

## Videocirurgia Colorretal com Assistência Robótica: O Próximo Passo?

### Robotic Assisted Colorectal Surgery

SERGIO EDUARDO ALONSO ARAUJO<sup>1</sup>; ARIE CARNEIRO<sup>2</sup>; ANTONIO ROCCO IMPERIALE<sup>3</sup>;  
VICTOR EDMOND SEID<sup>3</sup>; FÁBIO GUILHERME CASERTA MARYSSAEL DE CAMPOS<sup>4</sup>; DESIDÉRIO ROBERTO KISS<sup>5</sup>;  
IVAN CECCONELLO<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Doutor em Medicina pela FMUSP, Cirurgião do Serviço de Cirurgia de Cólon e Reto, Hospital das Clínicas da FMUSP, São Paulo; <sup>2</sup> Acadêmico, Faculdade de Medicina do ABC, São Paulo; <sup>3</sup> Mestre em Medicina pela FMUSP, Cirurgião do Serviço de Cirurgia de Cólon e Reto, Hospital das Clínicas da FMUSP, São Paulo; <sup>4</sup> Professor Livre-Docente pela FMUSP, Cirurgião do Serviço de Cirurgia de Cólon e Reto, Hospital das Clínicas da FMUSP, São Paulo; <sup>5</sup> Professor Livre-Docente pela FMUSP, Diretor do Serviço de Cirurgia de Cólon e Reto, Hospital das Clínicas da FMUSP, São Paulo; <sup>6</sup> Professor Titular das Disciplinas de Cirurgia do Aparelho Digestivo e Coloproctologia, Departamento de Gastroenterologia, FMUSP, São Paulo - Brasil.

---

ARAUJO SEA; CARNEIRO A; IMPERIALE AR; SEID VE; CAMPOS FGCM; KISS DR; CECCONELLO I. Videocirurgia Colorretal com Assistência Robótica: O Próximo Passo? *Rev bras Coloproct*, 2008;28(3): 369-377.

**RESUMO:** O desenvolvimento de técnicas minimamente invasivas é um dos mais importantes avanços da cirurgia colorretal. A assistência robótica integra o arsenal de técnicas em cirurgia minimamente invasiva, e vem sendo aplicado em cirurgia colorretal por um restrito grupo de cirurgiões em alguns centros ao redor do mundo com resultados iniciais que merecem atenção. O objetivo do presente estudo é analisar os resultados do emprego da assistência robótica em videocirurgia colorretal. Dentre as vantagens associadas ao emprego de robôs em videocirurgia colorretal, figuram o incremento na precisão dos movimentos e a visão tridimensional. A experiência clínica é ainda pequena, e advém de uma série de casos e estudos comparativos com a videocirurgia colorretal sem assistência robótica com ainda pequeno número de casos. A dissecação pélvica com incremento da preservação autonômica parece ser a maior vantagem associada à assistência robótica em videocirurgia colorretal. Somente através do treinamento de um número mais representativo de cirurgiões colorretais, bem como com a expansão da experiência clínica será possível prever com maior precisão o papel da assistência robótica em videocirurgia colorretal.

**Descritores:** Robótica; Laparoscopia; Cirurgia Colorretal; Procedimentos Cirúrgicos Menores.

---

### INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O desenvolvimento de técnicas minimamente invasivas é um dos mais importantes avanços da cirurgia moderna.

Além do evidente e desejado efeito cosmético, dentre os benefícios para o paciente, podemos listar como potenciais vantagens relacionadas às técnicas minimamente invasivas comprovadas em variável

grau, a diminuição da dor pós-operatória e da duração da internação, retorno mais precoce às atividades habituais, e a diminuição das complicações infecciosas e das resultantes de menor trauma parietal (hérnias e obstrução intestinal por aderências) <sup>(1, 2)</sup>.

A cirurgia minimamente invasiva tem sido utilizada em cirurgia colorretal com bons resultados <sup>(3,4)</sup>. Com a rápida difusão da colecistectomia via videolaparoscopia, muitos cirurgiões passaram a acre-

---

Trabalho realizado nas Disciplinas de Cirurgia do Aparelho Digestivo e Coloproctologia do Departamento de Gastroenterologia da Faculdade de Medicina da USP - São Paulo - Brasil.

Recebido em 15/05/2008

Aceito para publicação em 07/07/2008

ditar que técnicas minimamente invasivas poderiam ser aplicadas para outros procedimentos abdominais, incluindo a colectomia. O primeiro caso de colectomia por acesso videolaparoscópico foi relatado em 1994<sup>(5)</sup>. No entanto, dados recentes mostraram que somente 3% das colectomias nos Estados Unidos têm sido realizadas empregando esta via de acesso<sup>(6)</sup>.

A videocirurgia colorretal (VCCR) exige melhor aprimoramento técnico do cirurgião do que a cirurgia aberta, além das dificuldades comuns a todas as cirurgias por vídeo. Na videolaparoscopia, o campo operatório é visto através de uma tela a certa distância, a imagem é bidimensional, a captação da imagem e a focalização do campo operatório são feitas por um cirurgião auxiliar, o que obriga o cirurgião a adotar estratégias técnicas de adaptação, há significativa limitação à mobilidade de instrumentos rígidos e longos além da pobre ergonomia associada às operações prolongadas. O tempo operatório prolongado das VCCR, em equipes menos treinadas, não raramente leva à fadiga do cirurgião que opera a câmera levando à piora na exposição intraperitoneal<sup>(7,8)</sup>.

Na VCCR, a necessidade de se realizar os tempos operatórios com o emprego de instrumentos longos e rígidos, leva a perda substancial da destreza e sensibilidade e dificulta a realização do procedimento o que é rotineiramente observado nos cirurgiões no início da curva de aprendizado. A ligadura de vasos e suturas, procedimentos comuns nas colectomias abertas, torna-se substancialmente mais complexas na VCCR. A necessidade de operar em múltiplos campos e a necessidade de se construir anastomose colorretal sem tensão após ressecção da peça, torna a curva de aprendizado da VCCR significativamente prolongada<sup>(9,10)</sup>. Como resultado, muitos cirurgiões têm contato com a técnica, mas poucos a adotam como procedimento padrão.

Recentemente, em São Paulo (SP), nos dias 30 e 31 de março do corrente, cirurgias em seres humanos com assistência robótica (prostatectomias laparoscópicas com assistência robótica) foram realizadas em dois importantes centros médicos paulistanos. Ambas as experiências foram seguidas de significativa repercussão na mídia não-científica, mesmo antes de qualquer publicação a respeito em revistas científicas brasileiras à semelhança do que vem ocorrendo com as inovações contemporâneas em cirurgia minimamente invasiva.

Muitas das dificuldades inerentes à VCCR, tais como a redução da destreza e ergonomia bem como a

perda da visão em três dimensões, podem ser potencialmente suprimidas por robôs desenvolvidos para cirurgia minimamente invasiva (assistência robótica). Embora sejam denominadas “robôs” médicos (termo utilizado para identificar a máquina ou autômato, por vezes de configuração que imita a humana, capaz de se mover e de realizar certas tarefas substituindo o homem), essas máquinas não atuam automaticamente através de um programa, sendo a manipulação e condução realizada pelo cirurgião.

A primeira especialidade cirúrgica a se beneficiar da tecnologia foi a cirurgia cardíaca. Os cirurgiões cardíacos valeram-se da maior ergonomia para a realização e abolição do tremor para a confecção mais precisa de anastomoses arteriais para a revascularização do miocárdio. Na urologia, a assistência robótica é utilizada para a realização da prostatectomia radical. Surpreendentemente, os cirurgiões gerais, do aparelho digestivo e coloproctologistas pouco têm utilizado a assistência robótica. As razões são razoavelmente conhecidas: i. custo elevado; ii. tempo associado à montagem do equipamento; iii. aplicabilidade, e iv. curva de aprendizado. Na cirurgia colorretal, a necessidade de precisão milimétrica é excepcional e o campo operatório é amplo.

No entanto, o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos equipamentos e técnicas têm ocorrido de forma muito acelerada. Os objetivos da presente revisão são analisar o estado atual da realização de operações de VCCR com assistência robótica e seus resultados.

### **Suporte robótico do conjunto câmera-óptica**

O primeiro robô utilizado na videocirurgia foi introduzido pela Computer Motion (Computer Motion, Inc., Goleta, Califórnia, USA) em 1996 para auxiliar o cirurgião segurando e controlando a câmera endoscópica, representando uma plataforma estável submetida ao controle do cirurgião. Dois sistemas estão disponíveis no mercado. O Automated Endoscopic System for Optimal Positioning (AESOP™, Computer Motion, California, USA) dispõe de comando de voz. O Endoassist™ (Armstrong Healthcare Ltd, Bucks., UK)<sup>(11)</sup> acompanha o progresso do cirurgião na operação, e se movimenta em resposta ao movimento da cabeça do cirurgião. Embora os dois dispositivos estejam disponíveis comercialmente, apenas o AESOP™ tem sido utilizado em demonstrações clínicas em

ressecções colorretais, e se encontra já disponível em nosso meio.

O AESOP™ é composto por um braço robótico, caixa de controle e microfone tipo headset. O sistema responde a comando de voz do cirurgião para manter a melhor imagem, e foco do campo cirúrgico. Ballantyne e cols.<sup>(12)</sup> realizaram estudo caso-controle retrospectivo, ao comparar 15 casos de colectomias por vídeo com utilização do AESOP™ a 11 casos sem a utilização do dispositivo robótico. Nessa oportunidade, a despeito da reduzida casuística, e em se tratando da experiência inicial da equipe com o equipamento, Não foi possível demonstrar diferença no tempo operatório, evolução pós-operatória e na morbidade.

Em estudo mais recente realizado na Alemanha, Hildebrandt e cols. avaliaram a viabilidade do cirurgião operar utilizando o AESOP™ sem ajuda de assistentes<sup>(13)</sup>. Nesse estudo, analisaram-se 41 casos consecutivos de ressecção intestinal por doença maligna e benigna, incluindo dois casos com ressecção prévia. Para estes foi necessário um acesso alternativo para a câmera, e não foi necessário um reposicionamento do robô até o final da cirurgia. Durante todos os procedimentos o intestino foi exteriorizado para completar a anastomose, o que necessitou da ajuda de um assistente. Os autores demonstraram que durante todo o procedimento laparoscópico foi possível operar sem a ajuda do auxiliar e o tempo operatório aberto, em que há necessidade de um assistente, correspondeu entre 30% (hemicolectomias direitas) e 15% (ressecção anterior) do tempo operatório total. No estudo não houve nenhum caso de complicação intra-operatória e o índice de complicações pós-operatórias não se mostraram aumentados. Os autores de ambos os estudos não conseguiram quantificar objetivamente nenhuma vantagem na utilização do robô, no entanto atestaram que o fato de o cirurgião controlar a imagem do campo cirúrgico conferiu estabilidade. Apesar de o estudo de Ballantyne indicar que é possível a realização de cirurgia com o dispositivo robótico sem auxílio de um assistente, provavelmente em casos com maior dificuldade técnica, a ajuda do auxiliar é necessária. Associadamente há que se considerar a validade ética de se submeter pacientes a cirurgia abdominal sob a responsabilidade de um único cirurgião. O dispositivo robótico de câmera tem estimulado o desenvolvimento de robôs cirúrgicos mais complexos.

### Sistemas telerobóticos: resultados

Esta próxima geração de robô cirúrgico, além de oferecer uma plataforma estável de controle da câmera, equipa o cirurgião com braços robóticos para pinças cirúrgicas variadas. Nesses sistemas, a unidade cirúrgica controla os equipamentos e instrumentos no campo operatório, e o cirurgião, sentado ao console, opera remotamente a unidade cirúrgica. Nessa configuração, os movimentos do cirurgião no console são transmitidos aos braços robóticos após tratamento por um software dedicado. Esse sistema incorpora uma tecnologia denominada EndoWrists™. Nesta tecnologia, como resultado do emprego de instrumentais microarticulados no interior da cavidade abdominal, finalmente devolve-se à cirurgia minimamente invasiva a destreza que é conferida pelos movimentos do punho do cirurgião durante a cirurgia por laparotomia, permitindo que o cirurgião retome os sete parâmetros de liberdade de movimento no campo cirúrgico. A interface computadorizada criada entre o cirurgião e os braços robóticos aumenta a precisão dos movimentos, tornando muito mais suaves no paciente quaisquer movimentos do cirurgião no console, além de eliminar muitos movimentos não-eficazes como o tremor. O console restabelece a orientação entre mãos e olhos do cirurgião, o que contribui significativamente à ergonomia e redução da fadiga. Como outra vantagem, o cirurgião dispõe de imagem tridimensional do campo operatório.

Cadiere e cols.<sup>(14)</sup> descreveram em 1997 os primeiros casos de cirurgias utilizando tele-robôs. Dois sistemas telerobóticos têm sido utilizados em cirurgia abdominal: da Vinci™ (Intuitive Surgical, Mountain View, Calif., USA) e Zeus™ (Computer Motion).

Pioneiros têm utilizado o sistema da Vinci™ na cirurgia colorretal, para estabelecer o quanto a cirurgia de ressecção minimamente invasiva robótica é possível. Há um pequeno número de séries demonstrando a viabilidade da ressecção íleo-cecal e abdomino-perineal do reto, e também foram realizados estudos comparativos.

Desde julho de 2000, o sistema cirúrgico Da Vinci™ foi aprovado pelo FDA (Food and Drug Administration) norte-americano para uso clínico em cirurgia abdominal naquele país. Segundo dados do fabricante (Intuitive Surgical, Inc., Sunnyvale, CA, USA), o sistema já se encontra operacional em mais de 300 hospitais no mundo.

## 1. SÉRIES DE CASOS

Em 2002, Weber e cols.<sup>(15)</sup> nos Estados Unidos e Hashizume e cols. no Japão<sup>(16)</sup> foram os primeiros a publicar sua experiência com ressecção telerobótica-assistida. Weber e cols.<sup>(15)</sup> realizaram uma colectomia esquerda e uma colectomia direita, ambos para doença benigna. Hashizume e cols.<sup>(16)</sup> realizaram uma operação de sigmoidectomia, uma operação de ressecção ileocecal e uma colectomia esquerda. O robô foi usado para mobilizar o intestino, e a ressecção e anastomose foram realizadas pela técnica laparoscópica tradicional. O tempo médio de operação foi 50% maior que o associado à técnica laparoscópica tradicional. A realização de alguns tempos operatórios difíceis por videocirurgia foi facilitada pelo uso do robô. No entanto, algumas limitações foram observadas. A necessidade de “desengatar” o robô para a realização de alguns tempos operatórios foi verificada, o que resultava em significativo aumento do tempo cirúrgico. A mobilização da flexura esplênica também teve que ser completada pela técnica de laparoscopia tradicional, pois os instrumentos de robótica são mais curtos. A grande limitação da técnica com uso do da Vinci<sup>TM</sup>, entretanto, que foi observada pelos cirurgiões, foi a ausência de sensação tátil. Nos sistemas telerobóticos, a perda de sensibilidade tátil é mais intensa do que na via laparoscópica convencional em relação à via laparotômica. Na realidade, nos sistemas telerobóticos a sensibilidade tátil é nula. A amplitude dos movimentos e a pressão com a qual se apreende um órgão ou estrutura deve ser controlada visualmente, pois ainda não se encontra disponível no console o feedback tátil. Isso resultou, para os casos operados nas experiências clínicas, em algumas lesões inadvertidas da parede intestinal. Porém, é bem verdade que o treinamento no console permite a aquisição das habilidades necessárias para operar sem sensibilidade tátil, e para desfrutar das vantagens de controle fino dos movimentos e da visão tridimensional.

A dissecação do reto na escavação pélvica é procedimento realizado em espaço mais limitado e mais parecido com o campo de cirurgia torácica para o qual o Da Vinci<sup>TM</sup> foi desenvolvido. Espera-se, portanto que os resultados cirúrgicos associados ao emprego dos sistemas de telerobótica na VCCR sobre o reto sejam mais animadores mesmo em fases mais preliminares.

A eficácia da preservação autonômica durante a operação de proctectomia pode estar otimizada

com o emprego da VCCR assistida por robô. Um estudo realizado em 2004 por Anvari e cols., comparou 10 casos de colectomias laparoscópicas assistidas por robô (Zeus<sup>TM</sup>) a 10 casos de colectomias por vídeo convencional. Não se verificou diferença no tempo de introdução da dieta, eliminação de flatus, complicações e tempo de internação hospitalar. Verificou-se tempo operatório significativamente aumentado para os 10 casos de VCCR assistida por robô (155 min vs. 95 min). Em estudo realizado em 2003 por Giulianotti e cols.<sup>(17)</sup>, oito casos foram operados com o auxílio do sistema da Vinci<sup>TM</sup>. Destes, seis foram ressecções anteriores e duas foram amputações do reto. O tempo de cirurgia foi maior que o previsto para uma cirurgia de ressecção de reto convencional. Hance e cols.<sup>(6)</sup> vêm afirmando o papel potencialmente ideal para o emprego da VCCR com auxílio de sistemas telerobóticos para a dissecação retal. A retopexia por vídeo pode ser inteiramente realizada com o auxílio do robô. Em sua casuística, em seis operações de retopexia por vídeo assistidas pelo da Vinci<sup>TM</sup>, foi possível observar resultados semelhantes aos da laparoscopia convencional. A impressão foi a de que a operação foi mais facilmente realizada, tendo sido assistida pelo robô quando comparada à dissecação com os instrumentos laparoscópicos convencionais.

A despeito do papel bem estabelecido das suturas mecânicas em VCCR, Vibert e cols. usaram o da Vinci<sup>TM</sup> para a realização de uma sutura intestinal colorretal por vídeo. Relataram que a assistência robótica permitiu a confecção de uma anastomose em múltiplos planos segura e realizada dentro da pelve.

Seguindo ainda com a análise de séries de casos de VCCR operados com assistência robótica, em estudo realizado em 2005 na Alemanha por Braumann e cols.<sup>(18)</sup>, foram avaliados cinco casos de ressecções intestinais laparoscópicas utilizando o sistema da Vinci<sup>TM</sup>. Em três pacientes, o procedimento foi realizado inteiramente pelo sistema telerobótico sem complicações e em tempo aceitável. Nesses três pacientes, foi possível a introdução de dieta líquida no primeiro ou segundo dia do pós-operatório e o tempo médio de internação foi de 13 dias. Houve conversão da videocirurgia robótica para a laparotomia em dois casos, um por aderências e o outro por estadiamento avançado de tumor. Neste estudo, os autores referiram grande benefício da técnica telerobótica na dissecação do reto na pelve. Apon-

taram para este como a maior limitação da assistência robótica, a realização dos procedimentos em campos cirúrgicos amplos, e também a mobilização do ângulo esplênico do cólon.

Em 2005, Ruurda e cols. <sup>(19)</sup>, na Holanda, publicaram seus resultados relativos a VCCR-AR realizada em sua instituição entre 2000 e 2004. Relataram a realização de 23 operações: cinco ressecções ileocecais, duas sigmoidectomias e 16 retopexias. O tempo operatório médio para a realização dessas operações foi respectivamente de 95, 75 e 150 minutos. Como complicações, observaram um caso de perfuração intestinal durante retopexia, e um caso de infecção de ferida operatória após a realização das colectomias direitas. A série foi realizada sem conversões. Associaram o emprego da assistência robótica do jeito que a conhecemos aos procedimentos que envolvem dissecação e sutura delicados.

DeNoto e cols. <sup>(20)</sup> analisaram 11 casos de sigmoidectomia videolaparoscópica para diverticulite e câncer com assistência robótica da Vinci<sup>TM</sup>. Não houve complicação intra-operatória ou conversão. No oitavo caso, o tempo operatório médio para a desmontagem e o reposicionamento dos braços robóticos chegou a quatro minutos. O tempo operatório médio para a casuística foi de 197 minutos, e os pacientes receberam alta em média após 3,4 dias. Relataram esses autores como as principais vantagens da VCCR com assistência robótica, a imagem em três dimensões, a microarticulação dos instrumentos, a localização da câmera em plataforma estável e o conforto e facilidade na mobilização da flexura esplênica, e dissecação e ligadura da artéria e veia mesentérica inferior.

Rawlings e cols. <sup>(21)</sup> publicaram em 2006, os resultados de série de 30 casos de VCCR com assistência robótica (da Vinci<sup>TM</sup>) realizados nos Estados Unidos. Treze operações foram sigmoidectomias com mobilização da flexura esplênica e 17 operações foram casos de colectomias direitas. Houve seis complicações: um caso de parestesia do quadril esquerdo, um caso de lesão do ceco, um caso de deiscência de anastomose, em um dos casos o paciente “escorregou” da mesa cirúrgica, uma lesão do cólon transverso e um caso de retenção urinária. Em dois casos houve necessidade de laparotomia. Esses autores concluíram que a utilização do robô é viável para realização de VCCR, e que o estabelecimento e difusão desta técnica vai depender sobre tudo do custo.

A realização das operações de ressecção anterior do reto com excisão total do mesorreto representam um desafio devido à dificuldade do procedimento refletida pela elevada taxa de conversão associada. Hellan e cols. <sup>(22)</sup> avaliaram os resultados após dois anos do emprego da VCCR-AR para o tratamento do câncer do reto com excisão total do mesorreto. Trinta e nove pacientes foram operados. Vinte e dois foram submetidos a ressecção anterior; 11 foram submetidos a ressecção anterior com dissecação inter-esfínteriana, e seis foram submetidos a amputação abdominoperineal do reto. A morbidade global foi de 12,8% e o tempo operatório médio foi de 285 minutos (180 – 540). A taxa de conversão foi de 2.6%. Foi possível obter excisão total do mesorreto com margem circunferencial e distal negativas em todos os casos. O número médio de linfonodos dissecados foi de 13 (7-28). A ocorrência de vazamento da anastomose colorretal foi de 12,1% e a duração média da internação pós-operatória foi de quatro dias.

Em ensaio clínico realizado na Coreia do Sul, Baik e cols. <sup>(23)</sup> operaram nove casos de pacientes com câncer do reto médio e distal submetidos a ressecção anterior oncológica com excisão total do mesorreto por videolaparoscopia e com assistência robótica. Obtiveram número médio de linfonodos retirados de 20,1 favorecendo a conclusão de linfadenectomia adequada com o emprego da técnica.

## 2. ESTUDOS COMPARATIVOS

Em 2003, Delaney e cols. <sup>(24)</sup> realizaram o primeiro estudo comparativo em VCCR sem e com assistência robótica. Esses autores compararam seis casos de cirurgia colorretal tele-robótica com casos laparoscópicos equivalentes. As operações realizadas foram: duas hemicolectomias direitas, três retossigmoidectomia e uma proctectomia. Os cirurgiões usaram um robô similar ao utilizado por Weber <sup>(15)</sup>, realizando apenas a dissecação do cólon e completando a operação tele-robótica com as técnicas convencionais. Foram analisados o tempo cirúrgico e anestésico, a perda sanguínea, o custo e a duração da internação hospitalar. Verificou-se tempo operatório maior para os casos assistidos pelo robô (165 min vs. 108 min). Não houve diferença significativa na perda sanguínea, duração da internação hospitalar e custo, no entanto, neste último, não se incluiu o investimento com o robô. Os autores comentaram adicionalmente que a atual

geração de robôs exige reposicionamento para facilitar o acesso de múltiplos sítios dentro do abdômen para cirurgia colorretal, o que leva ao aumento do tempo operatório.

D'Annibale e cols. <sup>(25)</sup>, de Padova (Itália), publicaram em 2004 os resultados relativos a um estudo caso-controle prospectivo realizado entre 2001 e 2003. No estudo, os resultados cirúrgicos imediatos relativos a 53 pacientes submetidos à ressecção anterior com excisão total do mesorreto por videolaparoscopia com assistência robótica, foram comparados aos de 53 pacientes submetidos à mesma operação por videocirurgia sem assistência robótica. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos concernente a tempo operatório, comprimento do espécime removido, extensão da linfadenectomia, perda sangüínea e morbidade. Verificou-se maior tempo operatório associado a VCCR-AR para o preparo pré-operatório do paciente (24 minutos) em comparação à VCCR (18 minutos). Nos casos de VCCR-AR, houve necessidade de conversão para VCCR em dois casos, e para VCCR com assistência manual em outros três casos. Nos casos de VCCR, houve necessidade de conversão para laparotomia em três casos. Os autores concluíram pela contribuição especial da assistência robótica para a realização da mobilização do ângulo esplênico, identificação da inervação autonômica e dissecação pélvica.

Entre novembro de 2004 e maio de 2005, Pigazzi e cols. <sup>(26)</sup> operaram seis pacientes com câncer do reto tendo-os submetido a operações de ressecção anterior por VCCR-AR. Compararam esses seis casos a seis outros casos operados pelo mesmo cirurgião por VCCR. À semelhança do observado no estudo de D'Annibale e cols. <sup>(25)</sup>, não observaram diferença significativa entre os dois grupos em relação a duração da cirurgia, aos resultados do exame anatomopatológico, a ocorrência de complicações e a duração da internação hospitalar pós-operatória. Optaram por concluir pela associação entre VCCR-AR e menor esforço para o cirurgião.

Woeste e cols. <sup>(27)</sup> submeteram 23 pacientes a sigmoidectomias por diverticulite empregando VCCR, e compararam os resultados destas operações aos de 4 pacientes com diverticulite submetidos a sigmoidectomia empregando VCCR-AR. Compararam ainda os resultados de dois pacientes com procidência do reto submetidos a retossigmoidectomia com retopexia por VCCR a dois pacientes submetidos a VCCR-AR. Todos os casos foram operados em Frankfurt entre agosto de 2002 e janeiro de 2004. Observaram esses autores maior tempo operatório (236,7 vs. 172,4 min) associado à VCCR-AR.

Na tabela 1 encontram-se resumidos os resultados dos estudos comparativos entre casos de VCCR sem e com assistência robótica.

**Tabela 1 - Videocirurgia colorretal sem (VCCR) e com assistência robótica (VCCR-AR): resultados de estudos comparativos.**

	Delaney e cols. <sup>(24)</sup> , 2003	D'Annibale e cols. <sup>(25)</sup> , 2004	Woeste e cols. <sup>(27)</sup> , 2006	Pigazzi e cols. <sup>(26)</sup> , 2006
Operação	Colectomia direita Sigmoidectomia Retopexia	Colectomia total Colectomia total Ressecção anterior	Sigmoidectomia por diverticulite	Ressecção anterior com excisão total do mesorreto
Número de pacientes	VCCR: 6 VCCR-AR: 6	VCCR: 53 VCCR-AR: 53	VCCR: 23 VCCR-AR: 4	VCCR: 6 VCCR-AR: 6
Tempo operatório	VCCR: 150 min VCCR-AR: 216 min	VCCR: 222 min VCCR-AR: 240 min	VCCR: 172 min VCCR-AR: 236 min	VCCR: 4,3h VCCR-AR: 4,4h
Perda de sangue (ml)	VCCR: 87,5 VCCR-AR: 100	VCCR: 37 VCCR-AR: 21	VCCR: 58,9 VCCR-AR: 60	VCCR: 150 VCCR-AR: 104
Complicações	VCCR: 1 hérnia incisional VCCR-AR: 1 atelectasia	VCCR: 1 reop. por sangramento VCCR-AR: 1 reop. por lesão intestinal	VCCR: 5 VCCR-AR: 1	VCCR: 1 abscesso pélvico VCCR-AR: 1 fleo prolongado
Duração da internação hospitalar (dias)	VCCR: 2,5 VCCR-AR: 3	VCCR: 10 VCCR-AR: 10	-	VCCR: 3,6 VCCR-AR: 4,5

## TREINAMENTO

Os cirurgiões familiarizados com a VCCR demonstraram mais facilidade no aprendizado da VCCR-AR<sup>(28)</sup>. No entanto, um dos potenciais benéficos dos sistemas telerobóticos de treinamento para VCCR-AR é facilitar o aprendizado da VCCR.

Atualmente, cirurgiões freqüentam cursos de formação para conhecimentos básicos de robótica utilizando cadáveres e animais vivos como modelos<sup>(29)</sup>. No entanto, parece-nos que está fora do âmbito destes cursos ensinar a um inexperiente cirurgião robótico as competências necessárias para realizar um procedimento específico<sup>(30)</sup>. Atualmente, estas competências são muito elevadas para serem aprendidas através de cursos. No futuro, possivelmente poder-se-á adquirir as competências necessárias para a cirurgia robótica através da utilização de um computador baseado em simulação.

A tecnologia pode ser facilmente aplicada à robótica com o controle do comando do robô agindo como interface do simulador<sup>(31)</sup>. Outros centros estão desenvolvendo ampliados sistemas de robótica, que permitirão a anatomia ser sobreposta à imagem visualizada pelo cirurgião<sup>(32)</sup>. Esta tecnologia, se aplicada a cirurgia colorretal, talvez possa ser usada para marcar a posição da inervação autonômica na pelve, reduzindo assim a incidência de lesão iatrogênica. Os presentes sistemas telerobóticos, apesar da sua sofisticação, representam a primeira geração desta tecnologia, e outros avanços são susceptíveis de ocorrer rapidamente.

Em um estudo realizado na Holanda<sup>(33)</sup>, a realização de procedimentos laparoscópicos básicos e avançados usando videolaparoscopia sem e com assistência robótica foi analisada. Oito estudantes de medicina sem nenhuma experiência prévia com videocirurgia realizaram um total de 176 tarefas, desde procedimentos mais simples, como pegar, levantar e abaixar estruturas, até os mais complexos, como suturas e nós. As variáveis pesquisadas foram o tempo de duração dos procedimentos e a precisão com a qual os mesmos foram realizados. A assistência robótica levou à realização de procedimentos mais precisos e mais rápidos. No entanto, a aquisição de habilidades foi mais rápida com a videocirurgia convencional, ou seja, a curva de aprendizado para os procedimentos testados foi mais curta. Esses resultados sugerem o que já sabemos: a assistência robótica pode auxiliar no treina-

mento de cirurgiões inexperientes em videocirurgia. No entanto, o mesmo estudo lança luz à noção de que a assistência robótica pode ser menos útil para videocirurgias experientes, e essa pode ser precipuamente o motivo pelo qual os estudos comparativos entre VCCR e VCCR-A não foram capazes de demonstrar diferença significativa a favor dos procedimentos robóticos.

No entanto, cabe lembrar que, analogamente ao que ocorreu para o prólogo da VCCR, existe insuficiência de instrumentos para uso nos telemanipuladores concebidos especificamente para cirurgia colorretal. O desenvolvimento e a introdução de pinças de apreensão intestinal, instrumentos de diérese como a tesoura conectada ao eletrocautério, os “bisturis” ultra-sônico e bipolar fazem-se necessários. Associadamente, equipar o sistema telerobótico da Vinci<sup>TM</sup> com um quarto “braço” (telemanipulador) robótico pode facilitar a execução da VCCR-AR. Finalmente, a integração de *feedback* tátil e o desenvolvimento de tecnologia para reduzir o tamanho dos robôs iria ajudar imensamente no campo da cirurgia colorretal ao facilitar o reposicionamento robótico evitando o manuseio do paciente.

## CONCLUSÕES

A videocirurgia colorretal robótica, tele-robótica ou com assistência robótica representa o mais avançado recurso em aplicação clínica no campo da cirurgia minimamente invasiva em coloproctologia.

As principais vantagens da assistência robótica são: i. reestabelecimento da visão em três dimensões (pelo menos para o cirurgião); ii. maior ergonomia na realização do procedimento a partir do console; iii. ampliação do campo visual, e iv. eliminação do tremor e outros movimentos involuntários acarretando maior precisão para a realização dos movimentos cirúrgicos.

Como resultado dessas características, podemos antecipar que a dissecação pélvica mais precisa e a maior facilidade para a confecção de endossuturas manuais, conforme já observado na experiência clínica inicial de vários autores, parecem ser as vantagens mais imediatas da aplicação da assistência robótica em cirurgia colorretal.

As desvantagens associadas aos sistemas telerobóticos também já são conhecidas. A maior complexidade na manipulação da unidade cirúrgica certamente pode ser contornada por treinamento específico para as equipes médicas e de enfermagem. E a ausên-

cia da sensibilidade (ou retorno) tátil (ou háptica, como os autores vêm preferindo grafar) também deverá certamente ser resolvida nas próximas gerações de robôs cirúrgicos. Até lá, a última pode ser contornada por treinamento específico no feedback visual à semelhança do que é feito em videocirurgia convencional quando temos retorno visual bidimensional, porém nos movimentamos em três dimensões.

Embora seja necessária a ampliação da evidência científica sobre as vantagens que podem ser oferecidas aos pacientes, há evidência de boa qualidade sobre a exequibilidade e também sobre a segurança e eficácia da VCCR-AR quando comparadas à VCCR.

Vale lembrar, no entanto que, para o momento, não há nenhuma evidência demonstrando clara vantagem para o paciente ao se utilizar assistência robótica

em cirurgia colorretal. Associadamente, o maior óbice à aplicação mais disseminada dessa tecnologia é o custo do equipamento.

Há muito trabalho a ser feito, tanto no que se refere à aplicação clínica dessa extraordinária tecnologia, como no que se refere ao treinamento e capacitação dos cirurgiões.

De forma análoga ao que ocorreu para a VCCR, demorará algum tempo para estabelecer verdadeiramente os benefícios da assistência robótica. O alto custo inicial da robótica só será compensado se estes sistemas admitirem treinamento de número significativo de cirurgiões para realizar procedimentos minimamente invasivos. Só através da expansão dos beneficiários destes ensaios será possível conhecer mais detalhadamente o papel dessa excitante tecnologia.

---

**ABSTRACT:** The development of minimally invasive surgical techniques represents an important aspect of modern surgical research. Robot-assisted minimally invasive colorectal surgery represents a way of assisting laparoscopic colorectal procedures. Robotic technology overcomes some of these limitations by successfully providing intuitive motion and enhanced precision and accuracy, in an environment that is much more ergonomic. A restrict number of surgeons in specialized centers around the world have been applying robotics. In this review, current evidence about different technologies and its place in colorectal surgery is evaluated. The feasibility of performing robot-assisted colorectal operations has been demonstrated through case series and small case-controlled trials. The potential for enhancing autonomic nerve preservation during proctectomy may be the most remarkable advantage associated to robotic assistance during laparoscopic colorectal surgery. Colorectal surgeons should seize the opportunity to begin to use surgical robotic systems. Only through widespread surgeon training and increasing clinical experience with these systems, further technological developments, and continuous research, robotic technology will be routinely incorporated into surgical procedures on the colon and rectum.

**Key words:** Robotics; Telerobotics; Surgical Procedures, Minimally Invasive; Laparoscopy; Colorectal Surgery.

---

## REFERÊNCIAS

1. Soper NJ, Barteau JA, Clayman RV, Ashley SW, Dunnegan DL. Comparison of early postoperative results for laparoscopic versus standard open cholecystectomy. *Surg Gynecol Obstet* 1992;174(2):114-8.
2. Vander Velpen GC, Shimi SM, Cuschieri A. Outcome after cholecystectomy for symptomatic gall stone disease and effect of surgical access: laparoscopic v open approach. *Gut* 1993;34(10):1448-51.
3. Darzi A, Lewis C, Menzies-Gow N, Guillou PJ, Monson JR. Laparoscopic abdominoperineal excision of the rectum. *Surg Endosc* 1995;9(4):414-7.
4. Phillips EH, Franklin M, Carroll BJ, Fallas MJ, Ramos R, Rosenthal D. Laparoscopic colectomy. *Ann Surg* 1992;216(6):703-7.
5. Jacobs M, Verdeja JC, Goldstein HS. Minimally invasive colon resection (laparoscopic colectomy). *Surg Laparosc Endosc* 1991;1(3):144-50.
6. Hance J, Rockall T, Darzi A. Robotics in colorectal surgery. *Dig Surg* 2004;21(5-6):339-43.
7. Dion YM, Gaillard F. Visual integration of data and basic motor skills under laparoscopy. Influence of 2-D and 3-D video-camera systems. *Surg Endosc* 1997;11(10):995-1000.
8. Ballantyne GH. The pitfalls of laparoscopic surgery: challenges for robotics and telerobotic surgery. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2002;12(1):1-5.
9. Bennett CL, Stryker SJ, Ferreira MR, Adams J, Beart RW, Jr. The learning curve for laparoscopic colorectal surgery. Preliminary results from a prospective analysis of 1194 laparoscopic-assisted colectomies. *Arch Surg* 1997;132(1):41-4; discussion 45.
10. Wishner JD, Baker JW, Jr., Hoffman GC, Hubbard GW, 2nd, Gould RJ, Wohlgemuth SD, et al. Laparoscopic-assisted colectomy. The learning curve. *Surg Endosc* 1995;9(11):1179-83.
11. Aiono S, Gilbert JM, Sojn B, Finlay PA, Gordan A. Controlled trial of the introduction of a robotic camera assistant

- (EndoAssist) for laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 2002;16(9):1267-70.
12. Merola S, Weber P, Wasielewski A, Ballantyne GH. Comparison of laparoscopic colectomy with and without the aid of a robotic camera holder. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2002;12(1):46-51.
  13. Hildebrandt U, Plusczyk T, Kessler K, Menger MD. Single-surgeon surgery in laparoscopic colonic resection. *Dis Colon Rectum* 2003;46(12):1640-5.
  14. Cadiere GB, Himpens J, Vertruyen M, Bruyns J, Fourtanier G. [Nissen fundoplication done by remotely controlled robotic technique]. *Ann Chir* 1999;53(2):137-41.
  15. Weber PA, Merola S, Wasielewski A, Ballantyne GH. Telerobotic-assisted laparoscopic right and sigmoid colectomies for benign disease. *Dis Colon Rectum* 2002;45(12):1689-94; discussion 1695-6.
  16. Hashizume M, Shimada M, Tomikawa M, Ikeda Y, Takahashi I, Abe R, et al. Early experiences of endoscopic procedures in general surgery assisted by a computer-enhanced surgical system. *Surg Endosc* 2002;16(8):1187-91.
  17. Giulianotti PC, Coratti A, Angelini M, Sbrana F, Cecconi S, Balestracci T, et al. Robotics in general surgery: personal experience in a large community hospital. *Arch Surg* 2003;138(7):777-84.
  18. Braumann C, Jacobi CA, Menenakos C, Borchert U, Rueckert JC, Mueller JM. Computer-assisted laparoscopic colon resection with the Da Vinci system: our first experiences. *Dis Colon Rectum* 2005;48(9):1820-7.
  19. Ruurda JP, Draaisma WA, van Hilleegersberg R, Borel Rinkes IH, Gooszen HG, Janssen LW, et al. Robot-assisted endoscopic surgery: a four-year single-center experience. *Dig Surg* 2005;22(5):313-20.
  20. DeNoto G, Rubach E, Ravikumar TS. A standardized technique for robotically performed sigmoid colectomy. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2006;16(6):551-6.
  21. Rawlings AL, Woodland JH, Crawford DL. Telerobotic surgery for right and sigmoid colectomies: 30 consecutive cases. *Surg Endosc* 2006;20(11):1713-8.
  22. Hellan M, Anderson C, Ellenhorn JD, Paz B, Pigazzi A. Short-term outcomes after robotic-assisted total mesorectal excision for rectal cancer. *Ann Surg Oncol* 2007;14(11):3168-73.
  23. Baik SH, Lee WJ, Rha KH, Kim NK, Sohn SK, Chi HS, et al. Robotic total mesorectal excision for rectal cancer using four robotic arms. *Surg Endosc* 2008;22(3):792-7.
  24. Delaney CP, Lynch AC, Senagore AJ, Fazio VW. Comparison of robotically performed and traditional laparoscopic colorectal surgery. *Dis Colon Rectum* 2003;46(12):1633-9.
  25. D'Annibale A, Morpurgo E, Fiscon V, Trevisan P, Sovernigo G, Orsini C, et al. Robotic and laparoscopic surgery for treatment of colorectal diseases. *Dis Colon Rectum* 2004;47(12):2162-8.
  26. Pigazzi A, Ellenhorn JD, Ballantyne GH, Paz IB. Robotic-assisted laparoscopic low anterior resection with total mesorectal excision for rectal cancer. *Surg Endosc* 2006;20(10):1521-5.
  27. Woeste G, Bechstein WO, Wullstein C. Does telerobotic assistance improve laparoscopic colorectal surgery? *Int J Colorectal Dis* 2005;20(3):253-7.
  28. Prasad SM, Maniar HS, Soper NJ, Damiano RJ, Jr., Klingensmith ME. The effect of robotic assistance on learning curves for basic laparoscopic skills. *Am J Surg* 2002;183(6):702-7.
  29. Chitwood WR, Jr., Nifong LW, Chapman WH, Felger JE, Bailey BM, Ballint T, et al. Robotic surgical training in an academic institution. *Ann Surg* 2001;234(4):475-84; discussion 484-6.
  30. Ballantyne GH, Kelley WE, Jr. Granting clinical privileges for telerobotic surgery. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2002;12(1):17-25.
  31. Rotnes JS, Kaasa J, Westgaard G, Eriksen EM, Hvidsten PO, Strom K, et al. Digital trainer developed for robotic assisted cardiac surgery. *Stud Health Technol Inform* 2001;81:424-30.
  32. Coste-Maniere E, Adhami L, Mourgues F, Carpentier A. Planning, simulation, and augmented reality for robotic cardiac procedures: The STARS system of the ChIR team. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2003;15(2):141-56.
  33. Heemskerk J, van Gemert WG, de Vries J, Greve J, Bouvy ND. Learning curves of robot-assisted laparoscopic surgery compared with conventional laparoscopic surgery: an experimental study evaluating skill acquisition of robot-assisted laparoscopic tasks compared with conventional laparoscopic tasks in inexperienced users. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2007;17(3):171-4.

**Endereço para correspondência:**  
SERGIO EDUARDO ALONSO ARAUJO  
Alameda Lorena, 800 Cjs. 611 e 612.  
CEP 01424-001 - São Paulo (SP)  
sergioaraujo@colorretal.com.br