

脊柱外科临床技术丛书

脊柱非融合技术

Nonfusion Technologies
In Spine Surgery

原 著 Marek Szpalski
Robert Gunzburg
Jean-Charles Le Huec
Marco Brayda-Bruno

主 译 邵增务 郑召民 海 涌



人民卫生出版社



脊柱外科临床技术丛书

脊柱非融合技术

Nonfusion Technologies In Spine Surgery

原 著 Marek Szpalski
Robert Gunzburg
Jean-Charles Le Huec
Marco Brayda-Bruno

学术顾问 张光铂 邱贵兴 杜靖远

主 审 唐天驷 侯树勋 李佛保 杨述华

主 译 邵增务 郑召民 海 涌

秘 书 吴永超

人民卫生出版社



敬告:本书的作者、译者及出版者已尽力使书中的知识符合出版当时国内普遍接受的标准。但医学在不断地发展,随着科学研究的不断探索,各种诊断分析程序和临床治疗方案以及药物使用方法都在不断更新。强烈建议读者在使用本书涉及的诊疗仪器或药物时,认真研读使用说明,尤其对于新的产品更应如此。出版者拒绝对因参照本书任何内容而直接或间接导致事故与损失负责。

需要特别声明的是,本书中提及的一些产品名称(包括注册的专利产品)仅仅是叙述的需要,并不代表作者推荐或倾向于使用这些产品;而对于那些未提及的产品,也仅仅是因为限于篇幅不能一一列举。

Nonfusion Technologies In Spine Surgery

Marek Szpalski, et al.

Copyright ©2007 by LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS

Published by arrangement with Lippincott Williams & Wilkins, U. S. A.

All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of this book may be reproduced in any form or by any means, including photocopying, or utilized by any information storage and retrieval system without written permission from the copyright owner, except for brief quotations embodied in critical articles and reviews. Materials appearing in this book prepared by individuals as part of their official duties as U. S. government employees are not covered by the above-mentioned copyright.

脊柱非融合技术

邵增务 等主译

中文版权归人民卫生出版社所有。

图书在版编目(CIP)数据

脊柱非融合技术/邵增务等主译. —北京:人民卫生出版社,2008. 1

ISBN 978-7-117-09365-1

I. 脊… II. 邵… III. 脊柱-外科学
IV. R681.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 166939 号

图字:01-2007-3585

脊柱外科临床技术丛书

脊柱非融合技术

主 译:邵增务 等

出版发行:人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

地 址:北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编:100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线:010-67605754 010-65264830

印 刷:北京人卫印刷厂

经 销:新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:15.75

字 数:371 千字

版 次:2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号:ISBN 978-7-117-09365-1/R·9366

定 价:45.00 元

版权所有,侵权必究,打击盗版举报电话:010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)



原著者为中文版序

China has now entered the medical world scene on a big scale. In every field leading professionals are emerging. In spine surgery such a person is Prof. Yong Hai, and it is a great honour for us to have him involved with us in our work. The evolution of spine surgery in China is running parallel to the rest of the world. One trend which is becoming more and more apparent is the increased popularity of nonfusion techniques. Spinal fusion used to be a standard surgical technique, even in the face of limited evidence as to its true efficacy. In recent years new techniques that try to restore a better functional unit while preserving motion have been introduced.



Marek Szpalski

近年来，中国正以令人瞩目的姿态进入国际医学界的领域，在每一个专业都涌现出了杰出的代表，包括本书中文版的译者们。我们非常荣幸能够有这些杰出的医生和我们一起工作。中国的脊柱外科发展正和世界其他的地方呈同步之势，其中脊柱非融合技术的发展也变得越来越明显。尽管缺乏足够的证据来支持，脊柱融合技术过去一直是脊柱退变疾患治疗的标准技术。最近，以保留和恢复较好功能为目的的脊柱非融合技术已经开始出现。

This book gives a thorough overview of the currently existing techniques and new inventions based on nonfusion ideas. The book has separate sections where the reader is first given basic biomechanical, physiological and imaging background knowledge. Then he is taken

trough diagnostic aspects to non-surgical treatment modalities. Finally the main topic is approached. Nuclear replacement, total disc arthroplasty and dynamic stabilization devices are presented.

本书的目的在于对脊柱非融合技术的现状和最新进展作一个全面的介绍。本书包括三个部分：第一部分介绍相关的生物力学、生理学和影像学的背景知识；第二部分介绍相关的诊断技术；然后一部分也就是本书的主要部分，则详细介绍了现有的人工髓核置换技术、全椎间盘置换技术和动态稳定技术的基础理论和临床应用现状。

China will face similar economic constraints as the rest of the world as financial resources cannot be infinite. In the last section of the book we look at economic and ethical aspects of new these technologies.

由于中国社会的发展，中国也会面临和西方国家同样的经济和社会状况，本书的最后一部分则重点介绍脊柱非融合技术对经济和伦理方面的影响。

We feel that this book will be useful for Chinese spine specialists such as orthopaedic surgeons, neurosurgeons, rheumatologists, rehabilitation specialists, neurologists, bioengineers and regulatory affairs specialists.

我们相信，本书中文版的发行，将会给中国的骨科、神经外科、康复科以及医学工程方面的专业人士提供有益的帮助。



Robert Gunzburg

Robert Gunzburg, M. D., Ph. D. & Marek Szpalski, M. D.

前 言

脊柱退行性病变的外科手术近十年来发生了戏剧性的变化。长期以来融合术一直是脊柱退行性疾病标准的外科手术方法。然而，一种可以保留椎体间运动功能的新技术在最近十年来已经应用于临床，即使这种应用没有太多的证据。且这些新方法效果的评估是基于生物力学研究甚至是理论推理的结果。随着时间的推移，有些可公认的实验结果和有限的临床证据显示一些非融合器械是有重要价值的。尽管如此，这些新技术仍需要不断改进与革新，对病变脊柱保留其运动功能还需要进一步讨论。因此，编写一本涵盖此领域主要问题的著作是大有必要的。

本书第一部分是基础部分，它包含了脊柱退行性病变的生物力学、生理学基础以及脊柱融合的影像学资料。同时也解释了脊柱退行性病变的自然演变过程。

诊断和非手术治疗部分介绍了动态 MRI 的应用、基因治疗、椎间盘再生以及其他无创或微创技术。

涉及非融合外科技术的章节较多，主要介绍几种新技术和内置物，如髓核置换、腰椎和颈椎全椎间盘置换以及其他稳定技术；同时还阐述了手术适应证、禁忌证等重要原则以及手术入路。

最后一部分讨论了使用新技术的经济学以及伦理学问题，包括新鲜事物的伦理学、手术登记制度、费用和成本控制等问题。

本书对于许多将会在非融合手术中发现问题和解决问题的脊柱外科专家们是一本难得的参考书。对矫形外科医生、神经外科医生、生物工程师、康复科专家、神经内科医生以及卫生管理机构和社会安全机构的专家们也是非常有价值的。

Marek Szpalski

Robert Gunzburg

Jean-Charles Le Huec

Marco Brayda-Bruno

邵增务 郑召民 海 涌 译

编译委员会

学术顾问 张光铂 邱贵兴 杜靖远

主 审 唐天驷 侯树勋 李佛保 杨述华

主 译 邵增务 郑召民 海 涌

秘 书 吴永超

编译委员 (按姓氏笔画排序)

万 勇 中山大学附属第一医院脊柱外科 副主任医师

于滨生 中山大学附属第一医院脊柱外科 副教授

王 洪 华中科技大学协和医院骨科 副教授

叶树楠 华中科技大学协和医院骨科 讲师

田庆显 首都医科大学骨外科学系、朝阳医院骨科 副主任医师

刘 勇 华中科技大学协和医院骨科 副教授

刘少喻 中山大学附属第一医院脊柱外科 主任医师 博士生导师

戎立民 中山大学附属第三医院骨科 副教授

许伟华 华中科技大学协和医院骨科 讲师

吴永超 华中科技大学协和医院骨科 讲师

李 进 华中科技大学协和医院骨科 讲师

李 锋 华中科技大学同济医院骨科 教授 博士生导师

杜靖远 华中科技大学协和医院骨科 教授 博士生导师

杨述华 华中科技大学协和医院骨科 教授 博士生导师

杨晋才 首都医科大学骨外科学系、朝阳医院骨科 副主任医师

肖宝钧 华中科技大学协和医院骨科 副教授

苏庆军 首都医科大学骨外科学系、朝阳医院骨科 副教授

邵增务 华中科技大学协和医院骨科 教授 博士生导师

孟春庆 华中科技大学协和医院骨科 讲师

郑召民 中山大学附属第一医院脊柱外科 教授 博士生导师

郑启新 华中科技大学协和医院骨科 教授 博士生导师

洪 毅 首都医科大学骨外科学系、康复中心脊柱脊髓科 教授

夏 虹 广州军区总医院骨科 主任医师

2 编译委员会

海 涌 首都医科大学骨外科学系、朝阳医院骨科 教授
郭晓东 华中科技大学协和医院骨科 教授
康 南 首都医科大学骨外科学系、朝阳医院骨科 副主任医师
梁伟国 暨南大学附属第二医院骨科 主任医师
鲁世保 首都医科大学骨外科学系、朝阳医院骨科 副教授
熊晓芊 华中科技大学协和医院骨科 讲师
瞿东滨 南方医科大学南方医院骨科 副教授

参加翻译者 (按姓氏笔画排序)

丁 凡 华中科技大学协和医院骨科 硕士生
邓 超 华中科技大学协和医院骨科 博士生
甘 泉 华中科技大学协和医院骨科 硕士生
刘 辉 中山大学附属第一医院脊柱外科 博士生
刘之川 华中科技大学协和医院骨科 硕士生
吕 游 中山大学附属第一医院脊柱外科 硕士生
张加芳 中山大学附属第一医院脊柱外科 硕士生
张志才 华中科技大学协和医院骨科 博士生
张奎渤 中山大学附属第一医院脊柱外科 博士生
李宝俊 河北医科大学第三医院骨科 讲师
陈克冰 中山大学附属第一医院脊柱外科 硕士生
孟祥龙 首都医科大学骨外科学系、朝阳医院骨科 博士生
姜树东 首都医科大学骨外科学系、康复中心脊柱脊髓科 讲师
莫日格勒 华中科技大学协和医院骨科 硕士生
魏富鑫 中山大学附属第一医院脊柱外科 硕士生

参编人员名单

Max Aebi, MD, FRCSC

Director, Institute for Evaluative Research in Orthopaedic Surgery
University of Bern, Switzerland
Chief, Department of Orthopaedic & Spinal Surgery,
Salem Hospital
Bern, Switzerland

Michael Ahrens, MD**Mauro Alini, PhD**

Head, Biomaterials & Tissue Engineering Program,
AO Research Institute
Davos Platz, Switzerland

S. Aunoble, MD

Département Orthopédie Pr Chauveaux, Pr Le Huec,
Spine Unit, CHU Pellegrin Tripode
Bordeaux cedex, France

Pavel Barsa, MD

Department of Neurosurgery, Regional Hospital
Liberec, Czech Republic

Y. Basso, MD

Département Orthopédie Pr Chauveaux, Pr Le Huec,
Spine Unit, CHU Pellegrin Tripode
Bordeaux cedex, France

Jacques Beaurain, MD**Michel Benoist, MD**

Department of Orthopaedic Surgery Rheumatology Section,
University of Paris VII
Paris, France

Hopital Beaujon
Clichy, France

Pierre Bernard, MD

Centre Aquitain du Dos. Clinique Saint-Martin
Pessac, France

Philippe Boulu, MD

Department of Orthopaedic Surgery Rheumatology Section,
University of Paris VII
Paris, France

Hopital Beaujon
Clichy, France

Bruce Bowman, MD**Marco Brayda-Bruno, MD**

Chief, Division of Spine Surgery III, Galeazzi Orthopaedic
Institute-I.R.C.S.S.
Milano, Italy

P. Buchvald, MD

Department of Neurosurgery, Regional Hospital
Liberec, Czech Republic

Peter Donkersloot, MD

Neurosurgeon, Department of Neurosurgery, Virga
Jesseziekenhuis
Hasselt, Belgium

Peter Donceel, MD, PhD

Department of Occupational, Environmental and Insurance
Medicine, Katholieke Universiteit Leuven
Leuven, Belgium

Marc Du Bois, MD

Medical Adviser, Alliance of Christian Sickness Funds
Brussels, Belgium
Department of Occupational, Environmental and Insurance
Medicine, Katholieke Universiteit Leuven
Leuven, Belgium

Thierry Dufour, MD**Jeremy Fairbank, MD**

Professor of Spinal Surgery, Nuffield Department of
Orthopaedic, Nuffield Orthopaedic Centre
Oxford, United Kingdom

Consultant Orthopaedic and Spine Surgeon, Department of
Spinal Surgery, Nuffield Orthopaedic Centre
Oxford, United Kingdom

Brian J. C. Freeman, MB, BCh, BAO, DM, FRCS (Tr & Orth)

Consultant Spinal Surgeon, Department of Spinal Surgery,
University Hospital, Queen's Medical Centre
Nottingham, United Kingdom

T. Friesem, MD

University Hospital of North Tees
Nardwick, Stokton on Tees, United Kingdom

R. Froehlich, MD

Department of Neurosurgery, Regional Hospital
Liberec, Czech Republic

Jean-Marc Fuentes, MD**Franco Gobetti**

Spine Care Group, Galeazzi Orthopaedic Institute
Milano, Italy

2 参编人员名单

Sibylle Grad, PhD

Research Leader, Biomaterials and Tissue Engineering
Program, AO Research Institute
Davos Platz, Switzerland

Thijs Grünhagen, MSc

D.Phil Student, Department of Physiology, Anatomy and
Genetics, Oxford University
Oxford, United Kingdom

Pierre Guigui

Department of Orthopaedic Surgery, Rheumatology Section,
University of Paris VII
Paris, France

Hopital Beaujon

Clichy, France

Robert Gunzburg, MD, PhD

Senior Consultant, Department of Orthopaedics, Edith Cavell
Clinic
Brussels, Belgium

Richard D. Guyer, MD

Spine Surgeon and Co-Director of Spine Surgery Fellowship
Program, Texas Back Institute
Plano, Texas

Ludo MFGB Haazen, MD

Clinical R&D Consultant, Envision bvba
Lier, Belgium

Henry Halm, MD

Bernard Luc Léonard Hanson, MD, PhD

Université de Mons-Hainaut, Chargé d'exercices, Sociologie
de la santé, Université de Mons-Hainaut
Mons, Belgique

Position Head of Internal Medicine, Hôpitaux Iris Sud,
site Molière, Internal Medicine, Hôpitaux Iris Sud,
site Molière

Brussels, Belgique

Alejandro Hernandez, MD

Spine Unit, Hospital Universitari de Traumatologia i
Rehabilitaci Vall d'Hebron
Barcelona, Spain

Scott Hook, MD

Istvan Hovorka, MD

J. Hradil, MD

Department of Neurosurgery, Regional Hospital
Liberec, Czech Republic

Jean Huppert, MD

Philippe Lauweryns, MD, PhD

Professor, Department of Orthopaedic Surgery, Catholic
University Leuven
Leuven, Belgium

Head of Adult Spine Surgery, Department of Orthopaedic
Surgery, University Hospital Catholic University Leuven
Leuven, Belgium

Cyndi Lee

Senior Scientist, DePuy Biologics
Raynham, Massachusetts

Joon Yung Lee, MD

Assistant Professor of Orthopedic Surgery, Spinal Surgery
Division, University of Pittsburgh Medical Center
Pittsburgh, Pennsylvania

Jean-Charles Le Huec, MD, PhD

Professor, Spine Unit, Bordeaux University
Bordeaux, France

Chief, Orthopaedic Department, CHU Pellegrin
Bordeaux, France

Ulf Liljenqvist, MD

John Louis-Ugbo, MD

Resident, Department of Orthopedics, Emory University
School of Medicine
Atlanta, Georgia

Alessio Lovi, MD

Spine Care Group, Galeazzi Orthopaedic Institute
Milano, Italy

Arno Martin, MD

Donal McNally, BSc, PhD

Senior Lecturer in Biomechanics, School of Mechanical,
Materials, Manufacturing Engineering and Management,
University of Nottingham
Nottingham, United Kingdom

Dieter Moosmann, MD

Z. Patrick Moulin, MD

Chief, Department of Orthopaedic and Spinal Surgery,
Swiss Paraplegic Centre
Nottwil, Switzerland

E. Munting, MD, PhD

Clinique Saint Pierris
Ottignies Louvain-al-Neuve, Belgium

Michael A. Pahl, MD

Resident, Department of Orthopaedic Surgery, Thomas
Jefferson University Hospital
Philadelphia, Pennsylvania

Ferran Pellisé, MD

Spine Unit, Hospital Universitari de Traumatologia i
Rehabilitaci Vall d'Hebron
Barcelona, Spain

B. Poffyn, MD

Department of Orthopaedic Surgery and Traumatology,
Spine Section
Ghent University Hospital

Sally Roberts, PhD

Reader, Institute for Science and Technology in Medicine,
Keele University
Keele, Staffordshire, United Kingdom

Director of Spinal Research, Centre for Spinal Studies,
Robert Jones and Agnes Hunt Orthopaedic Hospital
Oswestry, Shropshire, United Kingdom

Christoph P. Röder, MD

Senior Researcher, Institute for Evaluative Research in
Orthopaedic Surgery
University of Bern, Switzerland

M. Ronai, MD

Département Orthopédic Pr Chauveaux, Pr Le Huec,
Spine Unit, CHU Pellegrin Tripode
Bordeaux cedex, France

J. Sénag, MD

Bordeaux, France

John E. Sherman, MD**Patrick Simons, MD**

Department of Neurosurgery, MediaPark Klinik
Cologne, Germany

Francis W. Smith, MD, FRCR, FRCSE

Clinical Professor of Radiology, Department of Radiology,
University of Aberdeen, Aberdeen Royal Infirmary,
Foresterhill
Aberdeen, Scotland, United Kingdom

Consultant Radiologist, Department of Radiology,
Woodend General Hospital NHS Grampian
Aberdeen, Scotland, United Kingdom

P. Sourkova, MD

Department of Neurosurgery, Regional Hospital
Liberec, Czech Republic

Jean-Paul Steib, MD

Professor, University Louis Pasteur, Facult de medecine
Strasbourg, France

Orthopaedic Surgeon, Orthopaedic Department of
Spine Surgery, Hopitaux Universitaires de
Strasbourg
Strasbourg, France

Christoph Stoo, MD**Petr Suchomel, MD, PhD**

Head of Neurocenter and Department of Neurosurgery,
Regional Hospital
Liberec, Czech Republic

Assistant Professor, Department of Neurosurgery, 1st Medical
Faculty, Charles' University
Prague, Czech Republic

G. Sys, MD

Department of Orthopaedic Surgery and Traumatology,
Spine Section
Ghent University Hospital

Marek Szpalski, MD

Chairman and Associate Professor, Department of
Orthopedics, IRIS South Teaching Hospitals,
Free University of Brussels
Brussels, Belgium

Marco Teli

Spine Care Group, Galeazzi Orthopaedic Institute
Milano, Italy

Jake Timothy, MD

Department of Neurosurgery, Leeds General Infirmary
Leeds, United Kingdom

C. Tournier, MD

Atlantic Spine Center, CHU Pellegrin, 6 étage Orthopedie
Bordeaux, France

Jill PG Urban, PhD

Senior ARC Research Fellow, Department of Physiology,
Anatomy and Genetics, Oxford University
Oxford, United Kingdom

D. Uyttendaele, MD, PhD

Department of Orthopaedic Surgery and Traumatology,
Spine Section
Ghent University Hospital

Cornelia Neidlinger-Wilke, PhD

Institute of Orthopaedic Research and Biomechanics,
University of Ulm
Ulm, Germany

Alexander R. Vaccaro, MD

Professor, Spine Surgery, Department of Orthopaedic
Surgery, Thomas Jefferson University and the
Rothman Institute
Philadelphia, Pennsylvania

Jan Van Lommel

Département Orthopédie Pr Chauveaux, Pr Le Huec,
Spine Unit, CHU Pellegrin Tripode
Bordeaux cedex, France

Jean-Marc Vital, MD

Unité de Pathologie Rachidienne, Centre Hospitalier
Pellegrin-Tripode
Bordeaux, France

Archibald von Strempel, MD, Deng

Professor, Department of Orthopedic Surgery, Medizinische
Hochschule Hannover
Hannover, Germany

Chief, Department of Orthopedic Surgery,
Landeskrankenhaus Feldkirch
Feldkirch, Austria

S. Tim Yoon MD, PhD

Emory University, Department of Orthopaedic Surgery
Atlanta, Georgia

Jing Yu, PhD

Research Scientist, Department of Physiology, Anatomy and
Genetics, Oxford University
Oxford, United Kingdom

Hansen Yuan, MD**James Zucherman, MD**

Co-Director Stanford/San Francisco, Combined Spine
Surgery Fellowship, St. Mary's Spine Center
San Francisco Combined Residency Program

Medical Director, St. Mary's Spine Center, St. Mary's
Medical Center
San Francisco, California

目 录

第 1 章	邻近节段椎间盘的生物力学	1
第 2 章	腰椎后路器械融合后未融合节段的放射学评价	11
第 3 章	椎间盘生理学	17
第 4 章	慢性下腰痛的自然进程和治疗方案	26
第 5 章	动态站立位 MRI 在腰椎疾病诊断中的应用	33
第 6 章	椎间盘疾病的分子治疗	42
第 7 章	髓核再生：目前的制约和未来的机遇	54
第 8 章	椎间盘内电热疗法的循证依据	62
第 9 章	腰椎管狭窄症伴下腰痛：是否需要融合？	74
第 10 章	腰椎外科非融合技术的适应证和禁忌证	78
第 11 章	腰椎非融合技术的手术入路	86
第 12 章	人工髓核置换：基础研究与临床应用适应证	93
第 13 章	腰椎前路人工髓核置换	104
第 14 章	人工髓核置换——DASCOR	110
第 15 章	全人工腰椎间盘置换——现有假体临床效果回顾	120
第 16 章	新一代 CHARITÉ 人工椎间盘	127
第 17 章	CHARITÉ III 型人工椎间盘置换术：适应证，术前检查和禁忌证	133
第 18 章	利用 Maverick 假体进行腰椎间盘置换术	138
第 19 章	位置对整体人工椎间盘置换术后结果的影响	145
第 20 章	椎间运动的保留——Prodisc-L 人工椎间盘假体置换在腰椎退变性疾病中的应用	152
第 21 章	腰椎间盘假体的新尝试	157
第 22 章	FlexiCore 人工腰椎间盘的设计和手术技术	161
第 23 章	X STOP 棘突间内置物进行腰椎减压	169
第 24 章	使用 X STOP 棘突牵开系统后腰椎 MRI 变化	178
第 25 章	Impliant TOPS：脊柱后路关节成形系统	185
第 26 章	Wallis 动力固定系统辅助腰椎退行性节段的稳定性	188
第 27 章	后路非融合技术治疗退行性腰椎骨关节病	194
第 28 章	首次应用颈椎间盘假体 ProdiscC™ 的结果评价	204

2 目 录

第 29 章	新型颈椎间盘假体: Mobi-C 的回顾性研究之初步结果	211
第 30 章	对新事物的探索	218
第 31 章	SWISS 脊柱调查	222
第 32 章	欧洲医疗设备规则介绍	229
第 33 章	腰椎间盘突出与腰椎融合的花费及效果比较	231
索引		235

第 1 章

邻近节段椎间盘的生物力学

Brian J. C. Freeman Donal S. McNally

融合腰椎上下邻近节段的退变发生率在 25% ~ 45% 之间^[3,12,16,17]，但并不是所有发生退变的患者都出现症状。Lehmann 等^[12]随访 33 年后报道：融合椎体节段之上节段椎间盘的退变率是 45%。Penta 等^[16]观察 52 例行腰椎前路融合术的患者 10 年，术前椎间盘造影显示他们邻近的椎间盘是正常的，10 年后发现与骶骨牢固融合的邻近椎间盘的退变率为 68%，但并不受融合长度的影响。这项研究显示在前路融合术后，个体因素可能比融合方法本身更能影响邻近节段的退变。Aota 等^[3]认为在器械融合术后，年龄是影响邻近节段退变的最主要的因素。年龄大于 55 岁的人群退变发生率为 37%，而小于 55 岁的人发生率仅为 12%。年纪大的患者更难使矢状面和冠状面保持平衡，从而导致退变的加速。Rahm 和 Hall^[17]研究了 49 例器械腰椎融合的病例，影像学发现融合节段上方的节段有 35% 发生退变。在颈椎间盘前路切除融合术后，有 25% 的患者将在 10 年内出现邻近节段的退变^[10]。

更高的力学性能要求会对椎间盘产生不良影响，并且可能涉及到椎间盘的正常营养的供给。对于邻近节段的退变到底是由于融合后邻近节段承受了更大的力量而引起还是由于其不可避免的自然退变而引起还存在着争论^[11]。两项临床研究表明在融合节段的次邻近节段椎间盘有和邻近节段椎间盘一样的远期退变结果^[9,19]。Battle 的研究显示与高强度工作、吸烟等外界因素相比，遗传因素约占椎间盘退变因素的 70%^[5]。

尸体标本上的生物力学测试是测定脊柱植入物性能的金标准。在测试中最重要的是在模拟生活中可能发生的各种负荷情况下进行测试，用一个或两个滚筒就可以实现压力负荷和弯曲力矩^[13]。Wilke 等^[24]制定了体外测定脊柱植入物稳定性的标准并被广为接受，所加负荷和力矩的大小是需要特别注意的。Wilke 建议用 7.5Nm 的弯曲力矩、1 ~ 2kN 间的轴向压力负荷来模拟腰椎每天的负荷情况。

通过测定椎间盘内负荷的分布可以了解内固定物对椎间盘生物力学的影响。这种方法可以更多的了解内固定物和椎间盘之间负荷的相对分布关系，如果加以正确的测量还能提供许多椎间盘组织本身的信息。通过测量椎间盘中央髓核的压力^[15]或使用贯穿整个直径的压力传感器^[14]可测定椎间盘的负荷。在这种方法中，在椎间隙内放入一个针形的传感器，并在活动节段加上 2kN 的静态压力负荷 20s 使其稳定于椎间隙中。图 1.1

显示的是一标准的测定尸体标本椎间盘应力分布的装置,并且描述了不同程度退变的腰椎间盘的典型“应力资料”。

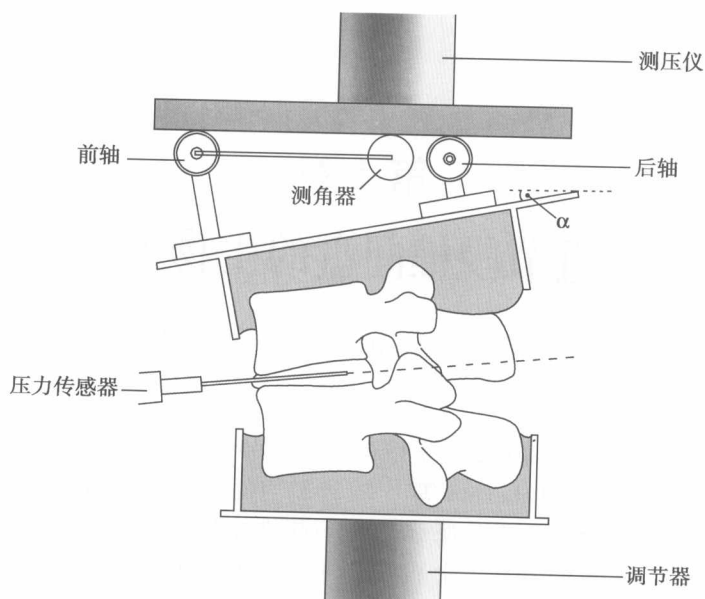


图 1.1 标准的测定尸体标本椎间盘应力分布的装置

体外生物力学测试的局限性是对肌肉、骨密度、脊柱邻近节段的负荷传导尤其是做了脊柱融合这些情况没有说明,而且在简单地去除了椎间盘的标本并作椎间 cage 融合后再进行测试发现在稳定性上没有明显差异,而通常在进行椎间融合后长时间的稳定性是有变化的。尽管有这些局限性,尸体标本的测试还是能够提供很多有用的信息^[13]。

融合模型邻近节段椎间盘的生物力学

Weinhoffer 等^[23]进行体外实验,建立椎间融合模型来研究屈曲时椎间盘内压力的变化。他们采用了 6 个新鲜冷冻尸体标本,每个标本研究两个节段(L3-4、L4-5)。在不采用内固定器械、采用 L5-S1 间椎弓根钉系统固定及采用 L4-S1 间椎弓根钉系统固定三种情况时,将 Millarmikrop 传感器放在 L3-4 和 L4-5 髓核内测定压力的变化,并通过计算机系统采集压力变化的数据。比较各椎间内压力的变化和加用内固定系统以后的压力变化。椎间盘内压力随融合椎体数量的增加而增加,随屈曲角度的增大而增加,且 L4-5 节段的压力增加比 L3-4 节段大。L5-S1 间椎弓根钉系统固定后椎间压力增加,且 L4-S1 间椎弓根钉系统固定后压力增加更为显著。

Cunningham 等^[6]在完整的脊柱、不稳定的脊柱、使用了椎板钩系统和椎弓根钉系统四种情况下测试了 11 例腰椎标本的三个水平的椎间压力变化。在不稳定和器械固定的情况下,邻近椎间的压力增加了近 45%,而在所固定的椎间盘内压力下降了 41% ~ 55%。他们认为邻近椎间盘内压力的变化是由脊柱不稳定和器械固定所引起,其周期性变化能影响椎间盘内的物质代谢和交换。在脊柱器械固定后,过高或过低的压力会导致

椎间盘代谢变化和邻近节段椎间盘发生病理改变。

Rohlmann 等^[18]研究了内固定系统和骨移植物对脊柱邻近节段活动度和压力的影响。他们采用了7个新鲜冷冻的尸体腰椎标本,平均年龄28岁(16~69岁)。对每个标本测量4个节段的椎间盘髓核内压力,用三维活动度分析系统分析节段之间的活动度。四种测试情况如下:

- (1) 完整的脊柱
- (2) 完整的脊柱并采用内固定系统
- (3) 脊柱减压术后并采用“木制移植物”和内固定系统
- (4) 脊柱减压术后采用内固定系统但不采用移植物

这项研究表明完整脊柱固定后的“桥状区域”内的椎间盘内的压力和节段间活动度都有所减小,但邻近的椎间盘内的压力和节段间活动度变化较小。这项研究的关键问题是所采用的负荷,对于脊柱标本是否应该在负载下或变形下进行研究在近年来是有争论的。如果经过脊柱融合的患者接受了较小的活动度,那么他们会进行锻炼,而其他学者所说的椎间盘内的压力和节段间活动度的增高就会被忽视。在 Rohlmann 等^[18]的研究中采用了负荷控制,所以没有发生邻近椎间盘内的压力和节段间活动度增加的情况,他们认为邻近节段椎间盘的退变并不是像所想象的那样由机械因素引起。这需要更进一步的研究来了解脊柱标本在负荷控制或变形控制下测试是否能提供更准确的信息。

Shono 等^[21]观察了脊柱后路固定的稳定性及其对邻近腰骶椎活动度的影响。他们采用了18例小牛的脊柱标本,标本有三种前向不稳症状(一个节段、两个节段、三个节段)。每个标本在以下三种情况下测试:

- (1) 完整的脊柱
- (2) 不稳的脊柱
- (3) 器械固定后的脊柱(一个加压 hook 系统,三个椎弓根钉系统)

对这些重建的方法和节段的活动度都进行了分析与比较。他们的研究表明脊柱固定从一个水平到三个水平,重建系统的总的扭转度和屈曲稳定性也随之增加,固定系统的应用也改变了残留完整节段的活动模式。随着固定节段的增加和固定牢固程度的增强其活动模式的改变更明显。固定节段稳定性的增加和非正常的活动模式可以加速邻近节段椎间盘的退变。

Eck 等^[8]研究了颈椎前路融合后对邻近椎间盘内压力和节段活动度的影响。他们采用6个尸体颈椎标本来进行生物力学测试,标本在T1固定,在C3施加负荷。用 Instron 测试仪进行屈曲20°,后伸15°,每秒增加1°的分布控制负荷试验。在完整脊柱标本和C5-6前路融合情况下,测量C4-5和C6-7的椎间盘内压力,用活动度分析系统分析C4-7节段的活动度变化。

C5-6前路融合后,屈曲时邻近上下节段的椎间盘内压力都显著增加。C4-5椎间盘内压力上升73.2%,C6-7椎间盘内压力上升45.3%。在后伸时,邻近上下节段的椎间盘内压力也增加但没有统计学意义,而且邻近的上下节段的活动度也增加了。C5-6前路融合后,C4-5活动度增加了32.5%,C6-7增加了22.3%。C4-5从3.39°增加到4.91°,C6-7从4.35°增加到4.91°,这些变化没有显著的统计学意义。他们认为在颈椎前路融合后能导致其正常的屈曲活动时邻近节段的椎间盘内压力的增加,增加的压力似乎与邻近节段的活动度的增加直接相关,压力和活动度的增加能加速融合邻近节段的椎

间盘退变进程。

椎间盘置换后邻近节段椎间盘的生物力学

Adams 等^[1]用 10 个尸体腰椎标本来比较椎间盘置换术后和融合模型之间的邻近节段椎间盘的生物力学变化。每个标本放在 servo-hydraulic 测试仪上进行测试，它能测定压力和弯曲的负荷。在测试之前分别在屈曲位、中立位、过伸位施加 10s、100N 的载荷。在这三种情况下测量上位完整椎体的压力数据（图 1.2 ~ 图 1.4）：

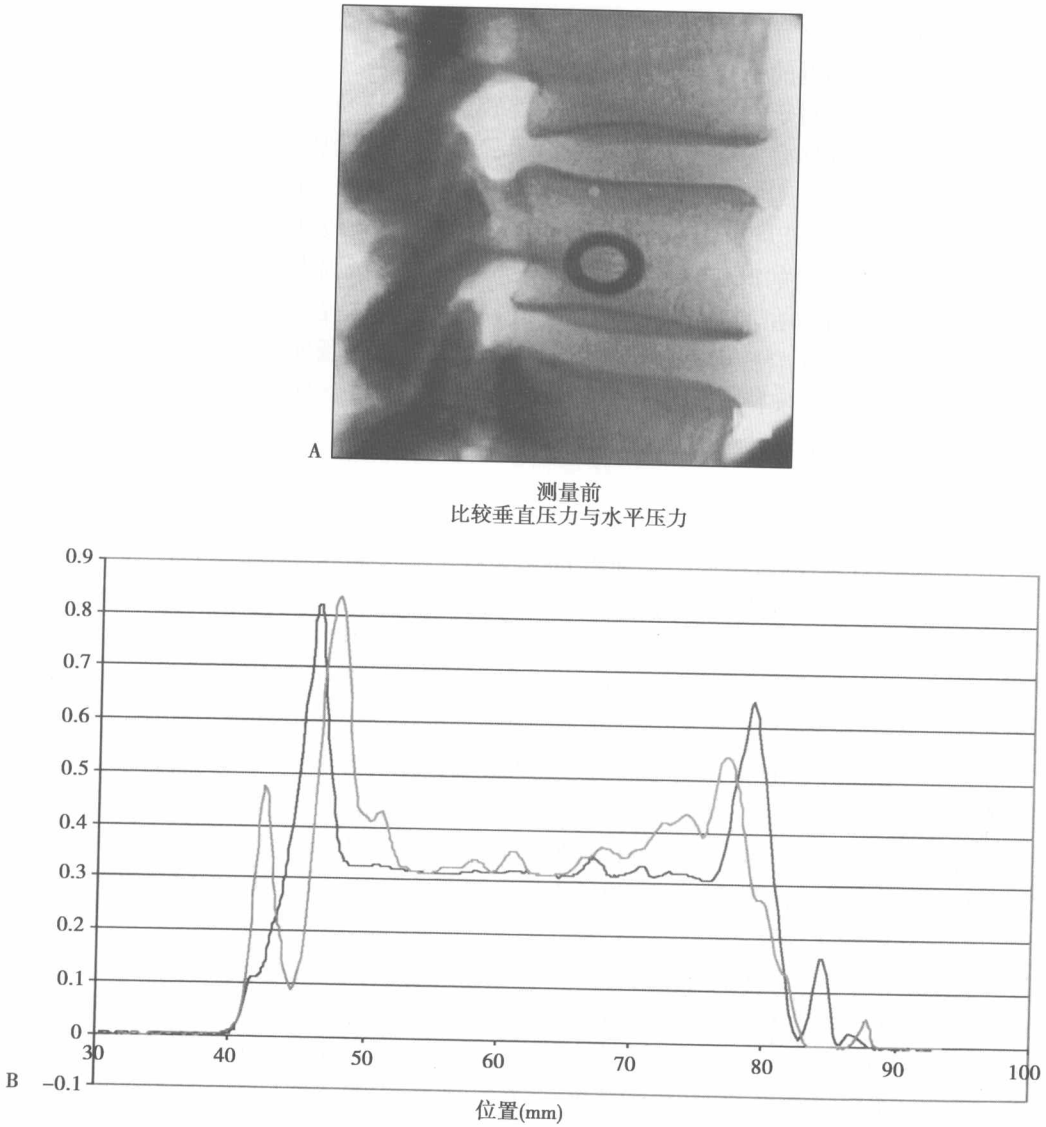


图 1.2 A: 标本的侧位片，下方的椎间盘正常。B: 在下方椎间盘正常时记录的上一节段内的典型的压力曲线。颜色深的线表示垂直压力，颜色浅的线表示水平压力。可见记录后纤维环压力峰值