

◆ 主 编 裴国献 郭 刚

现代 微创骨科学



XIANDAI
WEICHUANG
GUKEXUE



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

现代微创骨科学

XIANDAI WEICHUANG GUKEXUE

主 编	裴国献	郭 刚		
副 主 编	池永龙	陈 滨	李 旭	任高宏
主编助理	陈灵昊			
编 者	裴国献	郭 刚	池永龙	陈 滨
	李 旭	任高宏	朱立军	金 丹
	陈灵昊	相大勇	魏宽海	张远志
	秦 煜	汪群立	陈国奋	吕国华
	王 冰	杜 浩	张晓强	

 人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

现代微创骨科学/裴国献,郭刚主编. —北京:人民军医出版社,2008.9
ISBN 978-7-5091-1951-8

I. 现… II. ①裴②郭… III. 骨科学—显微外科手术 IV. R68

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 100228 号

策划编辑:张怡泓 文字编辑:余满松 责任审读:黄栩兵
出版人:齐学进

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店
通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927270;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300—8026

网址:www.pmmp.com.cn

印刷:三河市春园印刷有限公司 装订:春园装订厂

开本:850mm×1168mm 1/16

印张:46.75 字数:1243 千字

版、印次:2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001~3500

定价:248.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

内 容 提 要

本书由有丰富经验的微创骨科专家集体编写。在全面总结临床手术经验的基础上,荟萃国内外最新学术动态和研究信息,对上肢、下肢、脊柱各类微创手术进行了详尽系统的论述,着重介绍各种手术的适应证、禁忌证、器械选用、手术方法、注意事项和并发症处理,并对不同手术方法的优缺点进行对比评价。随文配有 500 余幅精美插图,是各级骨科医师学习和开展微创手术的重要指导用书。

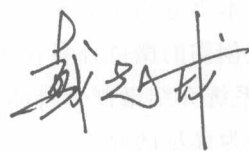
序

微创治疗采用对全身和局部尽可能小的创伤,达到安全治愈疾病的目的。相对于传统手术,微创治疗更加注意对病损周围组织与环境的保护,并使全身反应最小化,从而减少并发症,缩短康复时间,减轻病人痛苦和经济负担。微创理念与技术在 20 世纪中后期得到理工科技发展的支持而显著提高了可行性,形成了骨科治疗微创化、个体化、智能化的发展特征。

近代微创理念的突破与发展,得益于 20 世纪中后期关节镜的问世和各种影像技术的进步,随后又与导航技术、机器人技术、信息技术密切联系起来。这使各级骨科医师都面临着了解、熟悉、掌握新知识、新技术,赶上新形势的严峻挑战。在微创技术为骨科治疗带来许多进步的同时,也带来了许多新问题。各种微创手术可使病人更安全地接受高精度、低创伤的手术,但也可能由于手术者没有熟练掌握新技术,或新的设备还存在着缺陷,而给病人带来伤害。由裴国献教授主编的《现代微创骨科学》一书,为骨科工作者学习、掌握骨科微创技术提供了系统的理论与操作技术,为推进我国骨科微创技术的发展作出了有益的贡献。

与传统手术相同的是,微创手术在取得高新设备与技术支持的条件下,手术质量仍将取决于手术者高度的责任心和精确、细致、认真的工作态度。

上海交通大学医学院九院临床医学院院长
中国工程院院士、骨科教授、主任医师



二〇〇八年三月一日

前 言

医学的进步总是与科技进步息息相关的,近代工业文明孕育了无菌术、抗生素、影像技术、激光技术、电脑智能技术、纳米材料等高新科技,为现代微创骨科技术(Minimally Invasive Orthopaedic surgery, MIOS)的迅速发展铺平了道路。21 世纪外科发展的新趋势是微创化、智能化、显微化与精确化,微创化是外科发展的必然,以最小的侵袭和最小的生理干扰达到最佳的外科疗效是外科医师追求的最终目标,是“一切为了病人”的诊治理念的具体体现。

微创骨科并不是单以切口大小来界定的,外科医师必须首先完成充分、确切的手术操作,然后才考虑如何改进手术入路和手术器械,减少组织损伤、减少失血、缩短住院时间以及加快康复过程。脊柱、关节以及四肢的 MIOS 技术,都是富有经验的骨科医师借助器械改进才完成的骨科技术,在临床应用中取得了较好的疗效。所以,小切口不是“噱头”,而应是外科发展的必然趋势。让我们回顾 2500 年前 Hippocrates 的医学誓言:“首先,不要伤害!”关节镜外科彻底改变了传统的关节外科,计算机辅助的骨科微创技术也将对骨科带来革命性的变化。

微创技术是 21 世纪外科技术的升华,近年来在骨科领域不断得到创新、发展,应用日益广泛,但目前国内外相关的学术参考书籍较少,国内有几本关于脊柱和关节镜等领域的专著和译著,为推动国内 MIOS 的发展,我国较早从事微创骨科的著名骨科及显微外科专家裴国献教授组织十余位在这一领域有经验的专家及热衷于微创技术、高学历、知识新、大多经国外培训的中青年医师,对 MIOS 近年来的发展进行了全面的综合和阐述,形成了目前国内外惟一的涵盖微创骨科各个专业的学术专著。

本书分为关节镜介导的微创骨科、微创人工关节置换及翻修技术、微创脊柱外科技术、四肢与骨盆创伤的微创外科技术和高新技术介导的微创骨科技术等五篇,共 33 章,约 120 万字,力求全面、系统介绍微创骨科的发展历史、现状、存在的问题与展望,并对新的微创骨科理论及操作技术进行较为详尽的介绍。重点介绍近年国内外开展的在关节镜下进行的骨科疾患的微创治疗、四肢骨折的微创治疗、微创脊柱和关节外科以及计算机辅助的微创骨科等领域的发展、现状与具体操作方法。

本书以各级临床骨科医师、研究生和骨科护理麻醉人员为读者对象,编者努力将理论与实际操作技术的介绍有机结合,体现实用性和前瞻性,并为骨科教学和科研人员提供参考。

南方医科大学南方医院骨科主任 裴国献
教授、主任医师、博士生导师

二〇〇七年五月十日

目 录

绪论	(1)
----	-----

第一篇 关节镜介导的微创骨科技术

第 1 章 肩关节镜技术	(11)	第一节 概述	(32)
第一节 肩关节镜诊断性检查技术	(11)	第二节 膝关节微创骨科手术	(33)
第二节 肩关节镜治疗技术	(13)	第三节 激光在膝关节外科的应用	(48)
第 2 章 肘、腕关节镜技术	(26)	第 4 章 髌、踝关节镜技术	(51)
第一节 肘关节镜	(26)	第一节 踝关节镜技术	(51)
第二节 腕关节镜	(27)	第二节 髌关节镜技术	(61)
第 3 章 膝关节镜技术	(32)		

第二篇 微创人工关节置换及翻修技术

第 5 章 微创人工全髋关节置换术	(71)	第二节 MIS-TKA 手术	(95)
第一节 术前计划	(71)	第 7 章 微创全膝关节翻修技术	(109)
第二节 手术技术	(73)	第一节 病例资料	(110)
第 6 章 微创全膝关节置换技术	(85)	第二节 MIS-RTKA 技术的关键因素	(111)
第一节 手术入路	(85)		

第三篇 微创脊柱外科技术

第 8 章 椎间盘突出症微创治疗技术	(117)	第八节 内镜下显微椎间盘切除术	(129)
第一节 髓核化学溶解术	(117)	第九节 采用 YESS 行选择性椎间盘切除术	(133)
第二节 经皮椎间盘切除术	(118)	第 9 章 经皮微创脊柱内固定技术	(140)
第三节 经皮激光椎间盘切除技术	(119)	第一节 应用解剖	(140)
第四节 射频技术用于疼痛处理	(120)	第二节 经皮前路 C _{1,2} 关节突螺钉内固定术	(154)
第五节 经皮内镜下胸椎椎间盘切除术	(123)	第三节 经皮后路 C _{1,2} 关节突螺钉内固定术	(166)
第六节 后路内镜辅助下腰椎间盘切除术	(125)	第四节 经皮齿突螺钉内固定术	(178)
第七节 内镜下颈椎间盘切除及激光热疗椎间盘成形术	(127)	第五节 经皮颈椎椎弓根螺钉内固定术	(187)

第六节 经皮胸腰椎骨折椎弓根螺钉 内固定术..... (197)	第四节 MED 颈前路减压植骨内固 定术..... (324)
第 10 章 胸腔镜微创脊柱内固定技术 (215)	第五节 内镜下颈后路微创技术..... (332)
第一节 应用解剖..... (215)	第六节 内镜下腰椎滑脱症复位、 融合内固定技术..... (338)
第二节 VATS/EMI-VATS 技术 概论..... (218)	第七节 椎间盘镜 METRx 下腰椎 间盘突出摘除技术..... (355)
第三节 VATS/EMI-VATS 胸椎结核 病灶清除植骨融合术..... (232)	第 13 章 颈椎病微创外科治疗技术 ... (370)
第四节 VATS/EMI-VATS 胸椎侧 弯松解矫正内固定术..... (241)	第一节 经皮颈椎间盘切除术..... (370)
第五节 VATS/EMI-VATS 胸椎骨 折减压植骨内固定术..... (255)	第二节 颈椎前路显微手术..... (372)
第六节 VATS/EMI-VATS 胸椎间 盘摘除术..... (266)	第三节 内镜下颈椎前路手术..... (379)
第 11 章 腹腔镜微创脊柱外科技术 ... (275)	第四节 颈椎后路显微外科技术..... (386)
第一节 应用解剖..... (275)	第五节 内镜下颈椎后路微创技术 (392)
第二节 腹腔镜下腰椎间融合技术 (277)	第 14 章 内镜技术在脊柱肿瘤外科的 应用 (403)
第三节 腹腔镜下腰椎结核前路手术 技术..... (286)	第一节 概述..... (403)
第四节 腹腔镜下腰椎骨折手术技术 (293)	第二节 胸腔镜在脊柱肿瘤外科中的 应用..... (404)
第 12 章 内镜微创脊柱外科技术 (301)	第三节 腹腔镜下脊柱肿瘤手术..... (408)
第一节 应用解剖..... (302)	第四节 联合应用胸、腹腔镜的脊柱 肿瘤外科技术..... (411)
第二节 内镜下经颈动脉三角前路 C ₁₋₂ 微创技术 (308)	第 15 章 椎体成形术和脊柱后凸成形术 (415)
第三节 齿突骨折内镜下微创技术	第一节 脊柱后凸成形术..... (415)
	第二节 经皮椎体成形术(PVP)..... (420)

第四篇 四肢与骨盆创伤的微创外科技术

第 16 章 上肢骨折与手外科的微创治疗 技术 (427)	入路股骨骨折治疗技术 (506)
第一节 肱骨干骨折的微创治疗..... (427)	第一节 伽马钉的临床应用..... (506)
第二节 尺、桡骨干骨折的微创治疗 (436)	第二节 PFN 系统的临床应用 (516)
第三节 手部骨折的微创治疗..... (440)	第 20 章 股骨近端髓内钉与中空骨 松质螺钉的应用 (528)
第 17 章 髋部入路股骨骨折治疗技术 (448)	第一节 股骨近端髓内钉的应用..... (528)
第 18 章 动力髌螺钉与动力髌螺钉经 皮置入治疗粗隆部骨折 (495)	第二节 中空骨松质螺钉的应用..... (539)
第 19 章 伽马钉治疗粗隆部骨折——髋部	第 21 章 膝部入路治疗技术 (543)
	第一节 股骨髁上髓内钉治疗骨折 (543)
	第二节 股骨远端微创固定系统..... (550)

第三节 髌骨骨折的微创治疗..... (556)	第 23 章 骨盆、髌臼骨折的微创治疗..... (611)
第 22 章 胫骨骨折微创治疗技术 (565)	第一节 骨盆骨折并发大出血的介入治疗..... (611)
第一节 髓内钉技术..... (565)	第二节 骨盆骨折经皮内固定..... (612)
第二节 微创固定系统 (LISS) 技术..... (581)	第三节 骨盆外固定支架..... (621)
第三节 微创钢板接骨术..... (587)	第四节 闭合复位经皮内固定治疗髌臼骨折..... (629)
第四节 胫骨干骨折的外固定架固定..... (588)	第 24 章 显微外科基本操作的微创技术..... (642)
第五节 胫骨平台骨折的外固定架固定..... (596)	第 25 章 骨科微创手术的护理 (646)
第六节 胫骨远端平台骨折外固定架固定术..... (601)	

第五篇 高新技术介导的微创骨科技术

第 26 章 计算机辅助导航技术在骨科的应用 (651)	第 29 章 StealthStation 神经导航系统..... (678)
第一节 计算机辅助导航技术发展历史..... (651)	第 30 章 组织工程与微创骨科 (687)
第二节 计算机辅助导航技术的分类..... (652)	第 31 章 基因治疗与微创骨科 (692)
第三节 计算机辅助导航技术的组成..... (658)	第 32 章 纳米技术与微创骨科 (698)
第四节 计算机辅助导航技术的工作原理..... (659)	第 33 章 数字骨科学与微创骨科 (702)
第 27 章 计算机辅助技术在骨科手术中的应用 (660)	第一节 数字骨科学的概念与理论基础..... (702)
第 28 章 VectorVision 骨科导航系统..... (667)	第二节 虚拟现实技术简介..... (703)
	第三节 数字化虚拟人体及其应用..... (709)
	第四节 虚拟现实技术与 21 世纪骨科发展..... (725)

绪 论

20 世纪 60 年代兴起的关节镜技术,被认为是骨科领域最早的微创技术。但直到 1985 年英国泌尿外科医生 Payne 和 Wickham 首次提出“微创外科(minimally invasive surgery, MIS)”的概念,1987 年法国医生 Mouret 成功施行了世界上首例腹腔镜胆囊微创切除术以后,“微创外科”才逐渐被广泛接受。目前微创外科还没有确切的定义,通常是指以最小的侵袭和最小的生理干扰达到最佳外科疗效的一种新的外科技术,它不是独立的新学科或新的分支学科,而是一种比现行的标准外科手术具有更小的手术切口、更佳的内环境稳定状态、更轻的全身反应、更少的瘢痕愈合、更短的恢复时间、更好的心理效应的手术。顾名思义,微创骨科则是微创外科技术在骨科领域中的应用。

近年来,随着科学技术的飞速发展和在医学领域中的日益广泛应用,特别是关节镜设备的完善和操作技术的不断成熟,内镜、腔镜设备与技术的不断发展,影像技术、计算机技术、虚拟技术研究的不断深入,组织工程技术、基因技术的诱人前景,以及人们对健康和美容的更高要求,促进和加速了以人为本的微创骨科的快速发展,微创骨科涉及的领域和手术种类不断拓展;同时,人们也开始用循证医学方法对微创技术在骨科中的应用进行科学总结,使一些骨科微创手术逐步走向成熟,成为定型手术。

一、骨折治疗观念的转变 与微创骨科的兴起

传统的骨折治疗由于强调解剖复位、坚强内固定和达到骨折一期愈合的生物力学观点,客观上使内固定承受更大的应力,导致内固定物失效的危险性更大;而临床实际应用中应力遮挡、局部血运破坏影响骨折愈合和钢板下骨

质疏松等并发症屡屡发生,引发了人们对传统骨折治疗观念的反思。近十年来,随着微创治疗观念的不断深入和骨生物学及生物力学的不断发展,骨折的固定原则和固定方法发生了重大的变革,从单纯强调骨折固定的机械稳定性向间接复位、生物学固定方式转变,强调微创外科技术的运用和保护骨折端局部血运的重要性,充分体现了骨折个体化治疗的理念。对长管状骨骨折的治疗,也由传统的解剖复位坚强固定转变为以维持长骨正常长度、不出现成角及旋转畸形、注意保护骨折局部血供的间接复位相对稳定的微创固定。通过施加牵引力间接复位,不剥离骨折部位的骨膜,尤其是不游离和复位粉碎性骨折块以免破坏其血运,行远离骨折端的固定。在内固定物的设计上,使其弹性模量接近骨骼,并采用生物降解材料或应力松弛钢板,以减少应力遮挡效应。在内固定物的选择上,注意生物固定与机械固定、髓内固定与髓外固定的结合,除关节附近或前臂骨折外,更多地采用对骨膜血运破坏较少的髓内钉,特别是带锁髓内钉或经皮钢板固定;与此同时,不断改进钢板的结构,减少钢板与骨骼的接触面积,以降低或防止局部发生骨质疏松。值得注意的是,骨科疾患的微创化手术治疗固然重要,但这与骨折的非手术治疗并不矛盾。骨折的手法治疗与手术治疗各有其适应证,而从微创化的角度来看,显然手法治疗更符合微创化的精神,除非手法过于粗暴。此外,随着微创治疗观念的逐步形成,骨科医师就会有意识地将医源性损伤降低到最低限度,尽量采用简便有效的方法治疗骨科伤病,使组织修复处于较理想的生物学环境中,以利于患者术后的功能恢复;客观上又进一步促进了骨折治疗观念的转变。

二、关节镜介导的微创骨科日益成熟

现代微创骨科发展最快的领域——关节镜外科,近年来得到了惊人的发展,受到了广泛的青睐。膝关节是全身发病率最高的关节,关节腔较大而表浅,因此膝关节镜的应用最早也最普遍。膝关节镜下半月板损伤的治疗、前后交叉韧带的重建已成为常规定型手术,镜下对关节软骨病灶的清理、打磨、微骨折的治疗等以及滑膜切除、关节粘连松解、胫骨髁间棘与胫骨平台骨折的复位以及骨折内固定的取出等都取得了较好的临床疗效,镜下操作可最大程度地减少手术创伤,简便易行。随着人们认识的深入和器械的更新,关节镜的种类不断增多,配套器械也不断完善,目前已由膝关节发展到肩、髋、肘、腕、踝及指(趾)等关节,对关节内疾病由以往的检查诊断,发展到镜下的手术治疗和功能重建,均取得了较理想的效果。关节镜技术不仅显著深化了人们对关节局部的活体结构、生理及病理的认识,拓展了关节疾患的诊疗范围,极大地提高了关节疾病的诊治水平;而且可通过很小的皮肤切口,在轻微的组织侵袭下进行,减少了手术创伤和并发症,明显缩短了治疗时间,降低了医疗费用。随着关节镜外科的快速发展,新的镜下手术器械、手术方法和新的内固定材料不断问世,关节镜的适应证范围也在不断扩大,以往需要切开关节直视下完成的手术,现在已经能够利用关节镜高质量、高水平地完成,甚至可以进行许多常规手术难以完成的操作,其中一些已经成为定型的手术。在关节镜技术日臻成熟的同时,激光、射频消融、聚焦超声等高新技术应用于关节镜手术中,可使镜下骨科手术进一步微创化,手术疗效进一步提高。

关节镜辅助下的微创骨科手术具有创伤小、出血少、恢复快、住院时间短等诸多优点,是一个很值得研究和应用的方向。高新技术应用于关节镜手术中,可使镜下手术进一步简化,对关节生理功能的干扰进一步减轻。但由于各关节的发病率和关节结构复杂程度不同,关节镜的应用程度各异;关节镜的复杂操作技术、昂贵的价格及其使用范围的局限性,限制了它的推广。

三、内镜辅助的微创骨科不断发展

应用内镜技术进行脊柱外科手术始于 20 世纪 80 年代,而 90 年代后,内镜辅助下的脊柱外科技术有了长足的进步。胸腔镜或腹腔镜辅助下椎间盘摘除、椎体成形术、椎弓根螺钉置入等,创伤小,疗效较满意。而将微创技术应用于显微外科,在内镜下处理皮瓣血管蒂和切取神经,可明显减少供区破坏、保持美观。

内镜辅助下的椎间盘突出症的微创治疗,具有切口小、出血少、恢复快等优点。该方法通过术前 X 线、CT、MRI 及术中 C 形臂 X 线机的准确定位,切口约 2cm,不广泛剥离椎旁肌,只咬除少量椎板下缘骨质即可完成椎板开窗,进行侧隐窝清理、扩大及髓核摘除术,在保证神经根充分减压的基础上,不干扰正常的脊柱的生物力学结构。胸腔镜辅助胸椎间盘切除、脊柱畸形的前路松解及矫形融合固定、脊柱骨折的前方减压和重建、胸椎病灶活检与清除、感染的清创引流等也是近年来兴起的微创治疗新技术。腹腔镜可经腹腔达到腰椎,也可通过后腹膜充气技术,将腹腔镜经腹膜后放至腰椎病灶处,然后用适配器械进行手术操作。采用这种技术不仅可以作经前路腰椎间盘摘除或腰椎病灶清除,还可施行腰段脊柱的融合手术,目前已为越来越多的人所接受。Hermantin 等将经非手术治疗无效、无椎管狭窄的 60 例腰椎间盘突出症患者随机分为 2 组,分别采用内镜辅助的微创椎间盘手术与常规手术摘除治疗,结果 2 组疗效相似,但前者可直视椎间盘突出的部位及受累的神根,患者术后应用止痛药的剂量大为减少,平均住院时间缩短,较早恢复正常工作。无论动物实验还是临床试验均表明经腹腔镜下的腰椎手术较经后腹膜腔入路手术创伤小,并发症少,手术操作较容易。经腹膜外内镜下置入椎体间融合器(Cage)是腰椎节段性不稳定及退变性椎间盘病变治疗方法中发展迅速且具较多优点的现代外科技术。McAfee 等采用这种技术从侧方放置 Cage 或骨皮质环治疗了 18 例腰椎疾病患者,术野显露清楚,操作简便,平均住院时间 2.9d,平均随访时间 24.3 个月,未发现 Cage 移位、假关节及明显下沉等并

发病。通常内镜辅助下的微创脊柱手术具有创伤小、恢复快等诸多优点,尽管其显露、治疗范围受到一定的限制,远期疗效有待进一步评估,而现阶段由于该技术对人员的要求高,加上设备昂贵,目前尚难以在临床上普遍推广应用,但不久的将来可望成为微创骨科的重要发展方向之一。

将内镜技术应用于显微外科,是减少供区破坏的有效手段。应用内镜技术切取皮瓣或处理皮瓣血管蒂,可以在不增加皮肤切口长度的情况下扩大皮瓣切取范围,延长血管蒂的切取长度,方便转移或移植。Hallock 等应用内镜技术切取游离股薄肌皮瓣,其瘢痕长平均为 11.84cm,明显短于开放手术的 27.73cm。近期的实验研究表明,采用内镜辅助可在血管腔内直视下切除静脉瓣以保证充分的回流,也可进一步发展为腔内除栓术,以改善血液流通情况。在采用膈神经移位治疗臂丛神经损伤时,可在胸腔镜直视下于近膈肌处切取全长膈神经,使其有足够的长度直接与受区神经吻合,缩短靶器官失神经的时间,促进移位膈神经功能的迅速恢复,以较小的创伤取得与开胸手术相同的疗效。

四、新的影像技术介导的微创骨科疗效不断提高

将生物技术与物理学原理、现代电子工程技术紧密结合,设计生产出的数字医学影像设备(如锥型束或电子束的螺旋多层扫描 CT、新一代的 MRI、全数字化彩超、数字化 X 线设备)、放疗与立体定向放射外科手术设备(如 X 刀、质子刀和重粒子刀)、高能超声治疗设备(如高强聚焦超声、超声止血设备)、电磁波热疗设备(如介入治疗、多电极射频和微波热凝治疗设备)等具有高度数字化、信息化、网络化的特点,这些设备具备更强的信息综合处理能力、更高的智能化工作水平、并能通过网络化、系统化使诊断、监护、治疗相结合,发挥出最佳效能,为微创技术在骨科领域的应用提供了强有力的手段,并将对未来微创骨科的临床实践和研究产生深远的影响。

经皮椎体成形术是一种在影像增强设备或

CT 监视下,利用微创技术将骨水泥等生物材料经皮及椎弓根注入椎体,以恢复椎体高度,防止椎体进一步塌陷和畸形,减轻患者疼痛并改善功能的新技术。该方法并发症少,安全有效,于 20 世纪 80 年代后期首先由法国医师采用,随着介入放射技术的发展,该项技术的应用日益广泛,目前欧美国家报道在治疗骨质疏松椎体压缩性骨折引起的疼痛和椎体肿瘤等方面已取得较理想的疗效,可大大提高患者的生存质量,骨痛范围减小,且骨痛减轻可持续较长时间。采用由激光定位系统、重建三维图像立体系统和机械手等组成的 CT Pinpoint 系统导引应用于肌肉骨骼穿刺活检,可即时自动显示介入活检的进针点和进针行径,提高活检的准确率,降低并发症,减少活检所需的时间。对合并盆腔血管损伤的严重骨盆骨折患者,采用微创介入治疗可有效控制盆腔血管出血,为抢救患者生命赢得宝贵的时间。刘晓光等报道的 CT 监测下经皮穿刺寰枢椎侧块关节植骨融合术,在局麻下操作,手术费用低,出血少,创伤小,术后第 1 天患者即可恢复术前的各项活动。作者认为该方法融合时间相对较短,融合率高,与其他方法相比具有明显的优越性。

应用经皮穿刺技术治疗脊柱疾病始于 20 世纪 60 年代。最初采用 X 线透视监测,利用蛋白酶注射治疗经非手术治疗无效的单纯性腰椎间盘突出症,但并发症较多,远期疗效受到质疑。70 年代后期,在此基础上加以改进,在病变的椎间盘内置入套管并通过套管用特制器械对髓核组织进行机械切割,使并发症有所降低。90 年代有人通过置入椎间盘的工作套管放入激光光导纤维,利用激光的能量使腰椎间盘突出症的髓核组织气(碳)化,降低了椎间盘内部的压力,减轻或解除对神经根的压迫,从而使椎间盘突出症的症状消失,达到治疗的目的。由于经皮技术创伤小、恢复快,不干扰椎管内的结构,并发症低,操作简单,疗效较满意,在临床上得到较广泛的应用。

五、计算机辅助的微创骨科发展迅速

近年来,计算机技术的迅速发展促进了可视化技术的进步,将物理学、电子技术、计算机

技术、材料学和精细加工等多种高科技手段结合,可将透视成像系统与影像导航结合,逐渐形成了外科导航系统。通过外科导航和远程手术系统,外科医师可以开展更加复杂的手术,甚至可以不直接接触患者,而是通过计算机控制的机器人进行远距离遥控手术。目前该技术已应用于骨科领域的脊柱外科手术、全髋与全膝关节置换术、股骨内固定手术、膝关节成形手术、骨盆截骨与内固定术等临床治疗中,使传统骨科手术理念前进了一大步。不仅缩小了手术切口,简化了手术操作,而且提高了手术精确度,减少手术并发症,缩短患者康复时间。

在脊柱的椎弓根钉置入时,采用借助 X 线片及 CT 横断扫描引导的传统手术方法对内固定装置放置的准确性较难把握。而手术导航系统则可对手术区附近的结构进行三维定向和定位,安全方便。Amiot 等采用手术导航系统辅助置入 $T_2 \sim S_1$ 椎弓根钉,准确固定者达 95% (278/294),明显优于采用传统方法的 85% (461/544),并且可以大大减少神经根的损伤,特别对颈椎采用椎弓根钉固定时,使用导航系统是较为安全的选择。DiGioia 等利用 HipNav 全髋置换手术导航系统,连续准确测量骨盆位置,实时跟踪术中移植物的位置与术前计划的对应关系,并将术中活动经过精确测量后及时反馈,避免由于置入错位引起的全髋关节置换术后的脱臼,确定和尽量增大安全范围,减少置入的股骨头和髌臼之间的磨损。在四肢骨折的治疗中,用计算机辅助手术导航系统引导插入交锁髓内钉远端的锁钉,可以减少误锁钉,提高手术质量。

计算机辅助设计与制造、医用机器人已成为当今生物医学工程领域的研究热点,并已在计算机辅助矫形外科、袖珍机器人、远程遥控手术以及微创外科手术器械更新等方面的研究取得卓有成效的结果,同时也为微创及经皮微创接骨技术提供了新的手段。在关节置换手术中,采用计算机辅助设计与制造技术,通过对关节三维 CT 图像的重建,准确定量地描述关节的几何形状,为患者预制的个体化人工髋关节已开始应用于临床。而肩、肘、腕、踝、鞍形假体以及特制肿瘤假体等也有应用于临床的报道。

应用于人工关节置换的 Robodoc 机器人系统已获美国 FDA 批准应用于临床。该系统术前通过软件 Orthodoc 建立相应尺寸和形状的假体模型,并与基于 CT 图像建立起的患者髋部三维虚拟模型进行配准。Robodoc 手术时通过计算机控制股骨断面的切割,并调整假体的位置和方向,可以纠正一些潜在的人为错误,提高股骨与假体吻合的精确度,防止术中发生股骨骨折。利用体腔中黏液在运动过程中形成的摩擦力作为动力的无创全向蠕动的微型诊疗机器人,能够取代传统的医用内镜,携带微型诊疗器械进入体腔,完成体腔内观察诊断和微创手术操作。而更先进的纳米机器人一旦研制成功,装上特殊的传感器和手术刀,可以完成通常医师难以完成的微型手术,甚至直接进入被污染的组织中清除污染物等,达到真正意义上的微创治疗。尽管目前机器人系统用途单一,但利用机器人辅助导航和手术系统可以实现手术模拟与导航,以较小的创伤获得较高的手术成功率,比外科医师实施的传统手术更为轻松和准确,具有良好的发展前景。

六、虚拟技术介导的微创骨科初露端倪

在影像学检查的基础上,通过术前虚拟手术设计、模拟手术操作;术中精确定位、滤过手术者手指颤动和对运动器官进行移动追踪;术后进行疗效评估,使骨科医师从繁重的体力和脑力劳动中解放出来,在大大提高了手术安全性的同时,创造出高质量、高精度手术,并为不同的患者提供个性化的治疗,甚至可以突破传统手术的禁区,帮助开展以前不能做的高难度手术;或者不直接接触患者,通过计算机控制开展远程遥控手术,极大地拓展了微创手术的适应证范围,不受患者数量和伦理方面的限制,并促使微创骨科的治疗理念发生嬗变。

目前采用关节镜、内镜辅助的微创骨科手术与传统手术相比,具有创伤小、恢复快、住院时间短等优点,在骨科领域的应用受到普遍关注。但由于关节镜或内镜下的手术视角有限,操作缺少灵活性,不能进行内脏器官的透壁检查;医师与患者在物理上被隔开,影响了操作的准确性和柔软性;并且缺少对可能引起微创手

术区域脆弱组织的大出血、器官穿透等严重并发症进行直接、快速的控制的手段。因此,目前应用范围较局限,在复杂的手术中应用较少。而虚拟关节镜、内镜、腔镜可供使用者在虚拟环境中围绕某一解剖结构取任意角度进行观察、诊断,具有非侵入性、重复使用、动态病理分析、无检查死区等独特优点。因此在使用传统的内镜、腔镜和关节镜检查之前,先进行虚拟检查,不仅便于医师对病变组织周围的三维结构进行实时观察和跟踪,还大大方便了手术操作,避免使用传统方法可能带来的危险。目前开发的由语音控制的辅助内镜手术机器人 AESOP 系统已获美国 FDA 批准进入市场。

由于利用虚拟技术所取得的数据是从所有方位对身体进行扫描的结果,因此,不仅可以准确透视人体内部,对骨骼、血管、神经和病变组织进行虚拟浏览;还可以利用“虚拟器官”,在复杂的手术中帮助医师模拟各种手术方案,定量或定性地分析比较其疗效,选择最佳手术方案,预防手术后可能出现的并发症,甚至可根据专家系统的知识对若干年后的手术效果进行预测。Waide 等应用计算机辅助设计和制造技术制造的定制型全髋关节假体,与目前的预制型假体相比,更符合患者自身的解剖结构,可以有效提高假体-骨结合面的匹配度,使股骨近端负荷传导和应力分布接近正常,并能有效地控制垂直和旋转微动,提高假体的长期稳定性。此外,虚拟教学还可使传统的医学教学发生革命性变化。Tsai 等采用具有三维交互功能的虚拟现实矫形外科模拟器,可以让骨科医师使用不同的手术器械在虚拟的骨、假体等刚性结构上进行关节成形、骨折切开复位和截肢等操作,进行骨科手术教学和手术模拟,取得良好的效果。

七、其他

用纳米技术制造的纳米物质与其在自然界中的常规状态相比,其物理性质有着巨大的区别。英国 Bonfield 成功地合成了模拟骨骼亚结构的纳米物质,具有与骨骼相似的强度和密度指数,不易折断,且与正常骨组织连接紧密,显示了良好的临床应用前景。崔福斋等模仿天然

骨骼的形成过程,制备出具有纳米尺寸的羟基磷灰石/胶原复合人工骨材料,在家兔颅颌骨骨缺损的修复实验中,发现其具有良好的生物相容性,能促进和加速骨折的愈合。随着人类基因组计划的完成和数字化虚拟人体研究的深入,利用信息化技术实现人体从微观到宏观的结构和功能的数字化、可视化,最终达到人体结构的精确模拟,将为微创骨科的快速发展提供坚实的解剖学理论支持。在数字化虚拟人体的基础上,将纳米技术、基因工程技术、生物芯片技术和组织工程技术与上述先进的医疗设备结合,并辅以先进的计算机技术,可使骨科疾患的诊断、检测技术一方面朝着微创、微观、微量或无创方向快速发展;另一方面朝着适时遥控、动态和智能化方向发展,为微创骨科的发展拓展了更为广阔的空间,使人们更好地对骨科疾患进行早期微创诊断、提高治疗效果、进行在体与远期疗效的评估。

八、21 世纪微创骨科的发展前景

随着科技的发展和经验的积累,骨科微创诊断与治疗技术取得不断进步,许多先进的科技成果应用于骨科领域后,大大改善了人们对骨科疾患的认识,使骨科领域微创治疗的发展突飞猛进,手术技术日趋成熟,治疗领域不断拓宽,新的手术种类不断涌现,手术更精确、更安全、更有效。镜视下微创骨科手术、远程疑难病例的会诊与手术方案的拟定以及由机器人实施的远程遥控手术已进入现实生活之中。但微创骨科作为传统骨科新的生长点,目前大多处于起步阶段,由于受到昂贵的设备、较高的技术要求及骨科学传统观念等因素的限制,临床尚不能广泛应用。此外,微创骨科技术能否真正取得与传统手术相同或更佳的疗效,需要运用循证医学方法对大样本病例进行综合评价,客观分析其可行性、安全性、近期和远期效果。在考虑到需要和可能的基础上,以提高治愈率、改善患者的生存质量、使患者获得最佳疗效为目标来制定手术方案。

21 世纪骨科微创技术将成为骨科领域的主流。微创技术作为有创手术和无创手术发展的桥梁,将会更成熟并得到更大的发展,促使骨

科学进入一个全新的境界,成为 21 世纪骨科领域新的技术领域,具有广阔的发展前景。与其他疾病的诊疗一样,骨科疾病的诊疗也可能会从大体、细胞、分子水平走向基因水平,骨科医

师的双手将从传统开刀手术中解脱出来,朝着利用先进的微创工具或操纵机器人向极微创或无创治疗的目标不断前进。

(任高宏 裴国献)

参 考 文 献

- 1 王亦璁. 骨折治疗的微创术式. 中华骨科杂志, 2002, 22: 190—192
- 2 Mouret P. How I developed laparoscopic cholecystectomy. Ann Acad Med Singapore, 1996, 25: 744—747
- 3 王正国. 微创外科刍议. 解放军医学杂志, 2002, 27: 104—105
- 4 裴国献, 任高宏. 21 世纪骨科微创技术发展的评价. 中国矫形外科杂志, 2003, 11: 151—154
- 5 Frigg R, Appenzeller A, Christensen R, *et al.* The development of the distal femur Less Invasive Stabilization System (LISS). Injury, 2001, 32 Suppl 3: SC24—31
- 6 裴国献, 任高宏. 长管状骨骨折治疗进展. 中华创伤骨科杂志, 2002, 4: 10—14
- 7 Resch H, Hubner C, Schwaiger R. Minimally invasive reduction and osteosynthesis of articular fractures of the humeral head. Injury, 2001, Suppl 1: SA25—32
- 8 陈百成. 开拓关节镜技术在新领域的应用. 中华骨科杂志, 2002, 22: 465—466
- 9 镇万新, 王育才, 马乐群, 等. 脊柱后路显微内窥镜治疗腰椎间盘突出症. 中华骨科杂志, 1999, 19: 460—462
- 10 Hermantin FU, Peters T, Quartararo L, *et al.* A prospective, randomized study comparing the results of open discectomy with those of video-assisted arthroscopic microdiscectomy. J Bone Joint Surg (Am), 1999, 81: 958—965
- 11 McAfee PC, Regan JJ, Geis WP, *et al.* Minimally invasive anterior retroperitoneal approach to the lumbar spine. Emphasis on the lateral BAK. Spine, 1998, 23: 1476—1484
- 12 Hallock GG. Minimally invasive harvest of the gracilis muscle. Plast Reconstr Surg, 1999, 104: 801—805
- 13 徐文东, 徐建光, 顾玉东. 全长膈神经移位不同路径选择的解剖学研究. 中华手外科杂志, 2002, 18: 80—82
- 14 Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, *et al.* Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. Spine, 2000, 25: 923—928
- 15 Amar AP, Larsen DW, Esnaashari N, *et al.* Percutaneous transpedicular polymethylmethacrylate vertebroplasty for the treatment of spinal compression fractures. Neurosurgery, 2001, 49: 1105—1114
- 16 张雪哲, 王 武, 黄振国, 等. CT Pinpoint 系统导引在肌肉骨骼穿刺活检的应用. 中华医学杂志, 2001, 81: 1467—1468
- 17 刘晓光, 党耕町, 袁慧书, 等. CT 监测下经皮穿刺寰枢椎侧块关节植骨融合术. 中华骨科杂志, 2001, 21: 650—654
- 18 Choy DS. Percutaneous laser disc decompression (PLDD): twelve years' experience with 752 procedures in 518 patients. J Clin Laser Med Surg, 1998, 16: 325—331
- 19 Amiot LP, Lang K, Putzier M, *et al.* Comparative results between conventional and computer-assisted pedicle screw installation in the thoracic, lumbar, and sacral spine. Spine, 2000, 25: 606—614
- 20 DiGioia AM, Jaramaz B, Blackwell M, *et al.* Image guided navigation system to measure intraoperatively acetabular implant alignment. Clin Orthop, 1998, (355): 8—22
- 21 Viceconti M, Testi D, Gori R, *et al.* HIDE: a new hybrid environment for the design of custom-made hip prosthesis. Comput Methods Programs Biomed 2001, 64: 137—144
- 22 Hufner T, Pohlemann T, Tarte S, *et al.* Computer-assisted fracture reduction of pelvic ring fractures: an in vitro study. Clin Orthop, 2002, (399): 231—239
- 23 Wigmore SJ, Redhead DN, Yan XJ, *et al.* Virtual hepatic resection using three-dimensional recon-

- struction of helical computed tomography angioportograms. *Ann Surg.* 2001, 233: 221—226
- 24 刘建武,叶志前,陆金芳. 虚拟现实在医学中的应用进展. 国外医学生物医学工程学分册, 2000, 23: 321—324
- 25 Waide V, Cristofolini L, Toni A. A CAD-CAM methodology to produce bone-remodelled composite femurs for preclinical investigations. *Proc Inst Mech Eng [H]*. 2001, 215: 459—469
- 26 Tsai MD, Hsieh MS, Jou SB. Virtual reality orthopedic surgery simulator. *Comput Biol Med*, 2001, 31: 333—351
- 27 钟世镇,原 林,黄文化. 数字化虚拟人体为临床解剖学开拓研究新领域. 中国临床解剖学杂志, 2002, 20: 3—4
- 28 Micali S, Virgili G, Vannozzi E, *et al.* Feasibility of telementoring between Baltimore (USA) and Rome (Italy): the first five cases. *J Endourol*, 2000, 14: 493—496

