

骨科微创手术系列丛书

 Springer

骨科微创手术学

Minimally Invasive Spine Surgery

脊柱

| A Practical Guide to
Anatomy and Techniques

〔美〕布拉卡·奥祖尔

主编 〔美〕爱德华·本泽尔

〔美〕史蒂文·加芬

主译 马信龙

天津出版传媒集团

 天津科技翻译出版有限公司

骨科微创手术系列丛书

骨科微创手术学

Minimally Invasive Spine Surgery

脊柱

A Practical Guide to
Anatomy and Techniques

〔美〕布拉卡·奥祖尔

主编 〔美〕爱德华·本泽尔

〔美〕史蒂文·加芬

主译 马信龙

天津出版传媒集团



天津科技翻译出版有限公司

著作权合同登记号:图字 02-2013-10

图书在版编目(CIP)数据

骨科微创手术学. 脊柱 / (美)奥祖尔(Ozgur,B.), (美)本泽尔(Benzel,E),
(美)加芬(Garfin,S)主编;马信龙等译. —天津:天津科技翻译出版有限公司,
2014.7

(骨科微创手术系列丛书)

书名原文:Minimally invasive spine surgery:a practical guide to anatomy and
techniques

ISBN 978-7-5433-3340-6

I. ①骨… II. ①奥… ②本… ③加… ④马… III. ①脊柱病 - 显微外科学
IV. ①R68

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 311155 号

Translation from English language edition:

Minimally Invasive Spine Surgery

by Burak Ozgur, Edward Benzel and Steven Garfin

Copyright © 2012 Springer New York

Springer New York is a part of Springer Science + Business Media

All Rights Reserved.

中文简体字版权属天津科技翻译出版有限公司。

授权单位: Springer-Verlag GmbH

版 权: 天津科技翻译出版有限公司

出 版 人: 刘 庆

地 址: 天津市南开区白堤路 244 号

邮政编码: 300192

电 话: 022-87894896

传 真: 022-87895650

网 址: www.tsttpc.com

印 刷: 天津新华印刷三厂

发 行: 全国新华书店

版本记录: 787 × 1092 16 开本 12 印张 200 千字

2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

定价: 50.00 元



(如发现印装问题,可与出版社调换)

译校者名单

主 译 马信龙

副主译 许卫国

孙景城

译校者 (按姓名汉语拼音排序)

白春宏

陈 思

郝永宏

李世民

刘忠玉

潘 涛

孙景城

魏学磊

徐 康

杨 阳

尹 路

张 超

赵 栋

李世民

雪 原

蔡 琳

郭 林

阚世廉

刘林涛

马信龙

石敬贤

田 鹏

吴英华

许卫国

杨 忠

袁 永

张继东

周慧芳

阚世廉

郝永宏

蔡 迎

韩 超

李 晖

刘子媛

孟晓辉

石 青

万春友

解敏坤

雪 原

叶伟胜

詹海华

张建兵

朱少文

叶伟胜

曹树明

郝春燕

李明新

刘兆杰

苗 军

苏啸天

王敬博

徐建华

闫 旭

殷中罡

张 波

张 涛

编者名单

Edward S. Ahn, PhD Chief Technology Officer, Angstrom Medica, Inc., Woburn, MA, USA

Christopher P. Ames, MD Associate Professor, Department of Neurosurgery, University of California-San Francisco, San Francisco, CA, USA

Henry E. Aryan, MD Clinical Instructor of Neurosurgery, Complex Spinal Reconstruction & Neurospinal Oncology, Department of Neurological Surgery, University of California-San Francisco, CA; Sierra Pacific Orthopaedic & Spine Center, Fresno, CA, USA

Farbod Asgarzadie, MD Assistant Professor, Department of Neurosurgery, Loma Linda University Medical Center, Loma Linda, CA, USA

Lissa C. Baird, MD Neurosurgery Resident, Division of Neurosurgery, University of California-San Diego, UCSD Medical Center, San Diego, CA, USA

Scott C. Berta, MD Neurosurgery Resident, Division of Neurosurgery, University of California-San Diego, UCSD Medical Center, San Diego, CA, USA

Sigurd H. Berven, MD Associate Professor in Residence, Department of Orthopaedic Surgery, University of California-San Francisco, UCSF Medical Center, San Francisco, CA, USA

Christopher M. Bono, MD Assistant Professor, Director of Spine Surgery, Department of Orthopaedic Surgery, Boston Medical Center, Boston University School of Medicine, Boston, MA, USA

Michael A. Chang, MD, PhD Department of Orthopedic Surgery, Wichita Clinic, Wichita, KS, USA

Andrew Cragg, MD Clinical Professor of Radiology, University of Minnesota, Edina, MN, USA

Oksana Didyuk, BS Research Assistant, Department of Neurosurgery, Providence Medical Center, Michigan Head and Spine Institute, Southfield, MI, USA

Kurt M. Eichholz, MD Assistant Professor of Neurological Surgery, Department of Neurological Surgery, Vanderbilt University Medical Center, Nashville, TN, USA

Richard G. Fessler, MD, PhD Professor, Department of Neurosurgery, Northwestern University; University of Chicago, Chicago, IL, USA

Steven R. Garfin, MD Professor and Chair, Department of Orthopaedic Surgery, University of California-San Diego, UCSD Medical Center, San Diego, CA, USA

Samuel A. Hughes, MD, PhD Neurosurgery Resident, Department of Neurological Surgery, Oregon Health & Science University, Portland, OR, USA

David H. Jho, MD, PhD Neurosurgery Resident, Department of Neurosurgery, Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA, USA

Hae-Dong Jho, MD, PhD Professor & Chairman, Department of Neuroendoscopy, Allegheny General Hospital, Drexel University College of Medicine, Pittsburgh, PA, USA

Iain H. Kalfas, MD, FACS Chairman, Department of Neurosurgery, Cleveland Clinic, Cleveland, OH, USA

Larry T. Khoo, MD Chief of Neurosurgery, UCLA Santa Monica Hospital, Assistant Professor of Neurological & Orthopedic Surgery, University of California-Los Angeles Comprehensive Spine Center, Los Angeles, CA, USA

Choll W. Kim, MD, PhD Assistant Professor, Department of Orthopaedic Surgery, University of California-San Diego, San Diego, CA, USA

Isador H. Lieberman, MD, MBA, FRCSC Professor of Surgery, Chairman, Medical Interventional and Surgical Spine Center, Cleveland Clinic Florida, Ft. Lauderdale, FL, USA

Adam K. MacMillan, BS Project Manager, Angstrom Medica, Inc., Woburn, MA, USA

Tobias Moeller-Bertram, MD Assistant Clinical Professor of Anesthesiology, Department of Anesthesiology, Center for Pain Medicine, University of California-San Diego, VA San Diego Healthcare Systems, San Diego, CA, USA

Peter O. Newton, MD Director of Scoliosis Service and Orthopaedic Research, Department of Orthopaedics, University of California-San Diego, Rady Children's Hospital, San Diego, CA, USA

Andrew D. Nguyen, MD, PhD Neurosurgery Resident Physician, Division of Neurosurgery and Senior Clinical Fellow, Division of Neuro-Interventional Radiology, University of California-San Diego Medical Center, San Diego, CA, USA

Donna D. Ohnmeiss, PhD President, Texas Back Institute Research Foundation, Plano, TX, USA

John E. O'Toole, MD Assistant Professor, Department of Neurosurgery, Rush Medical College of Rush University Medical Center, Chicago, IL, USA

Burak M. Ozgur, MD Director of Minimally Invasive Spine Surgery, Assistant Professor of Neurosurgery, Department of Neurosurgery, Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles, CA, USA

Pablo Pazmino, MD Department of Orthopaedic Surgery, Olympia Medical Center, Beverly Hills, CA, USA

Ramiro A. Perez de la Torre, MD Spine Fellow, Department of Neurosurgery, Providence Hospital, Southfield, MI, USA

Mick J. Perez-Cruet, MD, MS Director, Minimally Invasive Spine Surgery and Spine Program, Department of Neurosurgery, Providence Medical Center, Southfield, MI 48075; Adjunct Associate Professor, Oakland University, Rochester, MI, USA

Andrew Perry, MD Resident, Department of Orthopaedic Surgery, University of California-San Diego, San Diego, CA, USA

Ralph F. Rashbaum, MD Co-founder, Texas Back Institute Research Foundation, Plano, TX, USA

John J. Regan, MD Medical Director, Beverly Hills Spine Group, Cedar-Sinai Institute for Spinal Disorders, Beverly Hills, CA, USA

Hormoz Sheikh, MD Spine Research Fellow, Department of Neurosurgery, Providence Medical Center, Michigan Head and Spine Institute, Southfield, MI, USA

Jeff S. Silber, MD, DC Associate Professor, Department of Orthopaedic Surgery, Long Island Jewish Medical Center, New Hyde Park, NY; Albert Einstein School of Medicine, Bronx, NY, USA

Vartan S. Tashjian, MD, MS Department of Neurosurgery, University of California-Los Angeles, Santa Monica Orthopedic and Neurosurgical Spine Center, Los Angeles, CA, USA

Vickram Tejwani China Medical University, Shenyang, Liaoning, China; West Bloomfield, MI, USA

Alexander R. Vaccaro, MD, PhD Professor, Departments of Neurosurgery and Orthopaedic Surgery, Thomas Jefferson University and Rothman Institute, Philadelphia, PA, USA

Rohit B. Verma, MD Orthopaedic Spine Surgeon, Department of Orthopaedic Surgery, The Spine Institute; Department of Neurosurgery, The Chiari Institute, North Shore Manhasset Hospital, Great Neck, NY, USA

Mark S. Wallace, MD Professor of Clinical Anesthesiology, Program Director, Department of Anesthesiology, Center for Pain Medicine, University of California-San Diego Medical Center, La Jolla, CA, USA

Anthony T. Yeung, MD DISC – Desert Institute for Spine Care, Phoenix, AZ; Volunteer Clinical Associate Professor, Department of Orthopaedic Surgery, University of California-San Diego School of Medicine, San Diego, CA, USA

Christopher A. Yeung, MD DISC – Desert Institute for Spine Care, Phoenix AZ; Department of Orthopaedic Surgery, Volunteer Clinical Faculty, University of California-San Diego School of Medicine, San Diego, CA, USA

Hansen A. Yuan, MD Professor, Department of Orthopaedic and Neurological Surgery, State University of New York-Syracuse Medical Center, Syracuse, NY, USA

Barón Zárate Kalfópulos, MD Orthopaedic Surgeon, Department of Spinal Surgery, National Rehabilitation Center, Universidad Nacional Autónoma de México, México Distrito Federal, Mexico

译者前言

目前,骨科微创手术在国内外均受到广大骨科医生和患者的欢迎。这是因为微创手术随着技术的成熟和器械的发展更新,越来越能达到与传统开放性手术完全相同的治疗效果。它既能减少骨科手术患者的痛苦,又能大大节省患者的住院时间和治疗花费,显然对国家经济建设和医保支出都有好处。特别是对手术患者的损伤轻微,从而术后并发症也明显下降。越来越多的骨科医生都在学习和开展微创手术,它已经成为一项不可或缺的临床技术。

近期,世界最著名的出版公司之一——施普林格公司出版了骨科微创手术学(*Minimally Invasive Surgery in Orthopedics*)系列专著,包括脊柱、上肢、髋、膝和足踝五本(其中《微创全髋关节置换手术》一书已经由天津科技翻译出版有限公司引进出版)。此系列几乎涵盖了当前骨科领域的全部微创手术。有鉴于此,天津医院骨科组织骨科医师将其翻译为中文版,无论对促进我国骨科临床微创技术应用还是推动我国骨科临床微创手术发展,都必然起到重要作用。

值此中文版出版之际,我们谨表欣慰和祝贺。

主译



序言(一)

脊柱外科与其他外科专业相比,在过去的 30 年里发展得十分迅速。过去的 40 年里从做实习医师开始,我十分幸运地见证了这次发展历程。在那个时期,脊柱外科并不是一个受住院医师喜欢的专业,经常作为最后的选择。相比较而言,住院医师对骨科更感兴趣。有赖于膝关节镜技术的发展,我们才开始对微创外科有所认识。在我担任住院医师和后来脊柱外科医师期间,关注点都在融合技术特别是脊柱骨折和畸形的手术上。虽然多年以来脊柱治疗的许多原则仍然没有改变,但是很明显,在微创脊柱外科中,无论从方法和脊柱外科技术上都发生了巨大的变化。这些技术的绝大部分已经经受住了时间的检测,虽然有一些技术没有通过实践检验,但是所有的这些都有助于提高我们的认知或丰富脊柱外科知识。

微创脊柱外科作为脊柱治疗最新发展中的一种,已经对我们将如何对待未来的脊柱患者产生了巨大的影响。虽然其他专业的医师很久以前就开始热衷于运用微创治疗方法,但是微创脊柱外科(MISS)的发展速度很慢。从椎间盘疾病治疗开始,现在已包括融合术、运动保护技术,甚至还有脊柱重建术。根据过去 40 年的发展情况来看,我相信随着时间的推移,这些技术会继续发展和改进。

教育在任何一个领域的发展过程中都扮演着很重要的角色,特别是像微创脊柱外科这样一个新兴并且需求量大的领域。如今,随着先进技术的发展对脊柱疾病治疗原则及治疗结果的理解和知识的丰富,已允许我们更加有效地治疗许多种脊柱疾病。有些进步在 10 年以前是我们做梦都想不到的。然而微创脊柱外科的教育首先应强调原则。我们不应该忘记患者的治疗应该基于手术指征而不是现有技术,即便创伤很小。

本书的作者都是微创脊柱外科的领军人物,成功地总结了该领域的现有知识,广泛涵盖了脊柱外科中的各种技术和手段,而且既包括原则也包括技术。本书对适应证进行了明确的说明,并且对技术也进行了简明扼要的讨论。随着脊柱外科成为

一项专业领域,本书无疑会成为神经脊柱外科和矫形脊柱外科医师及实习生的一本有价值的参考书。当然,随着我们这个领域的继续进步,这本书将成为将来创新的一个基础。

Behrooz A. Akbarnia

加利福尼亚 拉荷亚

(郝春燕 译 李世民 校)

序言(二)

在过去 20 年里,脊柱外科手术发生了巨大的变化。取得的进展包括设备的进步、手术室内外成像技术的应用和对生物力学理解的深入。微创脊柱外科已经成为脊柱外科领域的一个分支,在过去的 10 年中发展十分迅速。

微创脊柱外科有利于减少术后疼痛和对正常解剖的破坏,后者还能够缩短住院时间。理论上,所有这些益处也将能够降低医疗费用,但是这一点还没有被记录在案。和大多数新技术一样,掌握微创脊柱外科与学习曲线有关。事实上,对于一些手术如脊柱的胸腔镜,学习曲线是比较陡峭的。要达到熟练掌握这项既简洁而又复杂的技术,如果不是专门进修学习的话,有必要通过强化突出的课程学习。本书的编辑召集了微创脊柱外科这一领域的专家共同完成了这本将成为该专业的标准的教科书。

本书论述了整个脊柱的微创外科手术,从颈部开始到胸腰部。本书撰写了一个非常好的绪论,并且通过微创手术介绍了多种融合技术。从传统的观点说,“小关节面神经后根切断术”和“小关节面和硬膜外类固醇注射”两章不应该包括在微创脊柱外科内。然而对这本书而言则是合理的选择。

虽然书中的许多手术都能通过传统的开放式技术完成,但是作者非常详细地介绍了微创技术与传统开放式方法相比之优劣。外科医师首先应该成为脊柱开放手术方法的专家。在掌握了基本的必要的微创设备使用方法,并且了解解剖后,便可采用本书描述的微创方法。本书写得很好并且很及时,它将成为所有应用微创脊柱外科手术的外科医师和准备在此领域深造的医师们的一本标准教科书。

Volker K. H. Sonntag, MD

图森;亚利桑那 凤凰城

(郝春燕 译 李世民 校)

前 言

微创脊柱外科的原则和技术的应用增长十分迅速。在某种程度上,它成为了许多脊柱外科医师使用的方法。脊柱外科的医师和患者,对使用这种方法的热情都很高,主流的医学网站、网上讨论以及外科协会的学术会议对微创脊柱外科的热议都令人印象深刻。

微创脊柱外科如此受欢迎的原因有很多。主要是安全,失血少,疼痛小,在患者中很受欢迎。虽然有这种热情,然而做一些自我反思和认真的考虑是十分必要的。作为医师,我们必须考虑到现有的支持这种新技术的最佳证据。本书中,我们的目的是考虑现有证据来支持微创脊柱外科。然而我们同样也应当考虑到安全问题、学习曲线问题,以及这种技术的高额成本。许多情况下,后两个问题可能比其他的问题更重要。在不同程度上,也需要对外科医师的具体问题作重要的考虑。

在接下来的内容中,我们尽力收集了各方面的研究成果,为读者便捷掌握各种微创脊柱外科提供一些基础理论,其中包括疾病病理和相关技术问题,并根据病例来说明微创手术的局限性以及优势所在。有一点必须记住:通过小开口可能潜伏大并发症。记住这一点之后,请您阅读、欣赏并且学习这本由经验丰富的作者们写就的作品。我们希望您跟我们一样,本书能为微创外科提供一个客观的、诚实的和平衡发展的路径,并且在未来几年里能够提供有益的帮助。

Burak M. Ozgur 加利福尼亚,洛杉矶

Edward C. Benzel 俄亥俄,克利夫兰

Steven R. Garfin 加利福尼亚,拉荷亚

(郝春燕 译 李世民 校)

目 录

第 1 章	脊柱微创手术总论及原则	(1)
第 2 章	图像引导脊柱导航的原理及临床应用	(5)
第 3 章	颈椎前路椎间孔切开术	(20)
第 4 章	颈椎后路椎间孔切开术和椎板切除术	(30)
第 5 章	颈椎后路固定术和融合术	(39)
第 6 章	胸腔镜椎间盘切除术	(53)
第 7 章	胸椎和腰椎后突成形术	(61)
第 8 章	胸腔镜治疗脊柱畸形	(69)
第 9 章	经骶尾骨入路腰骶部椎间融合和稳定	(78)
第 10 章	关节突关节的解剖和神经切断术入路	(84)
第 11 章	关节突关节和硬膜外注射	(90)
第 12 章	椎间盘造影和间盘镜下腰椎间盘突出	(96)
第 13 章	间盘切除和椎板切除	(105)
第 14 章	微创技术治疗成人退变性脊柱侧弯等多节段病变	(112)
第 15 章	经椎间孔腰椎融合术	(118)
第 16 章	腰椎前路融合 (XLIF 和 DLIF) 的侧方入路	(122)
第 17 章	前路腰椎椎间融合术 (ALIF)	(130)
第 18 章	脊柱经皮椎弓根螺钉植入	(136)
第 19 章	髂骨取骨和融合技术	(145)
第 20 章	间接撑开治疗中使用的技术	(151)
索引		(162)

第 1 章

脊柱微创手术总论及原则

Burak M. Ozgur

“微创”一词似乎是我们这些日子里听到的最多的词语，它几乎成为一种流行语。不管是什么类型的手术，所有的患者都希望被告知他们将接受的是微创手术。而几乎所有的外科医师都想宣布，他们所做的手术都是微创手术。或者，我们必须考虑另一种替代说法：没有一个外科医师会告诉患者，他或她所做的手术是“最大程度地侵入”。

微创的准确意思是什么？是手术的切口小？是所有微创的最终效果都必须达到整形效果？怎样理解术后疼痛程度、麻醉剂的使用和住院？当然我们必须考虑软组织的损伤程度和失血量。所有考虑都必须服务于手术计划的制订及手术方法的选择。

首先必须考虑的是正确的诊断及对症治疗。我们永远都不应该由于自己的经验不足和（或）暴露不充分，而让我们的患者受到伤害。无论通过微创还是传统开放手术实施减压术或固定术，最终的结果必须是操作是有效的，并且在功能上是相同的。

我认为微创手术是一种思维方式。微创手术是外科医师作出的慎重决定和不懈努力，是为了在不影响手术目的的情况下，尽可能最大程度地保护肌肉及韧带等软组织。事实上，我把微创手术看成是外科医师在最小程度破坏周围组织的情况下完成的手术。我们必须记住人体是在不停地进行自我调节、自我稳定和自动融合的整体。不同形式的关节炎，甚至合并有自身免疫性疾病引起的脊柱

侧弯就是一个明确的证据。

直到最近才开始有人关注减压去除的骨结构和剥离的软组织在多大范围就可能引起更多的我们所不知道的后果。例如，我们已知如果我们过多地切除关节突的内侧 1/2 和破坏关节囊，这可能对我们的患者有长期影响。我想进一步说一下，脊柱翻修手术中很大比例的退行性改变在本质上是医源性的，是继发于手术区域不被重视的软组织被广泛地切除。可以回想我们是如何暴力地使用 Cobb 刮匙广泛剥离软组织直到我们可以将大尺寸的、弯曲的自动牵开器放入暴露区。大量研究已经显示广泛的肌肉坏死是由于这些形式的暴露及牵开引起的。当然这些形式的暴露方式对于有些类型的病例是必要的。然而多数情况下，我们可以用较少切除和破坏周围组织即可达到我们的目标。

描述传统开放手术的图 1.1 与描述微创入路的图 1.2 在视野暴露范围和软组织破坏方面相比，表现出明显的不同。图 1.3 演示

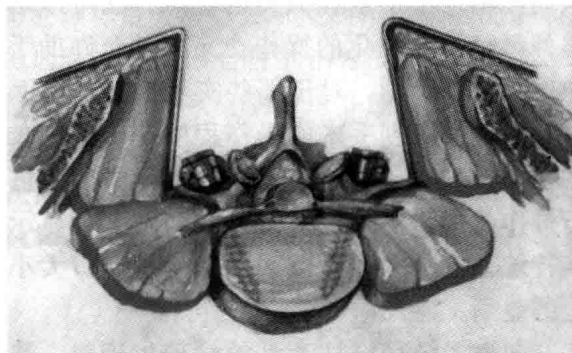


图 1.1 传统开放外科手术暴露示意图。（见彩图）

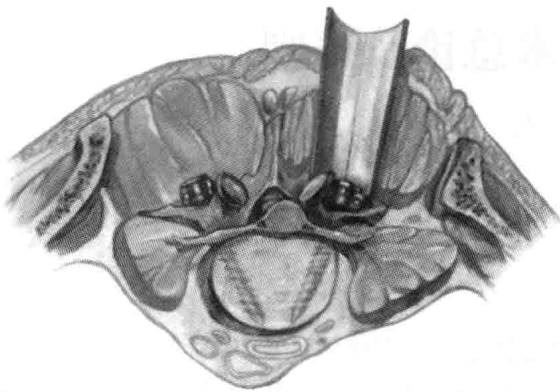


图 1.2 微创外科手术通过管型牵开器显露视野的示意图。(见彩图)

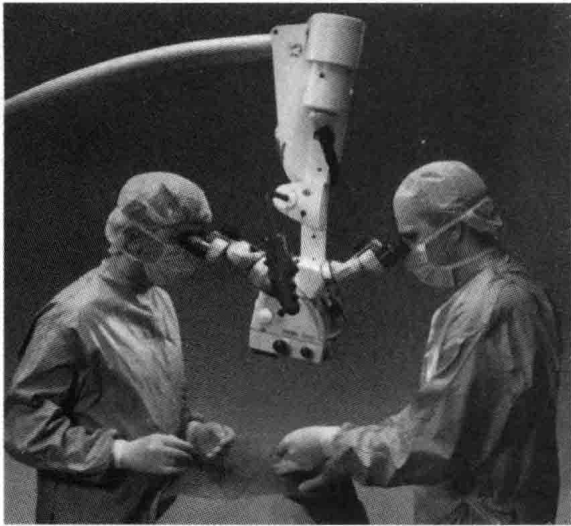


图 1.4 术中使用显微镜的好处不仅仅是为了采光和操作，也方便教学及让助手看清手术视野。
(From Mayer HM, ed. *Minimally Invasive Spine Surgery: A Surgical Manual*. 2nd ed. Berlin: Springer; 2006. p. 13. Reprinted with kind permission of Springer Science + Business Media)



图 1.3 连续扩张管的放置示意图。(见彩图)

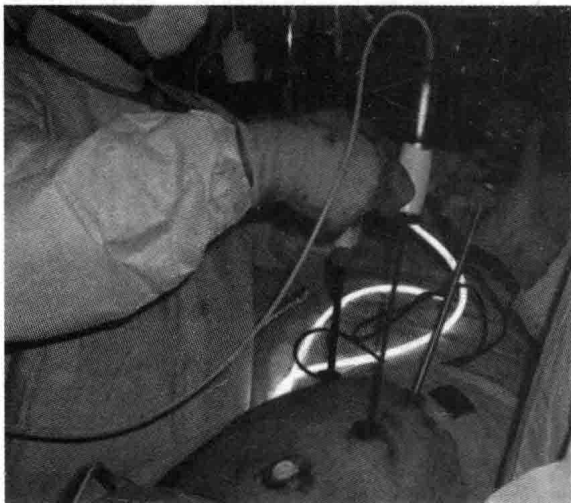


图 1.5 腹腔镜的使用示意图。(见彩图)

了如何使用连续扩张管入路。图 1.4 演示了共同使用一个手术显微镜的优点，既可以增强外科医师可视化的操作，又同时允许助手协助参与。否则，对于那些实习生及住院医师等来说，微创手术的操作程序是十分困难的。图 1.5 显示了一个正在内窥镜协助下进行操作的患者。最后，图 1.6 和图 1.7 显示了传统开放手术和微创手术在手术切口大小上的差别。

向患者解释脊柱紊乱的病理生理时，我喜欢用轮胎来做比喻。我将正常状态下的椎

间盘描述为轮胎，椎间盘就像一个充满空气的新轮胎。然而，随着我们年龄的增长，椎间盘就好像是失去了空气的轮胎，椎间盘的高度逐渐丧失，使得相邻的椎体靠拢在一起。这个概念通过图 1.8 形象地展示出来。现在通过多个角度来考虑这一逐步恶化的过程，

正如成人退变性脊柱侧凸。将轮胎类比扩大为整个汽车。正常状态的脊椎和汽车通过图 1.9 形象地展示出来。逐步退变的脊柱不仅仅是丧失了椎间高度，而且也使关节突关节暴露在其他额外的应力作用下，同时我们从不同程度的脊椎前移中看到了脊柱不稳定的确

实证据。因此，我们可以在不同阶段的脊柱退行性改变的患者就医时看到形式各异的复杂脊柱畸形。再次分析汽车的类比，我们可以看到这个过程是如何在多个水平不断累积，并可能最终导致相当复杂的脊柱畸形。这一表述通过图 1.10 形象地展示了出来。

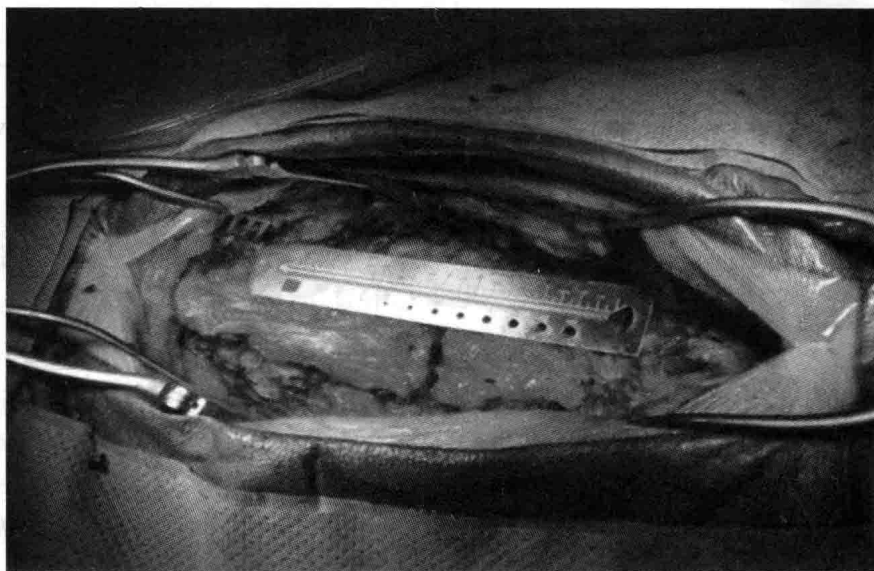


图 1.6 传统开放手术的暴露范围。(见彩图)

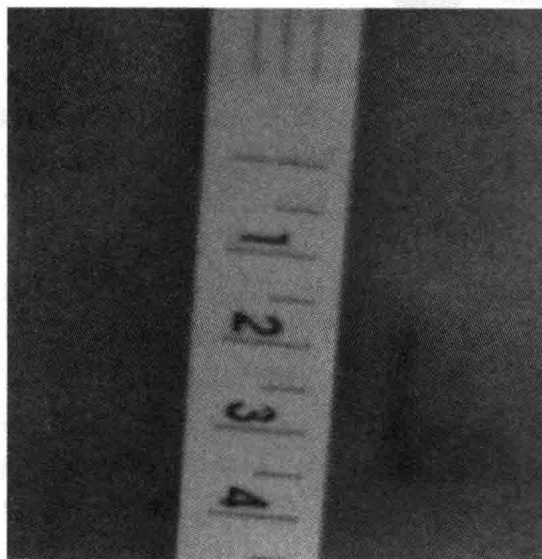


图 1.7 愈合良好的微创手术切口。

长期的临床经验表明，患者不仅希望在手术过程中流失更少的血液和忍受更少的痛苦，而且也希望住院时间更短。然而，对社会效益最具显著的影响是如何使患者能在短时间内恢复工作。不幸的是，还没有文献研究这些影响趋势，但是经验丰富的外科医师却发现了这些影响因素。并不是所有的病例都可能适合微创手术。最重要的是，外科医师必须尽最大努力去对疾病作出正确的诊断，然后对患者作出合理的治疗安排。我相信在将来，相关文献将会对这些技术问题提供疗效支持并展现出这些技术带来的好处，同时治疗脊柱疾病时能为患者提供更好的治疗选择。

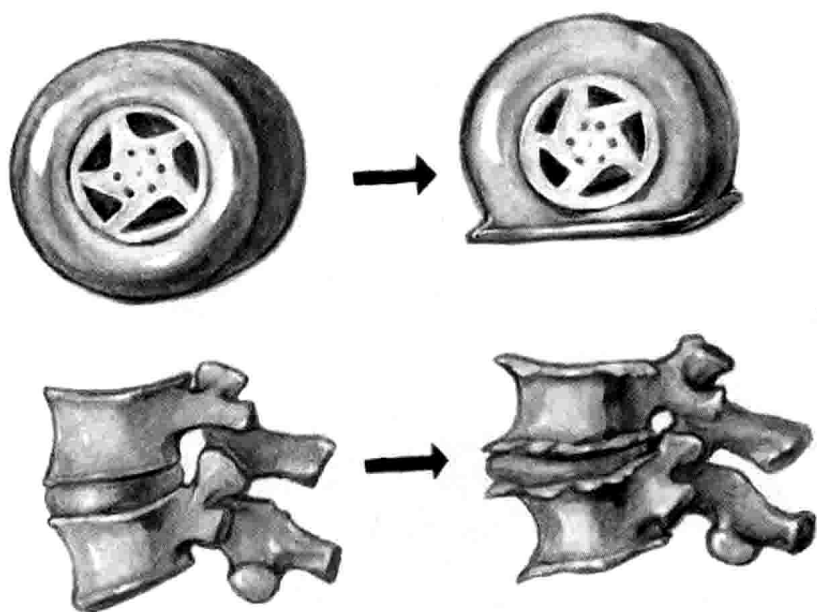


图 1.8 漏气的轮胎和退变的椎间盘示意图。



图 1.9 正常状态的脊柱和新轿车。

图 1.10 多节段骨质退变和间盘退变疾病造成的成人退变性侧弯和年久失修的汽车示意图。

(雪原 杨忠译 李世民校)