



附DVD手术光盘

原著 Keith R. Berend
Fred D. Cushner

主译 郭万首



部分膝关节置换术

Partial Knee Arthroplasty



北京大学医学出版社

R687.4
J0143

此书附盘在资源建设室

阅 览

部分膝关节置换术

Partial Knee Arthroplasty

原著 Keith R. Berend
Fred D. Cushner

主译 郭万首

主审 李子荣

译者 郭万首 程立明
刘朝晖 张启栋



北京大学医学出版社

BUFEN XIGUANJIE ZHIHUANSHU

图书在版编目 (CIP) 数据

部分膝关节置换术 / (美) 贝伦德 (Berend, K.R.), (美) 库什纳 (Cushner, F.D.) 著; 郭万首主译. —北京: 北京大学医学出版社, 2013.7

书名原文: Partial Knee Arthroplasty
ISBN 978-7-5659-0599-5

I. ①部… II. ①贝… ②库… ③郭… III. ①人工关节—膝关节—移植术 (医学) IV. ①R687.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 139826 号

北京市版权局著作权合同登记号: 图字: 01-2012-6758

Partial Knee Arthroplasty: Techniques for Optimal Outcome
Keith R. Berend, Fred D. Cushner
ISBN-13: 978-1-4377-1756-3
Copyright © 2012 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation from English language edition published by the Proprietor.

Elsevier (Singapore) Pte Ltd.
3 Killiney Road, #08-01 Winsland House I, Singapore 239519
Tel: (65) 6349-0200, Fax: (65) 6733-1817
First Published 2014
2014 年初版

Simplified Chinese translation Copyright © 2014 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd and Peking University Medical Press. All rights reserved.
Published in China by Peking University Medical Press under special agreement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.
本书简体中文版由北京大学医学出版社与 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 在中国境内 (不包括香港特别行政区及台湾) 出版及标价销售。未经许可之出口, 是为违反著作权法, 将受法律之制裁。

部分膝关节置换术

主 译: 郭万首

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京圣彩虹制版印刷技术有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 冯智勇 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 15 字数: 514 千字

版 次: 2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-0599-5

定 价: 178.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

原著者

Jean-Noël Argenson, MD, PhD

Professor of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of the Méditerranée; Chairman of the Hospital for Arthritis Surgery, Sainte Marguerite Hospital, University Hospital of Marseille, Marseille, France

Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty;
Fixed-Bearing Techniques

Wael K. Barsoum, MD

Chairman, Surgical Operations, Vice Chairman, Orthopaedic Surgery, and Fellowship Director, Section of Adult Reconstruction, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio

Lateral Unicompartmental Knee Arthroplasty

Erhan Basad, MD

Assistant Professor, Giessen University Faculty of Medicine; Assistant Medical Director, Department of Orthopaedic Surgery, Giessen-Marburg University Hospital GmbH, Giessen, Germany

Spacer Devices—Old and New

Keith R. Berend, MD

Associate, Joint Implant Surgeons, Inc., New Albany; Associate Professor, Department of Orthopaedic Surgery, The Ohio State University, Columbus, Ohio

The Patella in Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty

Michael E. Berend, MD

Volunteer, Indiana University School of Medicine, Indianapolis; Orthopaedic Biomechanical Engineering Laboratory, Rose-Hulman Institute of Technology, Terre Haute, Indiana; Orthopaedic Surgeon, St. Francis Hospital Center for Hip and Knee Surgery, Joint Replacement Surgeons of Indiana, Mooresville, Indiana

The Painful Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty

Richard A. Berger, MD

Assistant Professor of Orthopedic Surgery, Rush University Medical Center, Chicago, Illinois

Anesthesia, Pain Management, and Early Discharge for Partial Knee Arthroplasty

Jack M. Bert, MD

Adjunct Clinical Professor, University of Minnesota School of Medicine, Minneapolis, Minnesota; Summit Orthopedics, Ltd., St. Paul, Minnesota

Failure Modes of Unicompartmental Arthroplasty

Nicholas Bottomley, MBBS, MRCS

Clinical Research Fellow, Nuffield Orthopaedic Centre, Oxford, United Kingdom

Indications for Unicompartmental Knee Arthroplasty;
Medial Unicompartmental Knee Replacement: Cementless Options; Mobile-Bearing Uni: Long-Term Outcomes

William D. Bugbee, MD

Attending Physician, Division of Orthopaedics, Scripps Clinic, La Jolla, California; Associate Professor, Department of Orthopaedic Surgery, University of California, San Diego, San Diego, California

Allografts for the Arthritic Knee

Thomas M. Coon, MD

Founder and Director, Coon Joint Replacement Institute, St. Helena Hospital, St. Helena, California

Computer-Guided Partial Knee Replacement

Fred D. Cushner, MD

Director, Insall Scott Kelly Institute; Chairman, Orthopaedic Surgery, Southside Hospital, New York, New York

Surgical Pearls for Fixed-Bearing Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty

David F. Dalury, MD

Assistant Professor, Orthopedic Surgery, Johns Hopkins School of Medicine, Baltimore, Maryland; Chief, Adult Reconstructive Surgery, St. Joseph Medical Center, Towson, Maryland

Fixed-Bearing Uni: Long-Term Outcomes;
Practical Issues in Unicompartmental Knee Arthroplasty—
The Secrets for Success

Jeffrey H. DeClaire, MD

Clinical Assistant Professor, Oakland University; Chief, Department of Surgery and Department of Orthopaedic Surgery, Crittenton Hospital Medical Center, Rochester Hills, Michigan; Bald Mountain Surgical Center, Lake Orion, Michigan

Patellofemoral Arthroplasty: Indications and Outcomes;
The Failed Uni

Craig J. Della Valle, MD

Associate Professor of Orthopaedic Surgery, and Director, Adult Reconstructive Fellowship, Rush University Medical Center, Chicago, Illinois

Long-Term Patellofemoral Progression

Allison J. De Young, BS

Clinical Research Assistant, Shiley Center for Orthopaedic Research and Education (SCORE) at Scripps Clinic, La Jolla, California

Allografts for the Arthritic Knee

Christopher Dodd, MB, ChB, FRCS

Consultant Knee Surgeon, Nuffield Orthopaedic Centre, Headington, Oxford, UK

Indications for Unicompartmental Knee Arthroplasty; Medial Unicompartmental Knee Replacement: Cementless Options; Mobile-Bearing Uni: Long-Term Outcomes

Karim Elsharkawy, MD, 7MRCS (Eng)

Resident of Orthopaedic Surgery, Cleveland Clinic Foundation, Cleveland, Ohio

Lateral Unicompartmental Knee Arthroplasty

Gerard A. Engh, MD

Director, Knee Research, Anderson Orthopaedic Research Institute, Alexandria, Virginia

Uni: History and Look to the Future

Wolfgang Fitz, MD

Clinical Instructor in Orthopaedic Surgery, Harvard Medical School; Associate Orthopaedic Surgeon, Department of Orthopaedic Surgery, Brigham and Women's Hospital, Boston, Massachusetts

Individualized Unicompartmental Knee Arthroplasty

Jared R.H. Foran, MD

Panorama Orthopedics and Spine Center, Golden, Colorado

Long-Term Patellofemoral Progression

Simon Görtz, MD

Research Fellow, Department of Orthopaedic Surgery, University of California, San Diego School of Medicine, San Diego, California
Osteochondral Allografting Plug Technique (Video)

Amrit Goyal, MBBS, MS (Ortho)

Lecturer, S.N. Medical College, Agra, India

Minimally Invasive Surgery: Medial Fixed-Bearing Onlay Unicompartmental Knee Arthroplasty

Jason M. Hurst, MD

Director, Joint Preservation Institute at Joint Implant Surgeons, Inc., New Albany, Ohio

Nonarthroplasty Treatment Options for Unicompartmental Degenerative Joint Disease

William A. Jiranek, MD

Professor of Orthopaedics and Chief of Adult Reconstruction, Department of Orthopaedic Surgery, Virginia Commonwealth University Health System, Richmond, Virginia

Incidence of Partial Knee Arthroplasty: A Growing Phenomenon?

Todd C. Kelley, MD

Assistant Professor of Orthopaedic Surgery, University of Cincinnati College of Medicine, Cincinnati, Ohio
Fixed-Bearing Uni: Long-Term Outcomes

Benjamin Kendrick, MRCS (Eng)

Clinical Research Fellow, Nuffield Orthopaedic Centre, Oxford, United Kingdom

Indications for Unicompartmental Knee Arthroplasty; Medial Unicompartmental Knee Replacement: Cementless Options; Mobile-Bearing Uni: Long-Term Outcomes

Franz Xaver Koeck, MD

Teacher for General Orthopaedics, Orthopaedic Surgery, Orthopaedic Rheumatology, and Bone and Joint Infections, Foot and Ankle Faculty, and Member of ComGen of AE (Arthroplasty Work Group of German Orthopaedic Society), University of Regensburg, Regensburg, Germany; Assistant Medical Director, Department of Orthopaedic Surgery, Asklepios Klinikum, Bad Abbach, Germany
Spacer Devices—Old and New

Adolph V. Lombardi, Jr., MD, FACS

Clinical Assistant Professor, Department of Orthopaedics and Department of Biomedical Engineering, The Ohio State University, Columbus, Ohio; President and Attending Surgeon, Joint Implant Surgeons, Inc., Mount Carmel Health System, New Albany, Ohio
Deep Vein Thrombosis Prophylaxis following Unicompartmental Knee Arthroplasty

William J. Long, MD, FRCSC

GME Committee Member, Lenox Hill Hospital, North Shore—Long Island Jewish Hospital System; Attending Orthopaedic Surgeon, Insall Scott Kelly Institute, New York, New York
Use of Biologics for Degenerative Joint Disease of the Knee

Jess H. Lonner, MD

Associate Professor of Orthopaedic Surgery, Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania; Bryn Mawr Hospital, Bryn Mawr, Pennsylvania
Modular Bicompartamental Knee Arthroplasty

William Macaulay, MD

Nas S. Eftekhari Professor of Clinical Orthopaedic Surgery, Columbia University; Chef, Division of Adult Reconstruction, and Director, Center for Hip and Knee Replacement, New York Presbyterian Hospital at Columbia University, New York, New York
Minimally Invasive Surgery: Medial Fixed-Bearing Onlay Unicompartmental Knee Arthroplasty

Michael J. Morris, MD

Associate, Joint Implant Surgeons, Inc., New Albany, Ohio
Unicompartmental Knee Arthroplasty: Mobile-Bearing Techniques

David Murray, MA, MD, FRCS (Orth)

Consultant Orthopaedic Surgeon, Nuffield Department of Orthopaedics, Rheumatology and Musculoskeletal Sciences, Nuffield Orthopaedic Centre, Headington, Oxford, UK
Indications for Unicompartmental Knee Arthroplasty; Medial Unicompartmental Knee Replacement: Cementless Options; Mobile-Bearing Uni: Long-Term Outcomes

Michael P. Nett, MD

Orthopedic Surgeon, Insall Scott Kelly Institute, Southside Hospital, Bay Shore, New York
A Multimodal Approach to Transfusion Avoidance and Blood Loss Management in Partial Knee Arthroplasty

Vincent Y. Ng, MD

Clinical Instructor, Department of Orthopaedics, The Ohio State University, Columbus, Ohio
Deep Vein Thrombosis Prophylaxis following Unicompartmental Knee Arthroplasty

Hemant Pandit, FRCS (Orth), DPhil (Oxon)

Senior Research Fellow, Nuffield Department of Orthopaedics, Rheumatology and Musculoskeletal Sciences, University of Oxford; Orthopaedic Surgeon, Nuffield Orthopaedic Centre, Oxford, United Kingdom
Indications for Unicompartmental Knee Arthroplasty; Medial Unicompartmental Knee Replacement: Cementless Options; Mobile-Bearing Uni: Long-Term Outcomes

Sébastien Parratte, MD, PhD

Assistant Professor of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, University of the Méditerranée; Consultant in the Hospital for Arthritis Surgery, Sainte Marguerite Hospital, University Hospital of Marseille, Marseille, France
Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty: Fixed-Bearing Techniques

Andrew Price, DPhil, FRCS (Orth)

Reader in Musculoskeletal Science, Nuffield Department of Orthopaedics, Rheumatology and Musculoskeletal Sciences, University of Oxford; Consultant Orthopaedic Surgeon, Nuffield Orthopaedic Centre, Oxford, United Kingdom
Indications for Unicompartmental Knee Arthroplasty; Medial Unicompartmental Knee Replacement: Cementless Options; Mobile-Bearing Uni: Long-Term Outcomes

Daniel L. Riddle, PT, PhD

Otto D. Payton Professor, Departments of Physical Therapy and Orthopaedic Surgery, Virginia Commonwealth University, Richmond, Virginia
Incidence of Partial Knee Arthroplasty: A Growing Phenomenon?

Lindsey Rolston, MD

University of Indiana (affiliate); Board Certified Orthopedic Surgery (ABOS), Henry County Center for Orthopedics and Sports Medicine, New Castle, Indiana
Hybrid Arthroplasty: Two-Compartment Approach

Erik P. Severson, MD

Director of Orthopaedic Outcomes, Department of Orthopaedic Surgery, Minnesota Center for Orthopaedics (MCO), Cuyuna Regional Medical Center and Riverwood Hospitals, Crosby, Minnesota
Bilateral Unicompartmental Knee Arthroplasty

Neil P. Sheth, MD

Attending Orthopaedic Surgeon, OrthoCarolina, Charlotte, North Carolina
Long-Term Patellofemoral Progression

Rafael J. Sierra, MD

Associate Professor, Mayo Clinic College of Medicine; Consultant Orthopedic Surgeon, Mayo Clinic, Rochester, Minnesota
Bilateral Unicompartmental Knee Arthroplasty

Alfred J. Tria, Jr., AB, MD

Clinical Professor of Orthopaedic Surgery, Robert Wood Johnson Medical School; Chief of Orthopaedic Surgery, St. Peter's University Hospital, New Brunswick, New Jersey
Classical Patient Selection for Unicompartmental Knee Arthroplasty

Creighton C. Tubb, MD

Adjunct Assistant Professor of Surgery, Uniformed Services University of the Health Sciences, Bethesda, Maryland; Orthopaedic Surgeon, Madigan Army Medical Center, Tacoma, Washington
Lateral Unicompartmental Knee Arthroplasty

John H. Velyvis, MD

Director of Clinical Research, Coon Joint Replacement Institute, St. Helena Hospital, St. Helena, California
Computer-Guided Partial Knee Replacement

译者前言

以最小的创伤获取最佳的治疗收益，这种微创理念由来已久。近期微创外科得到迅速发展，引起无数医生及患者的青睐。部分膝关节置换术就是以治疗关节病变间室、保存正常关节结构为目的手术技术。由于这种有限手术给患者带来的创伤较小，术后康复快，因此，对于特定的患者群可彰显出其独特的优势。

回顾关节置换的历史，部分膝关节置换术的发展几乎与全膝关节置换术同时起步。但两者相比，全膝关节置换发展迅速，技术成熟，疗效肯定，应用最为普遍；而部分膝关节置换历经了初期的冷落、徘徊和近期复苏等不同阶段。其原因一方面是由于部分膝关节置换术初期假体设计、患者选择以及手术技术存在问题，影响了手术疗效，令术者及患者产生更多的担忧；另一方面是大多数骨科医生看好全膝关节置换的优良结果及发展势头，以更广泛的兴致和更多的精力投入到全膝关节置换实践之中。然而，数十年来，通过无数前辈、学者及大师们的不懈努力，部分膝关节置换的假体设计日臻完善，尤其是近年来手术器械的开发，使得手术能够更加精细化。加之患者选择更加合理，手术技术也不断提高，部分膝关节置换的临床效果发生了不同寻常的改变，在一定意义上与全膝关节置换技术相媲美，对于部分患者可以实现延缓或避免全膝关节置换。

目前，有关膝关节置换的书籍种类众多，内容丰富，形式多样，为广大的骨关节科医生提供了便利的阅读条件，读者可以随时随地索取所需知识，不断地充实与丰富个人的基础理论知识与专业技能，并用于临床实践。不可否认，这些专业书籍对于膝关节置换技术的普及与发展起到了重要的推动作用，而与之相反，当前关于部分膝关节置换的书籍却是凤毛麟角，难以寻觅。随着部分膝关节置换技术在国内的不断开展，越来越多的骨科医生更加关注该项技术，也希望能够更加全面地了解其相关知识。鉴于当前的情况，有必要向大家推荐一部全面介绍部分膝关节置换技术的书籍。

由 Berend K R 和 Cushner F D 主编的《部分膝关节置换术》一书，是当今在部分膝关节置换领域中造诣精深、经验丰富、有影响力的专家共同完成的一部专著。本书内容浅显易懂，图文并茂，并收集了大量的实例及临床数据，让每一位读者更易于深入理解部分膝关节置换的基础理论与临床技术。书中每一章的开头处，均列出该专题的关键点，引导读者阅读，揭示精髓内容。《部分膝关节置换术》是一部指导临床实践很有价值的参考书。我们试图把它译成中文，希望让更多关注部分膝关节置换术的骨科医生能够从中获益，解决亟待解决的临床问题。

本书的每一位译者都有过参加部分膝关节置换手术的临床经验，专业英语基础较好，有过译书的经历，尤为重要的大是对部分膝关节置换均有共同的志趣，相信译文与原著会比较贴切。为更加准确地把握此书的翻译质量，我们对译稿多次审核，但由于时间短、译者水平有限，本书仍可能存在许多不足，敬请同道阅读时批评指正。

中日友好医院骨关节外科

郭万首

2013年10月 北京

原著前言

在此，我们非常感谢所有的朋友和同行，他们不仅为本书的出版提供了很大的帮助，还为我们的 CIPKA 年会和 SOURCE 小组提供了巨大支持。除此之外，我们还要衷心感谢我们骨科同事们的努力工作和密切合作。

部分关节置换术是仅对病变累及的膝关节间室进行置换。本书所包括的其他治疗，如关节炎的保守治疗、关节镜治疗、单髁或双髁关节置换，但都不如全膝关节置换术。

CIPKA (Current Issues in Partial Knee Arthroplasty)，即部分关节置换论坛，已经成功举办 4 年。这是一个关于部分关节置换术培训和进展研讨的会议，为期 3 天。由于 Adolph Lombardi 的出席，我们的会议取得很大成功。Adolph Lombardi 是我们的合作主席，他不仅为我们带来丰富的知识和无穷的欢乐，更为我们的会议组织提供了帮助。另外，我们的会议能取得成功，更是得力于我们著名的全体教员的辛勤努力，他们放弃工作和家庭生活，每年都来参加我们的会议。

SOURCE (the Study Group of Unicompartmental Research and Continuing Education)，在早期阶段，这是指单髁研究与继续教育学习小组，后期进一步发展成为对部分关节置换感兴趣的医生的连接纽带，在这里可以进一步交流思想，深入研究。在这个项目中，我们对部分膝关节置换的适应证、结果、手术技术进行了多中心研究。

通过本书及 CIPKA 年会和 SOURCE 小组正在进行的项目，作者希望继续努力帮助读者提高认识水平，以更好地服务患者。同时，希望推动部分膝关节置换术的进步和发展。

Keith R. Berend
Fred D. Cushner

目 录

第一部分 单间室膝关节置换历史

第 1 章

单间室膝关节置换：历史与未来

Gerard A. Engh

第 2 章

单间室膝关节置换的经典指征

Alfred J. Tria, Jr.

第 3 章

单间室膝关节置换的适应证

Hemant Pandit, Benjamin Kendrick, Nicholas Bottomley,
Andrew Price, David Murray, Christopher Dodd

第 4 章

间隔器假体——过去与现在

Franz Xaver Koeck, Erhan Basad

第 5 章

部分膝关节置换术：不断增长的现象？

William A. Jiranek, Daniel L. Riddle

第二部分 生物学治疗

第 6 章

生物学疗法治疗膝关节退行性疾病

William J. Long

第 7 章

同种异体骨软骨移植治疗膝关节炎

William D. Bugbee, Allison J. De Young

第 8 章

膝关节单间室退行性疾病的非关节置换疗法

Jason M. Hurst

第三部分 手术技术

第 9 章

固定型衬垫内侧单间室膝关节置换手术技术

Fred D. Cushner

第 10 章

内侧单间室膝关节置换：固定型衬垫

Jean-Noël Argenson, Sébastien Parratte

第 11 章

内侧单间室膝关节置换：活动型衬垫

Michael J. Morris

第 12 章

内侧单间室膝关节置换：非骨水泥型

Benjamin Kendrick, Nicholas Bottomley, Hemant Pandit,
Andrew Price, Christopher Dodd, David Murray

第 13 章

外侧单间室膝关节置换

Creighton C. Tubb, Karim Elsharkawy, Wael K. Barsoum

第 14 章

计算机辅助部分膝关节置换

Thomas M. Coon, John H. Velyvis

第 15 章

个体化单间室膝关节置换

Wolfgang Fitz

第 16 章

内侧单间室膝关节置换的髌骨问题

Keith R. Berend

第 17 章

微创手术：内侧固定型衬垫单间室膝关节置换

William Macaulay, Amrit Goyal

第四部分 结果

第 18 章

活动型衬垫单间室膝关节置换：长期结果 108

*Nicholas Bottomley, Benjamin Kendrick, Hemant Pandit,
Christopher Dodd, David Murray, Andrew Price*

第 19 章

固定型衬垫单间室膝关节置换：长期结果 115

Todd C. Kelley, David F. Dalury

第五部分 髌股关节置换和混合置换

第 20 章

髌股关节置换术：适应证和结果 122

Jeffrey H. DeClaire

第 21 章

长期的髌股关节炎进展 137

Jared R. H. Foran, Neil P. Sheth, Craig J. Della Valle

第 22 章

混合置换：双间室置换 144

Lindsey Rolston

第 23 章

组合式双间室膝关节置换术 150

Jess H. Lonner

第六部分 并发症

第 24 章

单间室膝关节置换的失败方式 156

Jack M. Bert

第 25 章

失败的单间室膝关节置换 163

Jeffrey H. DeClaire

第 26 章

内侧单间室膝关节置换术后疼痛 181

Michael E. Berend

第七部分 汇编

第 27 章

单间室膝关节置换的实践问题——成功的秘密 188

David F. Dalury

第 28 章

麻醉、疼痛管理和部分膝关节置换术患者提前出院 196

Richard A. Berger

第 29 章

单间室膝关节置换深静脉血栓的防治 204

Adolph V. Lombardi, Jr. Vincent Y. Ng

第 30 章

部分膝关节置换术中避免输血及失血治疗的多种方法 213

Michael P. Nett

第 31 章

双侧单间室膝关节置换 223

Erik P. Severson, Rafael J. Sierra

索 引

227

第 1 章

单间室膝关节置换：历史与未来

Gerard A. Engh

要 点

- 单间室膝关节置换早期的临床结果来自双髁关节置换，它是用两个独立的单髁假体进行胫股间室双髁置换。
- 应用厚度小于 6mm 的聚乙烯衬垫和没有金属托的胫骨假体，是 Marmor 单髁假体早期失败的原因，目前 FDA 要求聚乙烯衬垫最小厚度大于 6mm。
- 导致单间室膝关节置换高失败率的因素包括年轻、男性、用 γ 射线灭菌（重要因素），以及库存放置时间过久造成胫骨聚乙烯垫的氧化降解。
- 单间室膝关节置换早期失败多与手术技术失误和假体位置放置不良有关。
- 外科医生存在这样的偏见：反对对未明原因的疼痛的全膝关节置换进行翻修，但很少反对对疼痛的单间室膝关节置换进行翻修。

单间室膝关节置换的早期临床经验

初期，通常采用两个非连接的单髁假体进行双间室关节置换治疗膝关节病。1971 年报道了多曲径膝关节置换以恢复正常膝运动¹。Mayo 中心报道自 1970 年 7 月至 1971 年 11 月完成的首批 209 个多曲径膝 10 年成功率为 66%²。单间室膝关节置换的结果与其相似³。随后在双髁及单髁关节炎的治疗中，单一半径的股骨假体被摒弃。

在同一时期，采用 Marmor (Richarks, Memphis, TN) 假体单间室膝关节置换获得了早期的临床成功。然而，临床结果却没有及时在文献中出现。1981 年，Scott 和 Santore 报道了首批 100 例患者的单间室膝关节置换的早期结果，结果令人鼓舞，只有 3 例翻修⁴。遗

憾的是这些好的结果被其他人糟糕的结果遮盖了。1976 年，Insall 和 Walker 报道了 19 例不同设计的内侧单间室膝关节置换，失败率较高⁵。作者对 5 例外侧单间室膝关节置换的结果很满意，并推断未来单间室膝关节置换将只适用于外侧单间室病变。以后他们又对同样这批患者随访，7 例翻修。另外一组 22 膝中 14 膝结果一般或差⁶。他们的假体设计冠状面是弧形设计，22 膝的 12 膝同时进行髌骨截骨。Laskin 报道了 37 例单间室膝关节置换的结果也很糟糕，出现了反复疼痛、假体位置不良以及关节炎进展⁷。

在传统的固定型衬垫单髁假体被使用 10 年后，Oxford 半月板衬垫面市了。1986 年 Goodfellow 和 O'Connor 最早报道了 125 例患者 2~6 年随访的结果⁸。这些早期病例也是应用单髁假体进行了双侧间室的关节置换。具有完整的前交叉韧带 (anterior cruciate ligaments, ACL) 者，早期的翻修率为 4.8%。所有骨关节炎膝 6 年的生存率为 83%。随后 Goodfellow 和 O'Connor 通过对 301 膝进行 9 年随访，进一步强调了完整的 ACL 对活动型衬垫单间室膝关节置换的重要性⁹。ACL 损伤或缺失，6 年生存率只有 81%。301 例患者中有 205 例的双侧间室分别进行了单间室膝关节置换。与此对照，Murray 等报道了 143 例具有完整 ACL 的内侧单间室膝关节置换的结果¹⁰。在这份 1998 年的报道中，10 年生存率为 98%。

瑞典膝关节置换登记中心：早期报道

瑞典膝关节置换登记中心于 1981 年开始，提供了极有价值的信息，因其总结了膝置换的结果，并探讨了影响临床结果的一些问题。Knutson 等报道了 1976—1992 年全国范围内 30 000 多例膝关节的手术结果¹¹。全膝关节置换 (total knee arthroplasty, TKA) 生存率逐渐提高，而单间室膝关节置换（也称单髁膝关节置换，

Unicompartmental knee arthroplasty, UKA)并非如此。作者认为失败率高的部分原因归于单间室假体设计不佳。对1981—1995年手术的所有存活患者进行的调查登记,强调再次手术和患者满意度¹²,95%的患者完成调查,8%的患者不满意。对翻修病例,内侧单间室膝关节置换后翻修的患者满意度比例高于全膝关节置换后翻修者。另一项瑞典登记中心的数据比较了699例牛津型UKA(Biomet, Bridgend, UK)与Marmor型UKA(Smith-Nephew Richard5, Orthez, France)的结果¹³,6年后,前组翻修率比后组高2倍。牛津组50例翻修病例中,失败的两大原因为半月板衬垫脱位和假体松动。

单间室膝关节置换:20世纪90年代

在20世纪90年代,大多数医生放弃了单间室膝关节置换。1991年,Scott等报道在70年代用髁假体完成的双间室膝关节置换有更长的生存率¹⁴。在这项研究中,100例单间室膝关节置换的10年生存率为85%。Kozinn和Scott也报道了单间室膝关节置换的严格患者选择标准:体重小于80kg、非炎性关节炎、ACL完整、对侧间室及髌股关节间室退变不大于Ⅱ级¹⁵。作者认为严格的适应证是很重要的,可以避免疾病进展导致的失败以及假体松动。使用如此严格的适应证限制了单间室膝关节置换患者的入选,适合单间室膝关节置换的患者比例不足5%。在美国,大多数骨科医师每年完成全膝关节置换术小于20例,如按严格的手术适应证,1年内只有1~2例单间室膝关节置换的机会,这就很难保证达到技术熟练及获得好的临床结果。Padge等认为单间室膝关节置换失败翻修并不是一个简单的操作¹⁶,19例翻修病例中76%存在骨缺损,2例需要再次翻修。

少数医生坚持对单间室病变采用UKA治疗,并不断报道其结果。与TKA相比,UKA创伤小,失血少,术后有更大屈曲度,爬楼更有力,更少需步行器,更好地从疼痛中恢复。这些优点在下面的研究中得以证实。Cobb等比较了42例患者,一侧做TKA,另一侧做UKA¹⁷。Rongraff等比较了120例UKA和81例TKA¹⁸。Laurencin等在同一家医院对23例患者自身对照,一侧做UKA,另一侧做TKA¹⁹。Knutson等根据瑞典膝关节置换登记得出结论:单间室膝关节置换感染率比全膝关节置换减少50%以上(UKA 0.8% vs TKA 2%)²⁰。

20世纪90年代单间室膝关节置换开展很少,尽管

患者的满意度高,但是翻修率相对较高,其中一些失败源于假体设计。例如,Robert-Brigham假体的胫骨金属垫厚度为6mm,而聚乙烯垫只有4mm厚。最初的Marmor假体中,胫骨侧为全聚乙烯,厚度小于6mm,这些假体有高失败率,而从市场撤出。早在1991年,Knutson等就报道了2年内6mm厚单髁假体在1/3的类风湿关节炎患者和1/5的骨关节炎患者中失败的结果。6mm假体有比较高的松动率,美国食品和药品管理局(FDA)随后设定6mm作为胫骨聚乙烯组件的最小厚度。另一项设计错误是期望增加假体冠状面的曲度来减少接触应力。Insall和Aglietti最初应用的就是这类假体⁶。PCA单髁假体也是类似于Insall最初应用的假体,冠状面上假体接触面弧形设计,这种假体在挪威和芬兰膝关节置换登记中有难以接受的高失败率²²。将这种假体在冠状面上正确安放并容许充分的屈膝和轴位的旋转,在技术上是很难的。

Anderson骨科研究所的结果

1984—1998年,Anderson临床中心完成了411例内侧单间室膝关节置换²²,假体为来自6个厂家的12种假体。以假体翻修作为生存终点,Kaplan-Meier生存分析9年生存率为80%。此时,人们并没有因为难以接受的翻修率而放弃单间室膝关节置换,而是对其翻修的危险因素进行分析,采用多变量数据重新分析单间室膝关节置换治疗孤立的单间室关节炎的危险因素。危险因素分为患者的因素,包括年龄、体重、性别;以及假体因素,包括聚乙烯厚度、灭菌方法、聚乙烯库存储放时间、假体的设计等。以翻修为终点,采用Cox危险回归分析,3个变量有统计学意义:年龄轻($P<0.01$)、薄的聚乙烯垫($P<0.01$)以及库存储放时间($P<0.01$)。411例内侧单间室膝关节置换中152例库存储放时间小于1年,聚乙烯厚度至少8mm,这一组的生存率为95%。通过应用足够厚的聚乙烯垫并避免氧化降解,恢复了对单间室膝关节置换手术的信心。

在对取出的假体的回顾研究中,记录了氧化对假体失败的影响。1986—2000年Anderson临床中心对42个翻修的单髁假体进行了分类以分析翻修原因,并分析了磨损情况,71%的翻修源于聚乙烯磨损。很多聚乙烯出现严重的疲劳磨损与层裂,一些聚乙烯被完全磨透。411例中有42例不是采用假体放置空气中 γ 射线灭菌法,结果没有翻修²³。在另一项研究中,Blunn等检查了26例Marmor单髁假体在术后1~13年的原位

情况²⁴，这些没有放射过的胫骨聚乙烯假体没有层裂现象。与此不同的是，1998年Williams等发现空气中 γ 射线灭菌的聚乙烯垫中80%出现了以表面下白带为特征的层裂现象²⁵。在他们的研究中，32个用乙烯氧化灭菌的聚乙烯假体没有出现层裂或氧化现象。库存放置时间过久导致聚乙烯氧化，并且对单髁假体生存率的影响更大。假体一般是大批量地生产和灭菌。全膝关节假体库存放置时间短，更新频繁。在Anderson临床中心，单髁假体平均在架放置时间为 2 ± 1.9 年。这比全膝关节假体平均多 $0.9+1.0$ 年（AORI膝关节临床数据）。有两个研究很好地显示了库存时间对假体生存率的影响。在第一个研究中，100例连续SCR（Osteonics, Allendale, NJ）UKA假体，空气中 γ 射线灭菌后，平均放置在架1.7年，平均分成两组：大于1.7年组与小于1.7年组，两组6年生存率分别为71%和96%（ $P < 0.01$ ）²⁶。第二个研究回顾了75例Duracon单髁假体（Stryker Osteonics Howmedica, Rutherford, NJ）（图1-1）²⁷，73%的假体在架放置时间为4.5~6.5年，截至发稿，有65例在不到5年的时间即假体翻修，所有翻修均是因为聚乙烯磨损。

20世纪90年代单间室膝关节置换的成功

从历史角度看，20世纪80年代至90年代应用固定型衬垫单髁假体的结果相当好。Squire等以翻修为终点，采用胫骨侧全聚乙烯Marmor型假体，22年生存率为88%²⁸。这种假体的适配性虽然小，成功率却较高，这可能源于非 γ 射线灭菌以及由一位高年资有经

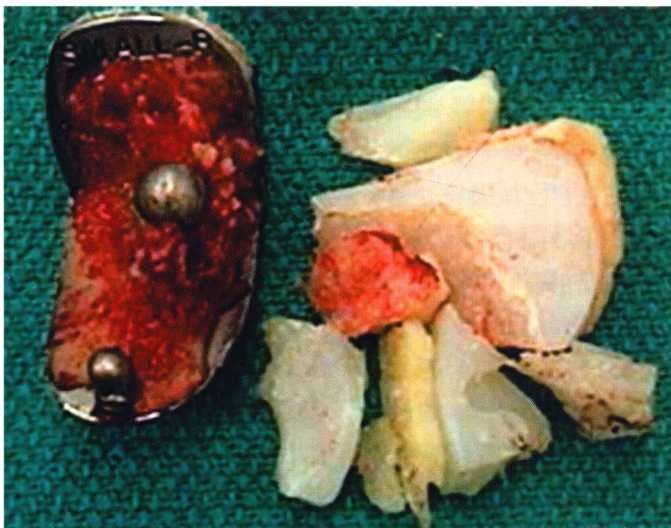


图1-1 一个失败的UKA置入只有18个月，延长库存放置时间（4.5年）引发脆化。

验医师完成的精细技术。Berger等报道51例患者采用Miller-Galante假体，10年生存率98%²⁹。聚乙烯灭菌的方法没有提及，即使经过 γ 射线灭菌，但由于是外科医师（也是设计者）的早期临床实践，聚乙烯的搁置时间也很短。在另外一项研究中，Pennington等针对年轻活跃患者（平均54岁）也采用Miller-Galante假体进行手术，11年假体生存率达到98%³⁰。一些活动型衬垫的结果也相当不错。Murray等报道牛津活动型衬垫单髁膝10年生存率达98%³¹，这也是一组外科医师兼设计师选择患者完成的病例，这些患者都具备完整的ACL。在设计方面，假体间有更好的接触应力，减少疲劳性磨损。活动型衬垫假体低接触应力可能是Svard和Price报道124例牛津型假体10~15年优良生存率的原因³²。

尽管UKA在文献里呈现出优良的结果，但其他研究和关节登记中心的数据继续支持TKA。接触这些报道的读者既可能简单地接受这些结论，也可能用探究的眼光审视这些结论的数据来源，从而判断UKA治疗单间室关节炎的合理性。2003年Gioe等根据一个区域的关节登记中心数据报道516例UKA与4654例TKA³³，比较10年生存率，UKA 10年生存率为88%，同期TKA为94.8%。两个混杂因素可能影响此结果。首先，作者报道中有2/3的UKA采用空气中 γ 射线灭菌，但没有提及聚乙烯库存时间，更进一步的可能是，UKA假体的库存时间明显长于TKA假体。第二个混杂因素是516例UKA中的34例额外使用了克氏针，该研究中UKA失败病例的38%（15/39）归咎于它，如果将这34个克氏针置入的UKA从分析中排除，UKA的翻修率将是5%（24/482），10年生存是95%，这将与TKA的生存率相似。

微创UKA

微创技术使UKA被普遍接受。John Repicci原是一名牙医，后来转成骨科医师，报道了他实施内侧单间室膝关节置换的经验。他的切口只有7.5cm，患者手术当日或次日出院，恢复很快。微创手术概念对骨科医师很有吸引力，患者有需求，制造商也有市场。不过，制造商的最初的重点是通过改进器械以使外科医生通过有限切口完成全膝关节置换。“股四头肌外入路”和“股内侧肌微切口入路”描述了这种外科手术方法。许多外科医生发现微创切口行TKA困难且对临床结果有影响。而单间室膝关节置换更易用微创完成，因为单髁假

体较小，更容易通过小切口置入，这又激发了一些人对单髁关节微创置换手术的兴趣。

微创技术的普及和需求导致引进新的单髁假体和操作器械，改良微创手术。外科医生正在学习一种新的没有或很少有传统的单髁手术经验的手术操作。早期单髁手术的临床结果反映了这些变量的影响。在某些情况下，这些并发症明显源于有限的手术暴露。Hamilton 等报道微创技术较以往传统手术增加了新的并发症和失败模式³⁴。伤口并发症，大多数原因是小切口过分牵拉软组织造成。残留骨水泥碎片，通常不是传统手术遇到的风险，却常继发于有限的手术暴露。股骨假体松动可能源于为适应微创手术需求的假体设计和器械的改变。Hamilton 等研究中作为一个示例，单一平行后髁的股骨假体栓设计使假体插入变得更容易，但却不是最优股骨组件固定方式。假体和操作器械的改良导致截骨非常薄，不能暴露足够的松质骨，骨水泥不能最佳渗透，易造成早期股骨假体松动。现在提倡在骨硬化区钻多个小洞，方便骨水泥渗透来解决早期假体松动的问题（图 1-2）。

手术经验的影响在关节注册中心的数据上得到最好反映。瑞典膝关节置换登记中心报道每年少于 23 例牛津型单间室膝关节置换手术的科室其翻修率高出 3 倍³⁵。经验有限对临床结果的影响也可以明显地从其他注册中心数据得出。2004 年澳大利亚膝关节注册中心报道植入物翻修率为 5.9%~7.4%，每年翻修超过 100 例。新西兰注册中心 2000—2006 年的报道，翻修率为 3.4%~6.4%。根本原因是，外科医生缺少单间室膝关节置换手术经验，却使用新设计、新工具完成微创技术。在美国，大约 8% 的膝关节置换病例是单间室膝关节置换，

一名外科医生使用传统指征，每年做 100 例膝关节置换的话，也就是每月做 7~8 例 TKA，而单间室膝关节置换每月只有 1 例。一个仍悬而未决的问题是：完成多少例单间室膝关节置换才可获得充分的技术经验？

单间室膝关节置换：今天

关节外科医生现在必须面对从注册中心的原始数据所验证的问题：单间室膝关节置换后 5~10 年有更高的失败率。瑞典膝关节置换登记中心报道 2007 年所有 UKAs 10 年翻修率为 10%，相比，TKAs 10 年内翻修率为 5%³⁶。10 年期的失败某种程度上反映了 20 世纪 80、90 年代植入的聚乙烯衬垫的结果，那时采用空气中 γ 辐射灭菌导致聚乙烯氧化。但这不能解释单间室膝关节置换早期的失败。我们通过仔细审查 2000 年后膝关节注册中心数据，解释了单间室膝关节置换早期高失败率的原因。一个显著的区别是曲线斜率的第一个 4 年，UKAs 具有更高的早期失败率（图 1-3）。早期的失败通常与外科手术技术错误相关。三个常见的假体失败类型是感染导致的早期失败、无菌性松动以及疾病进展。因为我们知道 UKA 感染率更低，故造成失败大多因松动和疾病进展。早期的失败最有可能是手术技术的错误。人工关节行业需要把重点放在改良器械和增加手术技术培训上来解决这一问题。根据患者变量以及已知的影响结果的外科医师经验变量来调整结果，注册中心 10 年的数据有确凿事实支持单间室膝关节置换。UKA 患者的基本情况有很大差别。在瑞典注册中心最常见的年龄组是在 60 岁以下，有将近一半在这个年龄段。60 岁以下做 TKAs 10 年翻修率是 13%³⁷。UKAs 与 TKAs 不同，不能用于炎症疾病的患者。Mayo 医学中心的研究报道女性患者行 TKA 有更高的生存率³⁸。女性相对男性接受 TKA 的比率大约为 2:1。2006 年，澳大利亚关节注册中心报道 50% 的 UKA 是男性（比率 1:1），2007 年瑞典注册中心报道 40% 的 UKA 是男性。男性，特别是年轻男性，在统计学上 TKA 的翻修率高³⁸。

UKA 翻修率较高的另外的解释是，在大部分的研究中，大约 10% UKA 效果一般或效果不佳的病例，对主观感觉的失败，没有给出明确的原因。对疼痛性因素，与 TKA 相比，医生通常对 UKA 有更强的翻修偏见（图 1-4）。外科医生会对不明原因的 TKA 术后疼痛是否翻修犹豫不决，因为这样一个翻修手术的成功率只有 25%³⁹，但他们在 UKA 术后遇到此情况是不会犹豫



图 1-2 骨面钻孔增强水泥渗透和加强固定股骨假体。

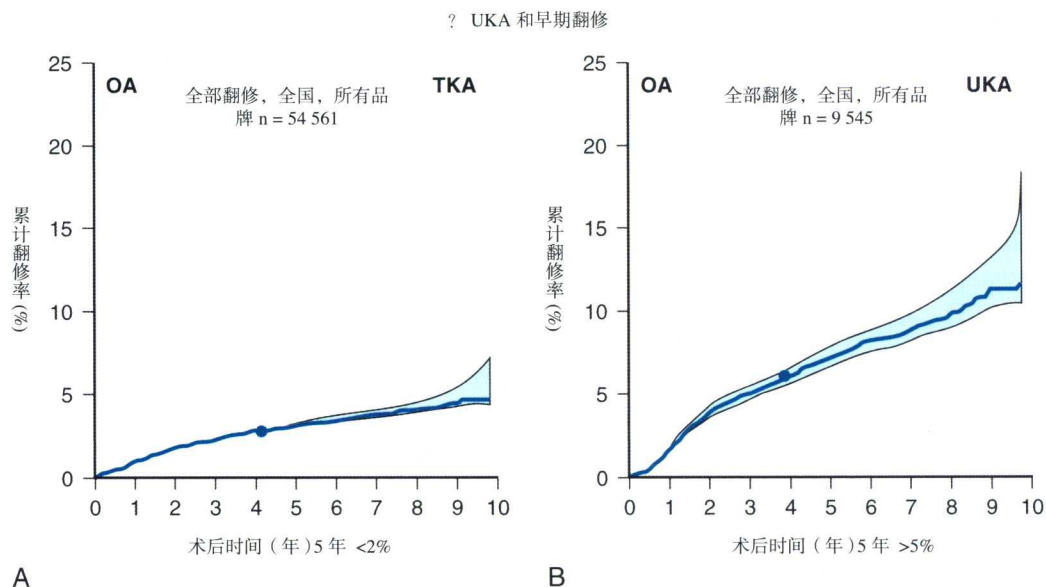


图 1-3 单间室膝关节置换在第一个 4 年有高的失败率。(Reprinted with permission from Department of Orthopedics, The Swedish Knee Arthroplasty Registry — Annual Report 2007 — Part II. Lund, Sweden: Lund University Hospital, 2007, pp 26, 29.)

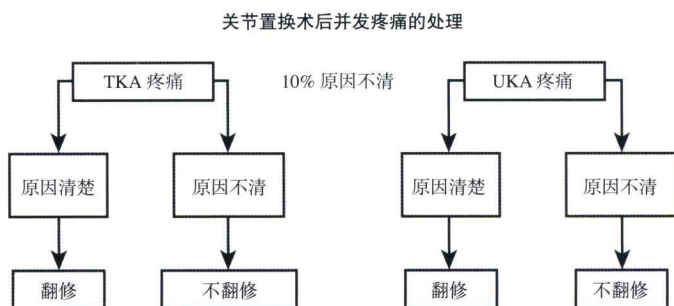


图 1-4 膝关节置换术后不明原因疼痛的处理。

的, 会将 UKA 翻修到 TKA。

UKA 与 TKA 翻修

在瑞典登记注册中心, UKA 失败而进行 TKA 翻修的结果与初次 TKA 相似。而失败 TKA 的翻修结果却完全不同。多数情况下 UKA 进行翻修采用初次 TKA 假体。TKA 翻修的原因有感染、磨损和溶骨等, 这与 UKA 翻修原因大不相同。越复杂的翻修手术, 结果可能越差。单间室膝关节置换的翻修多为不明原因的疼痛, 通常是因病情进展。在这些病例, 骨量丢失通常不是需处理的问题, 昂贵的长柄假体翻修也不需要。

UKA 未来 (见视频 1-1)

直到 2000 年, 单间室膝关节置换才成为骨科界普遍接受的手术。在一定程度上讲, UKA 假体、操作器械和手术经验还处于起步阶段。Newman 等最近报道了 15 年的前瞻性随机研究结果数据, 如果 UKA 手术正确操作, 结果与 TKA 相当或比 TKA 更好⁴⁰。文献支持固定或活动型衬垫而用骨水泥固定的单间室膝关节置换的优良结果。准确的假体与假体间对位是 UKA 的影响变量, 这个问题不存在于 TKA, 其完成主要靠手术经验与传统操作工具。对侧间室疾病进展似乎是一种少见现象, 但尝试全面恢复矫正机械力线而过度填充是不容许的。对于一个成功的单间室膝关节置换, 髌股和对侧胫股间室可接受的病变程度仍存在争议, 需要未来随机研究提供的关键数据。然而最大的挑战, 似乎是手术医生这个变量因素 (表 1-1)。

只有通过器械操作改进、最佳假体力线、恢复患者功能活动的生物力学特征, 注册中心持续报告的早期失败方能纠正。认识到这一目标, 骨面准备必须在膝关

表 1-1 在手术中手术医生的变量影响

- 未来的关节置换将会集中于手术医生这一变量
- 降低潜在的手术技术失误
 - 保护软组织
 - 控制假体与假体对位
 - 最佳化生物力学特征

节屈曲和伸展的各个位置保持关节一定的张力。在手术过程中器械可以提供手术医生反馈,以整合骨骼和软组织的张力关系,通过膝关节置换术全面恢复年轻、活跃患者的功能活动。

成像技术的进步使放置假体更准确。个体化假体设计可以基于CT或MRI,重建患者的个体化解剖。通髌线等解剖标志明显且容易确定,以用于创建特定的假体重建,来完成精确的截骨。本质上,基于成像技术进步而发展起来的个体化假体促使手术导航产生更精确、更个性化的操作。

机器人可利用成像技术来创建一个在手术过程中控制截骨和准确放置假体的手术计划。手术导航以骨性标

志为参考,编制工作程序,进行手术。这种技术为手术增加了一个安全因素,医生需要在安全区域以内进行骨面准备。

单间室膝关节置换的最终目标是,为早发创伤性或退行性单间室关节炎的年轻患者开发生物型假体。退行性病损特别是单处孤立性病损的异体移植重建被证明是成功的。但大规模满意的供体材料获得是生物重建的限制。真正的生物假体将是利用在培养基中培养基质的软骨细胞,植入关节表面,用透明软骨恢复关节炎的关节面形态。有待发展的技术能够对退变关节面进行恰当准备,黏合生物假体,并保护生物假体,直到其结构能融为一体且具有生物活性。

(刘朝晖 译 程立明 校)

参考文献

- Gunston FH. Polycentric knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Br]* 1971;53:272-277.
- Lewallen DG, Bryan RS, Peterson LF. Polycentric total knee arthroplasty: a ten year follow-up study. *J Bone Joint Surg [Am]* 1984;66:1211-1218.
- Insall JN, Ranawat CS, Aglietti P, et al. A comparison of four models of total knee-replacement prostheses. *J Bone Joint Surg [Am]* 1976;58:754-765.
- Scott RD, Santore RF. Unicompartmental replacement for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg [Am]* 1981;63:536-544.
- Insall JN, Walker P. Unicompartmental knee replacement. *Clin Orthop Relat Res* 1976;(120):83-85.
- Insall JN, Aglietti P. A five to seven-year follow-up of unicompartmental arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 1980;62:1329-1337.
- Laskin RS. Unicompartmental tibiofemoral resurfacing arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 1978;60:182-185.
- Goodfellow JW, O'Connor J. Clinical results of the Oxford knee: surface arthroplasty of the tibiofemoral joint with a meniscal bearing prosthesis. *Clin Orthop Relat Res* 1986;(205):21-42.
- Goodfellow JW, O'Connor J. The anterior cruciate ligament in knee arthroplasty: a risk factor with unconstrained meniscal prostheses. *Clin Orthop Relat Res* 1992;(276):245-252.
- Murray DW, Goodfellow JW, O'Connor J. The Oxford medial unicompartmental arthroplasty: a ten-year survival study. *J Bone Joint Surg [Br]* 1998;80:983-989.
- Knutson K, Lewold S, Robertsson O, et al. The Swedish Knee Arthroplasty Register: a nation-wide study of 30,003 knees 1976-1992. *Acta Orthop Scand* 1994;65:375-386.
- Robertsson O, Dunbar M, Pehrsson T, et al. Patient satisfaction after knee arthroplasty: a report on 27,372 knees operated on between 1981 and 1995 in Sweden. *Acta Orthop Scand* 2000;71:262-267.
- Lewold S, Goodman S, Knutson K, et al. Oxford meniscal bearing knee versus the Marmor knee in unicompartmental arthroplasty for arthrosis: a Swedish multicenter survival study. *J Arthroplasty* 1995;10:722-731.
- Scott RD, Cobb AG, McQueary FG, et al. Unicompartmental knee arthroplasty: eight- to 12-year follow-up evaluation with survivorship analysis. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(271):96-100.
- Kozinn SC, Scott RD. Unicompartmental knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 1989;71:145-150.
- Padgett DE, Stern SH, Insall JN. Revision total knee arthroplasty for failed unicompartmental replacement. *J Bone Joint Surg [Am]* 1991;73:186-190.
- Cobb AG, Kozinn SC, Scott RD. Unicompartmental or total knee replacement: the patient's preference. *J Bone Joint Surg [Br]* 1990;70:166.
- Rougraff BT, Heck DA, Gibson AE. A comparison of tricompartmental and unicompartmental arthroplasty for the treatment of gonarthrosis. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(273):157-164.
- Laurencin CT, Zelicof SB, Scott RD, et al. Unicompartmental versus total knee arthroplasty in the same patient. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(273):151-156.
- Knutson K, Lindstrand A, Lidgren L. Survival of knee arthroplasties: a nation-wide multicentre investigation of 8000 cases. *J Bone Joint Surg [Br]* 1986;68:795-803.
- Knutson K, Jonsson G, Langer Anderson J, et al. Deformation and loosening of the tibial component in knee arthroplasty with unicompartmental endoprostheses. *Acta Orthop Scand* 1981;52:667-673.
- Koskinen E, Paavolainen P, Eskelinen A, et al. Unicompartmental knee replacement for primary osteoarthritis: a prospective follow-up study of 1,819 patients from the Finnish Arthroplasty Register. *Acta Orthop Scand* 2007;78:128-135.
- Eickmann TH, Collier MB, Sukezaki F, et al. Survival of medial unicompartmental arthroplasties placed by one surgeon 1984-1998. *Clin Orthop Relat Res* 2006;(452):143-149.
- Blunn GW, Joshi AB, Lilley PA, et al. Polyethylene wear in unicompartmental knee prostheses: 106 retrieved Marmor, PCA, and St Georg tibial components compared. *Acta Orthop Scand* 1992;63:247-255.
- Williams IR, Mayor MB, Collier JP. The impact of sterilization method on wear in knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*

- 1998;(356):170-180.
26. Collier MB, Engh CA Jr, Engh GA. Shelf age of the polyethylene tibial component and outcome of unicondylar knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 2004;86:763-769.
 27. McGovern TF, Ammeen DJ, Collier JP, et al. Rapid polyethylene failure of unicondylar tibial components sterilized with gamma irradiation in air and implanted after a long shelf life. *J Bone Joint Surg [Am]* 2002;84:901-906.
 28. Squire MW, Callaghan JJ, Goetz DD, et al. Unicompartmental knee replacement: a minimum 15 year followup study. *Clin Orthop Relat Res* 1999;(367):61-72.
 29. Berger RA, Nedeff DD, Barden RM, et al. Unicompartmental knee arthroplasty: clinical experience at 6- to 10-year followup. *Clin Orthop Relat Res* 1999;(367):50-60.
 30. Pennington DW, Swienckowski JJ, Lutes WB, et al. Unicompartmental knee arthroplasty in patients sixty years of age or younger. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003;85:1968-1973.
 31. Murray DW, Goodfellow JW, O'Connor JJ. The Oxford medial unicompartmental arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Br]* 1998;80:983-989.
 32. Svard UCG, Price AJ. Oxford medial unicompartmental knee arthroplasty: a survival study. *J Bone Joint Surg [Br]* 2001;83:191-194.
 33. Gioe TJ, Killeen KK, Hoeffel DP, et al. Analysis of unicompartmental knee arthroplasty in a community-based implant registry. *Clin Orthop Relat Res* 2003;(416):111-119.
 34. Hamilton WG, Collier MB, Tarabee E, et al. Incidence and reasons for reoperation after minimally invasive unicompartmental knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2006;21(6 Suppl 2):98-107.
 35. Department of Orthopedics. The Swedish Knee Arthroplasty Register—Annual Report 2004, Part I. Lund, Sweden: Lund University Hospital, 2004, p 6.
 36. Department of Orthopedics. The Swedish Knee Arthroplasty Register—Annual Report 2007, Part II. Lund, Sweden: Lund University Hospital, 2007, pp 26-29.
 37. Harrysson OLA, Robertsson O, Nayfeh JF. Higher cumulative revision rate of knee arthroplasties in younger patients with osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res* 2004;(421):162-168.
 38. Rand JA, Trousdale RT, Ilstrup DM, et al. Factors affecting the durability of primary total knee prostheses. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003;85:259-265.
 39. Mont MA, Serna FK, Krackow KA, et al. Exploration of radiographically normal total knee replacements for unexplained pain. *Clin Orthop Relat Res* 1996;(331):216-220.
 40. Newman J, Pydisetty RV, Ackroyd C. Unicompartmental or total knee replacement: the 15-year results of a prospective randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg [Br]* 2009;91:52-57.