

2023年6月第1卷第1期

# HSS JOURNAL®

《纽约特种外科医院骨科杂志》中文版

主编：谭军

- 骨科手术中的止血材料
- 单髁比全膝关节“感觉更好”吗？使用现代假体时，并非如此
- 前交叉韧带损伤预防计划的高依从性与低损伤率相关
- 美国再生医学技术治疗肌肉骨骼疾病的患者成本和临床方案存在差异
- 文献综述：骶骨骨折

HSS



[journals.sagepub.com/home/hss](https://journals.sagepub.com/home/hss)  
ISSN: 1556-3316

和睦家医疗为 HSS Journal® 中文版提供官方翻译  
以及在它的面世提供大力支持。

# HSS Journal®: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery

## Editor in Chief

Charles N. Cornell,  
MD, HSS, Stamford, CT, USA

## Executive Editor

Laura Robbins,  
DSW, HSS, New York, NY, USA

## Managing Editor

Joy Jacobson,  
MFA, HSS, New York, NY, USA

## Senior Associate Editors

Emily R. Dodwell,  
MD, MPH, FRC, HSS, New York, NY, USA

Cynthia Kahlenberg,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Alejandro Leali,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Darren R. Lebl,  
MD, MBA, HSS, New York, NY, USA

Robert G. Marx,  
MD, MSc, FRCSC, HSS, New York, NY, USA

Alexander S. McLawhorn,  
MD, MBA, HSS, New York, NY, USA

Benedict Nwachukwu,  
MD, MBA, HSS, New York, NY, USA

Sheeraz Qureshi,  
MD, MBA, HSS, New York, NY, USA

## Deputy Editors

Burak Altintas,  
MD, Jacobi Medical Center, New York, NY, USA

Christopher Dy,  
MD, MPH, Washington University, St. Louis, MO, USA

O. Folorunsho Edober-Osula,  
MD, Rutgers New Jersey Medical School, Newark, NJ, USA

Michael J. Klein,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Stephen Lyman,  
PhD, HSS, New York, NY, USA

Carol A. Mancuso,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Benjamin F. Ricciardi,  
MD, University of Rochester Medical Center, Rochester, NY, USA

Carolyn M. Sofka,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Ekaterina Urch,  
MD, St. Charles Health System, Bend, OR, USA

Deborah Valentine,  
MSN, CCN, ONC, HSS, Stamford, CT, USA

Timothy Wright,  
PhD, HSS, New York, NY, USA

## Editorial Board Members

Ngozi Mogeke Akabudike,  
MD, University of Maryland School of Medicine, Baltimore, MD, USA

John Apostolakos,  
MD, Steadman Clinic, Vail, CO, USA

Andrea Baldini,  
MD, Florence Institute of Assistance and Care, Florence, Italy

Lauren Barber,  
MD, Emory University School of Medicine, Atlanta, GA, USA

Brian Chalmers,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Karmela Kim Chan,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Prof. Mehmet Demirhan,  
Koç University School of Medicine, Istanbul, Turkey

Caroline Donovan,  
MSN, RN, CIC, ONC, HSS, New York, NY, USA

Maria Eugenia L. Duarte,  
MD, PhD, Rio de Janeiro, Brazil

Michael Fu,  
MD, MHS, HSS, New York, NY, USA

Harry Greditzer,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Lawrence V. Gulotta,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Iftach Hetsroni,  
MD, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

Thomas J. Heyse,  
MD, PhD, Frankfurt, Germany

Kethy M. Jules-Elysee,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Paz Kedem,  
MD, Schneider Children's Medical Center of Israel, Petach Tikvah, Israel

Han Jo Kim,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Virginie Lafage,  
PhD, Lenox Hill Hospital, Northwell Health, New York, NY, USA

David Landy,  
MD, PhD, University of Kentucky, Lexington, KY, USA

Steve K. Lee,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Fidelindo Lim,  
CCRN, DNP, NYU Rory Meyers College of Nursing, New York, NY, USA

Francis Lovecchio,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Carol D. Morris,  
MD MS, Johns Hopkins Medicine, Johns Hopkins University, Baltimore, MD, USA

Charles L. Nelson,  
MD, Penn Medicine, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA

Ogonna Nwawka,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Ajay Premkumar,  
MD, MPH, HSS, New York, NY, USA

Joel M. Press,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Ryan Rauck,  
MD, Ohio State University Wexner Medical Center, Columbus, OH, USA

José A. Rodriguez,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Thomas P. Sculco,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Seung-Suk Seo,  
MD, PhD, Haeundae Bumjin Hospital, Busan, South Korea

Jeffrey Stepan,  
MD, MSc, University of Chicago Medical Center, Chicago, IL, USA

Lucia Beatriz Taboada Barrios,  
MD, Centro Hospitalario Serena del Mar, Cartagena, Colombia

Jin Bo Tang,  
MD, PhD, Brown University, Providence, RI, USA

William L. Walter,  
MD, University of Sydney & Northern Local Area Health District, Sydney, New South Wales, Australia

Gwen Weinstock-Zlotnick,  
PhD, OTR/L, CHT, HSS, New York, NY, USA

David S. Wellman,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Audrey Zucker-Levin,  
PhD, MBA, MSPT, GCS, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada

## HSS Residents

Troy Amen,  
MD, MBA, MD, HSS, New York, NY, USA

Patawut Bovonratwet,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Heather Haeberle,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Yusef Jordan,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Gregory Kazarian,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Kyle Kunze,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Tyler Uppstrom,  
MD, HSS, New York, NY, USA

Nathan Varady,  
MD, MBA, HSS, New York, NY, USA

Alexander White,  
MD, HSS, New York, NY, USA

## Disclaimer

While every effort has been made to ensure that the contents of this publication are factually correct, neither the authors nor the publisher accepts, and they hereby expressly exclude to the fullest extent permissible under applicable law, any and all liability arising from the contents published in these Articles, including, without limitation, from any errors, omissions, inaccuracies in original or following translation, or for any consequences arising therefrom. Nothing in this notice shall exclude liability which may not be excluded by law. Approved product information should be reviewed before prescribing.

## 免责声明

作者和出版方尽力确保本出版物的内容与事实相符，在适用法律允许的最大范围内，作者和出版商均不接受这些文章中发表的内容而产生的任何责任，包括但不限于任何错误、遗漏、原始或后续翻译的不准确，或由此产生的任何后果。本条款中的任何规定不得排除法律规定不得排除的责任。在开具处方前，应审查获批的产品信息。

# HSS JOURNAL®

《纽约特种外科医院骨科杂志》中文版

2023年6月 第1卷 第1期

## 名誉主编

雷光华 林剑浩

## 主 编

谭 军

## 编委（按姓氏音序排名）

蔡 宏	柴 伟	陈 坚	陈建庭	陈世益	董宇启
范存义	冯 宾	李建军	路继科	桑弘勋	王金武
王玉琨	徐青镭	张伟滨	赵 辉	邹海波	

## 秘 书

李之琛 申 力 杨明杰

## CONTENTS / 目录

- 骨科手术中的止血材料 ..... 01
- 单髁比全膝关节“感觉更好”吗？使用现代假体时，并非如此 ..... 08
- 前交叉韧带损伤预防计划的高依从性与低损伤率相关 ..... 12
- 美国再生医学技术治疗肌肉骨骼疾病的患者成本和临床方案存在差异 ..... 22
- 文献综述：骶骨骨折 ..... 30
- 肩关节置换术后谵妄发病率和围手术期药理学可干预危险因素：一项全国性回顾性队列研究 ..... 44
- 手部损伤的超声评估：诊断准确性和病理学回顾 ..... 45
- 直径相似的5股和4股腓绳肌自体移植在前交叉韧带重建中的临床结果没有差异：一项回顾性队列研究 ..... 46
- 骨关节炎和炎性关节病与人工关节感染的临床和组织学差异 ..... 47
- 高度注意力评分与引用率相关，可能反映关节成形术文献中的学术影响力 ..... 48
- 骨科文献的大型数据库研究进展 ..... 49

# 发刊词

1997年5月，李碧箐（Roberta Lipson），一位地道的美国女性，所创立的美国风格的北京和睦家医院接收了第一位门诊病人。在之后的岁月里，和睦家在中国的沿海主要城市，天津、青岛、上海、广州、深圳和海南陆续开办了医院和诊所，用独有的方式服务着那里的和去到那里求医的人们，业已成为中国高品质医疗的先驱与被效仿的典范。

众所周知，纽约特种外科医院（HSS）在更早的1863年由James Knight医生创办，是美国历史最悠久的骨科医院，几经迁建最终成为全球骨科医生所向往的参观学习的圣地。在那里，1969年全球标准的全膝关节置换术被开发出来，耳熟能详的Cobb氏角、HSS评分、各种HSS指南多不胜数，此外领先的放射学和麻醉学工作让治疗的精准性、手术的安全性以及患者的无痛感受，严格的感染率控制都最大程度的保护了患者，也使关节置换和运动医学手术数量与质量常年稳居全球第一。因而在《美国新闻与世界报道》（U.S. News&World Report）中连续13年在骨科领域排名美国第一。HSS同时也是世界上领先的肌肉骨骼健康教育的提供者。

2022年12月，和睦家医疗与HSS，这两个传奇共同签署了HSS骨科知识网络学术交流协议：在骨科领域开展高水平、国际化、先进的研究和教育，并为学术交流作出贡献。

尽管和睦家医疗成立26年来，骨科已成为中国高品质医疗领先的以及地域跨度巨大的网络团队，毋庸置疑与HSS的差距仍是巨大的，但以患者为中心，探索国际先进的临床诊疗技术，追求卓越医疗的理念却是一脉相承的。因而加入HSS骨科知识网络是和睦家骨科成长的良好契机，派遣医生到HSS研习，HSS也对和睦家医疗在复杂骨科病例以及专业运动损伤方面给与具体的帮助，通过与HSS线下进行知识交流、定期举办学术会议，惠及国内广大同行。

不仅如此，和睦家医疗还被选作《纽约特种外科骨骼杂志》（HSS Journal®: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery）中文版的主办单位。作为HSS教育使命的一部分，该杂志于2005年起采用季刊形式发行，以肌肉骨骼疾病诊断和治疗方面的原创性研究、综述文章和病例报告为特色，鼓励来全球从事与肌肉骨骼健康相关领域的专业人士投稿，内容涵盖：骨科、麻醉、围手术期医学、骨和矿物医学、放射学和影像学、临床病理学、风湿病学、远程保健、机器人、肌肉骨骼护理、神经学、生理学和康复等。

为了让中国的同行们以及渴望骨科专业知识的患者们得到高水准的文献，和睦家医疗广泛邀请了国内高水准和有热情的专家们组成了编委会，共同精选HSS杂志近期最有价值的文献与摘要，努力地准确地编译给我们的读者。我们相信，尊重杂志精神、接纳读者反馈会让编委会的工作越来越精进，也相信这种努力最终能够帮助到更多的需要帮助的人们，祝愿每一个拥有健康的肌肉骨骼系统的人们更加健康！

谭军 教授

2023年6月1日 于上海

# 骨科手术中的止血材料

## Hemostatic Agents in Orthopedic Surgery

Kira K. Tanghe, BS<sup>1</sup> , Brian P. Chalmers, MD<sup>2</sup>, Jason L. Blevins, MD<sup>2</sup>,  
Mark P. Figgie, MD<sup>2</sup>, Alberto V. Carli, MD, MSc, FRCSC<sup>2</sup>,  
Christopher J. Agrusa, MD<sup>3</sup>, Peter K. Sculco, MD<sup>2</sup>,  
and Elizabeth B. Gausden, MD, MPH<sup>2</sup>

HSS Journal®: *The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery* 2023;19(2):247–253

### 摘要

控制失血在骨科手术中非常重要。术中止血材料可与抗纤溶药物联合使用，作为限制失血整体策略的一部分。最近几种新的止血材料进入市场，多为血管手术专用，也在矫形外科等其他领域使用。本文综述了各种机械止血材料、活性止血材料、液态止血材料和纤维蛋白封闭剂在骨科手术中止血的作用机制和最佳使用指征。据报道，机械止血和活性止血可以成功地减少松质骨、毛细血管和小静脉的失血。小空间中，机械和活性止血材料的膨胀可能对周围结构有害，这时液态止血剂通常有效。密封剂最适合用于组织中的闭合缺损。

### 关键词

失血；止血；止血材料；止血器；骨科

Blood loss, Hemostasis, Hemostatic agents, Hemostats, Orthopedics

### 前言

骨科术中术后失血过多与疼痛、伤口并发症、手术部位感染、心肌梗死、心力衰竭、康复进展延迟、住院时间延长和费用增加相关 [4, 11, 12, 29]。有效的手术止血可降低输血率，防止异位骨化，改善血流动力学，增强术后抗凝能力，减轻疼痛，加快总体恢复。减少骨科手术的失血量，应该从术前停止抗炎和血液稀释药物开始。在手术中，低血压麻醉、止血带的使用以及合理使用抗纤溶药都是减少失血的有效方法。氨甲环酸 (TXA) 通常用于关节成形术 [20, 38]、脊柱外科 [5, 41] 和骨科肿瘤手术 [8, 30]，并已被反复证明可以减少失血和并发症。此外，局部止血材料应用广泛，但研究较少。

出血和止血之间的平衡是一个复杂的过程，涉及凝血和纤溶因子、血管壁和血小板之间的协调。内皮损伤后，血管立即收缩，血小板聚集，由血小板和纤维蛋白原组合形成栓子。当血小板分泌血栓素和 5-

羟色胺进一步收缩血管，局部血流量减少后，栓子就会稳定下来，并转化为血块。纤维蛋白原在凝血级联反应中通过凝血酶的作用转化为不溶性纤维蛋白。因此，止血材料可以通过两种主要方式影响凝血级联反应：促进血凝块的形成或防止血凝块的破裂。

理想的止血材料应该可生物降解、起效快，且不

<sup>1</sup>Albert Einstein College of Medicine, Bronx, NY, USA

<sup>2</sup>Adult Reconstruction and Joint Replacement, Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA

<sup>3</sup>Division of Vascular & Endovascular Surgery, Weill Cornell Medicine, New York, NY, USA

### Corresponding Author:

Kira K. Tanghe, BS, Albert Einstein College of Medicine, 1300 Morris Park Avenue, Bronx, NY 10461, USA.  
Email: kira.tanghe@einsteinmed.edu

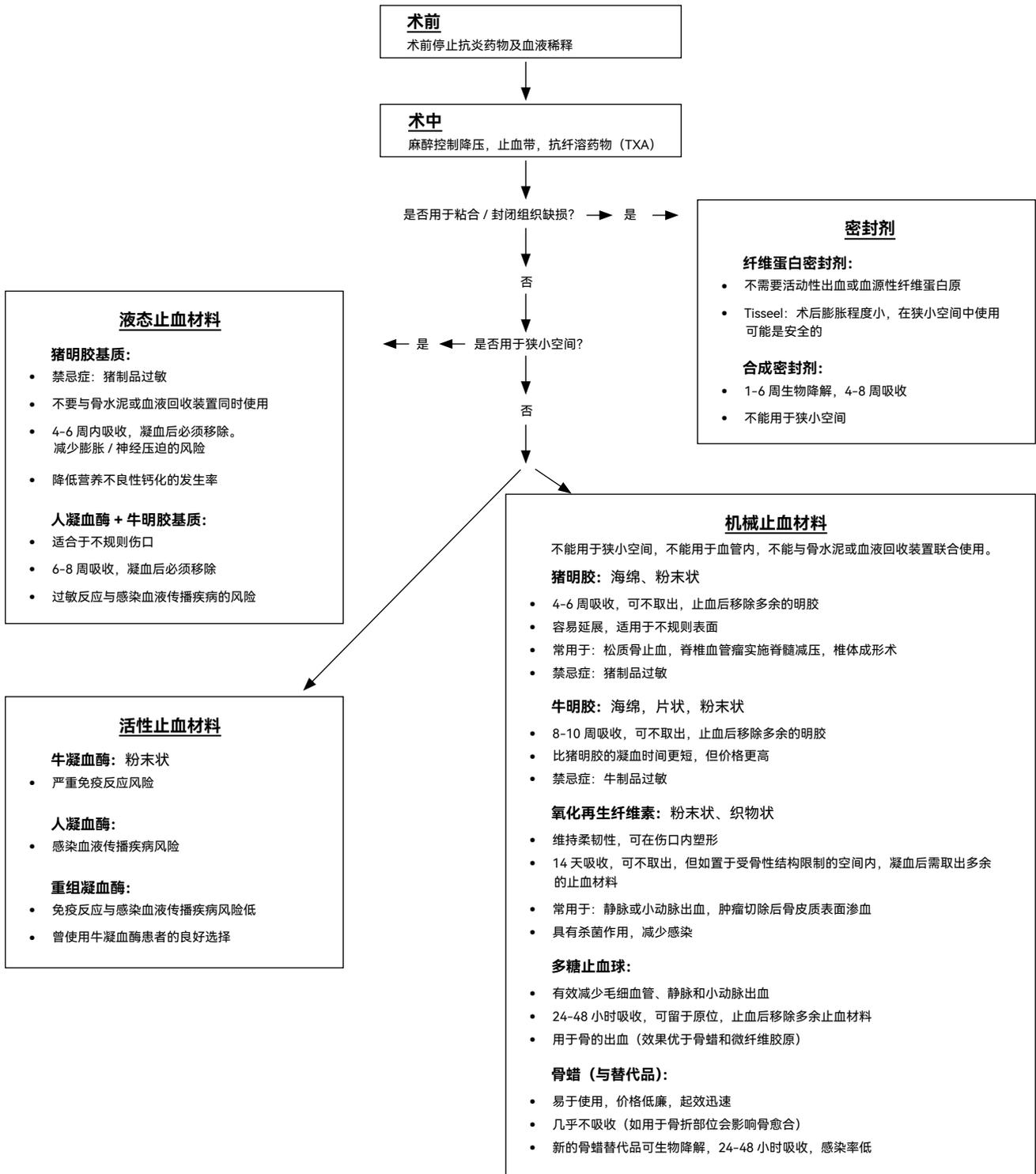


图 1 流程图总结目前骨科手术中止血材料的最佳应用

促进病理性血栓形成, 主要在传统止血方法, 如加压、结扎和组织烧灼无效或可导致危险的情况下使用。止血材料和密封剂是骨科手术中使用的两种主要止血辅助材料。止血材料可细分为机械止血材料、活性止血材料和液态止血材料 (补充表 1, 图 1)。机械止血材

料促进血小板聚集在出血部位被动发挥作用, 活性止血材料通过刺激凝血级联反应在出血部位发挥作用, 液态止血材料通过液体介质经上述两种机制发挥作用。与之相比, 纤维蛋白或合成密封剂通过与组织结合和封闭缺损来减少出血。许多止血材料是专门为血

管外科开发的，也在包括骨科在内的其他外科领域使用。本文就止血材料的主要种类、作用机制以及在骨科手术中的应用作一综述。

## 机械止血材料

机械止血材料最适合用于控制少量出血。它们会对血流形成物理屏障，并形成基质，从而允许快速凝血。常用的机械止血材料包括猪明胶、牛胶原蛋白、氧化再生纤维素 (ORC)、多糖球、骨蜡和骨蜡替代品。

猪明胶止血材料 (如 Gelfoam 与 Surgifoam) 由猪源性胶原蛋白部分水解制成泡沫，然后烘干，是一种可吸收凝胶。有海绵和粉末两种形式，可以单独使用，也可以与生理盐水或局部凝血酶联合使用。猪明胶吸收血液并膨胀到 200% 体积 [23, 32]，从而形成止血屏障。猪明胶如留在原位，将在 4 到 6 周内完全吸收。由于其强大的膨胀能力，不应在狭小的空间内使用猪明胶，以免对邻近结构造成伤害，一旦止血成功，应予以移除。

粉末状猪明胶止血材料可以成糊状，易于涂抹在不规则表面，如止住松质骨出血。它可以有效减少足部手术后水肿 [43]，也可以减少股骨截骨术中松质骨出血 [9]。

可吸收明胶海绵已广泛应用，特别是在脊柱手术中，可以限制脊髓和神经根周围的出血。一项研究报告在多节段腰椎后路融合术中使用可吸收明胶海绵后，术后引流量和住院时间减少 [39]。与骨水泥混合使用时，可以显著减少接受脊柱减压治疗脊椎血管瘤的患者的术中失血量和手术时间 [40]。明胶海绵预注射栓塞是另一种成功应用于经皮椎体成形术中减少骨水泥静脉渗漏的技术 [1]。

牛胶原蛋白 (如 InStat, UltraFoam) 是一种由牛真皮胶原蛋白或牛跟腱制成纤维状和微纤维状的机械止血材料。它有海绵状、片状和粉状三种产品，通过与血液表面紧密结合形成基质，使血凝块的形成和强化。它可以在 1 到 5 分钟内止血，在 8 到 10 周内被吸收 [31]。它价格比猪明胶昂贵，但止血时间通常更短 [31]。其并发症通常由肿胀和随后的组织压迫引起，因此禁止在狭小的闭合空间中使用。

氧化再生纤维素 (ORC) (如 Surgicel、Surgicel Fiillar、Nu-Net) 是棉纤维的一种化学改变形式，经溶解后制成粉末状或可吸收编织纤维，后者有单层和

多层的高密度或低密度不同选择。纤维片易于裁剪成任何大小，适用于不规则的形状，不与手术器械粘连，并且保持柔韧，这样它们就可以在伤口内重塑。氧化的再生纤维素通过接触和血小板激活的内源途径发挥作用，形成胶状物，有助于凝块的形成。它能迅速与作用表面结合，为凝块组织提供良好的三维结构，并在大约 14 天内被吸收。其价格介于猪胶原蛋白和牛胶原蛋白之间。

与其他止血材料相比，ORC 有几个潜在的优势。一些研究表明，ORC 在治疗静脉和小动脉出血、肿瘤后皮质渗出 [26] 和限制感染方面优于其他产品 [7, 25]。ORC 中的纤维素酸创造了一个具有杀菌作用的酸性环境，并使血液蛋白变性促进止血 [14, 21]。Surgicel 纤维是 ORC 的一种纤维状形式，质量轻且柔韧。它与其他机械止血材料一样与肿胀有关，建议在狭小的空间内谨慎使用。一旦止血成功，就应该将其移除 [18]。

多糖止血球 (如 Arista AH) 是一种植物来源的多糖淀粉，可在手术中用作机械止血材料。它们起到筛子的作用，使血液脱水，从而增加凝血因子和血小板的浓度，促进凝血。一旦接触血液，就会开始凝结，在几分钟内就能止血。与其他止血材料相比，它以粉末的形式应用于出血部位，价格适中。它们能有效减少毛细血管、静脉和小动脉出血，24-48 小时内吸收。

当使用多糖止血球时，体积有可能膨胀达 500% [31]，这使得外科医生必须仔细冲洗掉所有多余的产品，以避免并发症。它不应该用于血管内，因为有栓塞的风险，也不应该与骨粘合剂一起使用。此外，由于它是由糖组成的，糖尿病患者一次不应使用超过 50 克 [31]。

骨蜡和骨蜡替代品是一种疏水的蜡质产品，自 18 世纪以来一直用于通过堵塞效应控制手术中的出血 [42]。骨蜡由蜂蜡、石蜡和棕榈酸异丙酯组成，最小限度地被吸收，并在出血部位形成屏障，没有凝血作用。骨蜡起效相对较快，价格也相对便宜。在全膝关节置换术 (TKA) 中，已证明其可以减少暴露松质骨的失血量，且没有并发症 [19, 27]。由于不能被吸收或溶解的生化特点，当骨蜡应用于骨折部位时，可能会干扰骨愈合。

骨蜡与人体组织的生物相容性差会导致并发症，

如骨愈合缓慢或失败、异物反应、肉芽肿形成、过敏反应、感染和血栓形成 [2, 10, 26]。常见的替代品是 Ostene 和 SurgiFoam。生物可降解骨止血材料 (BBHAs) 是由不含蜂蜡的水溶性环氧烷烃嵌段共聚物组成的局部止血材料, 已成为越来越热门的研究课题。因为可生物降解的特点, 所以 BBHAs 通常不会像标准骨蜡那样抑制骨生长 [17, 37]。它们在 24 到 48 小时内溶解 [34], 与传统的骨蜡相比, 感染率较低 [36]。

## 活性止血材料

凝血酶是一种自然产生的酶, 在凝血级联反应中起作用, 可将血液中的纤维蛋白原转化为纤维蛋白, 帮助形成血栓。局部应用凝血酶已被证明可以减少全肩关节置换术患者的失血量和输血率, 疗效与 TXA 相似 [3]。任何形式的凝血酶都不应用于血管内, 也不应进入使用肝素抗凝的装置。

牛凝血酶 (如凝血酶 -JMI) 是人类使用凝血酶的第一个来源。牛凝血酶为粉末状, 用无菌盐水配制。它以小瓶形式提供, 可以与泵、注射器、喷雾器一起使用, 也可以通过渗透性强的可吸收明胶海绵给药。一项随机对照研究比较了在 TKA 术中使用牛凝血酶和不使用止血材料的效果, 研究人员认为虽然牛凝血酶可以减少失血量, 但性价比不高 [13]。使用牛凝血酶导致严重的免疫反应是最令人关切的问题, 已有过过敏性休克的病例报道 [22]。

人类混合凝血酶 (如 Evithrom) 避免了与牛过敏相关的风险, 但可能与对人类血液产品过敏或血液传播病原体有关。厂家采用几个抗病毒测试和处理步骤以降低这些风险。人类混合凝血酶可以单独使用, 也可以与可吸收明胶海绵结合使用。由于这种产品依赖于捐赠者, 需要大量的加工, 所以供应有限且价格昂贵。

重组凝血酶 (例如, Recothrom) 是基因工程使用重组 DNA 技术生产的凝血酶。它制成冻干粉用小瓶装填, 需与无菌盐水重新配制成液体, 可以用于泵、注射器、喷雾器或涂抹于可吸收明胶海绵上。所有 3 种类型的凝血酶都被证明与外科止血材料具有相同的疗效, 但重组凝血酶传播感染的风险最低, 免疫原性也较低 [6]。因此, 对于以前使用过牛凝血酶的患者来说, 重组凝血酶可能是一个很好的选择 [28]。

## 液态止血材料

液态止血材料可以使外科医生在保持手术视野清晰的同时有效控制失血。这种止血材料粘稠又具有流动性, 兼具机械止血与活性止血两种机制。

猪明胶基质是一种由猪明胶和凝血酶 (如 Surgiflo) 制成的液态止血材料, 已证明与猪明胶海绵一样有效 [31]。它具有亲水性, 当遇到血液时会融化产生液体基质, 可以进入不规则空腔, 为血小板粘附和聚合提供环境。理论上在狭小空间它优于固体止血材料, 比如海绵, 因为它膨胀少, 可以减少组织或神经受压的风险 [16]。然而, 由于 Surgiflo 的亲水性和流动性, 在血液高速流动的区域, 例如通过椎管时, Surgiflo 会更快地被冲开, 影响止血效果。Surgiflo 被装在充满明胶的注射器中, 并提供一个连接器, 可以转移无菌盐水或凝血酶。

人凝血酶与牛明胶基质组合 (如 Floseal) 创造了一种颗粒状止血材料, 既有凝血活性, 又有机械作用。它以牛明胶注射器和凝血酶注射器的形式供应, 后者含有血浆来源的凝血酶和氯化钙。当明胶基质和凝血酶结合时, 形成可符合不规则伤口形状的基质。明胶和凝血酶协同反应, 膨胀并形成凝块, 在出血部位起到机械屏障的作用, 凝血酶刺激凝血级联反应。多余止血材料都需要去除, 以避免与膨胀相关的并发症。

## 密封剂

密封剂是一种局部止血材料, 可以结合和封闭组织中的缺损。密封剂分为纤维蛋白密封剂与合成密封剂两种。

纤维蛋白密封剂 (如 Evicel、TachoSil 和 Tisseel) 由人凝血酶和纤维蛋白原组成, 既是止血材料又是密封剂。它们为损伤部位提供纤维蛋白原, 从而模拟凝血级联反应的最后阶段, 在凝血酶存在的情况下形成纤维蛋白凝块。与其他止血材料不同, 纤维蛋白密封剂不需要活动性出血或血源性纤维蛋白原以聚合和实现止血。局部使用纤维蛋白密封剂已被证明能有效减少初次或翻修 TKA 或全髋关节置换术 (THA) 的失血量 [15, 33, 35]。

Tisseel 是一种常见的纤维蛋白封闭剂, 由人纤维蛋白原、凝血酶、抑肽酶 (一种抗纤溶剂) 和氯化钙组成。它有冻干和冷冻两类产品, 可以在重组或解冻

后使用。与其他止血材料相比，Tisseel 在术后期间的膨胀最小 [18]，这表明它在较小的空间中使用可能是安全的。然而，Tisseel 被认为是一种低效的止血材料，主要推荐用于粘合 [18]。

Evicel 是另一种从人的混合血浆中提取的纤维蛋白密封剂，它与纤维蛋白原和人凝血酶结合。与 Tisseel 一样，它有两类冷冻产品，已被证明可以降低翻修髋关节置换患者的输血率和住院时间 [24]。

合成密封剂是一种可生物降解的水凝胶，通过充当液体和止血材料的机械屏障来密封组织。它们是聚乙二醇聚合物和至少一种附加成分的组合。CoSeal 和 DuraSeal 是较为出名的合成密封剂，用于各种条件下控制失血。

## 小结

最大限度地减少骨科手术中的失血量对于改善患者预后和减少并发症至关重要。目前已开发的几类止血材料，包括机械止血材料、液态止血材料和纤维蛋白封闭剂，已在骨科手术中证明了其有效性。骨科医生应熟悉这些药物，并明智地将它们与传统方案和抗纤溶药物联合使用，以减少手术中的失血。

## 利益冲突申报

作者声明了以下与本文的研究、作者和 / 或发表有关的潜在利益冲突：J.L.B. 报告了与 Globus Medical、KCI 和 Lima Corporation 的关系。M.P.F. 报道了与 Lima Corporation、Wishbone、Insight 和 Mekanika 的关系。A.V.C. 报告了与贺利氏医疗公司的关系。P.K.S. 报告了与 DePuy/Johnson&Johnson、EOS 成像公司、IntelliJoint Surgical、Lima Corporation、Parvizi Surgical Innovation 和 Zimmer 的关系。E.B.G. 报告了与 DePuy/Johnson&Johnson 公司和 Zimmer-Biomet 的关系。其他作者宣称没有潜在的利益冲突。

## 资金来源

作者没有得到本文的研究、作者身份和 / 或发表的任何资金支持。

## 人权 / 动物权利

所有遵循的程序都符合人体实验（机构和国家）负责委员会的道德标准，以及经 2013 年修订的 1975 年“赫尔辛基宣言”。

## 知情同意

这篇综述文章不需要知情同意。

## 必需的作者表单

本文的在线版本提供了作者提供的披露表格作为补充材料。

## ORCID iD

Kira K. Tanghe 

<https://orcid.org/0000-0002-4561-7587>

## 补充材料

这篇文章的补充材料可在网上找到。

## 参考文献

1. Ahn JM, Oh JS. Gelfoam embolization technique to prevent bone cement leakage during percutaneous vertebroplasty: comparative study of Gelfoam only vs. Gelfoam with venography. *Korean J Neurotrauma*. 2020;16(2):200–206. <https://doi.org/10.13004/kjnt.2020.16.e42>.
2. Anfinson OG, Sudmann B, Rait M, Bang G, Sudmann E. Complications secondary to the use of standard bone wax in seven patients. *J Foot Ankle Surg*. 1993;32(5):505–508.
3. Belay ES, O'Donnell J, Flamant E, Hinton Z, Klifto CS, Anakwenze O. Intravenous tranexamic acid vs. Topical thrombin in total shoulder arthroplasty: a comparative study. *J Shoulder Elbow Surg*. 2021;30(2):312–316. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.05.039>.
4. Bierbaum BE, Callaghan JJ, Galante JO, Rubash HE, Tooms RE, Welch RB. An analysis of blood management in patients having a total hip or knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1999;81(1):2–10. <https://doi.org/10.2106/00004623-199901000-00002>.
5. Carabini LM, Moreland NC, Vealey RJ, et al. A randomized controlled trial of low-dose tranexamic acid versus placebo to reduce red blood cell transfusion during complex multilevel spine fusion surgery. *World Neurosurg*. 2018;110:e572–e579. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.11.070>.
6. Chapman WC, Singla N, Genyk Y, et al. A phase 3, randomized, double-blind comparative study of the efficacy and safety of topical recombinant

- human thrombin and bovine thrombin in surgical hemostasis. *J Am Coll Surg*. 2007;205(2):256–265. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2007.03.020>.
7. Dineen P. Antibacterial activity of oxidized regenerated cellulose. *Surg Gynecol Obstet*. 1976;142(4):481–486.
  8. Haase DR, Templeton KJ, Rosenthal HG, Sweeney KR. Tranexamic acid in patients with cancer undergoing endoprosthetic reconstruction: a retrospective review. *J Am Acad Orthop Surg*. 2020;28(6):248–255. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00798>.
  9. Harris WH, Crothers OD, Moyon BJ, Bourne RB. Topical hemostatic agents for bone bleeding in humans. A quantitative comparison of gelatin paste, gelatin sponge plus bovine thrombin, and microfibrillar collagen. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60(4):454–456.
  10. Hill J, Little J, Ford T. Bone wax: a foreign body/giant cell reaction in the foot. *Foot Ankle Spec*. 2013;6(3):236–238. <https://doi.org/10.1177/1938640013484797>.
  11. Huang YH, Ou CY. Significant blood loss in lumbar fusion surgery for degenerative spine. *World Neurosurg*. 2015;84(3):780–785. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.05.007>.
  12. Jiang T, Song K, Yao Y, Pan P, Jiang Q. Perioperative allogenic blood transfusion increases the incidence of postoperative deep vein thrombosis in total knee and hip arthroplasty. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):235. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1270-2>.
  13. Kusuma SK, Sheridan KC, Wasielewski RC. Use of bovine thrombin to reduce blood loss in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2013;28(8):1278–1281. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2012.12.015>.
  14. Lewis KM, Spazierer D, Urban MD, Redl H, Goppelt A. Comparison of regenerated and non-regenerated oxidized cellulose hemostatic agents. *Eursurg*. 2013;45:213–220. <https://doi.org/10.1007/s10353-013-0222-z>.
  15. Li S, Chen B, Hua Z, Shao Y, Yin H, Wang J. Comparative efficacy and safety of topical hemostatic agents in primary total knee arthroplasty: a network meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine*. 2021;100(12):e25087. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000025087>.
  16. Ma L, Dai L, Yang Y, Liu H. Comparison the efficacy of hemorrhage control of Surgiflo Haemostatic Matrix and absorbable gelatin sponge in posterior lumbar surgery: a randomized controlled study. *Medicine*. 2018;97(49):e13511. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000013511>.
  17. Magyar CE, Aghaloo TL, Atti E, Tetradis S. Ostene, a new alkylene oxide copolymer bone hemostatic material, does not inhibit bone healing. *Neurosurgery*. 2008;63(4 Suppl. 2):373–378. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000316859.03788.44>.
  18. Menovsky T, Plazier M, Rasschaert R, Maas AIR, Parizel PM, Verbeke S. Massive swelling of Surgicel® Fibrillar™ hemostat after spinal surgery. Case report and a review of the literature. *Minim Invasive Neurosurg*. 2011;54(05/06):257–259. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1284394>.
  19. Moo IH, Chen JYQ, Pagkaliwaga EH, Tan SW, Poon KB. Bone wax is effective in reducing blood loss after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017;32(5):1483–1487. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2016.12.028>.
  20. Morales Santias M, Mas Martinez J, Martínez Sanz-Reig J, Gimenez E, Román CV, Suarez de Puga DB. Topical tranexamic acid in cemented primary total knee arthroplasty without tourniquet: a prospective randomized study. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020;30(6):1003–1008. <https://doi.org/10.1007/s00590-020-02656-9>.
  21. Mořková P, Brořková I, Vyřasová J, Kukla R. Antimicrobial effect of OKCEL® H-D prepared from oxidized cellulose. *Folia Microbiol*. 2018;63(1):57–62. <https://doi.org/10.1007/s12223-017-0534-7>.
  22. Park HJ, Suk KS, Park JW. A case of intraoperative anaphylaxis caused by bovine-derived thrombin. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2018;10(2):184–186. <https://doi.org/10.4168/aair.2018.10.2.184>.
  23. Pfizer. Gelfoam [package insert]; 2022. <https://labeling.pfizer.com/ShowLabeling.aspx?id=624>. Accessed October 4, 2022.
  24. Scardino M, Martorelli F, D’Amato T, Fenocchio G, et al. Use of a fibrin sealant within a blood-saving protocol in patients undergoing revision hip arthroplasty: effects on post-operative blood transfusion and healthcare-related cost analysis. *Int Orthop*. 2019;43(12):2707–2714. <https://doi.org/10.1007/s00264-019-04291-4>.
  25. Scher KS, Coil JA. Effects of oxidized cellulose and microfibrillar collagen on infection. *Surgery*. 1982;91(3):301–304.
  26. Schonauer C, Tessitore E, Barbagallo G, Albanese V, Moraci A. The use of local agents: bone wax,

- gelatin, collagen, oxidized cellulose. *Eur Spine J*. 2004;13(S01):S89–S96. <https://doi.org/10.1007/s00586-004-0727-z>.
27. Shin KH, Choe JH, Jang KM, Han SB. Use of bone wax reduces blood loss and transfusion rates after total knee arthroplasty. *Knee*. 2020;27(5):1411–1417. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2020.07.074>.
  28. Singla NK, Ballard JL, Moneta G, Randleman CD Jr, Renkens KL, Alexander WA. A phase 3b, open-label, single-group immunogenicity and safety study of topical recombinant thrombin in surgical hemostasis. *J Am Coll Surg*. 2009;209(1):68–74. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2009.03.016>.
  29. Sizer SC, Cherian JJ, Elmallah RDK, Pierce TP, Beaver WB, Mont MA. Predicting blood loss in total knee and hip arthroplasty. *Orthop Clin North Am*. 2015;46(4):445–459. <https://doi.org/10.1016/j.oocl.2015.06.002>.
  30. Sofulu O, Ozturk O, Polat M, Buyuktopcu O, Kesimer MD, Erol B. Efficacy and safety of tranexamic acid in resection and endoprosthetic reconstruction of distal femoral osteosarcomas in children: a retrospective cohort study. *J Pediatr Orthop*. 2021;41(8):e686–e691. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001900>.
  31. Spotnitz WD, Burks S. Hemostats, sealants, and adhesives: components of the surgical toolbox. *Transfusion*. 2008;48(7):1502–1516. <https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2008.01703.x>.
  32. Vyas KS, Saha SP. Comparison of hemostatic agents used in vascular surgery. *Expert Opin Biol Ther*. 2013;13(12):1663–1672. <https://doi.org/10.1517/14712598.2013.848193>.
  33. Wang H, Shan L, Zeng H, Sun M, Hua Y, Cai Z. Is fibrin sealant effective and safe in total knee arthroplasty? A metaanalysis of randomized trials. *J Orthop Surg Res*. 2014;9:36. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-9-36>.
  34. Wang MY, Armstrong JK, Fisher TC, Mieselman HJ, McComb GJ, Levy ML. A new, pluronic-based, bone hemostatic agent that does not impair osteogenesis. *Neurosurgery*. 2001;49(4):962–968. <https://doi.org/10.1097/00006123-200110000-00031>.
  35. Wang Z, Xiao L, Guo H, Zhao G, Ma J. The efficiency and safety of fibrin sealant for reducing blood loss in primary total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2017;37:50–57. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2016.12.007>.
  36. Wellisz T, An YH, Wen X, Kang Q, Hill CM, Armstrong JK. Infection rates and healing using bone wax and a soluble polymer material. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466(2):481–486. <https://doi.org/10.1007/s11999-007-0067-5>.
  37. Wellisz T, Armstrong JK, Cambridge J, Fisher TC. Ostene, a new water-soluble bone hemostasis agent. *J Craniofac Surg*. 2006;17(3):420–425. <https://doi.org/10.1097/00001665-200605000-00006>.
  38. Wong J, Abrishami A, El Beheiry H, et al. Topical application of tranexamic acid reduces postoperative blood loss in total knee arthroplasty: a randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(15):2503–2513. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.01518>.
  39. Wu J, Jin Y, Zhang J, Shao H, Yang D, Chen J. Hemostatic techniques following multilevel posterior lumbar spine surgery: a randomized control trial. *J Spinal Disord Tech*. 2014;27(8):442–446. <https://doi.org/10.1097/BSD.000000000000063>.
  40. Xu W, Lan Z, Huang Y. Intraoperative injection of absorbable gelatin sponge (AGS) mixed with cement followed by spinal decompression to treat elderly with vertebral hemangiomas. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1):125. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-3143-6>.
  41. Zhang Y, Liu H, He F, Chen A, Yang H, Pi B. Does tranexamic acid improve bleeding, transfusion, and hemoglobin level in patients undergoing multilevel spine surgery? A systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg*. 2019;127:289–301. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.02.170>.
  42. Zhou H, Ge J, Bai Y, Liang C, Yang L. Translation of bone wax and its substitutes: history, clinical status and future directions. *J Orthop Translat*. 2019;17:64–72. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2019.03.005>.
  43. Zirna H, Keating SE, DeVincentis AF. Topical hemostatic agents to reduce bleeding from cancellous bone surfaces: a comparison of Gelfoam paste and bone wax. *J Foot Surg*. 1987;26(6):496–500.

# 单髁比全膝关节“感觉更好”吗？ 使用现代假体时，并非如此

## Does a Uni “Feel Better” than a Total Knee? Not Necessarily, When Using Modern Implant Designs

Michael P. Ast, MD<sup>1</sup>, David A. Kolin BA, MSc<sup>1</sup>, Kaitlin M. Carroll, BS<sup>1</sup>, Destiny Davis, BA<sup>2</sup>,  
Andrew D. Pearle, MD<sup>1</sup>, David J. Mayman, MD<sup>1</sup>, and Alvin C. Ong MD<sup>2</sup>

*HSS Journal®: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery 2023;19(1):32–36*

### 摘要

背景：在比较单髁膝关节置换术 (UKA) 和全膝关节置换术 (TKA) 患者的功能结果时，经常报道 UKA 更受青睐；然而，现代 TKA 假体设计的最新进展旨在缩小这一差距。目的：本研究拟使用遗忘关节评分 (FJS) 比较现代 TKA 假体和 UKA 假体的“感觉”，FJS 是一种经验证的患者报告结果测量量表。方法：本研究对 2014–2017 年间在两家机构接受 TKA 和 UKA 的患者进行回顾性研究。所有的 UKA 手术都是机械臂辅助的单一植入物，“传统 TKA”使用传统后稳定型假体，而“现代 TKA”采用现代设计的后稳定型假体。用单因素方差分析和独立两样本 t 检验评估 FJS 差异。结果：本研究共纳入 600 名患者，每个手术亚组有 200 名患者。平均年龄  $62.8 \pm 10.2$  岁，平均体重指数  $29.9 \pm 4.9$ 。现代 TKA 和 UKA 在术后 1 年时 FJS 评分相似。现代 TKA 的 FJS 显著高于传统 TKA，而 UKA 的 FJS 没有明显高于传统 TKA。结论：本回顾性分析发现，UKA 和现代设计 TKA 患者的 FJS 没有显著差异，但两者的得分都优于传统设计 TKA。这一发现表明，现代 TKA 设计可能有潜力获得通常与关节保留手术（如 UKA）相关的自然感觉，但需要更长的随访时间予以证实。

### 关键词

全膝关节置换术；单髁膝关节置换术；临床结果；现代设计；传统 TKA；遗忘关节  
Total knee arthroplasty, Unicompartmental arthroplasty, Clinical outcomes,  
Modern design, Traditional TKA, Forgotten joint

### 背景

骨关节炎是美国最常见的关节疾病，终生发病率约为 50% [9, 12]。如果保守治疗失败，患者可能会选择接受膝关节置换。膝关节置换手术包括全膝关节置换术 (TKA) 和单髁膝关节置换术 (UKA)。虽然传统观念中 TKA 是治疗膝关节炎的金标准，但 UKA 的支持者认为 UKA 创伤更少，易于翻修，恢复更快，运动范围和运动学更优，以及报告的关节知晓程度较低 [1, 5-7, 13]。尽管有这些好处，与 TKA 相比，UKA 有几个潜在的缺点，包括更高的翻修率和失败率。

置换关节术后“感觉”的评价具有挑战性，这也显示出标准结果评价方法的局限性。遗忘关节指数

(FJS) 评估患者忘记所置换关节并恢复正常感觉的能力 [3]。这是一个有效的结果衡量指标，因为它易于使用，已经过验证，而且没有天花板效应 [2]。由于哪种手术为患者提供最正常膝关节感觉仍存在争论，

<sup>1</sup>Hospital for Special Surgery, New York City, NY, USA

<sup>2</sup>Rothman Orthopaedic Institute, Egg Harbor Township, NJ, USA

#### Corresponding Author:

Michael P. Ast, MD, Hospital for Special Surgery, 535 East 70th Street,  
New York City, NY 10021, USA.

Email: astm@hss.edu

表 1. 基线值特点 UKA 单髁膝关节置换术 TKA 全膝关节置换术 BMI 身体质量指数

	UKA(n=200)	现代 TKA(n=200)	传统 TKA(n=200)
性别			
女性	87 (44%)	117 (59%)	99 (50%)
男性	113 (57%)	83 (42%)	101 (51%)
年龄 (岁)			
均值 (标准差)	64.5 (9.9)	58.1 (9.8)	65.7 (9.3)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )			
均值 (标准差)	28.6 (4.7)	30.8 (5.0)	30.2 (4.7)

UKA 单髁膝关节置换术, TKA 全膝关节置换术, BMI 身体质量指数。

因此笔者拟比较各手术组在术后至少一年的 FJS 评分。笔者假设现代全膝关节置换术将产生比传统全膝关节置换术更好的结果, 并且更接近单髁膝关节置换术的结果。

## 方法

笔者对 2014-2017 年间在两家机构接受 TKA 和 UKA 的患者进行回顾性研究。纳入标准为接受 UKA、使用现代设计的 TKA 或使用传统设计的 TKA 的成年患者。现代设计为后稳定型假体, 它牺牲前十字韧带和后十字韧带 (分别为 ACL 和 PCL), 具有凸轮-柱结构, 不对称的股骨髁假体, 倾斜的关节线, 内侧枢轴运动模式, 符合解剖的胫骨假体, 以及 1 mm 一档的胫骨聚乙烯衬垫。传统设计也是后稳定型假体, 具有对称的股骨髁、中立位关节线、对称的胫骨假体, 没有明显的内侧枢轴运动学。每个手术组的患者在每个手术类别的基线变量上都是相近的。在两家机构之一接受 3 种膝关节置换手术中任意 1 种的患者, 并且进行至少 1 年的临床随访, 被纳入本研究。所有的 UKA 手术都是使用同一种假体 (Mako Restoris; Stryker), 采用机械臂辅助的内侧单髁手术。采用现代设计的 TKA 手术都是使用 Journey II 假体 (Smith&Nephew), 传统设计的 TKA 手术都使用 Vanguard PS 假体 (Zimmer Biomet)。所有手术均由 4 名膝关节外科医生中的 1 人完成, 他们每人每年膝关节手术量在 300 例以上。包括性别、体重指数 (BMI) 和年龄在内的人口统计数据都是在基线上收集的。三个手术亚组的患者在关节置换后至少 1 年由一名经过训练的研究助理收集 FJS 结果。每个患者都被告知要完成关于他们最近膝关节手术的问卷。完成的问卷使用 FJS 评分标准进行记录。这项研究得到了两个机构的伦理委员会批准。在登记参加研究之前, 每个患者签署知情同意书。

## 统计分析

分类变量用频率和百分比表示。连续变量用均

值和标准差进行评价。笔者使用单因素方差分析 (ANOVA) 检验评估 3 个手术组的组间均数差异。因为单因素方差分析不能确定个体比较中的显著差异, 所以笔者也使用独立样本 t 检验比较所有 3 个手术组结果的两两组间差异。需要考虑使用校正进行多重假设检验, 然而, 笔者认为像 Bonferroni 这样的多重假设检验方法是不必要的, 因为独立检验的数量不到 10 个, 而且对有限数量的假设来说, 对多重比较的修正通常被认为过于保守。线性模型用于更好地了解年龄和 BMI 与手术组每个结果之间的相关性。所有统计分析均使用 R 软件 3.5 版 (R Project For Statistics Computing) 进行。

## 结果

3 个手术亚组 -UKA、现代 TKA 和传统 TKA- 每组都包括数据库中的 200 名患者。虽然 3 组在年龄、性别和 BMI 上相似, 但组之间有一些细微的差异 (表 1)。接受现代全膝关节置换术的患者与 UKA 组和传统 TKA 组相比较年轻 ( $58.1 \pm 9.8$  岁), 女性比例 (59%) 更高。600 例患者的平均年龄为  $62.8 \pm 10.2$  岁, 平均体重指数为  $29.9 \pm 4.9$  kg/m<sup>2</sup>, 51% 的患者是女性。

平均随访时间为 1.6 年 (1.0~1.9 年), 组间平均随访时间无显著性差异 ( $P=0.67$ )。3 组的 FJS 资料完整。UKA、现代 TKA 和传统 TKA 的 FJS 值分别为  $73.7 \pm 25.7$ 、 $77.3 \pm 19.3$  和  $72.0 \pm 19.8$ , 方差分析显示 3 个手术组之间的差异有统计学意义 ( $P=0.048$ ), UKA 和现代 TKA 之间没有明显差异 ( $P=0.11$ )。现代 TKA 与传统 TKA 相比, FJS 显著增高 ( $P=0.007$ )。与传统 TKA 相比, UKA 的 FJS 没有显著增加 ( $P=0.47$ )。

在检验 BMI 和报告的结果之间的关系时, 最显著的区别是 BMI 与 FJS 的关联 (图 1 和图 2)。对于低 BMI 患者, 3 个手术亚组的 FJS 相似。然而, 高 BMI 患者中, 现代 TKA 组 FJS 评分高于 UKA 组和传统 TKA 组。

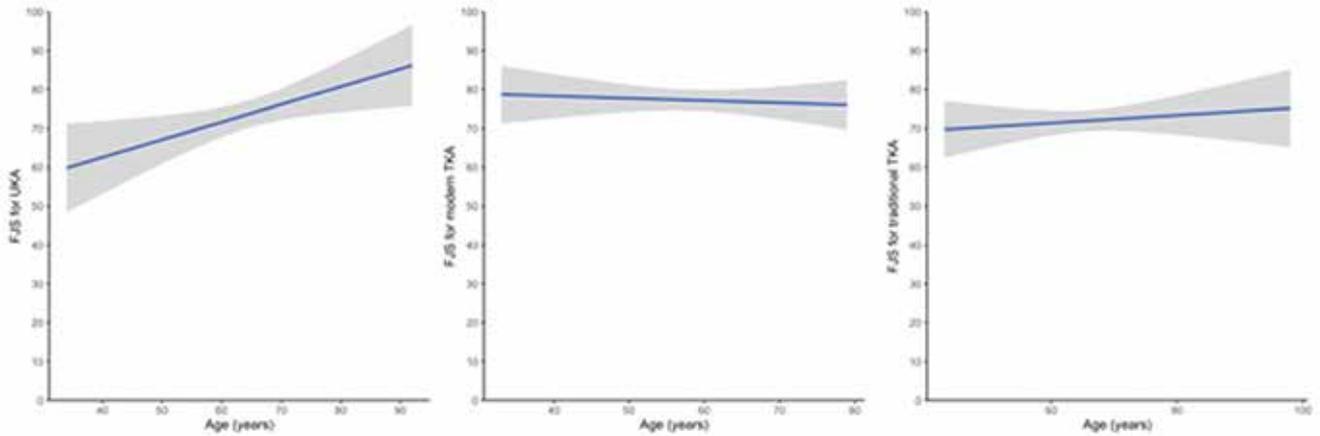


图 1. 每种假体的遗忘关节评分 (FJS) 与年龄线性关系图。阴影区域表示 95% 置信区间。  
UKA 膝关节单髁置换, TKA 全膝关节置换。

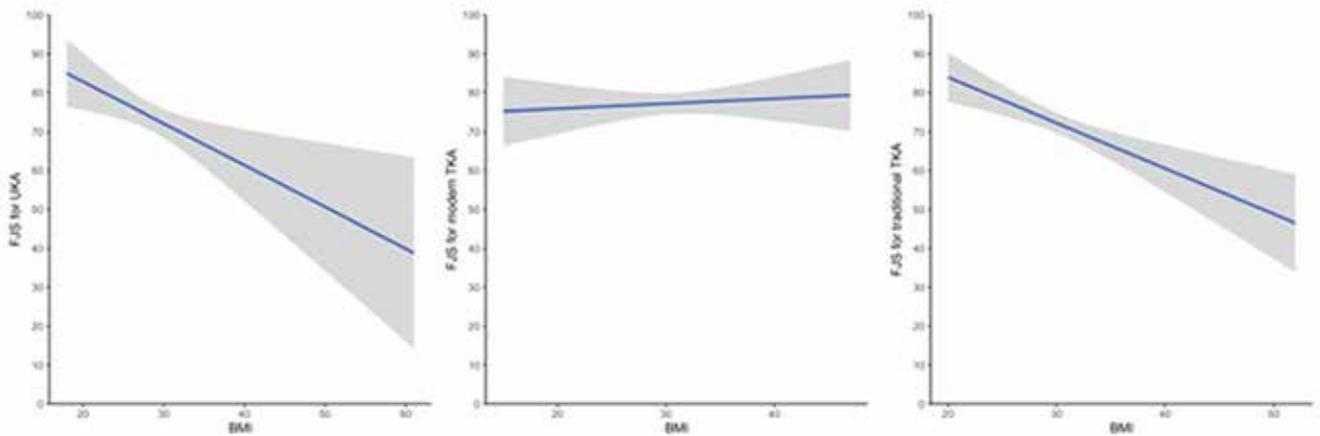


图 2 每种假体的遗忘关节评分 (FJS) 与体重指数 (BMI) 线性关系图。阴影区域表示 95% 置信区间。  
UKA 膝关节单髁置换, TKA 全膝关节置换。

## 讨论

据笔者所知, 这是第一项评估 UKA、现代 TKA 和传统 TKA 患者膝关节“感觉”差异的研究。与研究假设一致, 接受现代 TKA 的患者比传统 TKA 更容易忘记关节, 而且与 UKA 的结果相当。

这项研究有几个局限性。首先, 患者没有被随机分配到关节置换术的类型, 尽管基线值在 3 组中相对近似, 但基线混杂因素的差异可能影响结果。一个大型的随机对照研究可以帮助确定每个患者亚群的最优假体, 然而这样的试验在骨科, 特别是外科治疗中很难实施。其次, 术后和术前评分之间的差值可能比术后 FJS 的绝对值更有统计学意义。评分的差异有助于解释基线发病率, 并有助于更好地了解手术后相关结

果的改善情况。第三, 术后评估是在手术后至少一年的单一日期进行的。术后几年的趋势评估有利于长期结果评价, 但可能随着时间的推移, 会被一些患者报告结果指标 (PROMS) 的自然下降所干扰 [3]。最后, 这是一项回顾性分析, 因此容易受到观察性设计固有偏差的影响。

最近一项前瞻性研究对 UKA 和传统 TKA 进行比较, 内侧 UKA 结果更好, 包括假体感知、功能结果、临床结果和生活质量 [9]。作者假设, UKA 保护软组织和保留更多骨质可以使患者易于遗忘关节。然而, 作者也表明研究存在局限性, 包括较短的随访时间和基于偏好的小组分配。在笔者的研究中, 现代 TKA

患者易于忘记关节可能是由于现代设计假体运动学的改善 [4]。

2019 年发表的一项系统综述和荟萃分析对 UKA 和 TKA 的数据进行清晰和全面的总结 [11]。综述发现, TKA 和 UKA 在广大患者中都是膝关节置换术的可选方式, 但 UKA 手术时间更短, 活动范围更好, 早期并发症更少 (包括心肌梗死、脑血管事件、深部组织感染和静脉血栓栓塞)。但整体而言, TKA 的翻修率显著优于 UKA。与笔者的研究不同, 系统综述没有分析患者自我评价结果, 如 FJS 评分。

总之, 本项关于膝关节手术后患者感觉的回顾性分析表明, 假体设计所产生的影响可能超出以往的认知。近期应该开展大型随机对照试验评估关节置换术的一系列结果, 以确定特定假体是否对不同的患者亚群和临床问题更有效。

## 利益冲突申报

作者声明了以下与本文的研究、作者身份和 / 或发表有关的潜在利益冲突: Michael P. Ast 医学博士报告了与 Smith and Nephew 和 Orthalign 公司的关系。David J. Mayman 医学博士报告了与 Orthalign、Imagen、Smith and Nephew 和 Wishbone 公司的关系。安德鲁·D·皮尔, 医学博士, 报道了与 Smith and Nephew、Engage, 和 Stryker 公司的关系。阿尔文·C·王 (Alvin C. Ong) 医学博士报告了与 Smith and Nephew 和 Stryker 公司的关系。其他作者报告没有潜在的利益冲突。

## 资金来源

所有作者没有获得任何关于本文的研究、作者身份和 / 或发表的财政支持。

## 人权 / 动物权利

所有遵循的程序都符合人体实验 (机构和国家) 负责委员会的道德标准, 以及经 2013 年修订的 1975 年“赫尔辛基宣言”。

## 知情同意书

本研究中的所有患者都获得了知情同意。

## 证据等级

Level III: 回顾性治疗研究。

## 参考文献

1. Amin AK, Patton JT, Cook RE, Gaston M, Brenkel IJ. Unicompartmental or total knee arthroplasty? Results from a matched study. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;451:101–106. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000224052.01873.20>.
2. Behrend H, Giesinger K, Giesinger JM, Kuster MS. The “forgotten joint” as the ultimate goal in joint arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2012;27(3):430.e1–436.e1. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2011.06.035>.
3. Carlson VR, Post ZD, Orozco FR, Davis DM, Lutz RW, Ong AC. When does the knee feel normal again: a cross-sectional study assessing the forgotten joint score in patients after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2018;33(3):700–703. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.09.063>.
4. Grieco TF, Sharma A, Dessinger GM, Cates HE, Komistek RD. In vivo kinematic comparison of a bicruciate stabilized total knee arthroplasty and the normal knee using fluoroscopy. *J Arthroplasty.* 2018;33(2):565–571. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.09.035>.
5. Hollinghurst D, Stoney J, Ward T, et al. No deterioration of kinematics and cruciate function 10 years after medial unicompartmental arthroplasty. *Knee.* 2006;13(6):440–444. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2006.07.001>.
6. Levine WN, Ozuna RM, Scott RD, Thornhill TS. Conversion of failed modern unicompartmental arthroplasty to total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1996;11(7):797–801. [https://doi.org/10.1016/S0883-5403\(96\)80179-3](https://doi.org/10.1016/S0883-5403(96)80179-3).
7. McAuley JP, Engh GA, Ammeen DJ. Revision of failed unicompartmental knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;392:279–282. <https://doi.org/10.1097/00003086-200111000-00036>.
8. Migliorini F, Tingart M, Niewiera M, Rath B, Eschweiler J. Unicompartmental versus total knee arthroplasty for knee osteoarthritis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2019;29(4):947–955. <https://doi.org/10.1007/s00590-018-2358-9>.
9. Peersman G, Verhaegen J, Favier B. The forgotten joint score in total and unicompartmental knee arthroplasty: a prospective cohort study. *Int Orthop.* 2019;43(12):2739–2745. <https://doi.org/10.1007/s00264-019-04342-w>.
10. Vasso M, Antoniadis A, Helmy N. Update on unicompartmental knee arthroplasty: current indications and failure modes. *EFORT Open Rev.* 2018;3(8):442–448. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.3.170060>.
11. Wilson HA, Middleton R, Abram SGF, et al. Patient relevant outcomes of unicompartmental versus total knee replacement: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2019;365:l1032. <https://doi.org/10.1136/bmj.l1032>.
12. Zhang Y, Jordan JM. Epidemiology of osteoarthritis. *Clin Geriatr Med.* 2010;26(3):355–369. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2010.03.001>.
13. Zuiderbaan HA, van der List JP, Khamaisy S, et al. Unicompartmental knee arthroplasty versus total knee arthroplasty: which type of artificial joint do patients forget? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(3):681–686. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3868-1>.

# 前交叉韧带损伤预防计划的高依从性与低损伤率相关

## Higher Adherence to Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Programs Is Associated With Lower Injury Rates: A Meta-Analysis and Meta-Regression

Kristin C. Halvorsen, BA<sup>1,2</sup>, Robert G. Marx, MD<sup>1,3</sup> , Isabel Wolfe, BS<sup>1</sup>, Caroline Taber, BS<sup>1</sup>, Bridget Jivanelli, MLIS<sup>1</sup> , Andrew D. Pearle, MD<sup>1</sup>, and Daphne I. Ling, PhD, MPH<sup>1,4,5</sup>

HSS Journal®: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery 2023;19(2):154-162

### 摘要

背景：参加切入和旋转运动的运动员特别容易损伤前交叉韧带（ACL）。预防 ACL 损伤是避免健康风险和控制成本的最佳方法。依从性和损伤下降之间可能存在剂量 - 效应关系。目的：本研究旨在探索运动员遵守损伤预防计划（IPP）是否与 ACL 和下肢（LE）损伤减少有关。方法：本研究对 PubMed、EMBASE 和 Cochrane Library 数据库进行系统回顾，检索 2011 年至 2021 年间发表的研究。如果研究设计了对照组，报告 ACL IPP 的使用情况，并记录受伤比率，以及遵守该计划受试者的百分比，则纳入研究。在荟萃分析中，使用 DerSimonian-Laird 随机效应模型汇总比率。结果：纳入 15 项研究（11 项随机对照试验和 4 项队列研究），随机效应模型将运动员对 IPP 的依从性分为高度（76% 或更多的训练）、中等（51%-75% 的训练）和低度（50% 或更少的训练）。我们发现，IPP 依从性最高的运动员 ACL 损伤发生率显著较低。中度和低度依从性没有显示 ACL 损伤发生率降低。参与损伤预防计划也与下肢损伤率降低有关。结论：这项系统综述和荟萃分析发现，高度遵守 IPPs 的运动员 ACL 和下肢损伤发生率降低。本研究结果表明，告知教练和运动员 IPPs 存在剂量依赖获益可能会促使这些项目纳入常规热身训练，以降低 ACL 和下肢损伤的风险。

### 关键词

前交叉韧带损伤；依从性；损伤预防；膝关节损伤；神经肌肉训练

ACL injury, Adherence, Injury prevention, Knee injury, Neuromuscular training

### 介绍

前交叉韧带（ACL）断裂是常见的运动损伤，仅在美国每年就有 20 万至 25 万人受伤 [2, 12]。参加足球、篮球和足球等涉及切入和旋转运动的运动员特别容易发生前交叉韧带损伤 [21]。尽管 ACL 重建和康复可以改善症状，但运动员受伤后重返赛场依然存在障碍。重返赛场的时间通常长达 12 个月。最近一项荟萃分析报告称，尽管 81% 的患者在 ACL 重建后恢复了运动，但只有 55% 的患者恢复了竞技水平 [1]。

<sup>1</sup>Sports Medicine Institute, Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA

<sup>2</sup>Stanford University School of Medicine, Stanford University, Stanford, CA, USA

<sup>3</sup>Department of Orthopedic Surgery, Weill Cornell Medical College, New York, NY, USA

<sup>4</sup>Department of Population Health Sciences, Weill Cornell Medical College, New York, NY, USA

<sup>5</sup>Department of Medical Research and Development, Chang Gung Memorial Hospital, Taoyuan

### Corresponding Author:

Daphne I. Ling, PhD, MPH, Department of Medical Research and Development, Chang Gung Memorial Hospital, No. 15 Wenhua 1st Road, Guishan, Taoyuan 333.  
Email: Wosohealth@gmail.com

此外，ACL 损伤的长期后遗症可能包括再次损伤风险增加、同侧或对侧膝关节的额外 ACL 手术、伴随半月板和软骨损伤以及骨关节炎进展 [10, 11, 19]。

因此，预防损伤是避免健康风险和控制成本的最佳策略；这可以通过伤害预防计划 (IPP) 来实现。IPP 的标志是神经肌肉训练项目 (如 FIFA 11+)，包括增强型、力量型、灵活性和移动性训练，以及改变速度和方向的训练。有研究证明 IPPs 可有效降低 ACL 损伤率 [13, 20, 25, 28]。一项荟萃分析报告称，IPP 使女性患者前交叉韧带损伤整体风险降低 50%，非接触性前交叉韧带受伤风险降低 67% [31]。

尽管对照研究中已证明 IPPs 在保护运动员免受前交叉韧带损伤的有效性，但在运动员坚持实施上存在挑战，实践中有效性有限。实施 IPP 的障碍包括时间限制、缺乏运动员和家长的支持以及缺乏实施该计划的知识 [7]。既往研究表明，项目建议的依从性低会影响效果，而依从性高则与保护作用呈正相关 [15]。在一项研究中，当物理治疗师开始与团队合作时，团队前交叉韧带损伤率从 0.48 下降到 0.33。然而，在他们停止与球队合作，球员停止 IPP 后，受伤率回升至 0.56。

本项系统综述和荟萃分析旨在探讨 IPP 的依从性是否会影响 ACL 和下肢 (LE) 损伤率。我们假设存在剂量 - 效应关系，运动员对 IPPs 的依从性越高，ACL 和下肢损伤的发生率越低。

## 方法

一名医学图书馆员根据系统评价和荟萃分析首选报告项目 (PRISMA) 指南，对 PubMed (Medline)、EMBASE 和 Cochrane 图书馆数据库进行了系统搜索 (<https://www.prisma-statement.org/>)，文献年限为 2011 年 1 月至 2021 年 2 月。搜索词包括“依从性”、“患者依从性”和“顺从性、”神经肌肉训练、“神经肌肉干预”、“预防”、“膝关节损伤”和“ACL 损伤” (补充表 1)。本研究还对纳入研究的参考文献列表和相关综述文章进行了手动搜索。

所有研究都进行了标题和摘要筛选，然后进行全文筛选。每项研究都由两位作者使用在线软件 Covidence (Veritas Health Innovation Ltd) 进行独立筛选，以纳入研究。由资深作者解决相关冲突。如果研究报告了 ACL 或下肢损伤的数量、运动员接触 IPP 的次数以及运动员参加 IPP 的次数百分比，则纳入研

究。如果研究不是以英语发表或是会议摘要，则将其排除在外。

使用物理治疗证据数据库 (PEDro) 量表评估随机对照试验 (RCTs) 的研究质量，使用纽卡斯尔 - 渥太华量表评估队列研究的质量。PEDro 量表使用 11 个二元问题来评估特征，包括资格标准、随机分配、盲法、关键结果报告、治疗意向分析、组间统计比较和治疗效果大小的测量。纽卡斯尔 - 渥太华量表对每项研究的选择、可比性和结果进行评分。两个量表都通过各个组成部分分数求和来确定研究质量。

以下数据摘自全文文章：研究设计、研究参与者特征 (即年龄、性别、运动水平)、谁领导 IPP、按类型划分的损伤数量 (即 ACL 或下肢)、纳入运动员总数、依从率以及依从性记录方式 (由进行热身的运动员自我报告或由研究人员直接观察)。比率 (RR) 计算为 IPP 组的损伤率除以对照组的损伤速率。小于 1 的数值表明 IPP 降低了受伤率。

一些研究报告了按损伤类型 (仅 ACL 或任何下肢损伤) 分层的数据。在可能的情况下单独提取数据，为荟萃分析提供了多重比较或“研究”。此外，一些研究报告了多种依从性水平 (如低依从性和高依从性) 的损伤率。这些数据也被单独提取，为荟萃分析贡献了多项“研究”。

使用 DerSimonian-Laird 随机效应模型 (REM) 汇总每项研究的数据，并根据以下依从性类别进行分组：高度 (76% 或更多的疗程)、中等 (51%-75%) 和低度 (50% 或更少)。与固定效应模型相比，REM 给出了更保守的估计，置信区间 (CI) 更宽，因为它假设荟萃分析只包括所有可研究的样本。此外，REM 既考虑了研究内的可变性 (随机误差)，也考虑了研究间的可变性 (异质性)。每项研究的 RR 和 95% 置信区间会显示在森林图中。我们还根据数据分布的三分位数对依从性类别进行了敏感性分析。

使用卡方检验检测研究之间的异质性，测量因异质性引起的 RR 可变性。在不同的研究人群和环境，通过元回归分析进一步研究异质性的原因。在线性回归模型中，研究作为分析单位，RR 是因变量。自变量是可能与 RR 变异性相关的协变量，都是先验确定的，包括：研究设计 (随机对照试验与队列)、性别 (女运动员或男女运动员)、年龄 (青少年与成人) 和依从性报告 (自我报告与直接观察)。所有分析均使用 Stata SE 第 14 版 (StataCorp., LLC)。

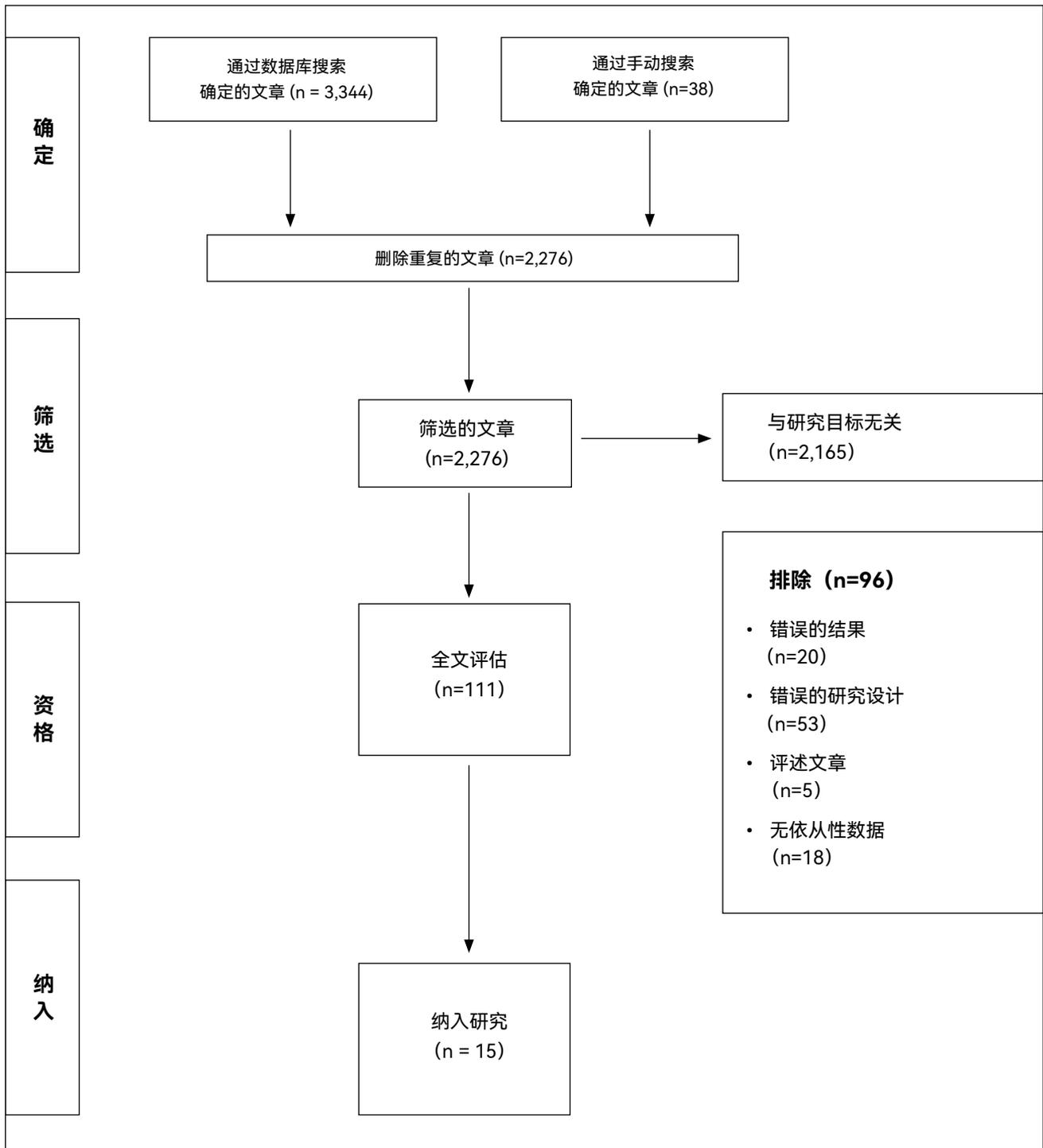


图1. PRISMA研究选择流程图。显示了筛选、排除和纳入研究的数量。PRISMA系统评价和荟萃分析的首选报告项目。

## 结果

本研究通过数据库搜索确定了 3344 篇文章；删除重复后,对其中 2276 篇文章进行了标题和摘要筛选。共有 2165 篇文章确定与研究目标无关, 111 篇文章通

过全文综述评估。其中 96 篇因研究设计或结果错误而被排除。另外 38 篇通过对系统综述和纳入研究的参考文献列表手动回顾确定。手动搜索的荟萃分析中

表 1. 纳入荟萃分析的文章特征

研究	研究类型	性别	年龄	运动	水平	热身指导	依从性记录方式	依从率	损伤类型
Gilchrist等[3]	RCT	女	18-22	英式足球	大学	AT	自我报告	72%	ACL,LE
Hägglund等[4]	集群RCT 二次分析	女	12-17	英式足球	俱乐部	教练	直接观察	63%, 82%, 89%	ACL,LE
Hewett等[6]	前瞻性研究	女	13-18	英式足球、篮球 排球	高中	AT	自我报告	67%	ACL,LE
Kiani等[8]	干预实验	女	13-19	英式足球	俱乐部	教练	自我报告	75%	ACL,LE
LaBella等[9]	集群RCT	女	14-18	英式足球、篮球	高中	教练	直接观察	80%	ACL,LE
Myklebust等[14]	前瞻性研究	女	成人	手球	精英	教练	自我报告	26%, 29%	ACL
Olsen等[16]	集群RCT	男/女	15-17	手球	俱乐部	教练	自我报告	87%	ACL,LE
Omi等[17]	前瞻性研究	女	18-22	篮球	大学	AT	自我报告	89%	ACL
Pasanen等[18]	集群RCT	女	平均年龄: 24	地板球	精英	教练 运动员或PT	自我报告	74%	ACL,LE
Silvers-Granelli等[20]	前瞻性RCT	男	18-25	英式足球	NCAA 1级 和2级联盟	ACT	自我报告	47%	LE
Slauterbeck等[22]	集群RCT	男/女	13-18	美式足球, 英式足球 篮球	高中	教练	自我报告	32%	LE
Steffen等[26]	集群RCT	女	13-17	长曲棍球 英式足球	俱乐部	教练	直接观察	52%	ACL,LE
Steffen等[25]	集群RCT	女	13-18	英式足球	青年	教练	自我报告	81%, 86%	LE
Van Beijsterveldt [29]	集群RCT	男	18-40	英式足球	业余	教练	自我报告	73%	LE
Waldén等[30]	集群RCT	女	12-17	英式足球	俱乐部	教练	自我报告	50%	ACL,LE

## 前交叉韧带损伤

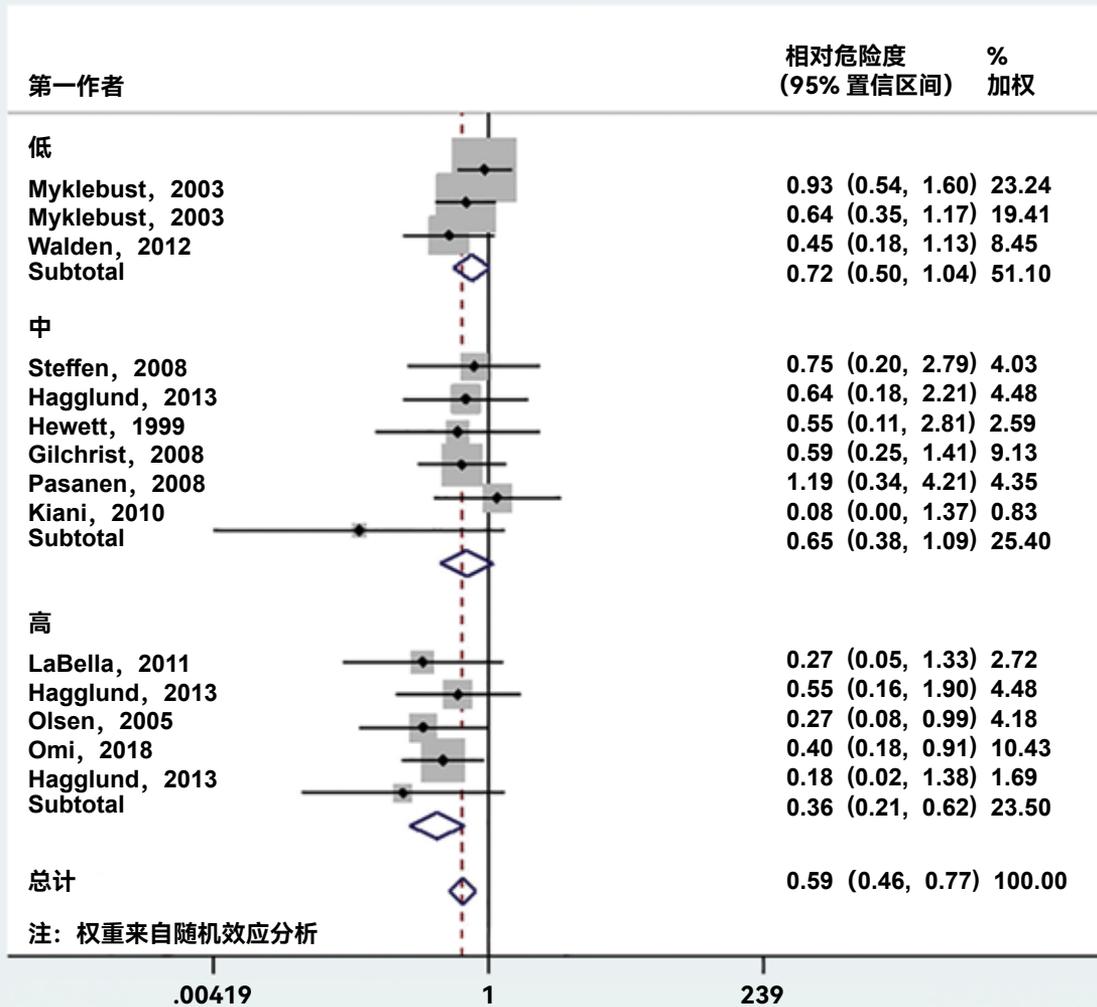


图2. ACL损伤的发病率(RR)按研究和依从性水平显示。这些研究是按依从性的升序排列的。Myklebust等人[14]包括2项低依从性的“研究”(26%和29%)。Hagglund等人[4]包括2项高依从性的“研究”(82%和89%)和1项中等依从性的研究(63%)。ACL前交叉韧带。

还包括了 11 篇额外文章。共有 15 篇文章 (11 项随机对照试验和 4 项队列研究) 符合数据提取标准 (图 1, 表 1) [3, 4, 6, 8, 9, 14, 16-18, 20, 22, 25, 26, 29, 30]。参与者年龄在 12 岁或以上, 大多数文章 (73%, 11/15) 仅包括女运动员。这些文章报道了不同级别 (俱乐部、高中、大学和精英) 的多种运动 (英式足球、篮球、排球、手球、美式足球、地板球和长曲棍球)。在 10 篇文章中 IPP 由一名教练领导, 在 4 篇文章中由一名运动教练 (AT) 带领, 在 1 篇文章中由一名教练或 AT 引导。依从率在 26% [14] 至 89% [4, 17] 之间。

参与 IPP 对运动员的前交叉韧带损伤具有保护作用, 总 RR 为 0.59 (95%CI:0.46-0.77,  $P < .001$ )。异质性检验为  $P=.62$ ,  $I^2$  检验为 0%。IPP 依从性最高的运动员报告前交叉韧带损伤率最低:  $RR=0.36$  (95%CI:0.21-0.62,  $P < .001$ )。中度和低度依从性的 RR 表明存在剂量效应, 都超过了零值: 中度 RR 为 0.65 (95%CI:0.38-1.09,  $P=.11$ ), 低度 RR 为 0.72 (95%CI:0.50-1.04,  $P=0.08$ ) (图 2)。

与对照组相比, IPP 也与下肢损伤下降有关:

## 下肢损伤

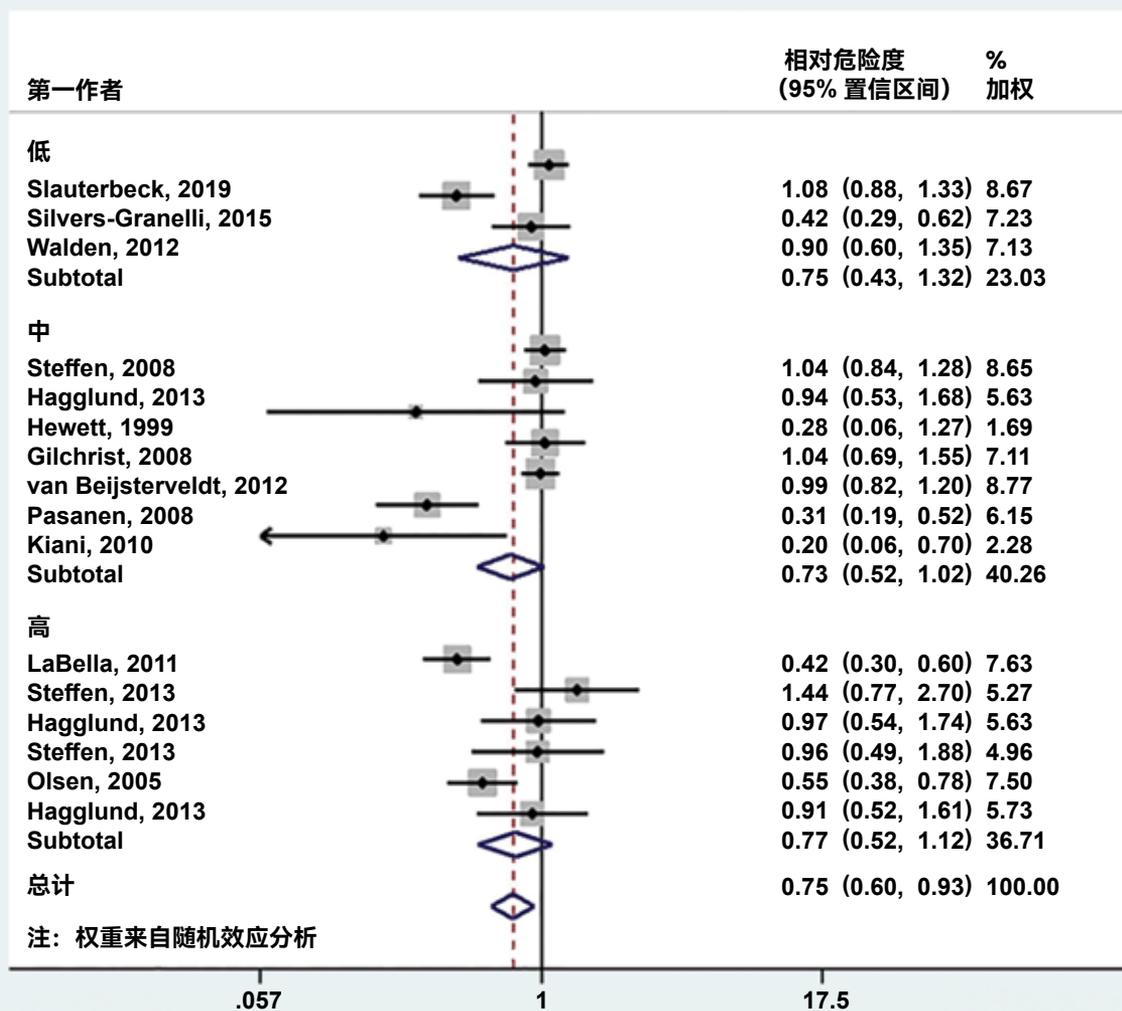


图3. 显示了下肢损伤的研究和依从性水平的发病率比率(RR)。这些研究是按依从性的升序排列的。Hagglund等人[4]包括2项高依从性的“研究”(82%和89%)和1项中等依从性的研究(63%)。Steffen等人[25]包括2项高依从性的“研究”(81%和86%)。

RR=0.75 (95%CI:0.60 - 0.93, P=.009) (图 3)。然而,低度、中等和高度依从性组之间没有剂量效应关系:低度依从组 RR=0.75 (95%CI:0.43 - 1.32, P=.33)、中等依从组 RR=0.73 (95%CI:0.52 - 1.02, P=.07) 和高度依从组 RR=0.77 (95%CI:0.60 - 0.93, P=.17)。虽然各依从性组的 RR 一致,研究之间存在显著异质性 ( $P < .001$ ,  $I^2=79%$ )。

敏感性分析中依从性临界值是基于组织值分布的三分位数,以便每个类别都有相同数量的研究:低度:

67% 或更少; 中度: 68% 至 75%; 高度: 76% 或更高。两种类型的分类结果没有实质性差异(补充图 1 和图 2)。

ACL 和下肢损伤异质性原因进行荟萃回归分析。该线性回归模型系数显示,研究设计、性别、年龄和报告依从性的方法对每项研究的 RR 没有显著影响(表 2)。

11 项随机对照试验使用 PEDro 系统评分进行质量评估,他们的评分范围为 6 至 8 (总分为 11 分),4 项队列研究为质量良好,每项研究的纽卡斯尔-渥太华评分均为 7 分或更高(最高分为 9 分)(补充表 2)

**表 2. 前交叉韧带 (ACL) 和下肢 (LE) 损伤的 Meta 回归结果。**

变量	ACL		LE	
	系数 (95% 置信区间)	P 值	系数 (95% 置信区间)	P 值
RCT 设计	1.03 [0.43-2.46]	.94	3.12 [0.78-12.5]	.10
仅女运动员	1.75 [0.29-10.5]	.49	0.95 [0.50-1.80]	.85
仅成年运动员	1.50 [0.49-14.59]	.43	0.79 [0.41-1.50]	.44
直接观察	1.03 [0.31-13.46]	.96	1.29 [0.69-2.38]	.39

CI 置信区间, RCT 随机对照试验。

## 讨论

本研究发现, 运动员对 IPPs 的高度依从性与 ACL 和下肢损伤发生率降低之间存在剂量-效应关系。高度依从性组前交叉韧带损伤风险降低了 64%。虽然 IPP 也显示出下肢损伤的保护作用, 但我们没有发现剂量-效应关系的证据, 个体研究结果的变化更大。

本项系统综述和 meta 分析的局限在于, 三分之二的研究使用 IPP 实施者 (如教练或 AT) 的自我报告来衡量依从性, 而不是直接观察, 这本身就有偏倚, 很可能被高估了依从性。例如, 在 Sugimoto 等人 [27] 的一项荟萃分析中, 作者纳入了一项报告依从率为 100% 的研究, 并指出这“可能不准确” [5]。此外, 他们与该研究的作者通信获得这一自我报告的比率, 但这并不包括在最初的研究中。因此, 我们没有将这项研究纳入荟萃分析。此外, 我们研究中使用的依从性类别基于任意截断值。然而, 当类别基于依从率的分布时, 敏感性分析中没有发现改变。此外, 还汇集了两项随机对照试验和队列研究的数据。

这项荟萃分析的优势包括与医学图书馆员协商制定的具有重叠数据库的综合搜索策略。此外, 这项荟萃分析还包括另外 11 项研究, 通过手动搜索确定这些研究的 IPP 依从性和损伤率。Sugimoto 等人 [27] 的荟萃分析遗漏了其中七篇文献检索开始日期之前发表的文章, 该荟萃分析不包括团队中的医学图书管理员。在可能的情况下, 我们还分别提取和分析了 ACL 和下肢损伤的数据。除了使用能给出更保守估计的 REM 外, 我们还使用了元回归分析来探索异质性的可

能来源。

Sugimoto 等人 [27] 还表明, ACL 损伤的最大降低发生在依从性最高的组 (RR=0.27 [95%CI:0.07 - 0.80])。然而, 这项研究仅包含 6 项研究 (包括一项自我报告依从性为 100% 的研究), 仅限于对女运动员的研究。未对坚持 IPP 预防下肢损伤的效果进行荟萃分析。我们没有发现剂量-效应关系, 研究之间存在显著的异质性, 这并不意外, 因为 IPP 旨在预防前交叉韧带损伤, 可能对非前交叉韧带膝关节、髌关节或踝关节损伤没有保护作用。元回归的结果表明, 我们确定的可能与损伤率相关的先验因素 (研究设计、年龄、性别或直接观察) 并不能解释下肢损伤的异质性。一项事后分析, 在元回归中比较了仅关于足球与其他运动以及教练主导与 AT 主导的文章, 没有显示出任何减少损伤的差异。此外, 荟萃回归显示性别对 ACL 或下肢损伤减少没有影响。因此, 男运动员和女运动员的减伤效果可能相似。然而, 只有 4 项研究纳入了男性运动员, 这一小部分排除了剂量-效应关系的评估。

既往研究表明, 为了优化 IPPs 对运动员、教练和 ATs 的益处, 应将这些项目纳入常规训练课程 [23, 32]。此外, 另一项荟萃分析报告称, 与持续时间较短的项目相比, 持续时间较长 (每次超过 20 分钟) 的项目更能减少女性运动员的前交叉韧带损伤 [28]。该荟萃分析表明, 依从率超过 75% 可以提供最显著的保护作用。因此, 实施 IPP 的关键第一步是教育教练和运动员了解剂量依赖效应, 从而提高依从性 [23]。

一些研究发现，由于练习日不多、比赛次数多和时间不足等因素，整个赛季 IPPs 的使用都在减少。有必要进一步评估是否存在动机障碍，以确保整个赛季的高依从性 [4, 22, 24, 26]。

总之，低依从性解释了为什么 ACL 损伤率没有随着 IPP 的出现而降低。这项荟萃分析的结果表明，经常使用 IPPs 可以降低运动员的 ACL 和下肢损伤率。教育教练和运动员了解 IPP 可以减少前交叉韧带损伤，呈现剂量依赖性，可以提高他们的意识，并促进将其纳入热身训练，以降低毁灭性膝关节损伤的风险。

## 致谢

感谢 Nick Cepeda 在数据收集方面提供的帮助。

## 利益冲突声明

作者声明了以下与本文的研究、作者身份和 / 或发表有关的潜在利益冲突：Andrew D. Pearle 与 Stryker、DePuy 和 Smith&Nephew，以及 Engage Surgical 的所有权利益。Robert G. Marx 与 Springer、Demos Health、MEND Nutrition Inc 和《骨与关节外科杂志》。其他作者声明没有潜在的利益冲突。

## 资金

作者透露，本文的研究、作者和 / 或发表获得了以下财政支持：这项研究得到了国际关节镜、膝关节外科和骨科运动医学学会以及骨科研究与教育基金会 2018-2019 年临床成果拨款的资助。

## 人权 / 动物权利

所有遵循的程序都符合人体实验（机构和国家）负责委员会的道德标准，以及经 2013 年修订的 1975 年“赫尔辛基宣言”。

## 知情同意书

本综述文章不需要知情同意书。

## 证据等级

IV 级、I-IV 级研究的系统综述和荟萃分析。

## 所需作者表格

作者提供的披露表格可与本文的在线版本一起作为补充材料。

## 继续医学教育学分

请访问 <https://bit.ly/HSSJCME> 找到所有与期刊相关的继续医学教育，完成在线后期测试，并申请学分。

## ORCID iDs

Robert G. Marx  <https://orcid.org/0000-0002-2894-0198>

Bridget Jivanelli  <https://orcid.org/0000-0002-8707-4859>

## 补充材料

本文的补充材料可在线获取。

## 参考文献

1. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med.* 2014;48:1543-1552.
2. Buller LT, Best MJ, Baraga MG, Kaplan LD. Trends in anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *Orthop J Sports Med.* 2015;3:2325967114563664.
3. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med.* 2008;36:1476-1483.
4. Häggglund M, Atroshi I, Wagner P, Waldén M. Superior compliance with a neuromuscular training programme is associated with fewer ACL injuries and fewer acute knee injuries in female adolescent football players: secondary analysis of an RCT. *Br J Sports Med.* 2013;47:974-979.

5. Heidt RS, Sweeterman LM, Carlonas RL, Traub JA, Tekulve FX. Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *Am J Sports Med.* 2000;28:659–662.
6. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med.* 1999;27:699–706.
7. Joy EA, Taylor JR, Novak MA, Chen M, Fink BP, Porucznik CA. Factors influencing the implementation of anterior cruciate ligament injury prevention strategies by girls soccer coaches. *J Strength Cond Res.* 2013;27:2263–2269.
8. Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, Gedeberg R, Michaëlsson K, Byberg L. Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Arch Intern Med.* 2010;170:43–49.
9. LaBella CR, Huxford MR, Grissom J, Kim K, Peng J, Christoffel KK. Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: cluster randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2011;165:1033–1040.
10. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2007;35:1756–1769.
11. Lohmander LS, Ostenberg A, Englund M, Roos H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. *Arthritis Rheum.* 2004;50:3145–3152.
12. Marshall NE, Keller RA, Dines J, Bush-Joseph C, Limpisvasti O. Current practice: postoperative and return to play trends after ACL reconstruction by fellowship-trained sports surgeons. *Musculoskelet Surg.* 2019;103:55–61.
13. McKay CD, Steffen K, Romiti M, Finch CF, Emery CA. The effect of coach and player injury knowledge, attitudes and beliefs on adherence to the FIFA 11+ programme in female youth soccer. *Br J Sports Med.* 2014;48:1281–1286.
14. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjølberg A, Olsen O, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sport Med.* 2003;13:71–78.
15. Myklebust G, Skjølberg A, Bahr R. ACL injury incidence in female handball 10 years after the Norwegian ACL prevention study: important lessons learned. *Br J Sports Med.* 2013;47:476–479.
16. Olsen O, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2005;330:449.
17. Omi Y, Sugimoto D, Kuriyama S, et al. Effect of hip-focused injury prevention training for anterior cruciate ligament injury reduction in female basketball players: a 12-year prospective intervention study. *Am J Sports Med.* 2018;46:852–861.
18. Pasanen K, Parkkari J, Pasanen M, et al. Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *BMJ.* 2008;337:a295.
19. Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of contralateral and ipsilateral anterior cruciate ligament (ACL) injury after primary ACL reconstruction and return to sport. *Clin J Sport Med.* 2012;22:116–121.
20. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, et al. Efficacy of the FIFA 11+ injury prevention program in the collegiate male soccer player. *Am J Sports Med.* 2015;43:2628–2637.
21. Slater LV, Wasserman EB, Hart JM. Trends in recurrent anterior cruciate ligament injuries

- differ from new ante-rior cruciate ligament injuries in college and high school sports: 2009-2010 through 2016-2017. *Orthop J Sports Med.* 2019;7:2325967119883867.
22. Slaughterbeck JR, Choquette R, Tourville TW, et al. Implementation of the FIFA 11+ injury prevention program by high school athletic teams did not reduce lower extremity injuries: a Cluster randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2019;47:2844–2852.
  23. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2008;337:a2469.
  24. Soligard T, Nilstad A, Steffen K, et al. Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. *Br J Sports Med.* 2010;44:787–793.
  25. Steffen K, Emery CA, Romiti M, et al. High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised trial. *Br J Sports Med.* 2013;47:794–802.
  26. Steffen K, Myklebust G, Olsen OE, Holme I, Bahr R. Preventing injuries in female youth football—a cluster-random-ized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2008;18:605–614.
  27. Sugimoto D, Myer GD, Bush HM, Klugman MF, Medina McKeon JM, Hewett TE. Compliance with neuromuscular training and anterior cruciate ligament injury risk reduction in female athletes: a meta-analysis. *J Athl Train.* 2012;47:714–723.
  28. Sugimoto D, Myer GD, Foss KDB, Hewett TE. Dosage effects of neuromuscular training intervention to reduce ante-rior cruciate ligament injuries in female athletes: meta- and sub-group analyses. *Sports Med.* 2014;44:551–562.
  29. van Beijsterveldt AMC, vandePort IGL, Krist MR, et al. Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2012;46:1114–1118.
  30. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2012;344:e3042.
  31. Webster KE, Hewett TE. Meta-analysis of meta-analyses of anterior cruciate ligament injury reduction training programs. *J Orthop Res.* 2018;36:2696–2708.
  32. White PE, Otago L, Saunders N, et al. Ensuring implementation success: how should coach injury prevention education be improved if we want coaches to deliver safety programmes during training sessions? *Br J Sports Med.* 2014;48:402–403.

# 美国再生医学技术治疗肌肉骨骼疾病的患者成本和临床方案存在差异

## Variability in Patient-Incurred Costs and Protocols of Regenerative Medicine Procedures for Musculoskeletal Conditions in the United States

Jesse Charnoff, MD<sup>1</sup>, Rachel Rothman, BA<sup>1</sup>, Jessica Andres Bergos, PhD<sup>2</sup>,  
Scott Rodeo, MD<sup>2,3</sup>, Ellen Casey, MD<sup>1</sup>, and Jennifer Cheng, PhD<sup>1</sup>

*HSS Journal*®: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery 2023;19(1):77-84

### 摘要

**背景:** 近年来, 再生医学以“适应症外”方式治疗肌肉骨骼疾病有所增加。然而患者的治疗成本的文献很少。**目的:** 本研究试图根据主要专业、地理区域、执业环境和执业年限, 确定美国医生为肌肉骨骼疾病进行再生医学治疗的患者费用。我们还试图描述治疗前和治疗后的方案以及图像引导的使用。**方法:** 我们进行一项横断面研究, 收集 2020 年 4 月至 2021 年 4 月的数据。美国运动医学院向其成员发送一份在线调查的电子邮件。研究团队也发送了大约 90 封电子邮件。我们还使用了各种参与者招募方法(例如通过推特)。调查数据包括医生特征数据、执业/培训信息、再生医学治疗的类型/成本以及操作前/操作后方案。**结果:** 100 名自述独立开展再生医学治疗的医生参与了这项在线调查。最常见的治疗是对外周关节、肌腱/肌肉、韧带和/或脊柱进行富血小板血浆 (PRP; 100%)、骨髓浓缩物 (BMC; 41%)、微碎片脂肪移植 (36%)、增殖疗法 (33%) 和骨髓浓缩物 (BMA; 21%)。总体而言, 患者治疗费用差异很大; BMA 和 BMC 最昂贵, 各个解剖位置的成本差异最大。PRP 的成本低于 BMA 和 BMC, 变化较小。私人诊所外周关节的 PRP、BMC 和 BMA 成本高于非私立医院。大多数医生建议操作前和操作后避免使用非甾体抗炎药, 74% 的医生建议操作后进行物理治疗。**结论:** 本项针对提供再生医学治疗作为肌肉骨骼疾病适应症外治疗方式的调查结果表明, 患者费用存在差异。未来研究应该探索治疗费用和结果之间的联系。

### 关键词

再生医学; 骨科生物制品; 成本; 价格; 肌肉骨骼

Regenerative medicine, Orthobiologics, cost, Pricing, Musculoskeletal

### 介绍

再生医学治疗可用于改善各种软骨、韧带、肌腱和骨骼病变后的修复和疼痛 [2]。在没有确切证据支持其临床疗效的情况下, 这些治疗方法在非专业媒体和医学界都得到了推广。其中许多产品由美国食品药品监督管理局 (FDA) 生物制品评估与研究中心 (CBER) 监管, 有些产品不受上市前动物研究和临床试验的约束 [2, 4, 6]。根据《公共卫生服务法》第 361 条, 在最低限度的监督下进行再生医学治疗, 允许使用人体细胞、组织和基于组织的产品, 如果它

<sup>1</sup>Department of Physiatry, Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA

<sup>2</sup>Center for Regenerative Medicine, Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA

<sup>3</sup>Department of Orthopedic Surgery, Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA

#### Corresponding Author:

Jennifer Cheng, PhD, Department of Physiatry, Hospital for Special Surgery, 535 East 70th Street, New York, NY 10021, USA.  
Email: ChengJ@hss.edu

们被最低限度处置并用于同源用途。

虽然美国食品药品监督管理局已经批准富血小板血浆 (PRP) 用于骨移植材料, 但尚未被批准用于治疗骨科疾病。其他再生医学治疗也未获得美国食品药品监督管理局在骨科治疗中的批准; 如果没有这一批准, 保险公司就没有义务支付适应症外使用的费用, 而让患者支付费用。到目前为止, 只有一项研究调查了第三方保险所涵盖的 PRP 的适应症和成本 [9]。如果没有保险公司为这些疗法买单, 价格点就不受监管。这会导致患者成本发生巨大变化, 导致供应商和患者之间平均定价不透明。

再生医学治疗在操作技术、成本、结果和适应症方面存在很大差异。美国缺乏再生医学操作患者成本的研究 [1, 4, 5, 9]。目前的研究只调查了骨科手术或运动医学操作的成本 [1, 4, 5, 9]。大多数研究都集中在 PRP 上 [1, 4, 5, 9], 其中 2 项研究广泛关注“干细胞”, 而没有充分阐明特定的细胞类型 [1, 4]。此外, 这些研究没有收集相关操作的具体信息, 如操作者的专业知识、关节 / 组织位置或图像引导辅助方法的使用。考虑到具体程序并收集几个专业的程序信息, 更完备的研究会对从业者和患者有所启发。

因此, 本研究旨在调查为肌肉骨骼疾病提供再生医学治疗的医生, 包括美国的各类医生, 并确定患者的平均成本。本研究的第二个目标是根据医生的主要专业、地理区域、实践环境和实践年限, 评估 PRP、骨髓抽吸物 (BMC) 和骨髓浓缩物 (BMA) 治疗外周关节骨关节炎的费用。最后, 我们还调查了图像引导辅助技术的情况, 以及操作前后的治疗方案。

## 方法

本研究属于横断面研究, 得到了机构审查委员会的批准。采集 2020 年 4 月至 2021 年 4 月期间的数据。美国运动医学院给其成员分发一项基于 REDCap 的在线调查; 研究团队还通过电子邮件分发这项调查, 大约 90 封。在这一年中, 本研究还使用了各种参与者招募方法, 例如, 通过推特分享这项调查。

在开始调查之前, 潜在参与者会打开一个页面, 解释目的、程序和保密性。点击同意书下方的“是”

即为知情同意。要求参与者确认他们进行的是独立的再生医学治疗, 而不是手术治疗的辅助操作。匿名收集回复, 不提供财务补偿。

本研究收集了医生信息, 包括种族、主要医学领域、亚专业、地理区域、培训年限、培训类型 (即住院医师、奖学金、会议、自学、同事实践中传授) 和执业环境。根据美国人口普查局的定义, 地理区域被划分为东北部、南部、中西部和西部地区 [8]。要求医生从列表中选择他们提供的再生医学治疗, 包括 PRP、BMA、BMC、 $\alpha$ -2 巨球蛋白、增殖疗法、血小板裂解物、微碎片脂肪移植 (Lipogems 或 Nanofat)、基质血管部分 (SVF; 酶消化脂肪组织)、围产期组织产品 (如脱水羊水组织注射、脐带、血液、华通氏胶等) 和 Orthokine/Regenokine。记录每次治疗的解剖位置 (即外周关节、脊柱、肌腱和 / 或肌肉、韧带), 医生向患者收取的平均费用以及术前术后说明。医生收取的平均费用不包括设施费用。此外, 询问医生是否进行随访, 何时进行随访, 收集患者报告的结果, 并公布患者报告的结果。

## 数据分析

本研究采用描述性统计方法。医生群体的描述性分析包括报告连续数据, 以平均值和标准偏差记录。离散变量概括为频率和百分比。 $P < 0.05$  被认为具有统计学意义。所有分析均使用 Stata 14.2 版进行。

## 结果

共有 100 名医生完成本项调查 (表 1)。大多数医生为白人 (69%) 和非西班牙裔 / 拉丁裔 (98%)。最常见的地理位置是东北部 (39%) 和南部 (28%)。53% 的医生的主要医学领域为物理医学和康复 (PM&R), 79% 是运动医学子专业。几乎一半 (46%) 的医生至少有 10 年没有接受过培训。大约一半的人报告说, 他们或者是自学成才, 或者是通过会议学习。而 35% 的医生报告说, 研究补助金是他们再生医学培训的主要来源。学术机构中的医生比在私人机构中的多。47% 的医生让合规人员进行再生医学操作, 8% 的医生让医生助理或执业护士进行再生医学操作。除操作费用外, 有 60 名 (60%) 名医生知道设施费用。

**表 1. 医生特征**

变量	数量
<b>种族</b>	
白人	69 (69)
亚洲人	18 (18)
其他	8 (8)
黑人 / 非裔美国人	4 (4)
美洲印第安人 / 阿拉斯加原住民	1 (1)
<b>族群</b>	
非西班牙裔 / 拉丁裔	98 (98)
西班牙裔 / 拉丁裔	2 (2)
<b>地理区域</b>	
东北部	39 (39)
南部	28 (28)
西部	23 (23)
中西部	10 (10)
<b>主要医学领域</b>	
物理医学与康复	53 (53)
骨科	22 (22)
家庭医学	19 (19)
其他	4 (4)
急诊医学	1 (1)
放射学	1 (1)
<b>亚专业</b>	
运动医学	79 (79)
疼痛医学	11 (11)
其他	6 (6)
无	4 (4)
<b>培训年限</b>	
0-2	12 (12)
2-5	21 (21)
5-10	21 (21)
10-15	11 (11)
大于 15	35 (35)
<b>再生医学培训的主要来源</b>	N=99
实习	3 (3)
奖学金	35 (35)
会议	23 (23)
自学	27 (27)
在实践中由同事指导	11 (11)
<b>实践环境</b>	
临床为重点	52 (52)
私人诊所	44 (44)
以研究为重点	4 (4)

最常见的治疗方法是 PRP (n=100; 100%)、BMC (n=41; 41%)、微碎片脂肪移植 (n=36; 36%)、增殖疗法 (n=33; 33%) 和 BMA (n=21; 21%)。Orthokine/Regeokine 和 SVF 最不常见: 只有 1 名医生报告进行了 Orthokine/Regenokine 治疗(图 1)。前 5 种最常见的再生医学治疗部位都是在外周关节、

肌腱和 / 或肌肉以及韧带。一些受访者报告, 除了脊椎的微碎片脂肪移植, 他们进行过所有其他治疗。

总的来说, 医生向患者收取的治疗费用差异很大。这些费用不包括设施使用或图像引导相关的费用。BMA 是最昂贵的治疗方法, 所有解剖部位的成本差异都最大(图 2)。BMC 是第二昂贵的治疗方法, 其成本差异也很广。平均而言, PRP 成本低于 BMA 和 BMC, 差异较小。

在表 2 中按主要领域、实践设置、地区、图像指导的使用和培训年限进一步汇总 PRP、BMC 和 BMA 的成本。所有变量的成本都有变化。PM&R 医生的 PRP 治疗费用高于其他领域医生的费用。一般来说, 无论解剖位置和治疗类型, 私人诊所医生的 PRP、BMA 和 BMC 治疗费用高于学术机构。操作的平均成本本因地理区域而异。受访者称, 东北地区外周关节的 PRP 和 BMC 平均成本最高, 西部地区的 BMA 平均成本最高。没有观察到图像引导或训练年限的趋势。按试剂盒类型对平均成本进行的额外分层显示, 每种治疗类型的试剂盒类型之间存在很大差异(表 3)。

对于术前方案, 96% 的医生建议停止使用非甾体抗炎药 (NSAID), 最常见的持续时间为 1 周, 75% 的医生建议暂停使用类固醇。对于术后方案, 91% 的医生建议避免使用非甾体抗炎药, 最常见的持续时间为 1 周和 3 周。大多数医生 (89%) 建议使用泰诺进行治疗相关的疼痛, 58% 的医生建议在手术后使用冰块。大多数患者 (74%) 在手术后也进行了物理治疗。其他术前和术后方案如表 4 所示。

几乎所有医生 (96%) 都报告他们会定期进行术后随访, 最常见的时间点是 2 周和 4 周。61% 的医生收集标准化患者报告结果。患者报告的结果时间点如表 4 所示。然而, 只有 20 名医生 (占整个队列的 20%, 占报告收集患者报告结果的 33%) 表示, 他们公布了患者报告的手术结果, 其中 85% 发表在同行评审的期刊上。

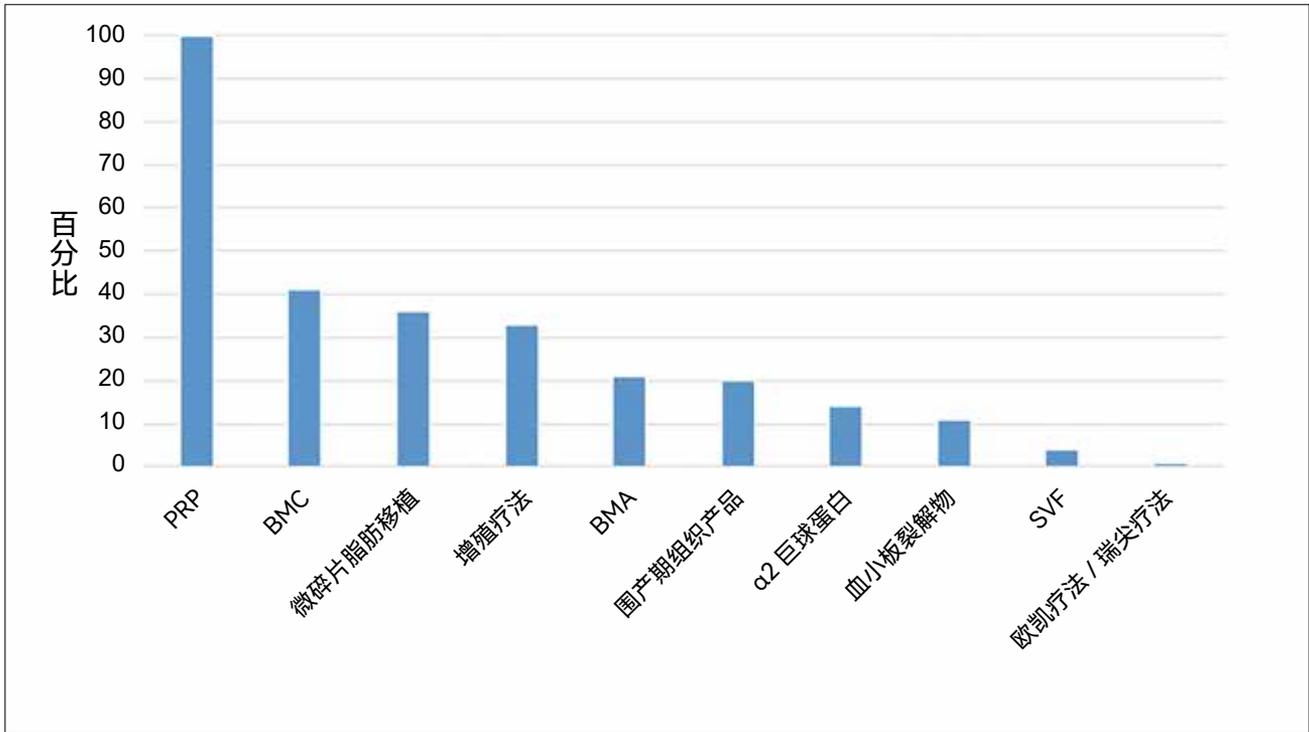


图1. 再生医学治疗。PRP富含血小板的血浆，BMC骨髓浓缩物，BMA骨髓抽取液，SVF基质血管成分。

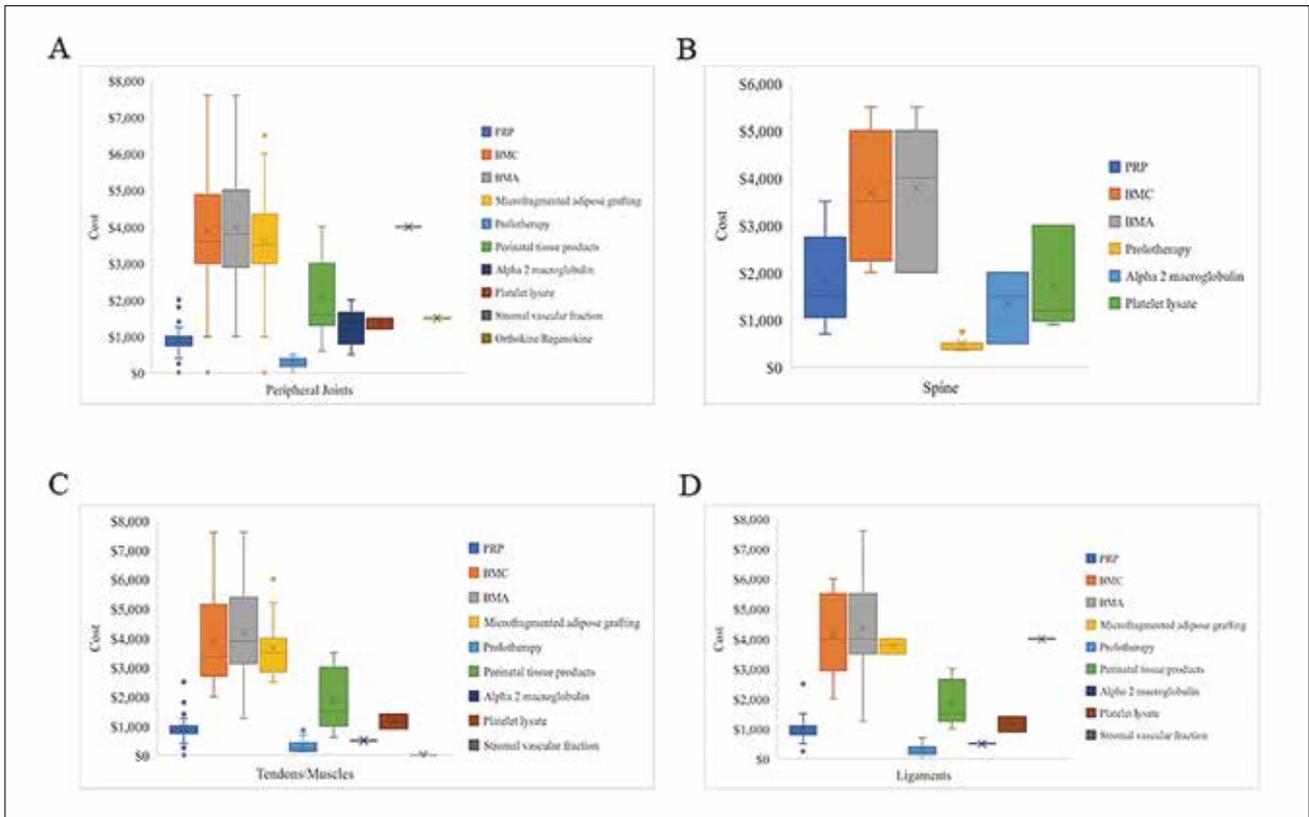


图2. 患者在外周关节、脊柱、肌腱/肌肉和韧带中的每次手术费用。显示了(a)外周关节、(b)脊柱、(c)肌腱/肌肉和(d)韧带中每种手术的成本方框图。上界和下界分别表示最大值和最小值。方框的上下线分别代表第三和第一个四分位数。方框内的线表示中位数，x表示平均值。点表示异常值。PRP富含血小板的血浆，BMC骨髓浓缩物，BMA骨髓抽取液。

**表 2.PRP、BMC 和 BMA 患者的外周关节费用。**

	富含血小板的血浆		骨髓浓缩物		骨髓抽取液	
	数量	花费	数量	花费	数量	花费
<b>主要领域</b>						
物理医学与康复	50	平均: \$991 (\$341) 中位数: \$900 (\$449-\$2000)	16	平均: \$3666 (\$1465) 中位数: \$3750 (\$0-\$6000)	6	平均: \$3717 (\$749) 中位数: \$3650 (\$3000-\$5000)
骨科	21	平均: \$757 (\$223) 中位数: \$800 (\$250-\$1000)	8	平均: \$3113 (\$1190) 中位数: \$3350 (\$1000-\$5000)	1	\$1000 <sup>a</sup>
其他	24	平均: \$829 (\$288) 中位数: \$850 (\$0-\$1400)	8	平均: \$5113 (\$2079) 中位数: \$4250 (\$2800-\$7600)	5	平均: \$4733 (\$2477) 中位数: \$4500 (\$1500-\$7600)
<b>实践环境</b>						
学院	52	平均: \$863 (\$343) 中位数: \$800 (\$0-\$1800)	11	平均: \$3000 (\$2828) 中位数: \$3000 (\$1000-\$5000)	4	平均: \$3000 (\$1633) 中位数: \$3000 (\$1000-\$5000)
私人诊所	43	平均: \$942 (\$285) 中位数: \$864 (\$449-\$2000)	21	平均: \$4155 (\$1732) 中位数: \$3500 (\$2000-\$7600)	9	平均: \$4411 (\$2021) 中位数: \$4000 (\$1500-\$7600)
<b>地理位置</b>						
东北部	36	平均: \$972 (\$356) 中位数: \$1000 (\$0-\$1800)	7	平均: \$4500 (\$3279) 中位数: \$5000 (\$1000-\$7500)	4	平均: \$2950 (\$1370) 中位数: \$3400 (\$1000-\$4000)
南部	26	平均: \$822 (\$288) 中位数: \$800 (\$250-\$1500)	15	平均: \$4060 (\$1258) 中位数: \$3600 (\$3000-\$7500)	5	平均: \$3900 (\$2219) 中位数: \$3500 (\$1500-\$7500)
中西部	10	平均: \$807 (\$202) 中位数: \$825 (\$500-\$1000)	4	平均: \$3813 (\$1103) 中位数: \$3725 (\$2800-\$5000)	2	平均: \$3900 (\$1556) 中位数: \$3900 (\$2800-\$5000)
西部	23	平均: \$910 (\$320) 中位数: \$850 (\$542-\$2000)	6	平均: \$3350 (\$2671) 中位数: \$2750 (\$0-\$7600)	2	平均: \$6300 (\$1838) 中位数: \$6300 (\$5000-\$7600)
<b>图像指导</b>						
超声	88	平均: \$900 (\$327) 中位数: \$850 (\$0-\$2000)	27	平均: \$4083 (\$1627) 中位数: \$4000 (\$1000-\$7600)	11	平均: \$4336 (\$1869) 中位数: \$4000 (\$1500-\$7600)
透视检查	22	平均: \$980 (\$393) 中位数: \$925 (\$250-\$2000)	13	平均: \$4662 (\$2165) 中位数: \$4500 (\$0-\$7600)	9	平均: \$4433 (\$2002) 中位数: \$4000 (\$1500-\$7600)
无	9	平均: \$900 (\$179) 中位数: \$900 (\$600-\$1200)	4	平均: \$3550 (\$1226) 中位数: \$3600 (\$2000-\$5000)	1	\$1000 <sup>a</sup>
<b>培训水平</b>						
<10 年	52	平均: \$911 (\$365) 中位数: \$857 (\$0-\$2000)	16	平均: \$3678 (\$1861) 中位数: \$3600 (\$0-\$7500)	5	平均: \$4100 (\$2408) 中位数: \$4000 (\$1000-\$7500)
>10 年	43	平均: \$884 (\$256) 中位数: \$850 (\$400-\$1500)	16	平均: \$4100 (\$1561) 中位数: \$3600 (\$2000-\$7600)	8	平均: \$3900 (\$1807) 中位数: \$3650 (\$1500-\$7600)

结果为平均值(SD)和中位数(最小值-最大值)。

PRP富含血小板的血浆,BMC骨髓浓缩物,BMA骨髓抽取液。

<sup>a</sup>只有一名骨科医生报告在外周关节进行BMA。只有一位医生报告说,在外周关节中没有使用BMA的图像指导。

## 讨论

本研究调查了美国各地进行再生医学操作的医生,并获得有关患者成本、医生培训和使用方案的信息。100名受访者的再生医学治疗成本差异很大,BMA和BMC的成本最高,PRP的成本较低。这是第

一项将BMC、BMA、PRP和其他再生医学治疗结合在一起的研究。据我们所知,尚无其他研究基于脊柱、外周关节、肌腱和韧带的这些等治疗的定价。本研究可以对美国再生医学治疗的成本范围提供一个独特的

**表 3. 按套件类型对 PRP、BMC 和 BMA 患者的外周关节成本进行分层。**

	富含血小板的血浆		骨髓浓缩物		骨髓抽取液	
	数量	花费	数量	花费	数量	花费
Lipogems	4	平均: \$1050 (\$311) 中位数: \$950 (\$800-\$1500)	2	平均: \$2900 (\$141) 中位数: \$2900 (\$2800-\$3000)	0	
Arthrex	41	平均: \$865 (\$269) 中位数: \$850 (\$350-\$1500)	7	平均: \$3736 (\$791) 中位数: \$3500 (\$2950-\$5000)	2	平均: \$2250 (\$1768) 中位数: \$2250 (\$1000-\$3500)
ACP	20	平均: \$920 (\$330) 中位数: \$850 (\$350-\$1800)	0		0	
Harvest	10	平均: \$1040 (\$365) 中位数: \$925 (\$500-\$1500)	1	\$0	1	\$3000
Magellan	5	平均: \$844 (\$374) 中位数: \$660 (\$600-\$1500)	1	\$5000	0	
Angel	18	平均: \$982 (\$251) 中位数: \$1000 (\$600-\$1500)	7	平均: \$3857 (\$1406) 中位数: \$4500 (\$1000-\$5000)	1	\$3500
Biomet GPS	3	平均: \$1100 (\$346) 中位数: \$900 (\$900-\$1500)	5	平均: \$3740 (\$1144) 中位数: \$3600 (\$2000-\$5000)	0	
其他	29	平均: \$925 (\$378) 中位数: \$900 (\$0-\$2000)	15	平均: \$4267 (\$1732) 中位数: \$4000 (\$2000-\$7500)	8	平均: \$4388 (\$1489) 中位数: \$4000 (\$2800-\$7500)

结果为平均值(SD)和中位数(最小值-最大值)。

PRP富含血小板的血浆,BMC骨髓浓缩物,BMA骨髓抽取液。

<sup>a</sup>其他类型的试剂盒包括Emcyte、Regenexx、Mitek PEAK和MarrowCellolutions。

视角。

这项研究有几个局限性。首先, 受限于调查发布方法, 我们无法计算响应率; 这限制了研究结果的可推广性。此外, 并非所有受访者都提供了每个手术的费用信息, 一些人指出, 他们不知道确切的费用。此外, 相对较少的医生表示, 他们已经进行了  $\alpha$ -2 巨球蛋白、SVF、血小板裂解物和正交因子/再生激酶治疗; 因此, 我们报告的成本可能不具有代表性。我们也没有获得手术套件的成本, 这些套件的价格可能会波动, 而且非常昂贵。最后, 一些医生报告, 治疗不收费, 但没有解释为什么不向患者收费。我们推测, 这可能是由于患者正在参加临床试验。

既往调查再生医学成本的研究主要集中在 PRP 及其在膝关节骨性关节炎中的应用 [1, 4, 5]。PiuZZi

等人 [5] 使用一名 52 岁男性膝关节骨性关节炎患者的标准化脚本联系了美国各地的中心, 并报告称, 单膝关节当天注射 PRP 的平均费用为 714 美元 (范围: 380 美元至 1390 美元)。Momaya 等人 [4] 报告称, 美国各地膝关节注射 PRP 的平均成本相似, 变异性更大 (707 美元; 范围: 175 美元至 4973 美元)。佛罗里达州南部的一项研究显示, 膝关节 PRP 注射的平均成本为 897 美元 (范围: 350 美元至 1700 美元) [1]。其中两项研究还评估了膝关节骨性关节炎干细胞注射的相关费用, 平均费用为 2728 美元至 3100 美元; 然而, 这两项研究都没有提供“干细胞”的确切定义 [1, 4]。Zhang 等人 [9] 使用私人保险账单记录的国家数据库来评估不同解剖位置不同条件下 PRP 注射的相关成本, 并证明每位患者每次注射的平均成本为 1755 美元。与先前的研究不同, 我们的研究询问了 10 种不同类型的再生医学治疗: PRP、BMA、BMC、微碎片

**表 4. 术前和术后方案。**

变量	数量 (%)
<b>术前方案</b>	数量 = 95
停用 NSAIDs	91 (96)
停用类固醇	71 (75)
戒烟	44 (46)
戒酒	28 (30)
饮食限制	17 (18)
<b>停用 NSAIDs 时间</b>	数量 = 89
<b>术前</b>	
1 天	3 (3)
2 天	5 (6)
1 周	69 (78)
3 周	12 (14)
<b>自行抽血 / 脂肪吸出物 / BMC</b>	数量 = 95; 55 (58)
<b>术后方案</b>	数量 = 98
避免使用 NSAIDs	89 (91)
使用泰诺进行疼痛管理	87 (89)
持续理疗	72 (74)
冷敷	57 (58)
使用支架 / 拐杖 / 固定器	51 (52)
使用处方药进行疼痛管理	49 (50)
使用处方阿片类药物进行疼痛管理	42 (43)
无水接触 / 沐浴	32 (33)
热敷	23 (24)
饮食限制	9 (9)
其他	1 (1)
<b>术后避免使用 NSAIDs 时间</b>	数量 = 86
2 天	1 (1)
1 周	33 (38)
3 周	31 (36)
大于 1 个月	21 (24)
<b>术后患者随访</b>	数量 = 100; 96 (96)
<b>随访时间点</b>	数量 = 96
2 周	40 (42)
4 周	33 (34)
6 周	9 (9)
8 周	29 (30)
12 周	23 (24)
6 个月	10 (11)
12 个月	6 (6)
其他	11 (12)
<b>收集患者报告的结果</b>	数量 = 100; 61 (61)
<b>患者报告的时间点</b>	数量 = 61
基线	47 (77)
2 周	15 (25)
4 周	26 (43)
8 周	24 (39)
12 周	38 (62)
6 个月	45 (74)
12 个月	40 (66)
其他	10 (16)

(续)

**表 4. (续)**

变量	数量 (%)
公布患者报告的手术结果	数量 = 100; 20 (20)
<b>出版物类型</b>	数量 = 20
同行评审出版物	17 (85)
办公信息	4 (20)
其他	1 (5)

NSAIDs 非甾体抗炎药, BMC 骨髓浓缩物。

脂肪移植、增生疗法、围产期组织产品、 $\alpha$ -2 巨球蛋白、血小板裂解物、SVF 和 Orthokine/Regenokine。我们还观察了不同的解剖位置：周围关节、脊椎、肌腱 / 肌肉和韧带。我们发现，不同的再生医学治疗和不同解剖区域的相同治疗的成本差异很大。总体而言，BMA 和 BMC 是最昂贵的治疗方法，平均费用从 3688 美元到 4379 美元不等；这些费用高于 Momaya 等人 [4] 和 Alcerro 等人 [1] 报道的干细胞注射费用，尽管“干细胞”可以指各种干预措施。PRP 治疗的平均费用从周围关节的 899 美元到脊椎的 1797 美元不等；这些费用也高于先前报告的 PRP 治疗费用 [1, 4, 5]。

仔细分析周围关节的 PRP、BMC 和 BMA 治疗费用后，我们发现私人诊所的费用高于学术机构。这与 Momaya 等人 [4] 报告的研究结果相反，后者发现学术机构的 PRP 和干细胞治疗成本高于私人诊所。同一项研究还报道 PRP 和干细胞治疗成本西部更高 [4]。本研究结果表明，东北部的 PRP 和 BMC 成本最高，其次是西部的 PRP 成本和南部的 BMC 价格。PiuZZi 等人 [5] 证明，东北部和西部各州的 PRP 注射治疗膝关节骨性关节炎的成本最高。此外，特别是 PRP，PM&R 医师进行外周关节治疗费用高于骨科医生。从业者之间的成本差异未被报道过。

除了成本之外，本研究还获得了再生医学治疗前后处理方案的信息。目前，有关再生医学治疗方案的文献有限 [3, 7]。虽然经常被提及，但几乎没有数据证明不同方案的优劣。这些方案包括服用或停止服用非甾体抗炎药、休息或不负重以及物理治疗 [7]。我们发现大多数医生建议在手术前停止使用非甾体抗炎药和类固醇。几乎所有受访者都表示，他们建议术后

避免使用非甾体抗炎药。大多数医生建议使用时诺进行疼痛管理，不到一半的医生建议处方阿片类药物。很大一部分医生建议手术后进行物理治疗。然而，鉴于缺乏研究，目前没有重要证据支持具体的物理治疗建议。

随着再生医学治疗继续受到关注，患者充分了解适应症、疗效和成本至关重要。这些治疗的自付支付结构和直接面向消费者的广告凸显了患者充分了解每次操作平均价格的重要性。根据治疗、部位和操作类型确定价格模式是我们研究再生医学定价的第一步。未来的研究可能会集中在定价如何影响结果。此外，考虑到巨额利润的潜力，如何监控直接面向消费者的营销活动，以确保其符合当前的科学证据至关重要。

## 感谢

美国运动医学院将调查分发给潜在参与者。

## 利益冲突声明

作者声明，在本文的研究、作者身份和 / 或发表方面存在以下潜在利益冲突：Scott Rodeo 与骨科研究与教育基金会、美国国立卫生研究院、Advance Medical/Teladoc、OrthoRTI 和《美国运动医学杂志》。其他作者声明没有潜在的利益冲突。

## 资金

作者透露，本文的研究、作者和 / 或发表获得了以下财政支持：REDCap 的使用得到了美国国立卫生研究院国家促进转化科学中心的资助，编号为 UL1TR002384。

## 人权 / 动物权利

所有遵循的程序都符合人体实验（机构和国家）负责委员会的道德标准，以及经 2013 年修订的 1975 年“赫尔辛基宣言”。

## 同意书

本次调查中所有参与者均放弃知情同意。

## 证据等级

四级，横断面研究。

## 必要的作者表格

作者提供的披露表可作为补充材料与本文的在线版本一起获得。本文的在线版本作为补充材料。

## 参考文献

1. Alcerro JC, Lavernia CJ. Stem cells and platelet-rich plasma for knee osteoarthritis: prevalence and cost in south Florida. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(20):779–783. <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-18-00343>
2. Beitzel K, Allen D, Apostolakis J, et al. US definitions, current use, and FDA stance on use of platelet-rich plasma in sports medicine. *J Knee Surg*. 2015;28(1):29–34. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1390030>
3. Centeno CJ, Pastoriza SM. Past, current and future interventional orthobiologics techniques and how they relate to regenerative rehabilitation: a clinical commentary. *Int J Sports Phys Ther*. 2020;15(2):301–325.
4. Momaya AM, McGee AS, Dombrowsky AR, et al. The cost variability of orthobiologics. *Sports Health*. 2020;12(1):94–98. <https://doi.org/10.1177/1941738119880256>
5. Piuze NS, Ng M, Kantor A, et al. What is the price and claimed efficacy of platelet-rich plasma injections for the treatment of knee osteoarthritis in the United States? *J Knee Surg*. 2019;32(9):879–885. <https://doi.org/10.1055/s0038-1669953>
6. Sussman WI, Mautner K, Malanga G. The role of rehabilitation after regenerative and orthobiologic procedures for the treatment of tendinopathy: a systematic review. *Regen Med*. 2018;13(2):249–263. <https://doi.org/10.2217/rme-2017-0110>
7. Townsend C, Von Rickenbach KJ, Bailowitz Z, Gellhorn AC. Post-procedure protocols following platelet-rich plasma injections for tendinopathy: a systematic review. *PM R*. 2020;12(9):904–915. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12347>
8. US Census Bureau. Census regions and division of the United States. Date unknown. Available at: [https://www2.census.gov/geo/pdfs/maps-data/maps/reference/us\\_regdiv.pdf](https://www2.census.gov/geo/pdfs/maps-data/maps/reference/us_regdiv.pdf). Accessed December 1, 2021.
9. Zhang JY, Fabricant PD, Ishmael CR, et al. Utilization of platelet-rich plasma for musculoskeletal injuries: an analysis of current treatment trends in the United States. *Orthop J Sports Med*. 2016;4(12):2325967116676241. <https://doi.org/10.1177/2325967116676241>

# 文献综述：骶骨骨折

## Sacral Fractures: A Review

Lauren A. Barber, MD<sup>1</sup>, Yoshihiro Katsuura, MD<sup>2</sup>,  
and Sheeraz Qureshi, MD, MBA<sup>1,3</sup>

HSS Journal®: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery 2023;19(2):234-246

### 摘要

骶骨作为骨盆和脊柱的基石，所有年龄段的患者都可能发生骨折。骶骨骨折包括高能量损伤（死亡率高达18%），到低能量的不全骨折。骶骨复杂的几何形状、不同的宽度形态以及先天性异常的存在都会使这些骨折的治疗复杂化。目前对骶骨骨折损伤的手术指征共识有限。本综述旨在更新骨科医生对骶骨骨折的临床评估、非手术和手术治疗。

### 关键词

骶骨；不全骨折；骶骨畸形；骶骨骨折分类；三角骨

Sacrum, Insufficiency fractures, Sacral dysmorphism, Sacral fracture classification, Triangular osteosynthesis

### 介绍

骶骨骨折的诊断和治疗需要引起高度重视，临床判断需要精准，已知30%-45%的骨盆环损伤会发生骶骨骨折[9,17]。其损伤机制广泛，从高能量创伤到骨质疏松症患者的低能量跌倒；仅有5%的骶骨骨折病史为孤立的损伤[9,47]。

由于标准X线片骨折显示不佳，骶骨骨折往往很难得到诊断，并且多发伤患者的其他损伤也会干扰诊断。因此，30%的骶骨骨折会延误诊断[63]。近25%的骶骨骨折合并神经系统损伤，漏诊骨折可导致神经系统损害加重，包括下肢感觉运动功能、排尿排便功能和性功能障碍[17]。值得注意的是，1988年，Denis等人发现，存在神经功能缺损的患者中骶骨骨折漏诊率为24%，神经系统未受损的患者漏诊率为49%[17]。

老年患者发生骶骨骨折存在致命风险。Keil等人发现，高能量骨盆骨折后的住院患者总死亡率为10%，而65岁以上[30]患者的死亡率更高达3倍。老年患者的低能量损伤可因骨质疏松导致骶骨骨折，

也可在脊柱内固定附近形成隐匿性骨折，表现为不典型腰痛[11,66]。Joaquim和Patel进行系统回顾发现腰椎融合后骶骨和骨盆骨折的发生率接近2%，主要危险因素是老年患者、多节段手术、长节段融合端椎止于L5或S1而非髂骨，另外还包括骨质疏松、肥胖和矢状面失衡等因素[26]。

### 骶骨解剖学

骶骨(图1)由5个椎骨组成，呈倒三角形，18岁左右骶骨开始融合，25-33岁[15]完全融合。骶骨近端与腰椎相连，远端与尾骨相连[28]。骶骨的三角

<sup>1</sup> Emory Spine Center, Atlanta, GA, USA

<sup>2</sup> Adventist Health Howard Memorial Hospital, Willits, CA, USA

<sup>3</sup> Department of Orthopaedic Surgery, Hospital for Special Surgery, Weill Cornell Medicine, New York City, NY, USA

### Corresponding Author:

Sheeraz Qureshi, MD, MBA, Department of Orthopaedic Surgery,  
Hospital for Special Surgery, Weill Cornell Medicine, 535 E 70th St.,  
New York City, NY 10021, USA.  
Email: qureshis@hss.edu

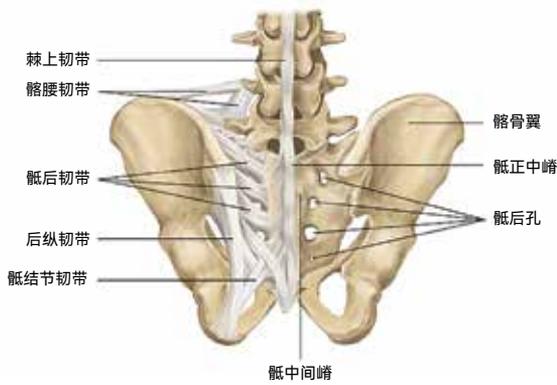


图 1. 腰骶部的骨和韧带解剖。本图发表在《脊柱外科解剖和技术》(第二版) [37] 上。版权所有 Elsevier (2013)。

形态使脊柱和下肢之间传导的轴向应力可以在骨盆环结构中得到缓冲。骶骨的 S1-S2 节段为承重部分。骶骨形态包括椎体形成的中央凹面和两侧骶骨翼（由融合的横突形成），以及中间的椎管和背侧椎板形成的凸面。其腹侧和背侧分别有 4 对孔，作为神经结构的出口，L5 神经根位于骶骨的前上表面，骶骨骨折中容易受损。

腹侧 S1-S4 神经根出骶骨孔形成骶丛，其中 S1、S2、S3 加入坐骨神经。背侧神经根为感觉支，形成臀神经；S1 和 S2 神经根直径更大，占据椎间孔空间更大，在骶骨骨折中损伤率比 S3 和 S4 更高 [17]。

交感神经链走行于腰椎外侧，其神经节前纤维进入骶神经根，并形成上腹下神经丛。S2 到 S4 的腹侧神经根的分支，又称盆腔内脏神经，加入副交感神经支配上腹下神经丛。交感神经支配尿道参与顺行射精，而副交感神经控制血管反应，维持勃起功能；损伤交感神经链除了引起逆行射精外，还可以导致同侧下肢血供减少，温度降低。

骶髂关节 (SI) 是由骶骨透明软骨和髌骨纤维软骨形成的滑膜关节。骶髂关节将负荷从脊柱转移到下肢 [36]。强大的韧带结构维持骨盆部的稳定，包括骶髂前韧带、骨间韧带和骶髂后韧带，将骶骨髌骨结合；盆底韧带（骶结节、骶骨、髌骨韧带）复合体可

以对抗骶骨上部前倾，同时防止骶骨下部后倾，并对抗 L5 在骶骨上方的前移 [38]。骶结节韧带连接骶骨前下段和坐骨结节，骶棘韧带连接骶骨外侧和坐骨，髌腰椎韧带连接 L5 横突和髌嵴内侧。

腰骶区变异性非常高。腰骶移行椎发生率高达 20% [62]。根据脊柱椎体总数和解剖特征，移行椎包括腰椎骶化和骶椎腰化两类。通常腰椎骶化比骶椎腰化更常见，表现为第 5 腰椎横突增大，与第 1 骶骨相连或融合，其特征是存在 4 个无肋骨的腰椎椎体，1 个腰椎椎体呈楔形，或关节发育不全，或椎间盘缺失。骶椎腰化变现为 6 个无肋骨腰椎，相应的椎体节段呈方形，异常横突和 / 或小关节，S1 和 S2 之间的椎间盘。

骶骨畸形发生率高达 40% [29,43,50] (图 2)。了解骶骨畸形很有必要，特别是在考虑置入骶髌螺钉的病例中。骶骨畸形有七个重要的影像学表现，包括乳头体，舌槽式骶髌关节，残余骶骨上椎间盘，共线性，扩大的非圆形骶神经孔，陡峭的骶骨翼斜坡和髌皮质密度和骶骨翼斜坡不匹配 [43,50]。

手术中的“安全区”是指骶骨内的一个骨性通道，此处可以植入骶髌螺钉。正常情况下，这个椭圆形的骨性区域以骶骨翼皮质骨为上界，L5 和 S1 神经根之间的第一个骶神经孔为下界，为髌螺钉植入提供了骨间通道。第二骶段的骶髌螺钉也存在类似的通道。

在骶骨畸形的患者中，上骶段畸形特征影响 S1 的骶髌螺钉植入。这些病例中 SI 螺钉的“安全区”位于从后向前，从尾端偏向头端的一个骨性通道中，Conflitti 等发现骶骨畸形患者 S2 段可供螺钉植入的骨性通道更大，易于骶髌螺钉 [16] 固定。

## 临床评价

骶骨复杂的解剖结构，以及合并多发伤往往导致骶骨骨折诊断较晚或完全漏诊。创伤患者在高级创伤生命支持方案外，应对骨盆和骶骨损伤进行针对性检查。

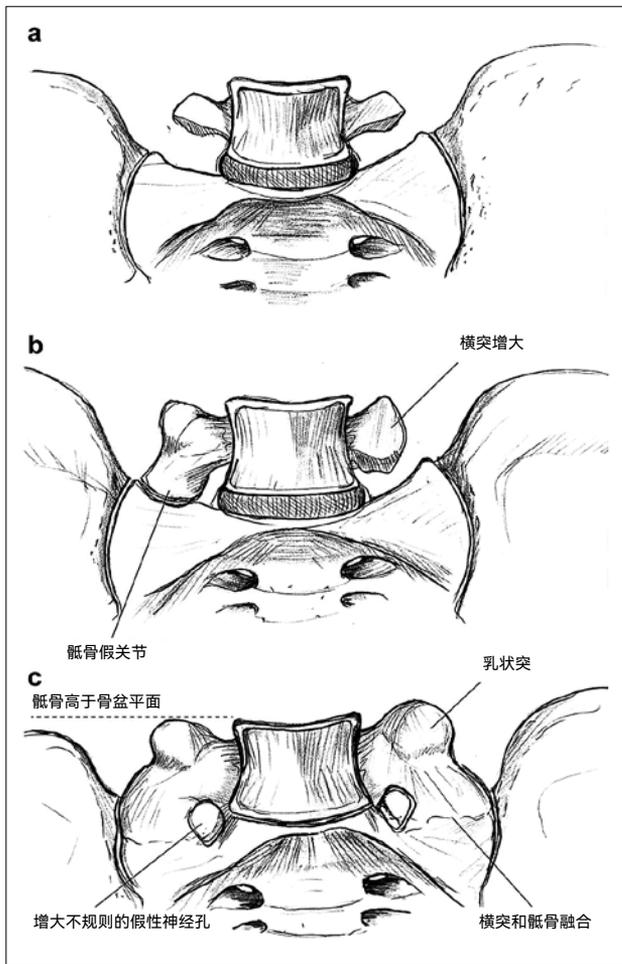


图2. 骶骨畸形/腰椎骶化是用来描述腰椎形态类型的术语 (a) 正常解剖。(b) 部分骶化, 腰椎横突扩大并与骶骨相关节。(c) 腰椎完全骶化, 体现了 Routh 等发现的所有畸形描述 [50], 包括乳状突, 扩大骶孔 (代表横突融合形成的假椎间孔), 和骶骨高于骨盆平面。

## 病史

首先应进行详细的病史记录。了解骶骨骨折的机制和可能的损伤模式将有助于指导临床处理, 确保更好的治疗结果。机动车事故或高处坠落是常见的高能量损伤, 而低能量反复应力会在 55 岁以上合并骨质疏松症的女性中导致不全骨折 [66]。如果腹股沟、下背部或臀部疼痛严重到影响患者行走, 即使当时无冲击或低冲击创伤, 也应考虑是否存在骶骨不全骨折, [61] 这种情况下的神经功能损伤少见。而尿潴留或直

肠功能障碍可能提示骶神经根压迫。

## 体格检查

创伤患者经常存在骨盆周围疼痛, 但也必须重视神经损伤和软组织损伤的评估。骶骨骨折可能出现腰痛, 因此当影像学检查未见腰椎椎体骨折时, 经常会引起临床医生漏诊。液性团块往往提示腰骶筋膜脱套 (Morel-Lavallee 损伤), 需要皮下组织触诊评估。应进行会阴部和泌尿系统检查, 评估开放性骨折和相关的泌尿系统损伤。除了检查骨盆周围的软组织损伤外, 在血流动力学稳定的患者中, 通过骨盆挤压分离实验, 可以评估骨盆环是否存在不稳定。

## 神经血管检查

骶神经根 (S2-S5) 可控制肛门括约肌张力和主动收缩、球海绵体反射以及肛周感觉 [12]。因此, 除了评估下肢的感觉运动功能和反射外, 全面的神经血管检查还应包括直肠指检, 重点检查肛门括约肌功能、肛周感觉、球海绵肌血供和收缩反射。值得注意的是, 保留单侧的 S2-5 神经根足以控制肠道和膀胱功能。远端血管状态应通过脉搏触诊或测量臂 - 踝指数来评估。

在对 44 例骶骨骨折患者进行 2 年回顾性评估后, Gibbons 等发现骨折线通过骶骨翼但仅累及神经孔 (不涉及椎管) 的骨折, 引起神经损伤的可能性较低 (分别为 24% 和 29%); 垂直或横向骨折涉及中央椎管的骶骨骨折神经损伤比率高, 分别为 60% 和 57% [20]。骶骨翼骨折椎间孔损伤不累及中央椎管引起的神经损伤通常是单侧的; 而涉及中央椎管的神经损伤通常是比较严重的损伤, 并伴有大小便功能障碍。幸运的是, 他们发现这些损伤通常会得到自行改善, 而且在手术干预 [20] 后改善更为明显。

骶骨骨折患者也可能表现为外伤性硬脊膜撕裂。Bellabarba 等人发现, 74% 的骶骨骨折脱位和马尾损伤患者在 [6] 手术中发现外伤性硬膜撕裂或骶神经根撕脱。此外, 在他们的队列研究中 2 例患者需要进行

与创伤性硬脑膜撕裂相关的手术治疗。

## 影像学检查

标准的创伤系列放射影像学检查，包括前后位（AP）胸片评估肋骨骨折、肺挫伤、血胸或气胸，以及膈肌损伤，所有高能创伤患者都应拍摄骨盆正位片评估骨盆环损伤；骨盆的侧位片，入口和出口位片可以更全面地评估骶骨骨折和描述骨折情况；其中骨盆入口位片可以更好的显示骶骨椎管，骶骨翼和骨盆环；而出口位片提供一个真正的骶骨正位片，可以评估骨折的垂直位移 [63]。

Schicho 等人发现盆腔 X 线片诊断骶骨骨折的敏感性 [54] 仅为 10.5%。虽然通过骨盆平片很难诊断骶骨骨折，但有一些关键发现与骶骨骨折紧密相关，包括骶翼的垂直位移或破坏骶腰韧带造成的 L4 或 L5 横突骨折，不对称神经孔，以及前骨盆环中断 [18,44,63]。腰骶分离引起的骶骨岬后凸畸形，会使骨盆的 AP 片上呈现骶骨的入口位效果视图。双侧骶骨骨折也应引起腰盆腔分离 [8] 的怀疑。侧位片测量的骨盆入射角（PI）有助于指导外科医生手术复位后凸骨折 [23]。

鉴于骨盆 X 线片的敏感性比较低，并且肠道气体在普通片上形成干扰，建议使用三维成像来评估所有疑似骶骨骨折，薄层计算机断层扫描（CT）可以进行准确的骨折分类，并识别中央椎管或椎间孔的损伤程度 [48]。冠状面和矢状面图像应仔细检查，可以发现轴向图像上容易遗漏的横形骨折，这种骨折可引起腰盆腔分离。有神经系统损伤或隐匿性骶骨不全骨折的病例，推荐使用磁共振成像（MRI）进行检查 [61,63]。如果有神经功能缺损，MRI 可发现骶神经根撕脱、牵拉伤或外伤性硬脊膜撕裂的证据。MRI 脂肪抑制 T2 加权图像或 T2 加权短 tau 反转图像有助于诊断骶骨不全骨折 [61]。在 CT 中有可能漏诊隐匿性骶骨骨折，因此 MRI 轴向位应仔细检查骶翼水肿（图 3）。

在骶骨不全骨折的患者中，双能 X 线仪（DEXA）是评估骨密度 [61] 的有用工具。骨密度也可以通过在 CT [65] 上检查 S1 椎体的 HU 值获得。Berger-Groch 等人回顾性分析了 531 例骶骨骨折 [7] 患者，通过 CT

测量骨密度，他们将小于 100HU 定义为骨质疏松，100 到 150HU 定义为骨量减少，高于 150HU 为正常。他们发现 75% 的 65 岁以上患有骨质疏松症，年龄每增加一年，骨密度降低了 2.7HU [7]。

## 骨折分型

### 基于位置的分型

许多骶骨骨折分型系统已经被建立并用来指导治疗和预测预后（图 4）。Denis 等人创建了第一个广泛使用的 [17] 骶骨骨折分型系统，该系统将骶骨分为 3 个解剖区来预测神经功能损伤的预后：骶孔外区（1 区），经骶孔区（2 区）和骶孔内区（3 区）。神经损伤的发生率从第 1 区（5.9%）到第 3 区（57%）逐渐增加，而骨折的发生率随之降低。2 区骨折因剪切力造成不稳定，增加了骨折不愈合和功能不良的风险 [63]。

在一项更大型的研究中，Khan 等人发现，随着 Denis 区的增加，神经损伤的发生率相应降低。同时他们也注意到神经损伤的发生率明显低于 Denis 最初报道的发生率（3.5% vs 21.6%， $P < 0.01$ ） [35]。骨折移位的大小是一个重要的预后因素，更严重的移位导致神经功能损伤发生率更高。

横行骨折被认为是 Denis3 区损伤的一种亚型，Roy - Camille 基于骨折与矢状面的成角和位移 [51] 确定了 3 区横行骨折的分类。1 型骨折有成角，但没有平移，2 型骨折有成角和不完全平移，3 型骨折显示完全成角和平移。作为一种修正，Strange-Vognsen 和 Lebech 描述了由轴向载荷损伤 [59] 造成的粉碎性 4 型骨折。

最近，AO 分型试图根据位置将损伤分为 3 组（A、B、C）：A 型损伤涉及骶尾骨区域，脊柱稳定性不受影响，但损伤平面高可以引起相关的神经损害。B 型损伤是以单侧纵向骶骨骨折为特征的骨盆后部骨折，其中同侧 S1 上关节面不再与骶骨内侧连续，从而影响骨盆的稳定性。C 型损伤是骶骨骨折，导致脊柱骨盆区不稳定。这 3 个大类别可以在 AO 分型

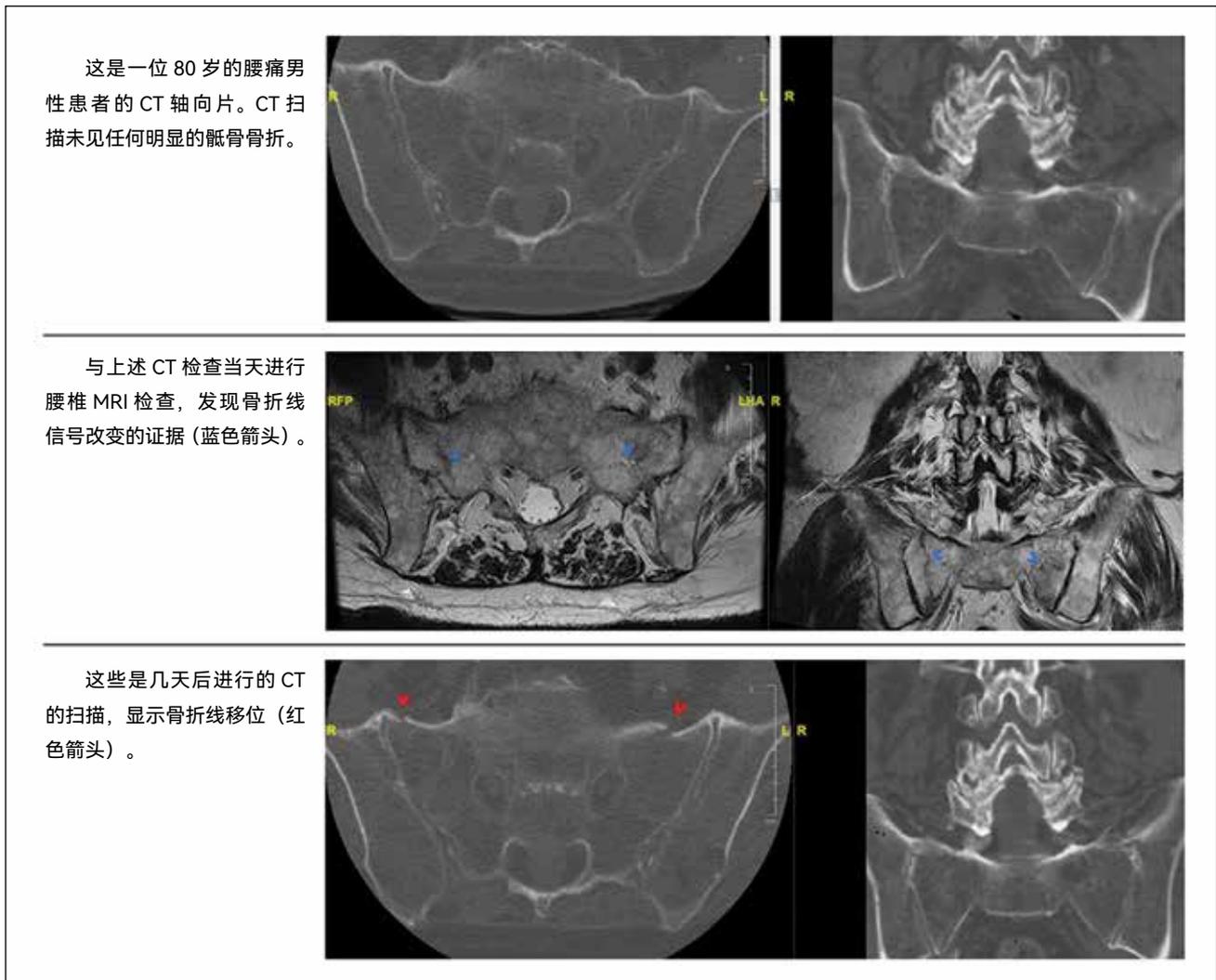


图 3. 隐性骶骨骨折的病例。CT 计算机断层扫描，MRI 磁共振成像。

基础上，使用附加的修正和神经学描述进行进一步细分 [5]。

### 描述性分型

合并横行骨折的骶骨骨折（多平面骨折），可以根据骨折线形态，以最接近的字母来表示，比如 H 型、U 型、λ 型和 T 型骨折。值得注意的是，U 型骶骨骨折因为骶骨上部附着在腰椎，而下部仍然附着在骨盆，导致脊柱骨盆分离。这些骨折神经损伤发生率高，容易引起长期疼痛，以及大小便功能和性功能损伤 [24]。

### 基于稳定性分型

Isler 分类可用于累及腰骶关节的骨折，并有助于评估稳定性。Isler I 型骨折发生于 L5-S1 小关节外侧，2 型骨折累及小关节，和 3 型骨折延伸到小关节内侧。1 型骨折通常是稳定的，但 2 型和 3 型骨折是不稳定的，通常需要手术处理 [25]。

### 临床决策分型

Lehman 等人基于损伤形态、后方韧带复合体完整性和神经系统状态创建了腰骶骨损伤分型系统 (LSICS)。由此，对损伤严重程度可以进行评分，

# 骶骨骨折分类

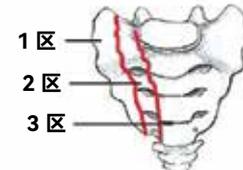
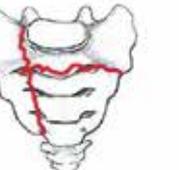
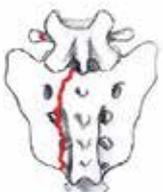
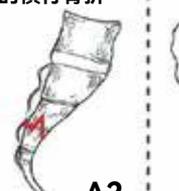
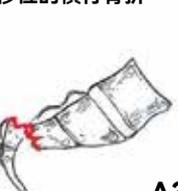
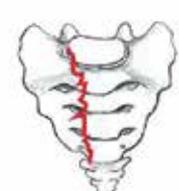
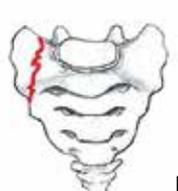
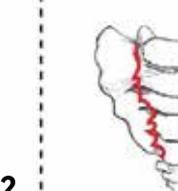
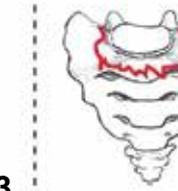
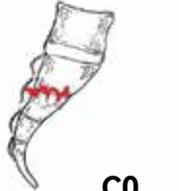
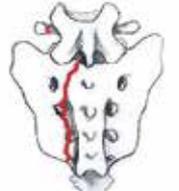
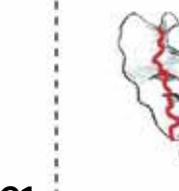
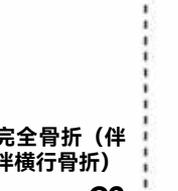
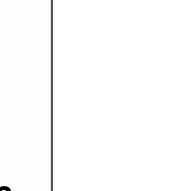
DENIS		描述性					
 <p>1 区</p> <p>2 区</p> <p>3 区</p>							
ROY-CAMILLE							
	成角		成角合并不全移位		成角合并完全移位		轴向
	<b>1 型</b>		<b>2 型</b>		<b>3 型</b>		<b>4 型</b>
ISLER							
	小关节外		经小关节		小关节内		
	<b>1 型</b>		<b>2 型</b>		<b>3 型</b>		
AO 分型							
尾骨及韧带损伤		骶髂关节以下无移位的横行骨折		骶髂关节以下移位的横行骨折			
							
		<b>A1</b>		<b>A2</b>	<b>A3</b>		
中央区骨折		经骶骨翼骨折		经骶孔骨折		无移位 U 型骨折	
							
	<b>B1</b>		<b>B2</b>		<b>B3</b>		<b>C0</b>
非典型 U 型骨折		双侧完全骨折 (或不伴横行骨折)		移位的 U 型骨折			
							
	<b>C1</b>		<b>C2</b>				<b>C3</b>

图 4. 骶骨骨折的分类学。第一行：Denis 和描述性分型；第二行：经 Strange-Vognsen & Lebech 改良的 Denis3 区 Roy-Camille 骨折亚分型；第三行：Isler 分型；下半部分：骶骨骨折 AO 分型。

**表 1. 腰骶损伤分类系统 (LSICS)**

类型	分数
屈曲压缩	
• ≤ 20°后凸	1
• > 20°后凸	2
轴向压缩 (骶骨上部粉碎性),	
• 无骶管或骶孔神经损伤	2
• 伴骶管或骶孔神经损伤	3
平移 / 旋转	3
• 骶骨上部前移或者后移	
• 腰骶小关节突损伤或脱位	
• 垂直移动或不稳定	
爆裂 / 剪切 (严重粉碎性骨折或节段性骨丢失)	4

该表经 Lehman 等人授权 [41]

<https://www.thespinejournalonline.com/>

分为非手术治疗组和手术治疗组 (表 1)。此外, 可通过全身状况、软组织状态和预期的活动时间进行修正, 采用评分方法来选择手术技术 [41]。

### 骶骨不全骨折分型

对于低能量骨盆骨折, Rommens 等人根据骨折稳定性和骨折形态 [49] 设计了一个分型系统。作者指出, 这些脆性骨折和高能量骨盆损伤不同, 有其独特性, 需要有一个单独的评估系统。I 型脆性骨盆骨折 (FFP) 只涉及骨盆前环。II 型骨折的定义为非移位骨盆后环骨折。III 型损伤为单侧骨盆后环骨折及移位, IV 型骨折为双侧骨盆后环骨折伴移位。I 和 II 一般稳定, 可以保守治疗, 而 III 和 IV 应该通过手术稳定骨盆环 (图 5) [49]。

总之, 基于位置和描述性分型可以帮助判断是否合并神经损伤, 而 ISler 和 LSICS 分类可以帮助判断手术治疗或非手术治疗的选择。应该特别注意骨折的横向和纵向形态以及与骶孔和小关节的关系。

### 治疗方案

虽然分型系统明确了骶骨骨折和潜在的相关损伤, 但治疗决策应结合患者的整体状态, 特别是在多

发伤患者中, 无论在文献还是实际操作中, 手术指征一直难以统一。

在 Vallier 等人的大型前瞻性、观察性研究中, 证明了 [64] 外科医生对骶骨骨折的手术指征差异很大。

### 保守治疗

稳定性骶骨骨折患者没有合并神经损伤通常可以保守治疗。骨折移位 <1 厘米 (包括骶骨不全骨折), 骨盆环稳定, 没有神经损伤的患者, 可以选择佩戴或者不佩戴矫形器进行渐进性负重康复 [57,63]。对腰骨盆分离的患者很少进行保守治疗, 除非患者不能耐受手术。在老年, 虚弱的患者, 双侧骶骨骨折在 6 周内不能负重, 然后开始渐进性负重, 但需要注意抗凝是至关重要的, 因为这些患者非常容易形成静脉血栓。这些患者的非手术治疗通常需要包括使用轮椅进行床边转移。

在一项多中心、前瞻性研究中, 对 194 例单侧骶骨骨折移位小于 5 mm 的患者进行了研究, Tornetta 等人发现, 比较手术和非手术治疗 [60], 24 小时内的疼痛评分存在差异, 但 3 个月后再评分没有差异。此外, 所观察到的差异低于其他骨科疾病的疼痛评分的最小临床差异。同样, Hagen 等人对 281 例 I 型和 II 型骨折患者的研究中发现, 手术和非手术治疗的 [21] 患者在疼痛、阿片类药物使用或损伤后活动方面没有差异。

### 手术治疗

对于移位 > 1 cm、腰椎骨盆脱位、脊柱骨盆不稳、开放性骨折、后皮质移位 > 4 mm、麻醉下应力检查阳性、神经血管损伤、进行性骨折移位或非手术治疗 [64] 持续疼痛的患者, 可进行手术干预。

骶骨骨折不稳定 不稳定骶骨骨折患者可以受益于骶后固定术, 骨折的复位和稳定、神经减压, 可以使患者早期活动。

不稳定骶骨骨折或腰椎骨盆分离的固定方式包括: 开放腰椎骨盆和髂骨螺钉固定、经皮螺钉固定、后方张力带钢板固定或后方骶骨翼钢板固定, 具体取决于骨折形态、软组织状态和外科医生偏好 [4,50,55]。

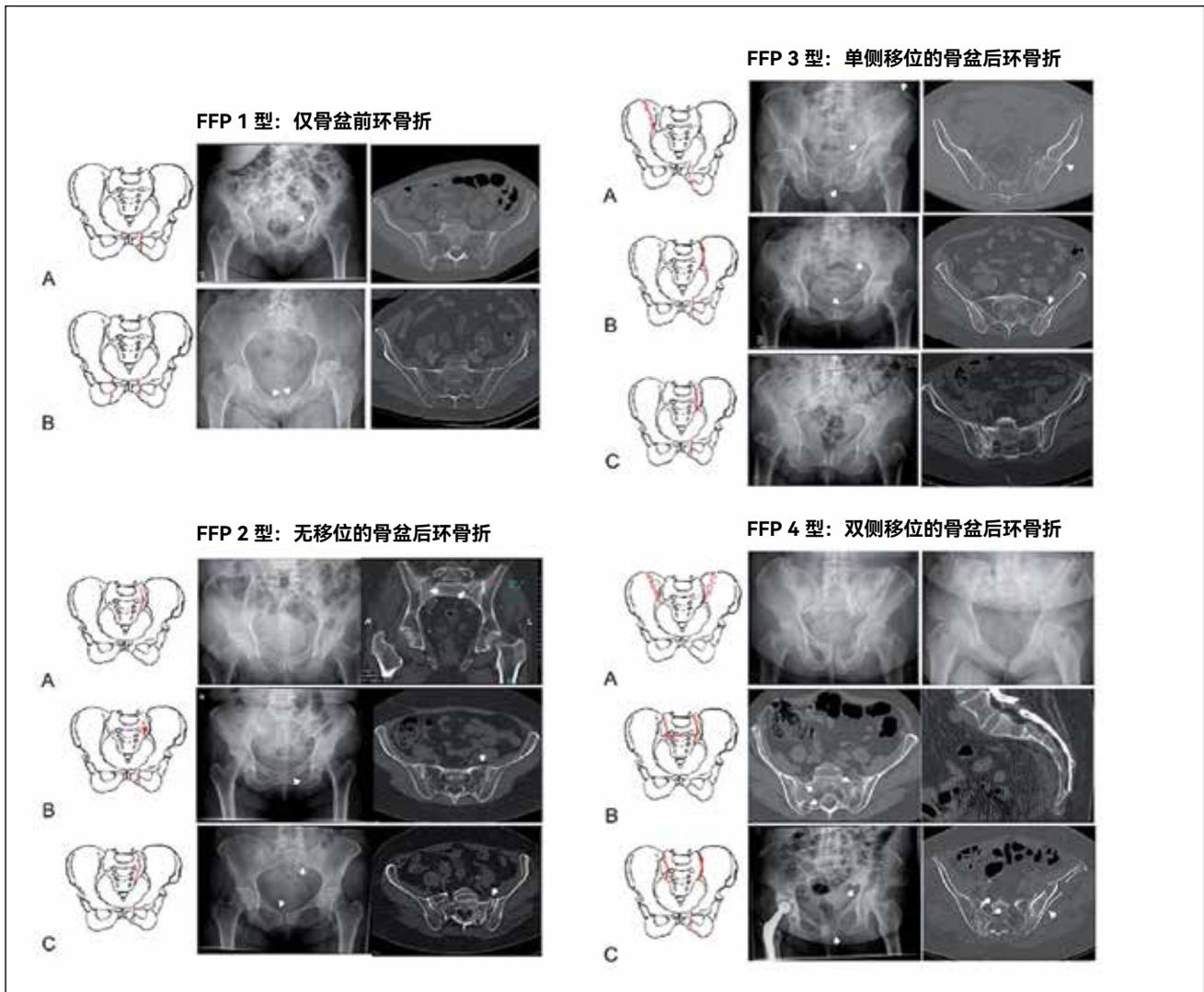


图 5. 骨盆脆性骨折。此表经 Rommens 等人 [49] 授权。https://journals.lww.com/jorthotrauma/pages/default.aspx.

脊柱骨盆内固定是生物力学上最稳定的固定方式，其包括一个稳定的三角结构：腰椎椎弓根螺钉通过纵向棒和横向连接器与平行于外 [1,52] 倾角的髂螺钉连接。这样的结构绕过了 SI 关节，允许重量传递 [52]。

Willimas 等人在对一项包括 17 例脊柱骨盆分离患者的回顾性研究中发现，腰椎 L4 到骨盆双侧经皮固定技术能有效稳定 U 型和 H 型骨折，减少失血量，且手术时间更短。作者还将经皮骶髂螺钉用于需要后凸复位的骨折，经皮固定是目前的主流治疗方法，而不是开放手术 [58]。

经皮 SI、经骶骨或经骶髂螺钉可用于矢状位骨折，

使用计算机导航，螺钉经皮放置，需密切注意避开神经血管结构，并避免过度压迫骨折块 [19]。然而，这种方法无法去除松散的骨折碎片，这可能会影响神经恢复 [50]。

通过后方 2 个小切口直视下显露骨折，置入后方张力带钢板，可额外加强骶髂螺钉固定 [3]。此外，横行骨折中，骶骨椎板为 [28] 切开复位内固定提供了一个新的锚定点。然而，考虑到骶骨的切口和软组织覆盖条件，这种手术技术有导致伤口愈合并发症的风险。在对 109 例骶骨横骨折患者的系统回顾中，Bederman 等认为骨盆后环固定（髂骶螺钉、经髂螺钉、经髂螺钉加钢板、后钢板或横棒）对稳定骶骨横行骨折 [4] 是有效的。他们建议用脊柱骨盆固定（图 6）。

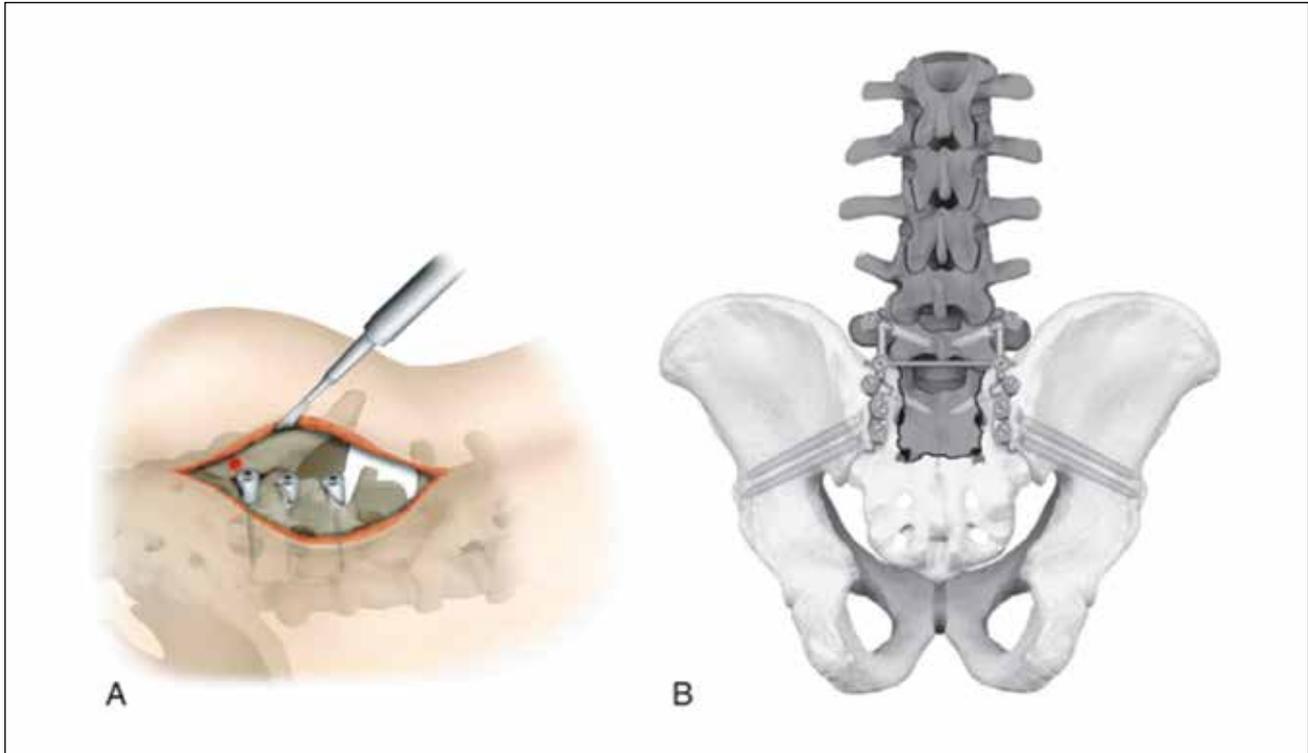


图 6. 骨盆固定。(a) 红点表示螺钉进入髂骨的起点。(b) 腰骨盆稳定。本图发表在《脊柱外科解剖和技术》(第二版) [37] 上。版权所有 Elsevier (2013) 作为 Vaccaro 等人 [63] 的复制品。

骶骨骨折伴神经系统损伤很多原因可以导致神经损伤, 从牵拉性麻痹到马尾完全横断。因此, 根据损伤的原因, 可以通过轴向牵引的间接复位或通过后方椎板切除术和 / 或腰骶神经松解的直接减压来进行神经松解。此外, 一些研究已经证明了损伤后 24-72 小时内早期减压对神经功能 [17,56,69] 恢复的重要性。然而, Kepler 等人的一项系统综述显示, 早期减压 (定义为 72 小时前) 对神经恢复 [33] 没有益处。同样, Kempen 等人对 521 例 [32] 患者的系统回顾中, 没有提出骶骨横行骨折手术治疗与非手术治疗后神经恢复改善的证据。因此, 无论治疗 [56] 如何, 由于整体改善率为 80%, 手术减压的效果很难确定。

骶骨不全骨折骨质疏松性骶骨不全骨折通常采用非手术治疗, 采用保护性负重、疼痛控制和功能锻炼。然而, 对于持续性活动受限或长期疼痛的患者, 骶骨椎体成形术可缓解 [13,42] 疼痛。在治疗老年骶骨 U

型不全性骨折和疼痛活动受限的情况下, Pulley 等通过对 16 例患者经过至少 1 年随访 [46], 发现经皮螺钉固定允许早期活动, 缓解疼痛, 并能有效预防进行性畸形。同样, Walker 等人在他们的回顾性队列研究中证实了 41 例 [10] (16 例非手术治疗失败后手术治疗, 25 例非手术治疗) [10] 患者中, 经骶骨螺钉固定的老年骶骨脆性骨折患者的疼痛、行走和出院率得到改善。

假体周围骶骨骨折 Wilde 等发现椎弓根螺钉腰椎融合节段邻近的骶骨骨折具有典型特征, 通常在腰骶融合后 3 个月内出现, 骶骨横行骨折通过螺钉孔 [67]。Odate 等在对 116 例 L2 或以上腰骶融合术的患者的回顾性研究中发现, 女性、较高的骨盆入射角和较大的腰椎前凸 - 骨盆入射角不匹配是发生术后骶骨骨折 [45] 的危险因素。一般来说, 假体周围骶骨骨折翻修的适应症包括难治性疼痛、神经功能损伤、骨折骨不连伴前滑移或后凸成角、L5-S1 假关节和脊柱骨盆错位 [11]。

## 结果和并发症

鉴于可选的治疗方案比较多样，评估手术治疗骶骨骨折的前瞻性研究是有限的。大多数研究因样本量小、选择偏倚、回顾性性质和不同的治疗技术或结果测量而缺乏可靠证据。根据患者的整体状况，手术固定和神经减压应尽早安全地进行。Latenser 等发现，与延迟骨盆固定 [40] 的患者相比，早期固定的不稳定骨盆骨折患者失血量更少，住院时间较短，残疾更少，并发症减少，短期生存率更高。Rouff 等人发现，如果手术延迟超过 5 天，不稳定的 Denis I 区和 2 区骨折在闭合复位后更有可能复位不良。

虽然文献支持早期手术干预的重要性，但最佳手术入路和固定方式选择尚不清楚；必须权衡每次手术干预的风险和得失。在对 31 例孤立性骶骨骨折的回顾性研究中，Sathiyakumar 等发现，与接受经皮内固定的患者相比，开放手术患者的住院时间，并发症或再入院方面没有显著差异。此外，Kelly 等人描述，虽然接受 U/H 型骶骨骨折的腰椎骨盆融合术治疗的患者手术时间增加，但与接受单纯骶髂固定 [31] 治疗的患者相比，他们有更高的几率出院直接回家，而不是去康复机构。

Acklin 等在比较了 16 例骨质疏松骨盆的 SI 螺钉、骶骨后钢板、三角固定和脊柱骨盆固定后得出结论，对不稳定 Denis 2 区骨折，三角固定是生物力学上最可靠的 [1] 结构。然而，Sagi 等一项 58 例前瞻性研究，以三角固定方式治疗垂直不稳定骨盆环骨折，这种技术允许早期完全负重，减少经椎间孔骶骨粉碎性骨折的垂直剪切力，但术后观察一年有重大并发症发生 [52]。并发症包括医源性神经损伤（13%），不对称 L5 倾斜与 L5/S1 小关节紊乱（15%），95% 患者需要再次手术去除内固定。作者得出结论，三角固定应选择性地用于经骶孔粉碎性骶骨骨折，只有在可靠的髂骶或经骶螺钉固定是不可能的情况下应用。

静脉血栓栓塞可能继发于活动受限。手术干预的并发症也可能包括感染、骨折过度压迫引起的医源性

神经损伤或内固定放置不当，复位不良，更常见于垂直移位骨折 [50,56]。在一项 19 例接受手术减压和刚性固定的骶骨骨折脱位、马尾综合征患者的回顾性研究中，发现最常见的并发症是伤口愈合问题（26%）、无症状内固定失败（31%）和非计划的再手术（42%）[5]。然而，在平均 25 个月的随访中，没有患者出现了复位失败的并发症。

在对 28 例移位骶骨骨折患者至少 8 年的随访后，Adedved 等发现，虽然神经功能、大小便功能和性功能损伤在移位性骶骨骨折后经常发生，但性功能会持续恶化，而神经缺陷和大小便功能 [2] 没有明显的变化。因此，作者建议在早期康复阶段采用多学科、长期的方法来解决这一问题的重要性。

## 诊断和处理最新进展

骨科学技术的进步，如人工智能和术中 CT 导航，正在改变骶骨骨折的诊断和治疗模式。Cheng 设计了一种深度学习人工智能算法，回顾 5204 例骨盆 x 光片，他们发现他们的算法在检测骨盆和髋部骨折 [14] 方面具有 94.4% 的准确率，90.8% 的敏感性和 93.2% 的特异性。此外，算法检测到 9% 的骨盆骨折被急诊医生误诊和 5.5% 的咨询医生误诊，其中包括放射科医生和骨科医生。深度学习算法显示出在创伤评估，特别是辅助骶骨骨折的诊断方面有良好的应用前景。

另一个进步是 CT 导航和机器人技术的好处已经在脊柱和神经外科的文献中得到了很好的描述。这些措施包括减少手术时间，减少对外科医生和外科工作人员的辐射暴露，以及提高 [22] 的准确性。如 Khan 等人 [34] 所述，使用术中导航系统可能对骶骨畸形和经皮固定的患者特别有用。

## 总结

- 骶骨骨折在发生机制、表现形式和骨折形态上多种多样，范围遍布高能损伤到低能量不全骨折。

- 骶骨骨折的早期识别和处理可以防止进行性畸形、疼痛和神经功能的丧失。在所有病例中，都应仔细检查软组织、会阴和神经系统。
- X线的敏感性比较低，对于所有疑似有骨盆骨折的病例，都应进行计算机断层扫描。在怀疑有神经损伤的情况下，应进行磁共振成像。
- 骶骨解剖变异是常见的，腰椎骶化和骶椎腰化在S1固定中需要引起特别注意。
- 神经损伤的发生率很高，直接或间接减压可用于治疗进行性神经功能损伤。
- 三角固定是生物力学上最稳定的力学结构，在大多数腰椎骨盆分离病例中可以应用。
- 骶骨骨折的整体愈合率良好，但持续性疼痛和神经功能障碍可长期 [27,38,39,56] 存在。
- 在骶骨骨折的诊断和手术治疗方面，已经取得了重大进展，包括使用机器学习和术中导航。

## 利益冲突声明

作者宣布了以下潜在的利益冲突的研究、作者和/或发表：与医学博士报告的关系，医学博士、MBA的关系、K2M、全球医学、范式脊柱、业余机会、RTI 外科公司、组织分化智力和生命的关系。马里兰州的劳伦·阿巴伯宣布没有潜在的利益冲突。

## 资金

作者没有获得任何关于本文的研究、作者身份和/或发表的财政支持。

## 知情同意

本综述文章不需要知情同意。

## 要求的作者表单

作者提供的披露表格可与本文的在线版本一起作为补充材料。

## 参考文献

1. Acklin YP, Zderic I, Richards RG, Schmitz P, Gueorguiev B, Grechenig S. Biomechanical investigation of four different fixation techniques in sacrum Denis type II fracture with low bone mineral density. *J Orthop Res*. 2018;36(6):1624–1629. <https://doi.org/10.1002/jor.23798>.
2. Adelled A, Tötterman A, Glott T, Madsen JE, Røise O. Functional outcome 10 years after surgical treatment of displaced sacral fractures. *Spine*. 2012;37(16):E1009–E1016. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31823a0d83>.
3. Albert MJ, Miller ME, Macnaughton M, Hutton WC. Posterior pelvic fixation using a transiliac 4.5-mm reconstruction plate: a clinical and biomechanical study. *J Orthop Trauma*. 1993;7(3):226–232. <https://doi.org/10.1097/00005131-199306000-00005>.
4. Bederman SS, Hassan JM, Shah KN, Kiester PD, Bhatia NN, Zamorano DP. Fixation techniques for complex traumatic transverse sacral fractures: a systematic review. *Spine*. 2013;38(16):E1028–E1040. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318297960a>.
5. Bellabarba C, Schildhauer TA, Vaccaro AR, Chapman JR. Complications associated with surgical stabilization of high-grade sacral fracture dislocations with spino-pelvic instability. *Spine*. 2006;31(11 Suppl.):S80–S88. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000217949.31762.be>.
6. Bellabarba C, Schroeder GD, Kepler CK, et al. The AOSpine sacral fracture classification. *Global Spine J*. 2016;6(7):686–694. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1582696>.
7. Berger-Groch J, Thiesen DM, Ntalos D, et al. Determination of bone density in patients with sacral fractures via CT scan. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104(7):1037–1041. <https://doi.org/10.1016/J.OTSR.2018.07.022>.
8. Bishop JA, Dangelmajer S, Corcoran-Schwartz I, Gardner MJ, Routt MLC, Castillo TN. Bilateral sacral ala fractures are strongly associated with lumbopelvic instability. *J Orthop Trauma*. 2017;31(12):636–639. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000972>.
9. Bonnin J. Sacral fractures and injuries to the Cauda Equina. *J Bone Joint Surg*. 1945;7(1):113–127.
10. Brock Walker J, Mitchell SM, Karr SD, Lowe JA, Jones CB. Percutaneous transiliac-transsacral screw fixation of sacral fragility fractures improves pain,

- ambulation, and rate of disposition to home. *J Orthop Trauma*. 2018;32(9):452–456. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001243>.
11. Buell TJ, Yener U, Wang TR, et al. Sacral insufficiency fractures after lumbosacral arthrodesis: salvage lumbopelvic fixation and a proposed management algorithm. *J Neurosurg Spine*. 2020; 2020:1–2. <https://doi.org/10.3171/2019.12.spine191148>.
  12. Bydon M, Fredrickson V, de la Garza-Ramos R, et al. Sacral fractures. *Neurosurg Focus*. 2014;37(1):1474. <https://doi.org/10.3171/2014.5.FOCUS1474>.
  13. Chandra V, Wajswol E, Shukla P, Contractor S, Kumar A. Safety and efficacy of sacroplasty for sacral fractures: a systematic review and meta-analysis. *J Vasc Interv Radiol*. 2019;30(11):1845. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2019.06.013>.
  14. Cheng CT, Wang Y, Chen HW, et al. A scalable physicianlevel deep learning algorithm detects universal trauma on pelvic radiographs. *Nat Commun*. 2021;12(1):1066. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21311-3>.
  15. Cheng JS, Song JK. Anatomy of the sacrum. *Neurosurg Focus*. 2003;15(2):E3. <https://doi.org/10.3171/foc.2003.15.2.3>.
  16. Conflitti JM, Graves ML, Chip Routh ML. Radiographic quantification and analysis of dysmorphic upper sacral osseous anatomy and associated iliosacral screw insertions. *J Orthop Trauma*. 2010;24(10):630–636. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181dc50cd>.
  17. Denis F, Davis S, Comfort T. Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases. *Clin Orthop Rel Res*. 1988;227:68–81.
  18. Ebraheim NA, Biyani A, Salpietro B. Zone III fractures of the sacrum: a case report. *Spine*. 1996;21(20):2390–2396. <https://doi.org/10.1097/00007632-199610150-00020>.
  19. Ghisla S, Napoli F, Lehoczyk G, et al. Posterior pelvic ring fractures: intraoperative 3D-CT guided navigation for accurate positioning of sacro-iliac screws. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104(7): 10631067. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2018.07.006>.
  20. Gibbons KJ, Soloniuk DS, Razaack N. Neurological injury and patterns of sacral fractures. *J Neurosurg*. 1990;72(6):889–893. <https://doi.org/10.3171/jns.1990.72.6.0889>.
  21. Hagen J, Castillo R, Dubina A, Gaski G, Manson TT, O’Toole RV. Does surgical stabilization of lateral compression-type pelvic ring fractures decrease patients’ pain, reduce narcotic use, and improve mobilization? *Clin Orthop Rel Res*. 2016;474(6):1422–1429. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4525-1>.
  22. Han X, Tian W, Liu Y, et al. Safety and accuracy of robotassisted versus fluoroscopy-assisted pedicle screw insertion in thoracolumbar spinal surgery: a prospective randomized controlled trial. *J Neurosurg: Spine*. 2019;2019:1–8. <https://doi.org/10.3171/2018.10.SPINE18487>.
  23. Hart RA, Badra MI, Madala A, Yoo JU. Use of pelvic incidence as a guide to reduction of H-type spino-pelvic dissociation injuries. *J Orthop Trauma*. 2007;21(6):369–374. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e31806dd959>.
  24. He L, Yi C, Hak DJ, Hou Z. Functional outcome of surgically treated U-shaped sacral fractures: experience from 41 cases. *Eur Spine J*. 2019;28(5):1146–1155. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-05900-x>.
  25. Isler B. Lumbosacral lesions associated with pelvic ring injuries. *J Orthop Trauma*. 1990;4(1):1–6. <https://doi.org/10.1097/00005131-199003000-00001>.
  26. Joaquim AF, Patel AA. Diagnosis, risk factors, and management of sacral and pelvic fractures after instrumented lumbar fusions: a systematic review. *Global Spine J*. 2019;9(5):540–544. <https://doi.org/10.1177/2192568218779986>.
  27. Kabak S, Halici M, Tuncel M, Avsarogullari L, Baktir A, Basturk M. Functional outcome of open reduction and internal fixation for completely unstable pelvic ring fractures (Type C): a report of 40 cases. *J Orthop Trauma*. 2003;17(8):555–562. <https://doi.org/10.1097/00005131-200309000-00003>.
  28. Katsuura Y, Chang E, Sabri SA, Gardner WE, Doty JF. Anatomic parameters for instrumentation of the sacrum and pelvis. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2018;2(8):e034. <https://doi.org/10.5435/jaaosglobal-d-18-00034>.
  29. Katsuura Y, Lorenz E, Gardner W. Anatomic parameters of the sacral lamina for osteosynthesis in transverse sacral fractures. *Surg Radiol Anat*. 2018;40(5):521–528. <https://doi.org/10.1007/s00276-017-1955-3>.
  30. Keil DS, Gross S, Seymour RB, Sims S, Karunakar MA.

- Mortality after high-energy pelvic fractures in patients of age 65 years or older. *J Orthop Trauma*. 2018;32(3):124–128. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001041>.
31. Kelly M, Zhang J, Humphrey CA, Gorczyca JT, Mesfin A. Surgical management of U/H type sacral fractures: outcomes following iliosacral and lumbopelvic fixation. *J Spine Surg*. 2018;4(2):361–367. <https://doi.org/10.21037/jss.2018.05.03>.
  32. Kempen DHR, Delawi D, Altena MC, et al. Neurological outcome after traumatic transverse sacral fractures: a systematic review of 521 patients reported in the literature. *JBJS Rev*. 2018;6(6):e1. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.17.00115>.
  33. Kepler CK, Schroeder GD, Hollern DA. Do formal laminectomy and timing of decompression for patients with sacral fracture and neurologic deficit affect outcome? *J Orthop Trauma*. 2017;31(Suppl. 4):S75–S80. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000951>.
  34. Khan JM, Lara DL, Marquez-Lara A, Rosas S, Hasty E, Pilson HT. Intraoperative CT and surgical navigation for iliosacral screws: technique for patients with sacral dysmorphism. *J Orthop Trauma*. 2018;32(Suppl. 1):S24–S25. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001213>.
  35. Khan JM, Marquez-Lara A, Miller AN. Relationship of sacral fractures to nerve injury: is the Denis classification still accurate? *J Orthop Trauma*. 2017;31(4):181–184. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000772>.
  36. Kiapour A, Joukar A, Elgafy H, Erbulut DU, Agarwal AK, Goel VK. Biomechanics of the sacroiliac joint: anatomy, function, biomechanics, sexual dimorphism, and causes of pain. *Int J Spine Surg*. 2020;14(Suppl. 1):3. <https://doi.org/10.14444/6077>.
  37. Kim D, Henn J, Vacarro AR. *Surgical anatomy and techniques to the spine*. Philadelphia, PA: Elsevier; 2006.
  38. Korovessis P, Baikousis A, Stamatakis M, Katonis P. Medium- and long-term results of open reduction and internal fixation for unstable pelvic ring fractures. *Orthopedics*. 2000;23(11):1165–1171. <https://doi.org/10.3928/0147-7447-20001101-15>.
  39. Kricun ME. Fractures of the pelvis. *Orthop Clin North Am*. 1990;21(3):573–590. [https://doi.org/10.5005/jp/books/12118\\_5](https://doi.org/10.5005/jp/books/12118_5).
  40. Latenser BA, Gentilello LM, Tarver AA, Thalgott JS, Batdorf JW. Improved outcome with early fixation of skeletally unstable pelvic fractures. *J Trauma*. 1991;31(1):28–31. <https://doi.org/10.1097/00005373-199101000-00006>.
  41. Lehman RA, Kang DG, Bellabarba C. A new classification for complex lumbosacral injuries. *Spine J*. 2012;12(7):612–628. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2012.01.009>.
  42. Mahmood B, Pasternack J, Razi A, Saleh A. Safety and efficacy of percutaneous sacroplasty for treatment of sacral insufficiency fractures: a systematic review. *J Spine Surg*. 2019;5(3):365–371. <https://doi.org/10.21037/jss.2019.06.05>.
  43. Miller AN, Routt MLC. Variations in sacral morphology and implications for iliosacral screw fixation. *J Am Acad Orthop Surg*. 2012;20(1):8–16. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-20-01-008>.
  44. Nork SE, Jones CB, Hardin g SP, Mirza SK, Routt MLC. Percutaneous stabilization of U-shaped sacral fractures using iliosacral screws: technique and early results. *J Orthop Trauma*. 2001;15(4):238–246. <https://doi.org/10.1097/00005131-200105000-00002>.
  45. Odate S, Shikata J, Kimura H, Soeda T. Sacral fracture after instrumented lumbosacral fusion: analysis of risk factors from spinopelvic parameters. *Spine*. 2013;38(4):E223–E229. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31827dc000>.
  46. Pulley BR, Cotman SB, Fowler T. Surgical fixation of geriatric sacral U-type insufficiency fractures: a retrospective analysis. *J Orthoptrauma*. 2018;32(12):617–622. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001308>.
  47. Rodrigues-Pinto R, Kurd MF, Schroeder GD, et al. Sacral fractures and associated injuries. *Global Spine J*. 2017;7(7):609–616. <https://doi.org/10.1177/2192568217701097>.
  48. Rommens PM, Vanderschot PM, Broos PL. Conventional radiography and CT examination of pelvic ring fractures. A comparative study of 90 patients. *Unfallchirurg*. 1992;95(8):387–392.
  49. Rommens PM, Wagner D, Hofmann A. Do we need a separate classification for fragility fractures of the pelvis? *J Orthop Trauma*. 2019;33(Suppl 2):S55–S60. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001402>.
  50. Routt MLC. Iliosacral screw fixation: early complications of the percutaneous technique. *J Orthop Trauma*. 1997;11(8):584–589. <https://doi.org/10.1097/00005131-199711000-00007>.

51. Roy-Camille R, Saillant G, Gagna G, Mazel C. Transverse fracture of the upper sacrum: suicidal jumper's fracture. *Spine*. 1985;10(9):838–845. <https://doi.org/10.1097/00007632-198511000-00011>.
52. Sagi HC, Militano U, Caron T, Lindvall E. A comprehensive analysis with minimum 1-year follow-up of vertically unstable transforaminal sacral fractures treated with triangular osteosynthesis. *J Orthop Trauma*. 2009;23(5):313–319. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181a32b91>.
53. Sathiyakumar V, Shi H, Thakore RV, et al. Isolated sacral injuries: postoperative length of stay, complications, and readmission. *World J Orthop*. 2015;6(8):629–635. <https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i8.629>.
54. Schicho A, Schmidt SA, Seeber K, Olivier A, Richter PH, Gebhard F. Pelvic X-ray misses out on detecting sacral fractures in the elderly—importance of CT imaging in blunt pelvic trauma. *Injury*. 2016;47(3):707–710. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.01.027>.
55. Schildhauer TA, Ledoux WR, Chapman JR, Henley MB, Tencer AF, Routt CJL. Triangular osteosynthesis and iliosacral screw fixation for unstable sacral fractures: a cadaveric and biomechanical evaluation under cyclic loads. *J Orthop Trauma*. 2003;17(1):22–31. <https://doi.org/10.1097/00005131-200301000-00004>.
56. Schmidek HH, Smith DA, Kristiansen TK. Sacral fractures. *Neurosurgery*. 1984;15(5):735–746. <https://doi.org/10.1227/00006123-198411000-00021>.
57. Sembler Soles GL, Lien J, Tornetta P. Nonoperative immediate weightbearing of minimally displaced lateral compression sacral fractures does not result in displacement. *J Orthop Trauma*. 2012;26(10):2610–2567. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e318251217b>.
58. Shah DS, Bates T, Fowler J, Osborn P, Jorgensen AY. Minimally invasive lumbopelvic fixation for unstable U-type sacral fractures. *Cureus*. 2019;11(9):e5621. <https://doi.org/10.7759/cureus.5621>.
59. Strange-Vognsen HH, Lebech A. An unusual type of fracture in the upper sacrum. *J Orthop Trauma*. 1991;5(2):200–203.
60. Tornetta P, Lowe JA, Agel J. Does operative intervention provide early pain relief for patients with unilateral sacral fractures and minimal or no displacement? *J Orthop Trauma*. 2019;33(12):614–618. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001578>.
61. Tsiridis E, Upadhyay N, Giannoudis PV. Sacral insufficiency fractures: current concepts of management. *Osteoporosis Int*. 2006;17(12):1716–1725. <https://doi.org/10.1007/s00198-006-0175-1>.
62. Uçar D, Uçar BY, Coşar Y, et al. Retrospective cohort study of the prevalence of lumbosacral transitional vertebra in a wide and well-represented population. *Arthritis*. 2013;2013:461425. <https://doi.org/10.1155/2013/461425>.
63. Vaccaro AR, Kim DH, Brodke DS, et al. Diagnosis and management of sacral spine fractures. *Instr Course Lect*. 2004;53:375–385.
64. Vallier HA, Lowe JA, Agel J, et al. Surgery for unilateral sacral fractures: are the indications clear? *J Orthop Trauma*. 2019;33(12):619–625. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001587>.
65. Wagner D, Kamer L, Sawaguchi T, Richards RG, Noser H, Rommens PM. Sacral bone mass distribution assessed by averaged three-dimensional CT models. *J Bone and Joint Surg Am*. 2016;98(7):584–590. <https://doi.org/10.2106/JBJS.15.00726>.
66. Weber M, Hasler P, Gerber H. Insufficiency fractures of the sacrum: twenty cases and review of the literature. *Spine*. 1993;18(16):2507–2512. <https://doi.org/10.1097/00007632-199312000-00021>.
67. Wilde GE, Miller TT, Schneider R, Girardi FP. Sacral fractures after lumbosacral fusion: a characteristic fracture pattern. *Am J Roentgenol*. 2011;197(1):184–188. <https://doi.org/10.2214/AJR.10.5902>.
68. Williams SK, Quinnan SM. Percutaneous lumbopelvic fixation for reduction and stabilization of sacral fractures with spinopelvic dissociation patterns. *J Orthop Trauma*. 2016;30(9):e318–e324. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000559>.
69. Zelle BA, Gruen GS, Hunt T, Speth SR. Sacral fractures with neurological injury: is early decompression beneficial? *Int Orthopaed*. 2004;28(4):244–251. <https://doi.org/10.1007/s00264-004-0557-y>.

# 肩关节置换术后谵妄发病率和围手术期药理学可干预危险因素：一项全国性回顾性队列研究

## The Burden of Postoperative Delirium After Shoulder Arthroplasty and Modifiable Pharmacological Perioperative Risk Factors: A Retrospective Nationwide Cohort Study

Sara N. Kiani, MPH<sup>1,2</sup> , Samuel Z. Maron, MA<sup>1,2</sup>, Manasa G. Rao, BS<sup>1,2</sup>, Nicole Zubizarreta, MPH<sup>3</sup>, Madhu Mazumdar, PhD<sup>3</sup>, Leesa M. Galatz, MD<sup>2</sup>, Jashvant Poeran, MD, PhD<sup>3</sup>, and Paul J. Cagle, MD<sup>2</sup>

HSS Journal®: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery 2023;19(1):13-21

### 摘要

背景：随着肩关节置换术需求的增加和人口老龄化，高龄相关并发症（如术后谵妄）的发生率可能会增加，但肩关节置换术后人群中谵妄发生率尚不清楚。目的：本研究尝试回答以下问题：（1）肩关节置换术后谵妄的流行病学？（2）肩关节置换术后谵妄可干预的危险因素有哪些？（3）70岁以下和70岁以上患者的危险因素是否存在差异？方法：本研究为一项全国性的回顾性队列研究，从Premier Healthcare数据库中提取了2006–2016年间住院的全肩关节置换术和反式肩关节置换术的数据。主要结果包括术后谵妄；选择的可干预危险因素包括围手术期阿片类药物用量（高、中、低），周围神经阻滞的使用，以及围手术期处方药的使用。使用混合效应模型评估危险因素和术后谵妄之间的关系，并报告比值比和置信区间。70岁是该队列的中位年龄，也是观察到谵妄发生率增加的年龄，因此以70岁作为截断值。结果：本研究共纳入92,429例全肩关节置换术和反式肩关节置换术（年龄范围：14–89岁），谵妄率整体发生率为3.1%（n=2909）。50–70岁的患者术后谵妄患病率较低，而70岁及以上患者患病率较高，88岁以上患者谵妄患病率高达8%。调整相关协变量后，使用长效苯二氮卓类药物和联合使用短效长效苯二氮卓类药物（与没有使用苯二氮卓类药物相比）与术后谵妄的发生率增加有关。使用皮质类固醇与术后谵妄发生率降低有关。结论：本项回顾性队列研究表明，使用苯二氮卓类药物和高龄患者与肩关节置换术后谵妄显著相关。苯二氮卓类药物与谵妄之间的关系在70岁以上的人群中尤为显著。考虑到苯二氮卓类药物在老年人中已知的不良反应，本研究还发现这些药物在该手术人群中的使用量高于预期，建议进一步研究。

### 关键词

肩关节置换术；谵妄；术后谵妄；老年人；苯二氮卓类药物

Shoulder arthroplasty, Delirium, Postoperative delirium, Elderly, Benzodiazepines

<sup>1</sup>Department of Medical Education, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York, NY, USA

<sup>2</sup>Leni and Peter W. May Department of Orthopaedic Surgery, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York, NY, USA

<sup>3</sup>Institute for Healthcare Delivery Science, Department of Population Health Science and Policy, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York, NY, USA

### Corresponding Author:

Sara N. Kiani, MPH, Leni and Peter W. May Department of Orthopaedic Surgery, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, One Gustave L Levy Place, New York, NY 10029-6574, USA.  
Email: sara.kiani@icahn.mssm.edu

# 手部损伤的超声评估： 诊断的准确性和病理学回顾

## Sonographic Assessment of Hand Injuries: Diagnostic Accuracy and Review of Pathology

O. Kenechi Nwawka, MD<sup>1,2</sup> , Ravi Desai, MD<sup>3</sup>, Lydia M. Ko, MPH<sup>1</sup>,  
Colin Chun Wai Chong, MD<sup>4,5,6</sup> , Jeffrey M. Jacobson, MD<sup>7</sup>, and Yoshimi Endo, MD<sup>1,2</sup>

HSS Journal®: *The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery* 2023;19(1):22-31

### 摘要

**背景：**软组织磁共振成像 (MRI) 对比度高，可用于评估手部损伤，其局限性包括成本高、伪影和患者幽闭恐惧症。超声波检查更容易开展，快速、无创且无辐射，但它在评估手部软组织损伤和病理改变的作用却鲜为人知。**目的：**本研究旨在单中心评估超声评估手部损伤的准确性。**方法：**使用关键字“手”和“损伤”查询了 2014 年至 2020 年在某第三方医疗机构的超声病例信息系统。根据超声检测到损伤类型发现的病例进行回顾性图表分析。为了评估超声在手部损伤和病理改变的诊断准确性，本研究记录了成像后的临床诊断和手术结果。**结果：**本研究纳入 154 名接受超声检查的手部受伤患者，确认其手术诊断和 / 或可靠的临床随访。肌腱损伤是超声最常诊断的疾病 (70/154)；其他诊断包括残留异物 (31 例)、肿块 (21 例)、韧带损伤 (9 例)、肌腱滑车损伤 (8 例)、神经损伤 (11 例) 和创伤性关节炎 (4 例)。根据手术和 / 或临床随访，超声正确诊断了 150/154 例 (97.4%) 的手部损伤。超声未能诊断的病例包括部分肌腱撕裂 3 例，指神经损伤 1 例。**结论：**本次单中心回顾研究发现超声可以准确检测手部软组织损伤和病理改变，检查结果与手术和临床发现一致性很高。本结论仍需要进一步研究。

### 关键词

手部损伤；超声波；诊断方式；肌腱；韧带；异物  
Hand injury, Ultrasound, Diagnostic modalities,  
Tendon, ligament, Foreign body

<sup>1</sup> Department of Radiology and Imaging, Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA

<sup>2</sup> Weill Cornell Medicine, New York, NY, USA

<sup>3</sup> Lehigh Valley Health Network, Allentown, PA, USA

<sup>4</sup> School of Medicine, University of Wollongong, Wollongong, NSW, Australia

<sup>5</sup> Department of Radiology, Macquarie University Hospital, NSW, Australia

<sup>6</sup> Department of Radiology, Royal Brisbane and Women's Hospital, Herston, QLD, Australia

<sup>7</sup> Hand and Plastic Surgery Private Practice, Hawthorne, NY, USA

### Corresponding Author:

O. Kenechi Nwawka, MD, Department of Radiology and Imaging, Hospital for Special Surgery, 535 East 70th Street, 3rd Floor, New York, NY 10021, USA.  
Email: nwawkao@hss.edu

# 直径相似的 5 股和 4 股腓绳肌自体移植物在前交叉韧带重建中的临床结果没有差异：一项回顾性队列研究

## No Difference Could Be Detected in Clinical Outcomes of 5-Strand and Quadruple Hamstring Autografts of Similar Diameter in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Retrospective Cohort Study

Anthony J. Ignozzi, BS<sup>1</sup>, Thomas E. Moran, MD<sup>1</sup> ,  
and Brian C. Werner, MD<sup>1</sup>

HSS Journal®: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery 2023;19(1):62-68

### 摘要

背景：很少有研究探讨 5 股自体移植物前交叉韧带重建术 (ACL-R) 的临床结果。目的：本研究旨在比较移植物直径相近的 5 股 (5HS) 和 4 股 (4HS) 自体肌腱移植在前交叉韧带重建术后的临床结果，评估自体移植物股数对临床结果的潜在影响。方法：本研究纳入 2013-2018 年在同一学术机构行前交叉韧带重建术并接受 4HS 或 5HS 自体移植的患者。排除标准：随访时间少于两年，同时进行其它韧带重建。术后随访（至少 2 年）评估交叉韧带翻修率和磁共振“独眼征”发生率。术后 6 个月客观评定患者重返运动能力。结果：4HS(n=51) 和 5HS(n=23) 自体移植物的平均直径分别为 (8.3±0.7)mm 和 (8.4±0.7)mm。4HS 组和 5HS 组的平均随访时间分别为 3.0±1.5 年和 3.3±1.3 年。4HS 组和 5HS 组的交叉韧带翻修率分别为 15.7%(8/51) 和 8.7%(2/23)。4HS 和 5HS 患者中磁共振“独眼征”发生率分别为 5.9% 和 13.0%。在回归运动能力的客观评价上，两组之间没有统计学显著差异。结论：本项回顾性队列研究发现，直径相似的 4HS 和 5HS 自体前交叉韧带重建患者在交叉韧带翻修率、磁共振“独眼征”发生率以及恢复运动能力的客观指标方面没有差异。需要更大样本的对照研究。

### 关键词

前交叉韧带；重建手术；自体移植

Anterior cruciate ligament, Reconstructive surgical procedures, Autografts

<sup>1</sup>Department of Orthopaedic Surgery, University of Virginia Medical Center, Charlottesville, VA, USA

### Corresponding Author:

Brian C. Werner, MD, Department of Orthopaedic Surgery, University of Virginia Medical Center, 515 Ray C. Hunt Drive, Suite 1100  
Charlottesville, VA 22903, USA.  
Email: bcw4x@virginia.edu

# 骨关节炎和炎性关节炎与人工关节感染的临床和组织学差异

## Clinical and Histological Features of Prosthetic Joint Infections May Differ in Patients With Inflammatory Arthritis and Osteoarthritis

Peter Sculco, MD<sup>1</sup>, Milan Kapadia, BS<sup>2</sup>, Carine J. Moezinia, MD<sup>1</sup>,  
Insa Mannstadt, BS<sup>1</sup>, Andy O. Miller, MD<sup>2</sup>, Laura Donlin, PhD<sup>2</sup>,  
Michael Henry, MD<sup>2</sup>, Linda Russell, MD<sup>2</sup>, Mark Figgie, MD<sup>2</sup>, Allina Nocon, PhD<sup>2</sup>,  
Tania Pannellini, MD<sup>1</sup>, and Susan M. Goodman, MD<sup>1</sup>

*HSS Journal®: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery 2023;19(2):146-153*

### 摘要

背景：炎性关节炎患者关节假体感染 (PJI) 的风险增加，但这些患者的诊断可能具有挑战性，因为炎性关节炎活动期炎症标志物升高，与 PJI 相似。目的：本研究试图确定在炎性关节炎患者接受全髋关节置换 (THA) 或全膝关节置换 (TKA) 发生假体感染后培养阳性和培养阴性组的临床特征、微生物学和组织病理学特征。本研究还试图获得初步数据，探讨炎性关节炎患者诊断 PJI 的最佳方法。方法：本研究从医院纵向维护感染数据库中提取数据，纳入 2009 年至 2018 年在同一家三级医疗骨科机构接受 PJI 治疗的 TKA 和 THA 患者，回顾分析骨性关节炎和炎性病 PJI 病例的 HE 染色病理切片，按年龄、性别和培养状况分别匹配 3:1。临床特征评估采用 Fisher 精确检验、卡方检验、t 检验和 Mann-Whitney U 检验。结果：本研究共纳入 PJI 确诊患者 807 例 (炎性关节炎 36 例，骨性关节炎 771 例)。与骨性关节炎组相比，炎性关节炎组更年轻，Charlson 共病指数更高，更频繁地使用糖皮质激素，更有可能是女性，并且培养阴性比例更高。在接受组织病理学检查的 88 例炎性关节炎患者中，培养阳性的 PJI 患者每高倍视野中多形核白细胞 >10 个 (符合肌肉骨骼感染协会的标准) 的比例高于培养阴性的 PJI 患者，但慢性炎症表现更少。结论：本项回顾性预后研究表明，炎性关节炎患者中培养阴性的 PJI 可能比骨性关节炎患者更常见。在培养阴性病例中，慢性感染、抗生素使用或误诊可能是导致 PJI 诊断不明确的因素。本项初步工作还需进一步研究，以评估炎性关节炎患者中培养阴性和培养阳性 PJI 组别中临床特征的差异，以及生物学诊断标记物的区分能力。

### 关键词

炎性关节炎；人工关节周围感染；全髋关节置换术；  
全膝关节置换术；培养阴性；组织病理学

Inflammatory arthritis, Periprosthetic joint  
infection, Total hip arthroplasty, Total knee  
arthroplasty, Culture-negative, Histopathology

<sup>1</sup>Department of Medicine, Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA

<sup>2</sup>Complex Joint Reconstruction Center, Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA

### Corresponding Author:

Susan M. Goodman, MD, Department of Medicine, Hospital for Special Surgery, 535 East 70th Street, New York, NY 10021, USA.

Email: goodmans@hss.edu

# 高度注意力评分与引用率相关， 可能反映关节成形术文献中的学术影响力

## The Altmetric Attention Score Is Associated With Citation Rates and May Reflect Academic Impact in the Total Joint Arthroplasty Literature

Kyle N. Kunze, MD<sup>1</sup>, Amar S. Vadhera, BS<sup>2</sup> , Evan M. Polce, BS<sup>2</sup>,  
Carlos A. Higuera, MD<sup>3</sup>, Ahmed Siddiqi, MD<sup>4</sup> , Jorge Chahla, MD, PhD<sup>2</sup>,  
and Nicolas S. Piuze, MD<sup>5</sup>

*HSS Journal*®: *The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery* 2023;19(1):37-43

### 摘要

背景：鉴于人们对社交媒体推广骨科文献的兴趣和潜在用途越来越大，有必要更好地理解 Altmetrics 评分目的：我们试图确定 Altmetrics 关注评分（AAS）与骨科期刊上发表的全关节置换术（TJA）文献引用次数之间的关系。我们还试图确定这些文章在社交媒体上受到更多关注的预测因素。方法：提取 2016 年发表在《骨与关节杂志》（BJJ）、《骨与关节外科杂志》（JBJS）、《临床骨科及相关研究》（CORR）、《关节成形术杂志》、《膝关节外科杂志》、国际髋关节协会和《骨科杂志》上的关于 TJA 的文章（n=498）。使用 Bonferroni 校正的单向方差分析比较 AAS 和期刊引文。使用多变量回归确定社交媒体关注度和引用次数的预测因素。结果：平均 AAS 和引用次数分别为 7.5（范围：0-289）和 16.7（范围：0-156）。根据 AAS 期刊和引用次数，观察到显著的组间效应。JBJS 上发表文章是更高引用次数的最强预测因素。BJJ 上发表文章是 AAS 升高的唯一独立预测因素，而在 JBJS 或 CORR 上发表文章则趋向于统计学显著性。较高的 AAS 是较高引用次数的重要预测因素。引用次数和研究参考文献数量是推特和脸书上社交媒体关注度增加的积极预测因素。结论：在 2016 年发表在 7 种期刊上关于 TJA 的文章中，较高的 AAS 与较高的引用次数有关。研究发现，各种文献计量学特征与更大的社交媒体关注度显著相关；最常见的影响是引用次数和参考文献数量。骨科研究人员在考虑如何评估其工作的影响时可以使用这些信息。

### 关键词

Altmetrics 评分；引文；文献计量学；髋关节；膝关节置换术；社交媒体

Altmetrics, Citations, Bibliometrics, Hip, Knee, Arthroplasty, Social media

<sup>1</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA

<sup>2</sup>Midwest Orthopaedics at Rush, Chicago, IL, USA

<sup>3</sup>Levitetz Department of Orthopaedic Surgery, Cleveland Clinic Florida, Weston, FL, USA

<sup>4</sup>Orthopaedic Institute of Central Jersey, Manasquan, NJ, USA

<sup>5</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Cleveland Clinic, Cleveland, OH, USA

### Corresponding Author:

Amar S. Vadhera, BS, Midwest Orthopedics at Rush, 1611 West Harrison Street, Chicago, IL 60661, USA.  
Email: amarvadhera@gmail.com

# 骨科文献的大型数据库研究进展

## Impact of Large Database Studies on Orthopedic Surgery Literature: Are We Advancing the Field?

Haley N. Tornberg, BS<sup>1</sup>, Jordan S. Cohen, MD<sup>2</sup> , Alex Gu, MD<sup>3</sup>,  
Chapman Wei, MD<sup>3</sup>, Ryan Mortman, BS<sup>3</sup>, Peter K. Sculco, MD<sup>4</sup>,  
Savyasachi C. Thakkar, MD<sup>5</sup>, and Joshua C. Campbell, MD<sup>3</sup>

*HSS Journal*®: *The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery* 2023;19(2):198-204

### 摘要

**背景：**数据库研究在文献中越来越普遍，但人们对其价值仍感到担忧。此外，数据库研究适合回答的问题是有限的问题。问题 / 目的：本研究试图确定每个亚专业中数据库研究在骨科文献中的使用率。此外，我们希望确定引文和 Altmetric 注意评分 (AAS) 是否因研究类型而异 (使用内部或外部数据库的研究和不使用数据库的研究)，从而评估数据库研究对文献的影响。方法：本研究在 PubMed 上搜索 2018 年发表在有影响力的骨科杂志上的文章。所有文章都可以在 Altmetric explorer 门户数据库中发现。期刊影响因子决定其影响力。本研究获得研究设计、子专业、引用次数和 AAS 等数据。我们在研究类型、人口统计学变量和引用计数或 AAS 的结果之间进行了单变量分析。进行多变量分析，以确定主要结果的独立预测因素。本研究采用分组分析，以区分外部和内部数据库研究与非数据库研究的影响。结果：共有 2684 篇文章符合入选条件。其中 366 项研究 (13.6%) 为数据库研究。髌关节和膝关节的文章在数据库研究中发生率最高。与非数据库研究相比，数据库研究的引文显著更多 (5.9 vs 4.0)，AAS 显著更高 (12.8 vs 11.3)。与内部数据库研究相比，外部数据库研究的引文显著更多 (6.7 比 4.8)，AAS 显著更高 (14.0 比 10.7)。内部数据库研究的传统引文计数较高，但 AAS 与非数据库研究相似。结论：与非数据库研究相比，2018 年知名骨科期刊发表的数据库研究被引用的次数更多，但 AAS 相似。该结论仍需要进一步研究。

### 关键词

数据库；文献计量分析；影响因子；骨科；内部数据库；外部数据库

Database, Bibliometric analysis, Impact factor, Orthopedics, Internal database, External database

<sup>1</sup>Cooper Medical School of Rowan University, Camden, NJ, USA

<sup>2</sup>Department of Orthopaedic Surgery, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA

<sup>3</sup>Department of Orthopaedic Surgery, George Washington School of Medicine & Health Sciences, Washington, DC, USA

<sup>4</sup>Adult Reconstruction & Joint Replacement, Hospital for Special Surgery, New York, NY, USA

<sup>5</sup>Johns Hopkins Department of Orthopaedic Surgery, Adult Reconstruction Division, Columbia, MD, USA

### Corresponding Author:

Alex Gu, MD, Department of Orthopaedic Surgery, George Washington School of Medicine & Health Sciences, 2300 M Street Northwest, Washington, DC 20037, USA.

Email: [algu@gwu.edu](mailto:algu@gwu.edu)

## 简介 About UFH

### 关于和睦家医疗

和睦家医疗秉承现代医院管理理念，致力于为来自不同国家和地区的患者提供个性化的，高质量的，以病人为中心的医疗服务。经过多年的发展，和睦家医疗在北京、上海、广州、深圳、天津、青岛、博鳌等地设有医院和诊所，为民众提供个性化的医疗服务。和睦家医疗坚持不懈地追求符合甚至超越高标准的服务和质量，连续六次高分通过了 JCI 认证。

和睦家医疗建立了提供覆盖全生命周期的医疗服务体系，包括预防保健、诊断、治疗以及康复。这样一个完备的系统，结合严谨的循证医疗实践，先进的管理经验，以及技术和设备上的不断投入，和睦家为病人带来了卓越的效果，为行业同仁设定了医疗服务的高标准。

### 医疗使命

秉承国际标准 追求卓越医疗 表达温馨呵护  
处处以人为本 睦邻社区家庭 自强健行致远

### 企业愿景

卓越医疗 领航亚洲

### 和睦家医疗核心价值观：I CARE

和睦家医疗成员始终做到：

**I** 持续创新    **C** 用心关爱    **A** 值得信赖    **R** 相互尊重    **E** 追求卓越

## 国际医疗服务机构

- 秉承国际现代医院经营理念，致力于发展个性化的医疗模式，坚持质量为本、患者为中心的服务宗旨；
- 引进以基础医疗保健为核心的全科医疗模式，将家庭医生作为全家人的“健康管家”；
- 在中国成功实现国际医疗和管理模式的本土化，保持中外医疗技术和服务团队的融合。
- 和睦家医疗历经 26 年发展历程，现已提供全面的医疗服务，包括精细外科手术和介入治疗。我们不仅拥有世界级的医疗专家，还配置了最复杂、最先进的医疗设备及设施，比如达芬奇手术机器人、MAKO 骨科手术机器人、诺力刀放射治疗系统、介入治疗中心、杂交手术室等。因此我们不仅可以帮助患者保持健康状态，当他们有需要时，我们还能够提供肿瘤治疗、心血管、泌尿、骨科、神经外科手术和机器人手术。



和睦家医疗获得国际医疗卫生机构  
认证联合委员会(JCI)认证  
The UFH network has pioneered JCI quality  
accreditation in China

### 2005 北京和睦家医院首次通过国际医疗卫生机构认证联合委员会 (JCI) 认证。

Beijing United Family Hospital facilities are accredited for the first time by Joint Commission International (JCI).

### 2008 上海和睦家医院首次通过 JCI 认证，北京和睦家医院通过再认证。

Shanghai United Family Hospital facilities receive JCI accreditation for the first time. Beijing United Family Hospital is re-accredited.

### 2011 北京、上海（浦西）的和睦家医院及卫星诊所同时通过 JCI 认证。

Beijing and Shanghai (Puxi) United Family hospitals and satellite clinics, are all accredited by JCI.

### 2014 和睦家医疗旗下位于北京、上海浦西、天津的医院及诊所通过了 JCI 认证。

United Family Healthcare facilities in Beijing, Shanghai (Puxi), Tianjin received JCI re-accreditation.

### 2017 和睦家医疗旗下位于北京、上海浦西、天津的医院及诊所通过了 JCI 认证。

United Family Healthcare facilities in Beijing, Shanghai (Puxi), Tianjin received JCI re-accreditation.

### 2021 和睦家医疗旗下位于北京、上海浦西、天津、青岛、广州的医院及诊所通过了 JCI 认证或再认证。

United Family Healthcare facilities in Beijing, Shanghai (Puxi), Guangzhou, Tianjin, Qingdao received JCI accreditation or re-accreditation.



北京和睦家医院检验科及血库经美国病理学家学会认证  
The BJU Laboratory and Blood Bank have met the standards  
of the College of American Pathologists

# HOSPITAL

和睦家医院  
UFH Hospitals

北京和睦家医院  
Beijing United Family Hospital



1997

青岛和睦家医院  
Qingdao United Family Hospital



2015

天津和睦家医院  
Tianjin United Family Hospital



2011

上海和睦家医院 长宁院区  
Shanghai United Family Hospital  
(ChangNing)



2019

北京和睦家医院 东城院区  
Beijing United Family Hospital  
(DongCheng)



2022

深圳和睦家医院  
Shenzhen United Family Hospital



2004



上海和睦家医院  
Shanghai United Family Hospital

2013



北京和睦家康复医院  
Beijing United Family  
Rehabilitation Hospital

2018



上海和睦家医院 浦东院区  
Shanghai United Family Hospital  
(PuDong)



广州和睦家医院  
Guangzhou United Family Hospital

2021



北京和睦家北京妇女儿童医院  
United Family Women's & Children's  
Hospital

2023



上海和睦家医院 静安院区  
Shanghai United Family Hospital  
(JingAn)

# 全科医疗为中心，结合高水平专科医疗服务

## Primary Care Core Service with Advanced Specialty Support

全科医生为患者及其家庭提供预防保健、疾病诊断的全面健康管理。  
Family Medicine physicians provide preventative care, diagnosis, and overall health management for patients and their families.



HSS JOURNAL®

2023年6月第1卷第1期

