

世界权威医学著作译丛



机器人与远程机器人 外科精要

PRIMER OF ROBOTIC & TELEROBOTIC SURGERY

[美] GARTH H. BALLANTYNE


[法] JACQUES MARESCAUX

主编

[意] PIER CRISTOFORO GIULIANOTTI

胡三元 张怀强 王磊

主译

 山东科学技术出版社 www.lkj.com.cn

 LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS

世界权威医学著作译丛



机器人与远程机器人 外科精要

PRIMER OF ROBOTIC & TELEROBOTIC
SURGERY

[美] GARTH H. BALLANTYNE


[法] JACQUES MARESCAUX

[意] PIER CRISTOFORO GIULIANOTTI

主编

胡三元 张怀强 王磊

主译

 山东科学技术出版社

 LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS

图书在版编目 (CIP) 数据

机器人与远程机器人外科精要 / (美) 加斯·H·巴
兰泰等主编; 胡三元等译. — 济南: 山东科学技术出版社,
2006.9

(世界权威医学著作译丛)

ISBN 7-5331-4335-3

I. 机... II. ①加... ②胡... III. 机器人技术—应
用—外科手术 IV. R61-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 050522 号

机器人与远程机器人外科精要

〔美〕GARTH H. BALLANTYNE

〔法〕JACQUES MARESCAUX 主编

〔意〕PIER CRISTOFORO GIULIANOTTI

胡三元 张怀强 王 磊 主译

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpres.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098071

印刷者: 山东新华印刷厂潍坊厂

地址: 潍坊市潍州路 753 号

邮编: 261008 电话: (0536)2116928

开本: 889mm×1194mm 1/16

印张: 15

字数: 400 千

版次: 2006 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-4335-3

R·1212

定价: 60.00 元

主 译	胡三元	张怀强	王 磊	
副主译	智绪亭	于文滨	张光永	
译 者	李 波	王可新	张海峰	陈 波
	刘崇忠	薛瑞华	禹化龙	轩诗进
	刘佳宁	王延磊	王连臣	朱 薇

中文版前言

随着微创外科的迅速发展,腔镜外科技术为现代外科的发展带来了巨大变革。腹腔镜外科手术范围正逐步涉及更为复杂的手术领域,手术模式也向更精确、更精细、微创化和多信息导向的智能化转变,腹腔镜外科机器人就在这新世纪的发展良机中应运而生。

机器人与远程机器人外科是涉及医学、网络、自动化、远距传输等多个领域的综合性技术。《机器人与远程机器人外科精要》详细介绍了 AESOP、ZEUS、SOCRATES 等机器人手术系统,囊括了从三维成像系统、虚拟现实、外科手术机器人和远程手术机器人手术,到远程医学和远程顾问、信息资源共享和微创技术的培训模式与制度等一系列内容,对阻碍微创技术传播的几个问题提出了相应的解决方法。该书断言 21 世纪的信息传递和手术室一体化的目标正是机器人外科系统,代表着未来外科技术发展的方向,可以在世界范围内实现对有限医疗资源的最大共享。

译者于 2002 年初开展腹腔镜机器人手术,体会到持镜机器人在完全替代人类助手的基础上,还能提供更加清晰、稳定的图像,极大地缓解了术者的视疲劳,提高了工作效率;在进行更为复杂、难度更高的手术时,操作时间明显缩短;人机合一,减轻术者的疲劳无疑可提高手术安全性;减少了手术间的人员走动,减少了污染空气的流动。虚拟现实技术改变了传统外科手术培训模式,外科医师可在接近真实的环境下进行虚拟“手术”,并进行回顾性评价,从而在实施手术前就积累丰富的手术经验。我们相信,这种技术在不久的将来将得到广泛应用。宽带互联网的使用,使远程诊断迈向远程手术成为现实。所有这些,均代表了 21 世纪腹腔镜外科的发展方向。正是基于这些认识,向国内同行介绍、推广机器人远程外科与虚拟现实技术一直是我的一个愿望。拜读完《机器人与远程机器人外科精要》后,使我对腹腔镜机器人外科、虚拟现实乃至远程外科,都有了一种全新的认识,即书写 21 世纪腹腔镜技术辉煌篇章的机遇就在我们眼前。于是当即决定翻译此书,在国内即将到来腹腔镜外科智能化浪潮之前介绍给同行。如此,若能为之发展尽到一点绵薄之力的话,将是译者莫大的荣幸。

限于译者学识及经验,书中定有不当之处,祈请各位前辈、同道不吝指教。

胡三元

前 言

疑问

近十年来,医学界接受了循证医学的理念并把疼痛作为第五类生命体征信号。微创外科技术在外科的许多领域显著改善了短期的手术效果。与开腹手术相比,腹腔镜手术的疼痛轻,失血少,麻醉药使用少,恢复快。文献显示,腹腔镜可以降低手术疼痛的程度并具有良好的短期效果,如腹腔镜下尼森胃底折叠术、腹腔镜胃旁路手术、腹腔镜脾切除术、腹腔镜肾切除术、腹腔镜前列腺切除术和腹腔镜结肠切除术。但是在欧美及泛太平洋地区,腹腔镜手术仍开展得比较少。尽管循证医学和病人的疼痛水平降低都支持微创外科手术的应用,为什么大多数外科医生不能接受微创外科手术呢?

存在的问题

腹腔镜手术与其他微创外科手术相比,掌握起来比较困难。许多文献证实,掌握复杂的腹腔镜手术需要较长的学习曲线,如腹腔镜供肾切除术、腹腔镜前列腺癌根治术、腹腔镜胃旁路手术、腹腔镜结肠切除术等。不幸的是,病人在手术医生早期开展这类手术时要承受的并发症及死亡的危险都增加了。在这些腹腔镜手术中,初学者在获得足够的熟练程度之前要面对许多需要跨越的障碍。事实上,初学者要掌握许多复杂的腹腔镜手术并将其安全地应用到临床上是非常困难的。

传统腹腔镜手术的缺陷

腹腔镜手术对外科医生的灵活性提出了更高的要求。传统二维腹腔镜系统视觉的距离感降低了,从而导致外科手术时器械的移动速度减慢。二维腹腔镜系统可以导致手术野中方向感的丧失。与手工操作及传统手术的大型手术器械相比,腹腔镜微型器械在手术中需要进行更多的运动,而直线型的器械因为可移动的角度小使其活动受限。手术时以腹壁固定的鞘管作为支点,反向成比例地移动腹腔镜器械的尖端,这样手术者手部在静息时的颤抖被放大,经常被迫采取不舒服的和效率低的姿势进行手术。同时,监视器放置的方向、腹腔镜器械与医生常常不在同一方向上,也可以导致外科医生对手术野缺乏的直观了解。综上所述,传统腹腔镜手术本身固有的缺点成为初学者难以克服的障碍。

可用资源的限制

腹腔镜初学者不仅要面对技术上的挑战,还要面对可用资源的限制。虽然通过大量的动物实验可以熟悉手术操作,但初学者在复杂腹腔镜手术过程当中进行训练是不可能的。多数外科医生在临床工作中只进行了少量的腹腔镜肾切除术、胃旁路手术和腹腔镜结肠切除术等手术。同时,初学者并不一定有专家的指导,即便是有,教学和监督的费用也是很昂贵的。现在已经认识到,外科医生们在早期行腹腔镜手术时,手术风险增加了,这也成为扩大腹腔镜使用范围的又一个障碍。因此,尽管对病人而言腹腔镜手术可以降低疼痛的水平并具有良好的短期效果,掌握复杂的腹腔镜技术对大多数严谨的外科医生而言,还存在令人生畏的障碍。有没有可能减少这种障碍,并以一种较为负责和安全的方式,将这种微创手术的优势介绍给广大的外科医生呢?

对策

近十年来,很多外科医生和工程师致力于相关技术方法和培训措施的改进,以解决阻碍腹腔镜技术广泛开展的技术上和资源上的挑战。编著这本书的目的,就是想对所做出的这些努力进行讨论和说明,同时也想阐明被 Satava 教授称做“信息”传递系统的机器人外科手术操作系统。我们尽力将解决这些问题的方法以及对在早期临床应用中结果的描述,在本书的七个部分中予以阐述。

第一篇 腹腔镜外科局限性的解决方法

在这一部分中,专家详述了解决腹腔镜外科的局限性的最新方法。在第一章中,描述了三维成像系统在微创外科中的优点。在第二章中,作者描述了针对腹腔镜外科的要求而采取的一些腹腔镜器械的改进尝试。第三章中,阐述了手术室的集成电路系统如何解决由于 20 世纪手术室的结构性问题导致的许多不便。第四章中,讨论了几种三维成像系统模式是如何解决腹腔镜手术中遇到的问题。

第二篇 手术机器人和远程机器人导论

在这一部分,我们邀请了使用机器人辅助手术的外科医生介绍了当前使用的机器人,以及不同发展程度的新型机器人的一些优点。在这一部分,即第五章和第六章中,将分别详细介绍机器人持镜手伊索(AESOP)和内镜辅助机器人(EndoAssist)。在第八章和第九章中,将提及美国食品与药品管理局(FDA)认可的远程在线机器人外科系统,即达·芬奇(*da Vinci*)和宙斯(ZEUS)系统。在另外一章中,将描述一种新型远程机器人系统 Brock Rogers, 现正处于临床试验阶段,将来会得到进一步发展。此外,我们将会了解 SOCRATES 远程在线教育及监督系统,这种系统将远程医学与远程机器人持镜手的特点结合在一起。最后一章中,详述了当前临床应用的机器人的实际花费情况。

第三篇 AESOP 外科手术体验:声控持镜手

1994 年,由美国食品与药品管理局认可的 AESOP 机器人系统开始应用于临床。这一部分简要介绍了十几年来这种声控机器人持镜手的临床使用情况,简述了 AESOP 机器人系统在结肠切除术、肾切除术及前列腺切除术中的使用情况。

第四篇 远程机器人辅助胸心外科

将本部分及接下来的两部分献给当今远程机器人外科的临床发展。本部分的三章简述了用 *da Vinci* 和 ZEUS 系统实施心胸外科远程机器人手术的成果。第十六章集中描述了上述系统应用于内乳动脉冠状动脉旁路移植术的成果。在第十七章中,详述了应用 *da Vinci* 系统进行心瓣膜手术的经验。在第十八章中,描述了应用 *da Vinci* 系统进行食管和肺手术的情况。

第五篇 远程机器人辅助胃肠外科

外科医生在利用远程机器人技术实施胃肠道手术方面积累了大量的临床经验,所以这一部分在本书中所占的内容最多,共有八章。每章中分别简述了应用 *da Vinci* 和 ZEUS 系统进行胆囊切除术、Nissen 胃底折叠术、胃手术、胰腺手术、治疗肥胖的手术和结肠手术等的技术与经验。最后一章中展示了远程机器人不仅可以作为助手,甚至可以作为手术者进行手术。

第六篇 远程机器人辅助泌尿外科

泌尿外科专家已经开始应用远程机器人进行肾切除术,尤其是前列腺癌根治术。本部分中的两章中详述了应用 *da Vinci* 系统进行供体肾切除术和前列腺癌根治术的大量经验。

第七篇 远程机器人,远程医学和远程指导

在最后一部分中,探索了电视广播视频信号在外科手术训练和教学方面的新应用,试图用新技术解决阻碍微创外科发展的问题。第二十九章回顾了不同社会和政府组织发布的准则,即开展腹腔镜临床外科工作需要的准入资格及证书。本章中还提到了与机器人及远程机器人外科的准入制度相适应的一套系统。第三十章介绍了远程医学是如何远距离地传播新信息,以实现资源共享。当前大学教育的模式要求我们重新思考如何搞好 21 世纪的教育。在下一章中,提到了从主要的大学到远在第三世界国

家的学校远程教育的早期经验。本章提供的方法可以把熟练专家在微创技术方面的成熟经验传递给远方的腹腔镜初学者。在最后一章中,我们报道了几所大学按外科住院医师培训计划使用该系统对住院医师进行培训的经验。所有这些显示了使用机器人外科系统和模拟外科手术系统在信息传递和处理方面具有难以置信的潜力。

《机器人和远程机器人外科精要》一书尝试提供技术方法,在欧洲、美国及泛太平洋地区,在临床工作中解决技术上的以及由资源匮乏引起的阻碍腹腔镜微创手术继续发展的问題。我们提出了新的方法来克服诸如二维成像、器械运动受限或动作被放大,以及与传统腹腔镜相关的较差的工效学因素所造成的限制。我们相信,利用现有技术,通过三维成像系统、电子与计算机集成手术室、仿真手术系统和机器人外科手术系统等,可以找到克服这些限制性因素的方法。通过回顾当前在心胸外科、普通外科、小儿外科、泌尿外科实施机器人和远程机器人技术的临床成果,我们更加坚定了这种信念。我们认为,仿真模拟系统和远程医学可以弥补资源上的匮乏,在一些偏远的和没有开展腹腔镜工作的地区,这种资源匮乏阻碍了微创技术的传播。机器人外科系统为 21 世纪的信息传递和手术室一体化提供了范例。最后,我们认识到仿真手术操作系统为安全地训练外科医生提供了有效的方法,远程医学、远程机器人及仿真系统因为与其相关的计算机技术的迅猛发展而发展。虽然我们知道这本书的内容很快就需要更新,但我们仍然把这本书作为对新时期外科发展的一个范例,简述奉献给大家。

Garth H. Ballantyne

Jacques Marescaux

Pier Cristoforo Giulianotti

机器人外科概述	1
第一篇 腹腔镜外科局限性的解决方法	
第一章 三维成像系统	7
第二章 腹腔镜器械工效学的缺陷:机械化和智能化的解决方法	12
第三章 电气化计算机集成手术室	21
第四章 外科仿真手术	26
第二篇 手术机器人与远程机器人导论	
第五章 AESOP :声控持镜手	35
第六章 EndoAssist 内镜持镜手	41
第七章 图宾根小组关于手术机器人、单术者手术及手动操纵器的研究	48
第八章 da Vinci 远程机器人外科手术系统	56
第九章 ZEUS 远程机器人外科手术系统	60
第十章 计算机增强设备:下一代外科机器人	65
第十一章 SOCRATES :远程机器人及远程指导	77
第十二章 临床应用机器人的费用问题	84
第三篇 AESOP 外科手术体验:声控持镜手	
第十三章 使用机器人持镜手的腹腔镜结肠切除术	89
第十四章 AESOP 辅助腹腔镜前列腺切除术	95
第十五章 AESOP 辅助泌尿外科腹腔镜手术	101
第四篇 远程机器人辅助胸心外科	
第十六章 远程机器人辅助内乳动脉移植冠状动脉旁路术	109
第十七章 远程机器人辅助心脏瓣膜手术	115
第十八章 远程机器人辅助胸外科手术	121
第五篇 远程机器人辅助胃肠外科	
第十九章 机器人辅助腹腔镜胆囊切除术	131
第二十章 远程机器人辅助抗反流手术: Nissen 胃底折叠术	135
第二十一章 远程机器人辅助胃手术	142
第二十二章 微创和机器人辅助胰腺外科	149

第二十三章	机器人辅助减肥手术·····	157
第二十四章	远程机器人腹腔镜结直肠手术·····	163
第二十五章	远程机器人辅助小儿外科·····	172
第二十六章	远程机器人辅助外科手术·····	179

第六篇 远程机器人辅助泌尿外科

第二十七章	机器人辅助供体肾切除·····	189
第二十八章	远程机器人辅助前列腺切除·····	195

第七篇 远程机器人,远程医学和远程指导

第二十九章	远程机器人手术资格认定·····	203
第三十章	虚拟大学:远程医学和远程顾问·····	208
第三十一章	第三世界国家的远程外科指导·····	213
第三十二章	虚拟系统在外科住院医师培训模拟中的应用·····	225

机器人外科概述

Richard M. Satava

首例远程外科手术至今有 10 年了^[1],而首次对病人实施远程机器人外科手术只有 5 年^[2]。影像介入外科历史要长一些^[3],并已经成为一种外科治疗手段,而目前机器人外科只是刚刚开始展现它的潜力。有许多潜移默化的改进和提高使相关科学得到了进一步发展。认清机器人外科的基本概念和发展潜力以及将来它在外科中所处的绝对核心的地位是很重要的。机器人外科学和腹腔镜外科学一样,并不是一种过渡技术^[4,5],而是预示着腹腔镜外科时代的开始。

很多学者写信询问机器人的分类情况^[6,7],但这些分类从根本意义上讲并不一定恰当。关键问题是机器人系统(以及其他类似的系统)将会怎样从根本上改变外科学的未来。

作为较为完善的现代机器人系统,达·芬奇(*da Vinci*,图 1-1)和宙斯(*ZEUS*,图 1-2)系统可作为现代远程机器人外科系统的范例,两者均通过了许多特别而严格的检验,获得了美国食品与药品管理局(FDA)的认可并取得了合法地位。现在还有许多类似的系统,如 LaproTec,但其仍需要通过检验并继续完善。

当今外科机器人技术包含了具有 7 种自由度的操纵装置,可以用来操纵外科器械。这种器械是为微创手术设计的,就像腹腔镜手术中使用的器械。需要强调的是,尽管看起来这种器械好像是为腹腔镜外科特别准备的,它们也能够开腹手术中通过大切口使用,因为这种器械不存在“支撑点”的问题,不像腹腔镜那样在手术中必需借助在腹壁上的戳孔作为支点。这样,机器人系统的使用在开腹手术和腹腔镜手术中没有什么区别。

尽管腹腔镜器械粗大而笨重,然而机器人系统中放入手术野中的机械手柄利用了人类手指的灵敏度,可产生适当的外力和活动范围。另外,几

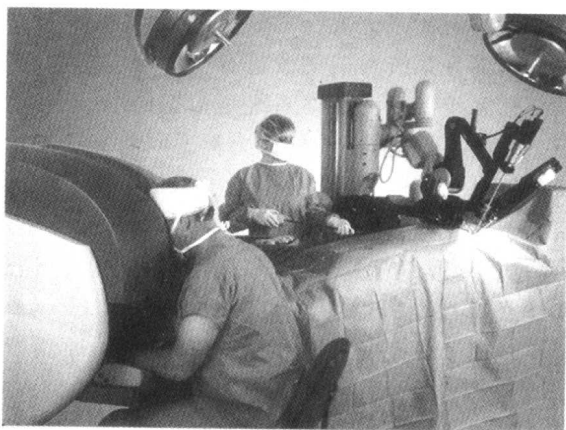


图 1-1 达·芬奇(*da Vinci*)外科机器人手术系统 (Courtesy of Fred Moll, MD, Intuitive Surgical, Inc., Menlo Park, Calif.)

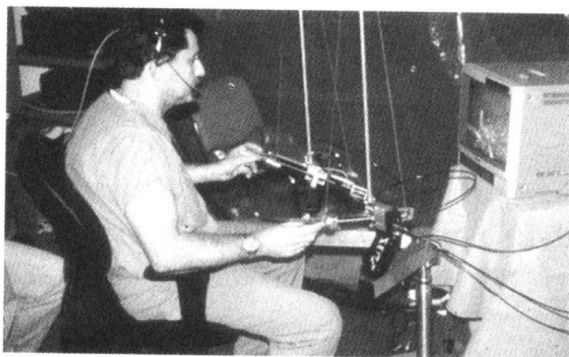


图 1-2 宙斯(*ZEUS*)外科机器人手术系统 (Courtesy of Yulun Wang, PhD, Computer Motion, Galeta, Calif.)

乎所有机器人外科操纵系统中,操纵者都使用手指、手以及腕部操作,而普通腹腔镜手术主要用腕部、前臂和肩关节的运动来操纵。这样就使机器人系统更加精确和灵活,因为手指、手以及腕部动作有 25°以上的自由空间,腕部、前臂和肩关节只有 8°的自由空间。人类的手是用来进行精确和灵巧动作的,而臂和肩常常用来进行力量性动作。

因而,机械性的腹腔镜器械笨重、精确度差,其性能使术者只能用手和前臂进行直线运动,而机器人的机械手精确、灵巧,可以通过电子系统进行操作,突破人类自身的一些限制,提高或扩展手术者的能力。此外,解决腹腔镜器械中存在的触觉障碍问题是相当困难的,而后面我们将讨论除了人的自然感官之外的机器人系统所固有的感知系统。迄今为止,还没有机器人系统不能胜任的腹腔镜手术,而许多已有的机器人手术用普通腹腔镜技术却无法来完成。

机器人系统目前的改进有受力反馈系统和触觉感知系统。受力反馈系统是根据操纵器械时作用于手指、手和前臂的压力感觉不同而实现的;相反,触觉感知系统则根据作用于手指、手及手掌的精细感觉,通过精细受力情况的传输来区分质地(通过震动区别粗糙、光滑)和表面光滑程度(通过切线或垂直方向的力量不同)等。MacFarlane等^[8]建立了一个传输放大受力反馈仪器原型,可以应用到当今的外科机器人系统中(图1-3)。同时,Pawluk等^[9]设计了一种比较精细的触觉感知系统。目前,还没有报道能够为机械手末端的操作柄增加额外的活动度(如肘关节一样)。在现有的腹腔镜手术系统中,可以提供类似“腕关节”的功能,但目前还不清楚在腹腔镜微创手术中,拥有类似“肘关节”的功能是否会有更多的好处。

对机器人系统其他的改进,提高了系统的精确性、灵巧性及感知程度,而这可能是人类及普通腹腔镜所达不到的。Charles等发明了灵巧型微型机器人外科系统,对机器人外科手术治疗眼科视网膜疾病^[10]提出了三种改进(图1-4):①跟踪眼球的迅速扫视运动(200 r/min),使监视器上视网膜的图像非常稳定;②滤除颤动(8~14 Hz),使手的运动非常稳定;③把手的运动缩小至100:1,即手的1 mm的运动只相当于10 μm那样精确。这样,医生在进行视网膜手术时,可以用10 μm的精确度来操纵激光刀,是人类精确度极限的20倍。许多研究发现,使用感觉转换装置可以用声音来代替感觉的变化。Karron和Bucholz^[11]发明了一套实验系统,用以监视从器械末端至靶器官的远近。当器械靠近目标时,声音的强度和频率都增加了,这样就对外科医生的器械距离目标的远近给出了以声音为代表的反馈。



图1-3 改进后的具有感觉功能的腹腔镜器械,在监视器上展示手术操作(Courtesy of Blake Hanaford, PhD, Department of Mechanical Engineering, University of Washington, Seattle, Wash.)

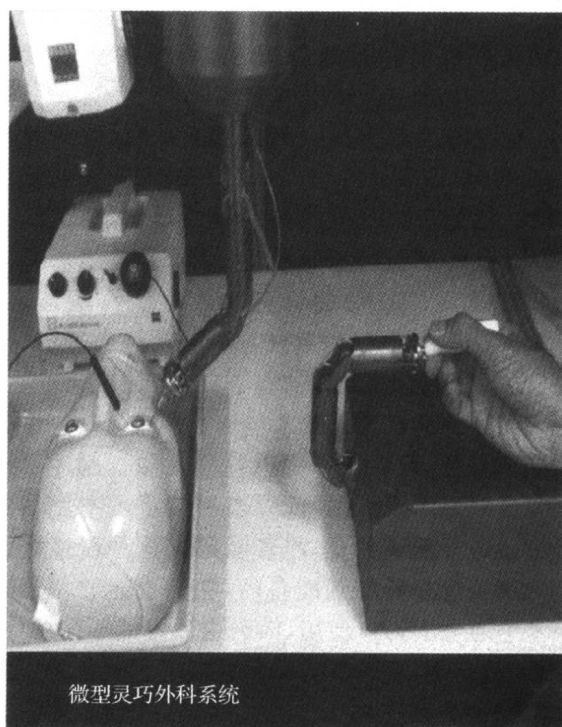


图1-4 灵巧型微型机器人系统,扩大了人的能力(Courtesy of Steve Charles, MD, Microdexterity Surgical Systems, Inc., Memphis, Tenn.)

虽然除了机械活动和电凝能力方面的改进外,现在对机械手末端还没有其他改进,但这只是个时间问题。诊断方面的改进包括如热成像、超级光谱分析(如动脉血氧饱和仪)、超声诊断等,治疗方面的改进包括超声刀、切割闭合器、高强度聚能超声刀以及冷冻消融等。除了现有功能的延伸,现有系统不存在的新功能也将会被开发出来。比较受关注的是具有某些特定功能的自动化器械的研制,如原位打结器和吻合器等。

目前的系统功能主要用于肉眼或毫米水平;但是,机器人系统在其他领域已经开始执行微观或亚微观水平的工作,将会赋予外科医生在细胞或细胞内进行手术的能力,这将是完全不同视野下的手术。最近,还有一些机器人系统可以控制 10^{-15} 秒的激光,这样就可以在细胞膜上打孔,向细胞内注射基因或分子物质而不损伤细胞本身^[12]。在这些操作中,外科手术已经不再导致机体解剖学的变化,而是引起机体分子生物学水平的改变,涉及分子生物学外科^[13]。因此,在外科医生常规行分子生物学水平的手术时,这种系统已经与今天的大不相同了。

为了能充分认识机器人外科的这些不同的潜能,必须从完全不同的角度理解机器人外科。直到最近,机器人系统仍被认为是机械的和由计算机控制的仪器,这种观点是不对的。机器人不同于机器,它是一种信息系统,有手臂及操纵者,就像计算机断层扫描(CT)和磁共振成像(MRI)也不只是成像装置,而是信息系统。这种认识的重要性在于把信息系统与整个外科联系在一起,为了更好地理解机器人系统的核心地位以及信息系统与外科一体化的重要性,可以用“未来手术室”的设想来说明这个重要的认识。

将来,病人会被放在“智能担架”上送进手术准备室,这种担架能够记录下一些重要的数据,并对病人实施麻醉。在这里,还能对整个身体进行扫描,提供完整的人体影像学资料。病人随后被彻底消毒并送进无菌手术室。由于手术间受计算机控制,里面一般没有人。在手术室的担架上有机器人系统的控制台,病人的所有信息都可以与外面的机器人外科系统共享。在手术室用一个自动器械传递装置(就像今天工业上常用的)代替器械护士,用自动取出装置代替了巡回护士。外科

医生可以控制很多机械手,器械可以自动更换,手术需要的缝线、纱布等可以自动分发。每当需要更换器械或敷料用完时,只需发出以下指令:病人已付费,手术室需要更换新的器械或敷料,并购得新的器械或敷料。这些动作只需 50 ms 便可完成。因为手术室和中心消毒室通常建在一起,将大大减少人员的使用。通过在每个手术间内取消器械护士及巡回护士,用一名负责监督的护士(或技师)安全地巡视 2 个手术间,可以将人员从 6 名减至 1 名(人员费用减少 85%)。将机器人系统和信息系统与手术室一体化可以获得其他的好处,如机器人的每一个动作都在监视下并有连续记录,使手术质量得到了保证,可以及时发现并减少失误,提高了手术的安全性。

不管未来手术室是不是真的会演变为上面描述的样子(不一定完全变成那种样子),机器人手术系统还是有很多可能被认识到的潜能。在病人完成了手术前的全身检查并准备进入手术室时,外科医生可以通过模拟练习“预演手术”。外科将成为高风险、高技术的职业(可以与专业的体育明星、交响乐队等相比),并且在“演出”前不需要练习。外科医生可以坐在控制台前观看术前的扫描,针对病人特殊的影像学资料进行手术的演练(就像军事演习,在真正的行动前进行多次预演已达到最好的效果)。目前,外科仍然处于工业化年代(就像用打字机代替了文字抄写),但在遥远的未来,将会通过病人的影像学资料演练手术,“编辑”手术过程直至整个过程完美无缺(将错误剪辑掉)。最后,在外科医生对整个手术过程的监督下,机器人系统执行“手术操作”指令并成功地进行手术(就像将文件编辑好后,执行打印指令一样)。

把这些想法作为本书序言的目的,就是为了鼓励读者用欣赏的、充满洞察力的眼光来看待机器人外科系统。机器人系统与传统手术是完全不同的,不仅突破了人类体能的限制,而且机器人系统一体化的思路,改善了从手术前准备到手术后护理的外科系统。

最后提出的问题是使用机器人系统可能产生的道德伦理方面的问题。这会改变医患关系吗?尽管这种改变没有立即发生明显的变化,但由于现有的系统仅有外科医生在特定的医院和手术室

进行,医生会诊将会由远程外科来代替。如果发生了并发症,是机器人系统的错误吗?尽管有这种可能性,但是几率非常低。机器人系统建立了冗余纠错系统(强制性建立的硬件和软件系统,具有安全失败处理机制):如果某一部分出现了问题,系统可以慢慢地补偿一个低水平的操作带来的问题,而对突发的不稳定动作或停止操作则无能为力。在外科医生的动作和机器人系统的安全设置发生冲突时,会发生什么事情?很明确,外科

医生应该负有责任,因为机器人系统将会遵从预先设计好的指令。

当腹腔镜外科把外科医生引入了全新的微创外科观念——机器人外科后,会带给病人很多潜在的好处。对合法性、效率和病人的安全性进行评估后,再选择一种更好的手术方法是必要的。这样,选择具有以上能力的机器人外科系统将会改善病人的治疗效果。

参 考 文 献

1. Green PS, Hill JH, Satava RM. Telepresence: dextrous procedures in a virtual operating field. *Surg Endosc* 1991;57:192(abst).
2. Himpens J, Leman G, Cardiere GB. Telesurgical laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 1998;12:1091.
3. Smith KR, Frank KJ, Bucholz RD. The NeuroStation—a highly accurate, minimally invasive solution to frameless stereotactic neurosurgery. *Comput Med Imaging Graph* 1994;18:247–256.
4. Satava RM. Transitioning to the future. *J Am Coll Surg* 1998;6:691–692.
5. Satava RM, Jones SB. Laparoscopic surgery and the transition to the future of surgery. *Urol Clin N Am* 1997;25(1):93–102.
6. Sheridan TB. Defining our terms. *Presence Teleoper Virtual Environ* 1992;1:272–274.
7. Satava RM, Simon IB. Teleoperation, telerobotics, and telepresence in surgery. *Endosc Surg Allied Technol* 1993;1:151–153.
8. MacFarlane M, Rosen J, Hannaford B, et al. Force feedback grasper helps restore the sense of touch in minimally invasive surgery. *J Gastroint Surg* 1999;3:278–285.
9. Pawluk DTV, Son JS, Wellman PS, et al. A distributed pressure sensor for biomechanical measurements. *J Biomech Eng* 1998; Available at: <http://hrl.harvard.edu/hrls/reports.html>.
10. Das H, Ohm T, Boswell C, et al. Telerobotics for microsurgery. *Proceedings of the 1996 IEEE Engineering in Medicine and Biology 18th Annual International Conference, October-November, 1996*. Amsterdam, The Netherlands. Available at: <http://robotics.jpl.nasa.gov/tasks/rams/ramspub.html>.
11. Karron DB, Bucholz RD. Evaluation of tactical audio technology for intraoperative neurosurgical instrument navigation. Available at: http://www.casi.net/D.TADs/D.CASI-SLU_protocol/casi-slu-protocol.htm.
12. Tirlapur UK, Konig K. Femtosecond near-infrared laser pulses as a versatile non-invasive tool for intra-tissue nanoprocessing in plants without compromising viability. *Plant J* 2002;31:365–374.
13. Satava RM, Wolff R. Disruptive visions: biosurgery. *Surg Endosc* 2003; 17:1833–1836.

第一篇 腹腔镜外科局限性的解决方法

第一章 三维成像系统

Desmond H. Birkett

首例腹腔镜手术是1901年由Georg Kelling实施的^[1],他对狗进行手术以观察气腹对小肠的影响,使用了Nitze膀胱镜^[2]观察腹腔。1910年, Jacobaeus首次为病人实施了腹腔镜手术^[3]。Kelling^[4]也报告了腹腔镜在病人中的使用。这一时期,观察腹腔只能通过膀胱镜,图像清晰度很差。重要的改变始自1950年“冷光源”的引入,提供了明亮的光线同时明显改善了观察效果^[5]。1953年, Hopkins^[6]发明了长杆状透镜并且含气体量很少,玻璃内部气体的减少明显改善了腹腔镜的光线传输能力,提供了充满自然色彩的清晰、明亮和真实的图像。

腹腔镜的第二项重要的改变是1985年引入的CCD微型摄像机。这种重量轻、低亮度的摄像机可以将腹腔图像投射到监视器上,整个手术组都可以观察到腹腔的情况和手术过程。1985年, Erich Muhe^[7]首次完成了腹腔镜胆囊切除术。不幸的是,这种创新的术式并没有得到德国外科医生们的支持并获得推广。直到2年后的1987年,随着Philippe Mouret^[8]在法国里昂报道了腹腔镜胆囊切除术后,才引起世界范围内的关注。这样,腹腔镜作为临床治疗手段的历史开始了。

1987年以来,腹腔镜的应用迅猛发展,不仅普通外科,其他外科的微创手术也得到了发展,这是微型摄像机在腹腔镜中的使用所带来的改变。这种摄像机把腹腔的信号以电子形式重建并投射到监视器上,还原出高质量、放大的术野二维图像。这种成像技术仍有许多固有的缺陷:视野太窄小并有经过隧道的感觉,照亮视野的光线为直射光源而没有来自侧方的自然光线,二维图像缺乏距离感。我们看照片、电影、电视时,可以根据我们的生活经验来估计距离,而二维摄像机所得到的想像中的距离感与我们需要的实际情况是不

同的。

正常的视野

人类用距离感确定物体的位置范围约在面前18英尺(5.50 m)至距离两眼约6 cm的地方。这就是说,观看物体时要用两个不同的角度,这称为立体视觉。眼睛的居中与分开是根据观察物的距离不同而决定的。三维立体感的判断是由视差产生的。用这种距离测量方法产生双眼的或三维的图像,物体的位置就可以确定了。手术也是通过同样产生的距离/位置感来进行的。

用单眼或二维图像判断距离感是困难的,很多测距方法用于补偿这种距离感的缺失。在二维图像中,我们需要补偿较三维图像中缺少的视觉感受,通过用光和影、已知物体的尺寸、物体在体内的位置、结构的坡度、透视角度以及运动的视差等来估计。但在二维图像手术中,所有这些补偿都不能完全替代三维图像距离感的缺失。

还有判断深度的一个更重要的方法,即学习三维技术。这是根据以前的经验对已知结构的相对大小和已知的结构的正常关系,特别是通过不断地练习而重建出的距离感。这就是为什么外科医生要学习三维技术,以便在二维腹腔镜手术中更满意地实施手术。

当前的成像系统

目前使用的腹腔镜摄像机仅能提供二维图像,因为缺少距离感,使手术更加困难。在实施手术前,外科医生需要感觉并掌握器械尖端与组织结构的关系,用以补偿二维图像距离感的缺失。操纵者在二维图像环境中的操作得益于目前腹腔镜器械为直线型而没有弯曲,且移动速度较常规开腹手术中的传统器械要慢得多。