patients, disease, and surgical training needs. Potential advantages of AESOP 3000 and telerobotic systems are well described in the literature, specially for cardiac surgery. Adaptation of instruments is needed for execution of complex abdominal operations, although there seemed to make a difference in training surgeons in virtual reality systems, shortening the learning curve.

Key words: ROBOTICS/methods; TELEROBOTICS; LAPAROSCOPY/surgery; VIDEO-ASSISTED SURGERY.

Referências Bibliográficas

1. Birkett DH. The digital surgeon. *Surg Endosc* 2001; 15: 1059-1060.
2. Ballantyne GH. Robotic surgery, telerobotic surgery, telepresence, and telementoring: Review of early clinical results. *Surg Endosc* 2002; 16: 1389-1402.
3. Ballantyne GH, Merola P, Weber A, Wasilievski A. Robotic solutions to the pitfalls of laparoscopic colectomy. *Osp Ital Chir* 2001; 7: 405-412.
4. Cadière GB, Himpens J, Vertruyen M, Bruyns J, Gernay O, Leman G, Izizaw R. Evaluation of telesurgical (robotic) Nissen fundoplication. *Surg Endosc* 2001; 15: 918-923.
5. Cadière GB, Himpens J, Vertruyen M, Favretti F. The world's first obesity surgery performed by a surgeon at a distance. *Obes Surg* 1999; 9: 206-209.
6. Cushieri A. Is Dr. Satava voicing genuine concerns? *Surg Endosc* 2002; 16: 1387-1388.
7. Falk V, Mintz D, Grünefelder J, Fann JI, Burdon TA. Influence of three-dimensional vision on surgical telemanipulator performance. *Surg Endosc* 2001; 15: 1282-1288.
8. Gallagher AG, Satava RM. Virtual reality as a metric for the assessment of laparoscopic psychomotor skills: learning curves and reliability measures. *Surg Endosc* 2002; 16: 1746-1752.
9. Geis WP, Kim HC, Brennan Jr EJ, McAfee PC, Wang Y. Robotic arm enhancement to accommodate improved efficiency and decreased resource utilization in complex minimally invasive surgery procedures. *Stud Health Technol Inform* 1996; 29: 471-481.

10. Grantcharov TP, Rosenberg J, Pahle E, Funch-Jensen P. Virtual reality computer simulation: Na objective method for the evaluation of laparoscopic surgical skills. *Surg Endosc* 2001; 15: 242-244.
11. Jordan JA, Galagher AG, McGuigan J, McClure N. Virtual reality training leads to faster adaptation to the novel psychomotor restrictions encountered by laparoscopic surgeons. *Surg Endosc* 2001; 15: 1080-1084.
12. Kenyon TAG, Urbach DR, Speer JB, Waterman-Hukari B, Foraker GF, Hansen PD, Swanström LL. Dedicated minimally invasive suites increase operating room efficiency. *Surg Endosc* 2001; 15: 1140-1143.
13. Marescaux J, Leroy J, Gagner M, Rubino F, Mutter D, Vix M, Butner SE, Smith MK. Transatlantic robot-assisted telesurgery. *Nature* 2001; 413: 379-380.
14. McNatt SS, Smith CD. A computer-based laparoscopic skills assessment device differentiates experienced from novice laparoscopic surgeons. *Surg Endosc* 2001; 15: 1085-1089.
15. Melvin WS, Needleman BJ, Krause KR, Schneider C, Wolf RK, Michler RE, Ellison EC. Computer-enhanced telerobotic surgery: Initial experience in foregut surgery. *Surg Endosc* 2002; 16: 1790-1792.
16. Mohr FW, Falk V, Diegeler A, Walther T, Gummert JF, Bucerius J, Autschbach R. Computer-enhanced "robotic" cardiac surgery: experience in 148 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 121: 842-853.
17. Omote K, Feussner H, Ungeheuer A, Arbter K, Wei GQ, Siewert JR, Hirzinger G. Self-guided robotic camera control for laparoscopic surgery compared with human camera control. *Am J Surg* 177; 321-324.
18. Remote gallbladder operation spans 3,800 miles. *New York Times* 2001; Sept 20.
19. Rosser Jr JC, Bell RL, Harnett B, Rodas E, Murayama M, Merrell R. Use of mobile low-bandwidth telemedical techniques for extreme telemedicine applications. *J Am Coll Surg* 1999; 189 : 397-404.
20. Satava RM. Accomplishments and challenges of surgical simulation: Drawing of the next-generation surgical education. *Surg Endosc* 2001; 15: 232-241.
21. Satava RM. Disruptive visions. Moral and ethical challenges from advanced technology and issues for the new generation of surgeons. *Surg Endosc* 2002; 16: 1403-1408.
22. Schijven M, Jakimowicz J. Face-, expert, and referent validity of the Xitact LS500 laparoscopy simulator. *Surg Endosc* 2002; 16: 1764-1770.
23. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK, Satava RM. Virtual reality training improves operating room performance: Results of a randomized, double-blinded study. *Ann Surg* 2002; 236 (4) : 458-464.
24. Vara-Thorbeck C, Muñoz VF, Toscano R, Gomez J, Fernández J, Felices M, Garcia-Cerezo A. A new robotic endoscope manipulator. A preliminary trial to evaluate the performance of a voice-operated industrial robot and a human assistant in several simulated and real endoscopic operations. *Surg Endosc* 2001; 15: 924-927.
25. Torkington J, Smith SGT, Rees BI, Darzi A. The role of the basic surgical skills course in the acquisition and retention of laparoscopic skill. *Surg Endosc* 2001; 15: 1071-1075.
26. Torkington J, Smith SGT, Rees BI, Darzi A. Skill transfer from virtual reality to a real laparoscopic task. *Surg Endosc* 2001; 15: 1076-1079.

Recebido em 28/09/2003

Aceito para publicação em 30/09/2003

O CONCEITO DE CIRURGIA-SOLO E IMPLICAÇÕES DA VIDEOCIRURGIA ROBÓTICA: EXPERIÊNCIA INICIAL E NOVOS DESAFIOS.

Ricardo Zorrón^{1,2}, Eduardo Kanaan^{2,3}, Marcos Chalar³, Djalma Coelho³, Tatiana Vista Toaspern⁴

1 Coordenador do Centro de Cirurgia Minimamente Invasiva- Hospital Municipal Lourenço Jorge-RJ

2 Cirurgião do Serviço de Cirurgia Geral - HUCFF-UFRJ

3 Cirurgião do Serviço de Cirurgia Geral - Hospital Municipal Lourenço Jorge - RJ

4 Residente do Serviço de Cirurgia Geral - Hospital Municipal Lourenço Jorge - RJ

5 Chefe do Serviço de Cirurgia do Hospital Municipal Lourenço Jorge - Rio de Janeiro

Endereço para correspondência:

RICARDO ZORRÓN

Av. Ayrton Senna, 1850 s/418

Barra da Tijuca - Rio de Janeiro

Rio de Janeiro - Brasil

CEP: 22.631-050

e-mail: rzorron@terra.com.br