

髌膝关节置换患者骨质疏松管理专家共识 (2025年版)

胡越皓^{1#}, 翟赞京^{1#}, 柴伟², 杨佩³, 陈云苏⁴, 何川⁵, 张国强⁶, 张晓岗⁷,
朱晨⁸, 毛新展⁹, 谢杰¹⁰, 李凭跃¹¹, 吴浩波¹², 胡宁¹³, 冯尔宥¹⁴,
严孟宁¹, 毛远青¹, 常永云¹, 谢凯¹, 陈道堃¹, 张经纬¹, 顾洁梅¹⁵, 汪海娅¹⁶,
盛辉¹⁷, 蔡斌¹⁸, 朱振安¹, 曹力⁷, 周勇刚⁶, 王坤正^{3*}, 李慧武^{1*}

- (1. 上海交通大学医学院附属第九人民医院 骨科, 上海 200011; 2. 中国人民解放军第四医学中心 骨科, 北京 100048;
3. 西安交通大学第二附属医院 骨科, 西安 710004; 4. 上海交通大学医学院附属第六人民医院 骨科, 上海 200233;
5. 上海交通大学医学院附属瑞金医院 骨科, 上海 200025; 6. 中国人民解放军总医院 骨科, 北京 100853;
7. 新疆医科大学第一附属医院 骨科, 乌鲁木齐 830054; 8. 中国科学技术大学附属第一医院 骨科, 合肥 230022;
9. 中南大学湘雅二医院 骨科, 长沙 410011; 10. 浙江大学医学院附属第一医院 骨科, 杭州 310003;
11. 中国人民解放军南部战区总医院 骨科, 广州 510010; 12. 浙江大学医学院附属第二医院 骨科, 杭州 310009;
13. 重庆医科大学附属第一医院 骨科, 重庆 400016; 14. 福建医科大学附属协和医院 骨科, 福州 350001;
15. 上海交通大学医学院附属第六人民医院 骨质疏松和骨病专科, 上海 200233; 16. 上海交通大学医学院附属
第九人民医院 老年科, 上海 200011; 17. 同济大学附属第十人民医院 骨质疏松与肌少症科, 上海 200072;
18. 上海交通大学医学院附属第九人民医院 康复科, 上海 200011)

摘要:随着人口老龄化的加快,骨关节系统疾病尤其是髌膝关节疾病日益成为全球性健康问题。人工关节置换手术作为髌膝关节疾病进展至终末期的标准治疗方案,因其疗效明确,临床应用范围不断扩大,手术量持续攀升。与此同时,接受髌膝关节置换患者的骨质疏松症发生率居高不下,近2/3存在低骨量或者骨质疏松,而在手术时接受规范抗骨质疏松治疗者不足1/3。骨质疏松是导致关节置换术后假体周围骨丢失、假体无菌性松动、假体周围骨折及翻修风险增加的重要危险因素,显著影响患者预后及假体长期生存率。尽管骨质疏松症的临床治疗方案已较为成熟,但在髌膝关节置换患者这一特殊人群中,围手术期骨健康评估、干预时机及治疗策略尚未形成统一标准。为规范髌膝关节置换患者骨质疏松的诊断与围手术期及术后骨质量优化管理,由中华医学会骨科学分会关节外科学组组织国内相关领域专家,共同制定《髌膝关节置换患者骨质疏松管理专家共识(2025版)》。本共识围绕髌膝关节置换术前骨健康评估、围手术期及术后骨质疏松干预时机与方案、手术方式及假体选择、术中及术后骨质疏松相关并发症的预防、术后康复及骨密度监测等方面提出13条推荐意见,旨在构建髌膝关节置换骨质疏松患者的骨质疏松管理体系,降低假体相关并发症及翻修率,改善患者长期预后,为临床实践提供循证依据。

关键词:人工关节置换; 髌关节; 膝关节; 骨质疏松症; 骨量丢失; 骨健康评估; 骨骼优化; 临床诊疗; 专家共识
中图分类号: R 318.01 **文献标志码:** A

DOI: 10.16156/j.1004-7220.2025.06.002

收稿日期:2025-11-30; 修回日期:2025-12-08

基金项目:上海市东方英才拔尖计划(BJWS2024020),上海市教委人工智能跃升计划项目重点项目(JWAIZD-7)

通信作者:王坤正,教授,E-mail:wkzh1955@163.com;李慧武,教授,E-mail:huiwu1223@163.com

#为共同第一作者,*为共同通信作者

Expert Consensus on Osteoporosis Management in Patients Undergoing Hip or Knee Arthroplasty (2025 Edition)

HU Yuehao^{1#}, ZHAI Zanjing^{1#}, CHAI Wei², YANG Pei³, CHEN Yunsu⁴, HE Chuan⁵, ZHANG Guoqiang⁶, ZHANG Xiaogang⁷, ZHU Chen⁸, MAO Xinzhan⁹, XIE Jie¹⁰, LI Pingyue¹¹, WU Haobo¹², HU Ning¹³, FENG Eryou¹⁴, YAN Mengning¹, MAO Yuanqing¹, CHANG Yongyun¹, XIE Kai¹, CHEN Xiaokun¹, ZHANG Jingwei¹, GU Jiemei¹⁵, WANG Haiya¹⁶, SHENG Hui¹⁷, CAI Bin¹⁸, ZHU Zhenan¹, CAO Li⁷, ZHOU Yonggang⁶, WANG Kunzheng^{3*}, LI Huiwu^{1*}

(1. Department of Orthopaedics, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China; 2. Department of Orthopaedics, PLA General Hospital Fourth Medical Center, Beijing 100048, China; 3. Department of Orthopaedics, the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, China; 4. Department of Orthopaedics, Shanghai Sixth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200233, China; 5. Department of Orthopaedics, Ruijin Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China; 6. Department of Orthopaedics, Chinese People's Liberation Army General Hospital, Beijing 100853, China; 7. Department of Orthopaedics, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, China; 8. Department of Orthopaedics, the First Affiliated Hospital of USTC, Hefei 230022, China; 9. Department of Orthopaedics, the Second Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410011, China; 10. Department of Orthopaedics, the First Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, China; 11. Department of Orthopaedics, General Hospital of Southern Theater Command of PLA, Guangzhou 510010, China; 12. Department of Orthopaedics, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310009, China; 13. Department of Orthopaedics, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China; 14. Department of Orthopaedics, Fujian Medical University Union Hospital, Fuzhou 350001, China; 15. Department of Osteoporosis and Bone Diseases, Shanghai Sixth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200233, China; 16. Department of Geriatrics, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China; 17. Department of Osteoporosis and Sarcopenia, Shanghai Tenth People's Hospital, Tongji University School of Medicine, Shanghai 200072, China; 18. Department of Rehabilitation Medicine, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China)

Abstract: With the accelerating aging of the global population, diseases of the osteoarticular system, especially hip and knee disorders, have increasingly become a worldwide health concern. As the standard treatment for end-stage hip and knee diseases, total joint arthroplasty (TJA) has witnessed expanding clinical application and a steady surge in surgical volume due to its proven efficacy. However, the incidence of osteoporosis remains high among patients undergoing hip and knee arthroplasty—nearly two-thirds of these patients have low bone mass or osteoporosis, while the treatment rate for osteoporosis at the time of arthroplasty is less than one-third. Osteoporosis is a key factor contributing to periprosthetic bone loss, aseptic loosening of the prosthesis, periprosthetic fractures, and increased revision risk after joint replacement, which severely impacts patient prognosis and long-term prosthetic survival. Despite the availability of mature clinical treatment protocols for osteoporosis, unified standards have not yet been established for perioperative bone health assessment, timing of intervention, and treatment strategies in patients undergoing hip and knee arthroplasty. To standardize the diagnosis of osteoporosis and optimize perioperative and postoperative bone health management in this patient population, Joint Surgery Branch of the Chinese Orthopedic Association organized domestic experts in related fields to jointly formulate the Expert Consensus on Osteoporosis Management in Patients Undergoing Hip or Knee Arthroplasty (2025 Edition). This consensus puts forward 13 recommendations covering pre-operative bone

health assessment, timing and protocols of perioperative and postoperative osteoporosis intervention, surgical planning and prosthesis selection, prevention of osteoporosis-related complications during and after surgery, as well as postoperative rehabilitation and bone mineral density monitoring. The aim is to improve the bone optimization system for hip and knee arthroplasty in osteoporotic patients, reduce prosthesis-related complications and revision rates, improve long-term prognosis, and provide evidence-based guidance for clinical practice.

Key words: arthroplasty; hip; knee; osteoporosis; bone loss; bone health assessment; bone optimization; clinical diagnosis and treatment; expert consensus

近年来,随着人口老龄化进程的加速,骨质疏松症及髋膝关节退行性病变为代表的骨关节系统疾病的发病率持续攀升,严重影响中老年人的生活质量与功能独立性^[1]。流行病学数据显示,我国50岁及以上人群骨质疏松患病率约为19.2%,其中女性患病率更是高达32.1%;同时40岁以上人群骨关节炎的总体患病率也达到46.3%^[2-3]。作为终末期髋膝关节疾病的标准治疗方案,人工髋膝关节置换术凭借其确切的疗效,以及在恢复关节功能、缓解疼痛方面的显著优势,手术量呈逐年增长趋势。数据显示,2019年我国此类手术量已突破95万例,预计至2025年将增至330万例^[4-5]。

然而,在接受髋膝关节置换术的人群中,骨质疏松症及低骨量问题尤为严峻。临床数据显示,在拟行此类手术的患者中,骨密度降低的检出率接近2/3,其中骨量减少者占38.5%,骨质疏松患者占24.8%。值得注意的是,即便在已确诊骨质疏松的患者中,仅有32.8%在围术期接受了规范的抗骨松治疗^[6]。现有循证医学证据表明,骨质疏松引起的骨量减少、骨微结构破坏,不仅会增加术中假体周围骨折、假体初始稳定性不足的风险,更会加速术后假体周围骨丢失,造成无菌性松动,进而增加远期翻修率,严重制约了假体的长期生存率及患者的临床预后^[7-11]。但临床上针对髋膝置换围手术期骨质疏松的干预现状仍不容乐观。近期一项临床调查显示,仅4%的骨科医生会在髋膝关节置换术前常规开展骨密度筛查,这表明该类手术患者的骨质疏松筛查工作存在严重不足,尚未形成规范化的临床诊疗管理流程^[12]。

尽管骨质疏松症的临床治疗已形成相对成熟的诊疗体系,但针对髋膝关节置换患者这一特殊人群,围手术期骨健康评估标准、抗骨质疏松干预时机选择、个性化治疗方案的制定及多学科协作模式

的建立等关键问题,国内尚未形成统一的临床共识。临床实践中,仍存在术前骨质疏松筛查流程不规范、术后抗骨质疏松治疗覆盖率低、假体选择与手术策略缺乏个性化考量等诸多弊端,导致假体相关并发症发生率居高不下^[13-15]。

近年来,国内外循证医学证据的持续涌现,为髋膝关节置换患者的骨质疏松管理提供了坚实的理论依据与实践方向。为进一步规范临床诊疗行为,优化髋膝关节置换患者围手术期及术后骨健康管理流程,降低骨质疏松相关并发症率,改善患者长期预后,中华医学会骨科学分会关节外科学组牵头,组织国内骨科、内分泌科、老年医学科、康复科等多领域专家,结合中国临床实践特点与医疗资源现状,秉承科学性、先进性和实用性原则,采取改良德尔菲法,共同制定《髋膝关节置换患者骨质疏松管理专家共识(2025版)》(以下简称“本共识”),旨在完善髋膝关节置换患者骨质疏松临床管理体系,全面提升患者整体预后。本共识已在国际实践指南注册与透明化平台注册并上传计划书(PREPARE-2025CN1575)。

1 方法学

1.1 共识制定过程

本共识由中华医学会骨科学分会关节外科学组委托上海交通大学医学院附属第九人民医院发起。启动时间为2025年1月1日,定稿时间为2025年11月30日。本共识由起草小组组长牵头,编制专家组初步名单,以中华医学会骨科学分会关节外科学组为主体,还包括了骨质疏松科、老年科、内分泌科、康复科以及具备循证医学背景的专家。在确保专家组成员的专业性和代表性的基础上,起草小组发出正式邀请信,确定参与本共识制订的专家成员名单。最终参与共识的专家共有27名,其中23名为资

深的骨与关节外科临床医生,3名为骨质疏松科、老年科、内分泌科医生,1名为专职康复医学医师。

本共识的制订严格遵循改良德尔菲法,确保共识的科学性、权威性及临床适用性。共识起草小组首先将相关文献资料及初步分析结果汇总成48个条目呈现给专家,启动纳入条目筛选工作。经过对条目重要性进行表决,以超过75%的专家认为该条目具备相关重要性为标准,最终获得13项重要推荐条目。随后通过3次线上会议和2次线下会议对上述推荐条目进行审核及修订,就推荐条目涵盖内容和表达方式提出意见并修正。最终对“专家共识草案第五稿”进行举手表决,并现场计票。专家可投赞同票、弃权票与反对票。当赞同率 $\geq 80\%$,则认为草案条款通过,并依据达成的赞同率将共识度分3个等级:高度共识(95%~100%)、普遍共识(90%~95%)、基本共识(80%~90%),最终形成共识草案终稿,共计形成13项意见,其中高度共识6项,普遍共识4项,基本共识3项。

本共识应用对象涵盖骨科、骨质疏松科、老年科及内分泌科的医护人员,同时也适用于卫生保健机构的训练师、康复师和治疗师等。本共识的适用对象为拟行髌膝关节置换手术的中老年人群,及拟行髌膝关节置换手术合并骨质疏松危险因素的其他人群。

1.2 文献检索策略

共识起草组专家针对最终纳入的临床问题,按照循证医学文献检索格式的“人群、干预、对照和结局”(population, intervention, comparison and outcome, PICO)原则对其进行解构。①检索数据库包括:中国生物医学文献数据库(CBM)和万方数据知识服务平台、PubMed、Cochrane Library。②检索研究类型包括:髌膝人工关节置换与骨质疏松症相关的原创性研究、系统性综述、荟萃分析及已发表的临床指南或专家共识等。③检索时间为建库至2025年1月31日,并于2025年6月对近半年的文献进行补充。④文献检索的关键词:中文检索词为“膝关节置换”“髌关节置换”“骨质疏松”“手术与治疗”,英文检索词为“Knee Arthroplasty or Knee Replacement”“Hip Arthroplasty or Hip Replacement”“Osteoporosis”“Surgery and Treatment”。最终引用相关文献109篇,其中英文102篇,中文7篇。

1.3 文献证据等级及推荐强度

本共识的文献证据水平及推荐意见分级,使用推荐意见分级的评估、制定及评价(grading of recommendations, assessment, development and evaluation, GRADE)方法(见表1、表2)^[16]。

表1 本共识中涉及的推荐强度分级与定义

Tab. 1 Grading and definitions of recommendation strengths involved in this consensus

推荐强度分级	定义
强推荐	明确显示干预措施利大于弊
弱推荐	利弊不确定或干预措施可能利大于弊

表2 本共识中涉及的证据质量分级与定义

Tab. 2 Grading and definitions of evidence quality involved in this consensus

证据质量分级	定义
高(A)	高质量荟萃分析或随机对照研究
中(B)	一般质量的荟萃分析、随机对照研究、大型回顾性研究
低(C)	一般质量的回顾性研究、专家观点、病例报告

2 共识内容

2.1 临床问题1: 哪些行髌膝关节置换的患者需常规行骨质疏松筛查?

推荐意见:对于拟行髌膝关节置换术且合并骨质疏松高危因素(如高龄、低BMI、脆性骨折史或相关药物使用史等)的患者,建议术前常规进行骨质疏松筛查,据此优化临床诊疗决策。

推荐强度:强;证据等级:中;共识度:96.3%。

低骨量与骨质疏松会显著降低髌膝关节置换术后假体的初期稳定性,削弱骨床对假体的固持能力,这不仅增加了术中及术后早期假体周围骨折等并发症的风险,更会阻碍假体的远期骨整合,最终影响患者的功能恢复与植入物的长期生存率^[17-18]。鉴于上述风险,对拟行髌膝关节置换且具备骨质疏松高危因素的患者,开展术前常规筛查具有重要的临床意义。筛查结果会直接指导术中固定方式的选择、术后负重与康复计划的制定,并推动围手术期抗骨质疏松治疗的及时启动与规范化长期管理。

骨质疏松高危人群及危险因素的界定具有明确的临床、流行病学及影像学依据^[17]。包括:①**年龄与性别:**高龄导致的骨转换失衡与绝经后雌激素急剧下降是主要诱因。因此,所有65岁及以上女

性、70岁及以上男性,以及较年轻的绝经后女性或60~69岁男性若合并其他危险因素,均应接受筛查^[19-20]。② **脆性骨折史**:既往成人期脆性骨折史是骨骼强度严重受损的可靠指标,此类患者需进行筛查以规避术中及术后骨折风险^[19]。③ **药物影响**:长期使用糖皮质激素类药物(如泼尼松当量 ≥ 2.5 mg/日且持续3个月以上)会显著且快速地增加骨折风险,需纳入系统评估^[21]。④ **肿瘤内分泌治疗**:芳香化酶抑制剂与雄激素剥夺治疗会加速骨丢失,患者在接受治疗前后均应进行骨健康评估与保护^[22-23]。⑤ **相关合并疾病**:类风湿关节炎、慢性肾脏病、甲状腺功能亢进、2型糖尿病等疾病可直接或间接导致骨代谢异常,增加骨折风险,合并此类疾病者需纳入筛查流程^[24-27]。⑥ **生活方式与体质因素**:低BMI与营养不良限制了骨基质的有效合成,而吸烟与重度饮酒则会通过抑制成骨、干扰钙稳态等多途径增加骨折风险,同属重要危险因素^[28-30]。⑦ **术前影像学提示异常**:对于部分接受髌、膝关节置换患者术前X线检测提示异常,如Dorr C型股骨形态等,往往预示股骨近端髓腔增宽,内侧及后侧皮质大量丢失或股骨远端髁间窝极浅或消失,提示患者存在骨质疏松或骨缺损^[31]。

基于上述证据,常规开展针对骨质疏松高危人群的髌膝关节置换术前筛查,有助于实现疾病的精准评估、风险的科学分层,并制定个性化的围术期管理方案。此举可有效降低早期假体周围骨折及其他相关并发症,进而提升患者功能恢复水平及长期预后。

2.2 临床问题 2: 髌膝关节置换术前骨质疏松筛查,应包含哪些检查?

推荐意见:建议对拟行髌膝关节置换术的骨质疏松高风险患者进行常规筛查,筛查项目首选双能X线吸收法进行骨密度检测,并结合必要的实验室指标检测(如25-羟维生素D水平、骨转化标志物等)和骨折风险评估工具进行综合评估。

推荐强度:强;**证据等级**:中;**共识度**:96.3%。

在接受髌膝关节置换术的患者中,合并骨质疏松的情况十分普遍,但这一问题却常常未被充分识别和有效干预。一项系统综述显示,约24.8%的关节置换患者存在骨质疏松,38.5%存在骨量低下,而仅有约1/3的患者在围手术期接受了规范的抗骨

质疏松治疗^[6]。进一步研究数据揭示,尽管约1/4的患者符合药物治疗指征,但围手术期实际治疗率低至5%,这提示术前筛查与干预的缺失可能会增加假体周围骨折等并发症的风险^[32]。国际权威的多学科专家共识也明确提出:“所有拟行关节置换术的患者都应接受骨健康评估(Bone Health Assessment)”,积极筛查骨量丢失相关因素并准确诊断骨质疏松,从而保证及时干预^[14,33]。

在筛查方法上,双能X线吸收法(dual energy X-ray absorptiometry, DXA)是诊断骨质疏松的金标准,应作为术前评估的首选。通常建议测量腰椎和髌部,必要时可补充桡骨远端1/3部位,以全面评估患者的骨量状况。DXA结果不仅可明确是否存在骨质疏松或骨量降低,也为术前是否需要干预提供了关键依据^[34]。对于未常规进行DXA检查的患者,可采用骨折风险预测工具(fracture risk assessment tool, FRAX)评估其10年内主要骨质疏松性骨折概率,作为是否需进一步行骨密度测定的参考。简便筛查模型(如女性 ≥ 65 岁、男性 ≥ 70 岁,或50岁以上有低能量骨折史,或FRAX评估风险超过特定阈值)在关节外科患者中具有超过95%的敏感度,能有效识别需接受DXA检查的高风险人群^[14]。

实验室检查方面,建议测定25-羟维生素D水平,以评估维生素D营养状态。维生素D缺乏在老年人群中极为常见,严重缺乏会直接影响骨矿化、损害肌肉功能,从而加剧骨质疏松并增加跌倒风险。因此,术前应积极筛查并纠正维生素D缺乏(通常建议将血25-羟维生素D补充至 ≥ 30 ng/mL),以优化骨骼与肌肉功能。骨转化生化标志物(bone turnover markers, BTMs)作为反映体内骨代谢动态转化的核心指标,其在体液中的变化水平较骨密度检测更具时效性,能够早期、敏感地捕捉全身骨骼骨吸收与骨形成的失衡状态。在术前常规开展BTMs的检测可为骨质疏松症的早期筛查、骨量减少程度评估及骨折风险预测提供客观依据,助力优化手术方案^[35]。临床上常用的骨转换标志物,包括骨形成标志物(骨特异性碱性磷酸酶BALP、I型前胶原N末端前肽PINP、骨钙素OC等)及骨吸收标志物(I型胶原C末端肽CTX、I型胶原氨基末端肽NTX等)^[36-37]。此外,可根据临床

实际需要进一步完善血钙、血磷、甲状腺功能、甲状旁腺激素及肾功能等检查,以排除继发性骨质疏松的可逆性病因^[19,38-39]。

开展术前骨质疏松筛查的核心目的,是在于有效预防假体相关并发症,提升手术远期疗效。低骨密度已被多项研究证实为关节置换术后并发症的独立危险因素。骨质疏松患者因骨量下降、骨微结构破坏,术中易出现假体周围骨折或假体初始稳定性不足;术后则可能因骨-假体界面整合不良,加速骨吸收与骨溶解,进而显著增加假体松动和假体周围骨折的风险^[19,40]。因此,术前识别并诊断骨质疏松对于全面评估手术风险、制定个体化预防策略至关重要。通过早期筛查高危人群并给予针对性干预,可有效降低假体松动、骨折等并发症的发生率,从而显著提高关节置换术的长期成功率^[33]。综上所述,对于符合条件的髌膝关节置换患者开展骨质疏松筛查,是围手术期优化的重要措施,具有较好的循证支持和共识基础。临床各学科医师应加强协作,确保患者在围手术期获得规范的骨质疏松评估与管理。

2.3 临床问题 3: 髌膝关节置换患者合并骨质疏松,围手术期及术后是否需要规范抗骨质疏松治疗?

推荐意见:对于拟行髌膝关节置换术且已确诊骨质疏松的患者,将其纳入系统的骨健康优化管理路径,通过规范化的围手术期及术后抗骨质疏松治疗,以增强假体早期稳定性,降低相关并发症风险,并最终改善患者功能预后。

推荐强度:强;证据等级:强;共识度:92.6%。

骨质疏松与髌膝关节置换术后的诸多并发症密切相关。大量文献综述与多中心临床研究证实,骨质疏松可导致术中骨床对假体的固持能力下降、初始稳定性不足,并显著增加术后假体周围骨折及无菌性松动的风险^[18,41]。2025年国际骨质疏松基金会等七大国际组织联合发布的专家共识明确指出,规范的抗骨质疏松治疗(包括抗骨吸收与促骨形成药物)可有效减少假体周围骨丢失,降低并发症与翻修率,并推荐在围手术期及术后尽早启动规范化治疗^[42]。

抗骨质疏松药物对提升患者骨骼质量与结构具有积极作用。大型人群队列研究显示,使用双膦

酸盐类药物与假体生存期呈现显著相关性,可降低5年内翻修风险(危险比 HR 约为 0.54)^[10,43]。随机对照试验结果表明,唑来膦酸能在全髌关节置换术后6~12个月内有效维持甚至提升假体周围骨密度,并改善 Harris 评分,但其对翻修率、无菌性松动等远期疗效的影响仍需更长时间的随访验证^[44-46]。此外,地舒单抗能有效防止全髌关节置换后生物型假体早期周围骨量丢失^[47-48];对于重度骨质疏松或骨微结构严重受损的患者,特立帕肽能维持或提升假体周围骨密度,可作为个体化治疗的补充治疗方案^[49-50]。与此同时,维生素 D 缺乏增加全膝关节置换术后功能欠佳、住院时间延长及并发症增多等风险,补充维生素 D 则具有改善这些指标的潜在获益,因此支持术前常规筛查并纠正维生素 D 缺乏^[51]。

综上所述,基于已有的临床研究与国际共识,强化抗骨质疏松治疗具有充分的科学性与必要性。全面提高骨质疏松的整体筛查率和规范化治疗的覆盖率,围手术期及术后尽早启动规范的抗骨质疏松治疗并进行规律随访,是提升骨密度、改善骨质量、增强假体稳定性的重要保障措施,有助于降低假体松动、骨溶解及假体周围骨折等并发症的发生率,进而优化手术远期疗效^[52]。

2.4 临床问题 4: 骨质疏松患者髌膝关节置换围手术期及术后抗骨质疏松治疗,推荐哪些常规治疗方案?

推荐意见:建议拟行髌膝关节置换术合并骨质疏松的患者,围手术期及术后即刻启动骨健康优化和规范的抗骨质疏松治疗。在充足补充钙剂、活性维生素 D 等基础治疗的前提下,应结合患者的骨质疏松严重程度和个体化需求,选择适宜的药物(如双膦酸盐、地舒单抗、甲状旁腺素类似物、罗莫索珠单抗等)进行干预,以增加骨量、增强骨强度,改善患者的整体功能预后。

推荐强度:强;证据等级:中;共识度:96.3%。

目前,多项临床研究和权威指南均一致支持在髌膝关节置换围手术期及术后对合并骨质疏松的患者开展抗骨质疏松治疗,可减少早期微动、保护假体周围骨密度,但高质量证据仍有限^[53-54]。基于现有证据和共识,髌膝关节置换围术期及术后积极的抗骨质疏松治疗可有效增加骨密度和骨强度,提

高假体初始稳定性,降低术中及术后并发症发生率,改善患者整体预后。具体抗骨质疏松治疗方案具体如下:

基础治疗:所有接受髌膝关节置换术且有骨质疏松或骨量减少的患者都应接受抗骨质疏松的基础治疗,以改善骨骼矿化环境和提高药物疗效^[55]。基础治疗包括充足的钙和维生素D补充以及生活方式干预。一般推荐每日摄入元素钙1 000~1 200 mg(膳食加补充剂)和维生素D 800~1 200 IU,建议应在围手术期将血25-羟维生素D水平纠正至正常范围,以利于钙吸收和骨矿沉积^[56]。对于合并低蛋白血症、低体重等营养不良情况的患者,应加强蛋白质和综合营养支持。戒烟限酒并适度负重锻炼也属基础措施,有助于改善骨质和平衡能力,降低围术期及术后假体周围骨折及跌倒风险。基础治疗具有良好的安全性与经济性,对绝大多数患者均适用,应贯穿围术期管理及术后长期随访始终。对于有补钙禁忌的患者,可根据临床医嘱进行个体化方案调整。

药物治疗:在基础补充基础上,根据患者具体情况选择抗骨质疏松药物干预,可分为抗骨吸收药物和促骨形成药物两大类。各药物的围术期应用要点分别如下:

双磷酸盐(Bisphosphonates):作为目前临床上广泛应用的抗骨质疏松药物之一,双磷酸盐适用于大多数骨质疏松患者,包括拟行髌膝关节置换的骨质疏松患者。对于接受髌膝关节置换术且有骨质疏松的患者,可选用口服双磷酸盐(如阿仑膦酸钠70 mg,每周1次)持续治疗,以逐步提高骨密度。若希望更快速有效地改善骨质,或者患者依从性差,唑来膦酸静脉输注是较佳选择。一剂5 mg唑来膦酸静脉注射可在数周内显著抑制骨吸收,疗效可持续1年左右。有研究表明,在围手术期给予单次唑来膦酸并配合基础治疗,术后8周时即观察到骨密度和骨强度的提升^[57]。围术期及术后使用双磷酸盐的安全性良好,且不会妨碍假体的骨整合,可减少假体微动和骨量丢失^[53]。因此,围手术期或术后尽早启动双磷酸盐治疗被认为有助于提高手术远期成功率^[58]。总体而言,双磷酸盐在髌膝关节置换患者中的应用证据充足,推荐强度高,证据等级中等。

地舒单抗(Denosumab):作为RANKL抑制剂,地舒单抗适用于骨折高风险的骨质疏松患者,也可作为围术期骨质疏松快速干预的选择。其皮下每6个月1次的给药方式依从性较好。在髌膝关节置换围手术期,地舒单抗起效迅速,1个月显著提升骨密度^[59]。研究显示,术后立即应用地舒单抗(TKA术后第1天皮下注射60 mg,并在6个月时再次注射),能够明显减少假体早期微动:1年时假体最大移位比对照组降低约1/3^[53]。由于假体早期稳定性与远期松动风险相关,该研究推断地舒单抗有助于降低假体晚期松动率^[53]。另一随机对照试验也报道,术后使用地舒单抗可防止假体周围骨量丢失,地舒单抗显著降低TKA术后胫骨近端的骨密度下降风险。目前在关节置换术前使用地舒单抗的高质量临床研究较少,一项针对绝经后女性的随机双盲安慰剂对照研究显示,围手术期使用地舒单抗能够提升假体周围骨密度,但并未显著降低假体松动的发生率^[60],还需要更多针对更广泛人群的前瞻性临床研究对其治疗效果进行评估。地舒单抗治疗5~10年后应重新评估骨折风险,对于仍然处于高风险的患者,可序贯其他抗骨质疏松药物或继续地舒单抗治疗^[34]。地舒单抗在围术期应用具有起效快、效果显著的优点,可作为髌膝关节置换围手术期及术后快速改善骨量患者的推荐选择,其证据等级中等,推荐强度高,需在专业医师评估后使用^[53]。

重组甲状旁腺素类药物(促骨形成治疗):包括特立帕肽(重组人甲状旁腺素1-34)及阿巴洛帕肽(PTHrP类似物)等。此类药物通过促进成骨细胞活性来增加骨形成,适用于重度骨质疏松(如T值 \leq -3.0并有脆性骨折史)或抗骨吸收药物禁忌的患者。对于拟行髌膝关节置换且骨质量极差、骨折高危的患者,术前即开始特立帕肽治疗,可在手术时获得较高的骨量基础。一项前瞻性研究表明,特立帕肽可显著增加髌膝关节置换术后的假体周围骨密度:TKA患者术后6个月和12个月的股骨远端和胫骨近端骨密度较对照组有明显提高^[49]。尽管特立帕肽对假体稳定的直接影响尚缺乏大型随机研究验证,但基于其具有增加骨量和改善骨微结构的作用,预计可有效降低术中及术后假体周围骨折风险,并促进假体周围骨整合^[49]。因此,在无特殊

禁忌的情况下,建议在围手术期或术后尽早应用特立帕肽,以促进骨愈合和重建。综上,促骨形成药物,尤其是特立帕肽,适用于骨质疏松严重且需迅速增加骨量的髋膝关节置换患者,推荐强度弱,证据等级中等。

罗莫索珠单抗 (Romosozumab):作为具有双重作用的新型抗骨质疏松药物,其通过抑制硬骨抑素(Sclerostin)同时促进成骨、抑制破骨^[61]。FDA于2019年4月批准罗莫索珠单抗用于治疗具有骨折高风险或其他抗骨质疏松症药物失败或不耐受的绝经后骨质疏松症,获批治疗骨质疏松症的疗程为12个月,我国也即将获批临床使用。临床试验显示,该药在1年内可使脊柱骨密度提高12%~15%,髌部提高5%~7%,显著降低椎体和髌部骨折风险。与特立帕肽相比,罗莫索珠单抗可显著增加皮质厚度和皮质骨密度,并提高腰椎和髌关节的骨强度^[62-63]。对于计划髋膝关节置换但近期发生过脆性骨折或骨质极差的患者,如条件允许可考虑围手术期及术后应用罗莫索珠单抗,抑制假体周围骨密度下降趋势。在围术期应用方面,由于其作用机制与促进骨形成有关,推测对假体骨整合有正向作用,尚需要相关数据进行验证。

罗莫索珠单抗总体安全性良好,最常见的不良反应是鼻咽炎和关节痛^[64-65]。目前尚缺乏围术期应用的研究,但由于其作用机制与促进骨形成有关,推测对假体骨整合有正向作用。罗莫索珠单抗昂贵且疗程有限,一般作为其他治疗效果不佳时的选项。在髋膝关节置换术骨质疏松管理中,可在专家指导下酌情使用,推荐强度弱,证据等级中等。

综上所述,对于拟行髋膝关节置换且合并骨质疏松的患者,围术期应采取综合的抗骨质疏松治疗策略。基础补充治疗是所有患者的必要措施,而药物干预的选择应结合患者骨质疏松严重程度、既往脆性骨折史、手术紧迫程度和禁忌证等因素进行个体化制定。临床证据表明,上述干预措施可以有效降低假体周围骨丢失和并发症发生率,提升假体长期生存率和患者整体预后。针对重度骨质疏松患者,推荐由骨科牵头,联合内分泌科、骨质疏松专科等进行多学科会诊,以科学评估并确定最佳治疗方案。

2.5 临床问题 5: 术前筛查发现存在骨质疏松或骨密度降低,是否有必要推迟髋膝关节置换手术?

推荐意见:对于拟行髋膝关节置换手术患者,即使术前确诊骨质疏松症或骨密度降低,也不建议推迟手术。

推荐强度:强;**证据等级**:中;**共识度**:81.5%。

对于已诊断骨质疏松或伴有骨量减少的择期髋膝关节置换患者,无论其抗骨质疏松治疗启动于术前还是围手术期,均不建议因此延迟手术。一项针对关节外科医师的调查显示,仅5%的医生会常规开展骨质疏松筛查并在术前启动抗骨质疏松治疗^[12]。目前尚缺乏充分证据明确术前使用抗骨质疏松药物所需的最佳治疗时长^[15],且现有研究未提示抗骨吸收药物会对非骨水泥型假体的骨整合产生不利影响。因此,结合现行的临床指南,建议将规范的抗骨质疏松治疗启动于围手术期或术后早期阶段^[19,66-68]。尽管在脊柱外科领域,部分研究强调早期干预骨质疏松的重要性,并建议由多学科团队综合评估后决定是否推迟手术^[69]。然而,在髋膝关节置换领域,2023年美国风湿病学会与美国髋膝关节外科医师协会联合发布的指南明确指出,不应延误存在骨丢失或骨量减少患者的关节置换手术^[70]。通常此类患者常伴有明显关节疼痛与活动受限,若推迟手术,可能进一步加剧骨骼与肌肉功能的衰退。在等待手术期间,患者活动能力下降、运动减少,关节功能持续恶化,因此多数患者对延迟手术持负面态度^[71]。研究表明,即便存在物理治疗等替代选项,患者通常仍不愿推迟手术,认为物理治疗难以带来长期的症状缓解^[72]。

因此,目前尚缺乏充分证据支持需为等待抗骨质疏松药物提升骨密度而推迟髋膝关节置换手术。启动抗骨质疏松治疗应基于对患者个体骨折风险、骨骼整体状况以及治疗潜在获益与风险的全面评估。除药物干预外,接受髋膝关节置换患者的骨质疏松综合管理策略应涵盖强化营养支持、适当负重锻炼、严格戒烟限酒以及优化围手术期整体护理^[33]。

2.6 临床问题 6: 对于合并严重骨质疏松的老年髌部骨折行人工关节置换,优先选择全髌关节置换术 (THA) 还是半髌关节置换术 (HA)?

推荐意见:对于合并严重骨质疏松的老年髌部

骨折行人工关节置换,应综合考虑患者的全身状况和功能需求。对于身体状况较好、预期寿命较长、对髋关节功能恢复要求较高的患者,建议行全髋关节置换术,而对于高龄、合并严重基础疾病或术前活动能力较弱的患者,建议行半髋关节置换术。

推荐强度:强;证据等级:高;共识度:96.3%。

一项纳入16项随机对照研究、共3084例患者(其中THA组1521例,HA组1563例)的Meta分析显示,THA组患者在术后生活质量评分方面优于HA组,但THA手术时间相对更长。两组在5年内的再手术率、假体脱位及假体周围骨折发生率等方面未见显著差异^[73]。Okike等^[74]对14277例老年股骨颈骨折患者进行分析发现,在年龄60~79岁且美国麻醉师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级为I~II级的患者中,THA的全因翻修风险显著低于HA;而在年龄 ≥ 80 岁或ASA分级为III级的患者中,两种术式的翻修率差异无统计学意义。此外,HEALTH研究团队针对1495例老年股骨颈骨折患者的分析表明,THA组在西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(the Western Ontario and McMaster Universities, WOMAC)总分及其疼痛、僵硬和功能等维度评分方面均略优于HA组。

总体而言,对于合并严重骨质疏松但全身状况可耐受手术的老年髋部骨折患者,更倾向于推荐THA,以期实现更好的关节功能恢复并降低远期并发症风险。而对于高龄或合并严重基础疾病的患者,HA因手术创伤更小、时间更短,有助于降低围手术期风险。因此,在临床实践中应根据患者的具体年龄、预期寿命、身体耐受能力及功能期望进行个体化决策。

2.7 临床问题7:骨质疏松患者行髋关节置换术, 优先选择骨水泥假体还是生物型假体?

推荐意见:对高龄且伴有严重骨质疏松的患者,推荐优先选用骨水泥型假体。该类型假体可提供可靠的术后即刻稳定性,有利于降低假体周围骨折和早期松动风险,支持患者尽早进行负重康复。对于轻中度骨质疏松、骨质条件尚可、年龄相对较轻、活动需求较高或预期寿命较长的患者,可考虑采用生物型假体。

推荐强度:弱;证据等级:中;共识度:85.2%。

根据《髋膝关节置换术操作规范(2022年版)》,骨水泥型股骨柄适用于大多数接受髋关节置换的患者,尤其推荐用于骨质疏松严重、骨质条件差以及合并多种基础疾病的高龄患者,有助于实现早期下地负重。Lindberg-Larsen等^[75]研究显示,在全髋关节置换术中采用生物型假体,其术后假体周围骨折的发生风险显著高于骨水泥型假体,这一差异在老年、女性及骨质疏松患者中尤为明显。Yang等^[76]研究进一步指出,对于合并骨质疏松的老年患者,骨水泥型假体在中期随访中表现出更优的临床结果,其功能评分更高,假体松动率(骨水泥型16.8% vs 生物型26.4%)及早期翻修率(骨水泥型7.6% vs 生物型14.8%)均显著低于生物型假体。Hameed等^[77]基于美国国家数据库的研究比较了老年股骨颈骨折患者行全髋关节置换时使用骨水泥型与生物型假体的结局,结果显示骨水泥型假体的假体周围骨折和无菌性翻修发生率明显较低,但静脉血栓栓塞(venous thromboembolism, VTE)风险略有升高。

骨水泥型与生物型假体各有其优势与局限,不同研究或医疗中心,尤其是不同时期对同一问题的结论也存在差异。近年来,随着假体设计和手术技术的进步,生物型假体在骨质疏松患者中的应用较以往更为广泛,并取得了良好的临床效果^[78-79]。在实际临床决策中,医生应结合患者的骨质疏松严重程度、年龄、活动水平、合并基础疾病、预期寿命以及本地医疗资源与手术团队经验,综合判断并个体化选择假体类型。

2.8 临床问题8:对于骨质疏松患者接受全膝关节置换术时,优先选用骨水泥型假体还是生物型假体?

推荐意见:对于合并骨质疏松的全膝关节置换术患者优先选用骨水泥型假体。骨水泥型假体可快速实现可靠初始固定,有效分散应力,更适配骨质疏松患者骨结构特点,从而降低假体松动等并发症风险。对于部分年龄 < 75 岁同时具备相对良好骨质条件的患者,可经慎重评估后选择生物型假体。

推荐强度:强;证据等级:中;共识度:88.9%。

骨水泥型假体因其对骨量要求相对较低,传统上被视为骨质疏松患者的首选方案。文献综合分析表明,骨水泥固定能显著降低骨质疏松患者术后

假体周围骨折的发生风险^[18]。相比之下,生物型假体在骨质条件良好的患者中能够更好地维持骨量,并可能减少因长期骨水泥-骨界面反应引发的骨吸收现象。因此,目前关于生物型假体的临床应用尚未形成统一的专门适应证。

Xu 等^[80]开展的一项回顾性队列研究显示,对于年龄<75岁的骨质疏松患者,生物型与骨水泥型全膝关节置换术在术后90天及2年内的假体相关并发症、术后总体并发症发生率以及3年假体生存率方面均无显著差异(3年生存率:97.2% vs 97.6%, $P>0.05$)。这一结果为在具备适当骨质条件的患者中选择生物型假体提供了依据。需要特别注意的是,个别研究报道提示高龄骨质疏松患者使用生物型假体时可能面临较高的外翻畸形或应力性骨折风险,因此术者需严格评估术中实际骨质情况。建议在以下患者群体中审慎考虑使用生物型假体:①年龄较轻(部分研究提出<75岁);②骨密度中度降低(T 值介于-2.5~-1.0之间)且有充足骨量;③术前无严重脆性骨折病史;④活动量高、预期寿命长者。对于年龄超过75岁、骨密度 T 值 ≤ -2.5 或已发生严重骨质疏松性骨折的患者,则建议优先选用骨水泥型假体。若术中发现骨质极度疏松、皮质极薄等情况,应及时调整手术方案,转为骨水泥固定。术前可通过DXA评估骨密度,必要时结合FRAX骨折风险评估工具进行综合判断。未来仍需开展更高质量的临床研究,以明确不同骨质评价体系(如骨强度评分)对假体选择的具体指导价值。

2.9 临床问题9:骨质疏松患者行全膝关节置换术(骨水泥型)否需要使用延长杆?

推荐意见:对于合并骨质疏松的全膝关节置换患者,延长杆的使用应基于骨质量、骨缺损程度及术中稳定性需求等因素进行个体化评估。现有证据显示,延长杆可降低假体界面微动和无菌性松动风险,在严重骨质疏松、胫骨近端明显骨缺损患者中,推荐优先使用短延长杆进行加强固定;而对骨质量良好、骨缺损轻微者,常规使用延长杆的必要性不足。

推荐强度:强;证据等级:中;共识度:96.3%。

骨质疏松患者因骨小梁稀疏、皮质变薄,假体-骨界面易出现应力分布不均,增加早期微动

与松动风险。Walsh 等^[81]研究表明,在模拟骨质疏松胫骨模型中,使用延长杆可使假体-骨界面微动较无杆组减少58%~83%,显著提升植入物稳定性。Heidari 等^[82]通过Meta分析进一步证实,使用延长杆的全膝关节置换在术后功能评分及降低松动风险方面优于标准组件。有限元分析提示,在胫骨骨质疏松或存AORI II级以上骨缺损时,延长杆有助于分散负荷、降低界面应力,从而预防早期植入物移位^[83-84]。临床实践中,若患者DXA T 值 ≤ -2.5 、合并明显骨缺损或为高体重指数人群,建议常规使用短延长杆,以增强远期稳定性^[85]。需注意的是,过长延长杆可能改变生理负荷传导路径,引起近端应力遮蔽,长期可导致近端骨质吸收;同时,杆端应力集中可能增加术后远端骨折风险^[86]。因此,推荐在初次全膝关节置换中优先选用30~50mm的短延长杆,在提供足够稳定性的同时,以降低应力遮挡及远端骨折风险。对于严重骨缺损或翻修手术,则可酌情选用更长的延长杆。

2.10 临床问题10:骨质疏松患者行髌膝关节置换术中及术后如何预防假体周围骨折发生?

推荐意见:骨质疏松患者行髌膝关节置换术时,术前精准规划,术中避免暴力操作,选用适配假体并强化固定。术后控制负重,规范抗骨质疏松治疗,避免跌倒及过度活动,通过多途径干预降低术中及术后假体周围骨折风险。

推荐强度:强;证据等级:中;共识度:92.6%。

骨质疏松与假体周围骨折的发生密切相关^[87]。骨质疏松患者存在全身性的骨量下降、骨微结构破坏和骨脆性增加,本身就是骨质疏松性骨折的高危人群,在接受髌膝置换手术后,受到轻微暴力即有可能发生假体周围骨折^[88]。骨质疏松患者髌膝关节置换术中假体周围骨折发生率因手术类型、部位而异。研究表明,髌关节置换的假体周围骨折的发生率为0.1%~1.0%^[88],而膝关节置换的假体周围骨折的发生率为0.3%~2.5%^[89-90]。

Brüggemann 等^[91]研究发现,骨质疏松患者在髌膝关节置换术中发生假体周围骨折多因过度扩髓、假体类型选择不适及假体植入用力过猛导致。为避免术中假体周围骨折的发生,通过术前精准规划明确假体尺寸、植入深度,识别骨质硬化区与解剖异常^[92];术中充分显露术野,避免微创而牺牲视

野,扩髓及假体植入时避免暴力操作,遇阻力增大时及时调整;假体选择需结合股骨形态选用近端或远端固定假体,膝关节置换优先选用骨水泥假体^[75];对骨质疏松骨折高风险患者,可行预防性钢缆环扎^[93]。通过术前精准评估、术中规范操作及适配假体选择,术后实施个体化负重与防跌倒干预并规范抗骨质疏松治疗,可有效降低骨折风险。

抗骨质疏松治疗建议贯穿全程,在基础治疗(充足补充钙剂、活性维生素D)等的基础上,根据患者骨质疏松严重程度和个体情况选择适宜的抗骨质疏松药物进行干预,纠正骨代谢失衡,增加骨量和骨强度,改善患者整体预后^[94]。康复训练遵循阶梯式原则:早期关节被动活动与肌肉训练,3~6周的部分负重训练,6周后过渡至完全负重^[95]。定期检测骨密度与假体位置,结合营养支持优化骨愈合环境,降低再骨折风险^[96]。

2.11 临床问题 11:骨质疏松患者在进行髌膝关节置换术后,其康复方案是否应与普通患者有所不同?

推荐意见:对于合并骨质疏松的髌膝关节置换患者,其术后康复方案应在常规康复基础上,整合以骨健康为中心的综合管理策略。核心措施包括:个体化负重训练、针对性肌力与平衡功能锻炼、规范的抗骨质疏松药物治疗、充足的营养支持以及系统性跌倒预防。通过上述综合干预,旨在改善骨密度、延缓骨质流失,并降低术后并发症风险。

推荐强度:弱;**证据等级:**中;**共识度:**92.6%。

个体化负重训练:负重训练方案需结合假体类型与患者骨质量进行个体化设计。临床研究表明,对于采用非骨水泥固定的髌关节置换患者,早期全负重行走训练相较于部分负重在促进假体初始稳定性方面更具优势,且长期随访中两组间的骨密度并无显著差异^[97]。全膝关节置换术后通常允许即刻全负重,但患者仍需严格遵循循序渐进原则,避免暴力活动或过度应力集中,以防假体周围骨承受异常载荷。

肌力与物理治疗:康复计划应重点强化髌膝关节周围关键肌群及核心稳定性肌群。针对股四头肌和臀肌等关键肌群进行的抗阻训练不仅能有效提升关节动态稳定性,其产生的机械负荷亦有利于促进骨矿化。在确保安全的前提下,可根据患者耐

受程度,适当增加抗阻力训练的强度。同时,应在术后早期即启动关节活动度训练,以协同改善功能,预防肌肉失用性萎缩及关节僵硬^[98]。

疼痛管理与早期活动:有效的多模式镇痛(如术中“鸡尾酒”药物治疗、区域神经阻滞、非甾体抗炎药的应用)是保障早期下床活动的基础。其核心目标是减少阿片类药物用量及相关副作用,确保患者能够耐受并积极参与康复训练。目前证据不支持骨质疏松患者需特殊的镇痛方案,应遵循常规髌膝关节置换术后多模式镇痛原则并进行个体化调整^[99]。

平衡功能与跌倒预防:骨质疏松患者是跌倒及再骨折的高危人群,因此应将平衡训练作为术后康复的必要组成部分。临床研究证实,针对性的平衡训练(如单腿站立、闭眼站立、台阶训练等)可显著改善老年患者的平衡功能与移动能力,有效降低跌倒发生率^[100]。建议参照相关指南,在保障安全的前提下逐步增加训练难度,以增强姿势控制与本体感觉。

系统性抗骨质疏松治疗与再骨折预防:术后应持续进行规范的抗骨质疏松治疗。所有患者均建议接受骨密度评估与骨折风险分层,并保证足量的钙与维生素D补充。研究显示,术后应用抗骨吸收药物(如唑来膦酸、地舒单抗等)可显著减少假体周围骨丢失,增加骨密度^[18]。此外,纠正维生素D缺乏与改善居家环境、合理使用助行器等措施同样关键,通过综合管理全面提升骨强度与生活质量,最终降低二次骨折等并发症风险^[101]。

2.12 临床问题 12:骨质疏松患者在接受髌膝关节置换术后,是否需要定期进行常规的骨密度监测?

推荐意见:建议骨质疏松患者在髌膝关节置换术后定期接受常规骨密度监测,旨在及时发现骨质丢失、评估抗骨质疏松治疗效果并动态调整管理策略。推荐首选双能X线骨密度仪对脊柱、对侧髌部及假体周围区域进行系统评估;必要时可采用定量计算机断层扫描等影像检查作为辅助手段。

推荐强度:强;**证据等级:**高;**共识度:**96.3%。

髌膝关节置换术后常出现假体周围骨质丢失(periprosthetic bone loss, PPBL),尤其在术后前3个月至1年内为骨密度下降的高峰期,部分患者

骨丢失幅度可达 3%~14%,通常在术后 2 年逐渐趋于稳定。术后骨密度动态变化,是评估假体骨整合效果与长期稳定性的关键指标^[102-104]。

根据国际专家共识,推荐在术后数周内完成基线 DXA 检测,并于术后 6 个月、1 年及 2 年进行规律复查,旨在准确捕捉快速骨丢失阶段并评估干预措施的疗效。术后 2 年后,可根据患者个体风险和治疗反应,将复查间隔调整至每 1~2 年一次,或在治疗方案发生重大变更时适时进行复测^[33,105]。系统性的骨密度监测有助于预测再骨折风险、评估抗骨质疏松药物疗效,更为假体周围骨管理提供了客观依据。监测结果提示快速骨量丢失时,临床医生可及时调整药物治疗或强化康复防护策略。此外,研究证实,定期监测能显著提升患者的治疗依从性,从而有效降低术后骨折的发生率^[18,105]。

DXA 作为首选的监测方法,具有操作简便、辐射低、重复性好等优势,适用于脊柱、对侧髌部及假体周围骨密度评估,但在检测中需特别注意控制金属伪影,并确保精准确定感兴趣区(region of interest, ROI)^[103]。定量计算机断层(quantitative computed tomography, QCT)扫描能够进行三维骨密度评估,并有效区分松质骨与皮质骨,具有较高的灵敏度。然而,由于其成本较高、辐射剂量较大,主要应用于科学研究或作为 DXA 结果存疑时的补充性评估手段^[102]。为保障系列监测结果的可比性,所有测量应在同一设备和标准化操作条件下进行。同时,必须依据最小显著变化值(least significant change, LSC)判断骨密度变化的临床意义^[105]。

2.13 临床问题 13: 骨质疏松患者髋膝关节置换围手术期及术后骨健康管理, 如何开展多学科团队协作?

推荐意见:对于拟行髋膝关节置换术的骨质疏松患者,推荐在围手术期及术后建立以骨科为主导的多学科协作管理团队,成员应涵盖内分泌科(或骨质疏松专科)、老年医学科、麻醉科、康复科及营养科等,共同完成系统评估、个体化治疗、营养支持与康复指导。

推荐强度:强;**证据等级:**中;**共识度:**92.6%。

国际专家共识明确指出,推荐骨质疏松患者的关节置换围手术期骨健康管理必须由骨科医生牵头,在多学科团队(multidisciplinary team, MDT)框架

下系统性实施。MDT 团队需协同完成系统性筛查,包括骨密度测定、血钙与维生素 D 水平评估及骨折风险分层,并据此尽早启动规范的抗骨质疏松治疗^[33]。

研究表明,围手术期系统性干预可显著改善髋膝关节置换术后骨质状态。例如,围手术期接受抗骨质疏松治疗的患者表现出更低的应力遮蔽效应,减轻全髋关节置换术后骨吸收程度^[106];双磷酸盐的应用与远期翻修率、并发症发生率及死亡率的下降低显著相关^[58]。然而,系统评价揭示了当前临床实践与指南之间的显著差距,尽管约 64% 的关节置换患者存在骨量异常,其中仅约 33% 接受了规范的抗骨质疏松治疗^[6,107]。因此,建立多学科协作骨健康管理模式是弥补这一缺口的有效且必要的策略。研究证实,多学科协作可显著缩短术前等待时间与住院周期,并提升高龄、高风险患者的围手术期安全性^[108-109]。此外,康复治疗师与营养师的早期介入,能够最大程度促进术后功能恢复,并通过跌倒预防及营养干预降低再骨折风险。

3 总结与说明

本专家共识聚焦于髋膝关节置换患者围手术期骨质疏松管理这一临床关键议题,并提出了系统性推荐意见。髋膝关节置换患者常伴低骨量或骨质疏松,其管理需基于围手术期及术后多环节综合考量:术前应对髋膝关节手术患者开展骨健康评估,重点筛查骨丢失风险因素并通过 DXA 检测等方式明确骨质疏松严重程度;术中对确诊低骨量或骨质疏松的患者选择合理的手术方式及合适的假体类型与固定方式;围手术期及术后针对确诊低骨量或骨质疏松的患者,应纠正骨丢失相关因素并启动抗骨吸收或促骨形成治疗,同时监测全身及假体周围骨密度,降低骨质疏松相关并发症;且需要注意的是术前骨质疏松诊断不应延迟关节置换手术。然而,本共识所依据的文献中部分研究存在异质性,如假体周围骨密度测量方法尚未统一,对髋膝关节置换患者骨质疏松治疗的长期疗效及不同手术方式下的个体化干预策略,仍需更高质量、更长随访周期的研究进行深入探索。

本共识仅包含基于现有文献证据和多学科专家临床经验形成的观测性建议,并非髋膝关节置换

患者骨质疏松管理的唯一医疗实践准则,亦不具备法规效力。鉴于国内人口老龄化加剧导致髌膝关节置换手术需求持续增长,且骨健康评估、骨质疏松筛查及治疗的临床普及度仍待提升,同时国际上骨代谢疾病诊疗理念、骨质疏松检测技术及抗骨质疏松药物研发不断进展,以及国内专家临床实践与科研经验的积累,本共识内容需结合国情定期更新完善。医疗卫生机构及康复机构等专业人员在应用本共识时,需充分考虑患者的年龄、基础疾病、骨质疏松严重程度、手术类型及假体选择等个体差异,结合临床实际情况制定个体化管理方案,以实现降低假体周围骨丢失、减少骨质疏松相关并发症及改善患者长期预后的目标。

本共识制定推荐组织:中华医学会骨科学分会关节外科学组;上海交通大学医学院附属第九人民医院。

致谢:衷心感谢上海交通大学医学院附属第九人民医院孔柯瑜、金明昊、范文轩、伍信儒、李洋、王洋彬、许珠文等在本共识讨论稿起草、文献查阅及综述、征集专家意见以及统稿校对中所做的大量工作。

利益冲突声明:无。

作者贡献声明:王坤正、李慧武是专家共识发起者,共识制定指导、资料分析及解释、共识修改;胡越皓、翟赞京负责资料收集及分析、指南撰写;其他作者参与指南文献筛选和相关推荐意见讨论。所有作者参与资料收集、论文讨论及修改。

参考文献:

- [1] BIJLSMA JW, BERENBAUM F, LAFEBER FP. Osteoarthritis: An update with relevance for clinical practice [J]. *Lancet*, 2011, 377(9783): 2115-2126.
- [2] 《中国老年骨质疏松症诊疗指南》工作组,中国老年学和老年医学学会骨质疏松分会,中国医疗保健国际交流促进会骨质疏松病学分会,等. 中国老年骨质疏松症诊疗指南(2023) [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2023, 16(10): 865-885.
- [3] 中国骨关节炎诊疗指南专家组,中国老年保健协会疼痛病学分会,黄东,等. 中国骨关节炎诊疗指南(2024版) [J]. *中华疼痛学杂志*, 2024, 20(3): 323-338.
- [4] 刘钟阳,孔祥朋,柴伟. 国产关节置换手术机器人临床应用现状及展望 [J]. *骨科临床与研究杂志*, 2025, 10(1): 52-55.

- [5] 边焱焱,程开源,常晓,等. 2011至2019年中国人工髌膝关节置换手术量的初步统计与分析 [J]. *中华骨科杂志*, 2020, 40(23): 1671-1678.
- [6] XIAO PL, HSU CJ, MA YG, *et al.* Prevalence and treatment rate of osteoporosis in patients undergoing total knee and hip arthroplasty: A systematic review and meta-analysis [J]. *Arch Osteoporos*, 2022, 17(1): 16.
- [7] RO DH, JIN H, PARK JY, *et al.* The use of bisphosphonates after joint arthroplasty is associated with lower implant revision rate [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(7): 2082-2089.
- [8] PRIETO-ALHAMBRA D, LALMOHAMED A, ABRAHAMSEN B, *et al.* Oral bisphosphonate use and total knee/hip implant survival: validation of results in an external population-based cohort [J]. *Arthritis Rheumatol*, 2014, 66(11): 3233-3240.
- [9] PRINCE JM, BERNATZ JT, BINKLEY N, *et al.* Changes in femoral bone mineral density after total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis [J]. *Arch Osteoporos*, 2019, 14(1): 23.
- [10] PRIETO-ALHAMBRA D, JAVAID MK, JUDGE A, *et al.* Association between bisphosphonate use and implant survival after primary total arthroplasty of the knee or hip: Population based retrospective cohort study [J]. *Brit Med J*, 2011(343): d7222.
- [11] PAN ZJ, LIU HH, LIU LY, *et al.* Novel post-translational modifications in bone remodeling: Potential therapeutic strategies for osteoporosis [J]. *Eur Cell Mater*, 2023(52): 114-131.
- [12] MAIER GS, KOLBOW K, LAZOVIC D, *et al.* The importance of bone mineral density in hip arthroplasty: Results of a survey asking orthopaedic surgeons about their opinions and attitudes concerning osteoporosis and hip arthroplasty [J]. *Adv Orthop*, 2016, doi: 10.1155/2016/8079354.
- [13] ANDERSON PA, DIMAR JR, LANE JM, *et al.* Rationale for bone health optimization in patients undergoing orthopaedic surgery [J]. *Instr Course Lect*, 2021(70): 355-366.
- [14] CHANG E, NICKEL B, BINKLEY N, *et al.* A novel osteoporosis screening protocol to identify orthopedic surgery patients for preoperative bone health optimization [J]. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*, 2022(13): 21514593221116413.
- [15] ANDERSON PA, JERAY KJ, LANE JM, *et al.* Bone health optimization: Beyond own the bone: AOA critical issues [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2019, 101(15): 1413-1419.
- [16] GUYATT GH, OXMAN AD, VIST GE, *et al.* GRADE: An emerging consensus on rating quality of evidence and

- strength of recommendations [J]. *Brit Med J*, 2008, 336(7650): 924-926.
- [17] DUBIN JA, BAINS SS, MONARREZ R, *et al.* The effect of fixation type on periprosthetic fractures in high-risk patients who have osteoporosis undergoing total joint arthroplasty [J]. *J Orthop*, 2024, 56: 26-31.
- [18] DAHER M, MEKHAEL E, EL-OTHMANI MM. Osteoporosis in the setting of knee arthroplasty: A narrative review [J]. *Arthroplasty*, 2024, 6(1): 50.
- [19] LEBOFF MS, GREENSPAN SL, INSOGNA KL, *et al.* The clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis [J]. *Osteoporos Int*, 2022, 33(10): 2049-2102.
- [20] NICHOLSON WK, SILVERSTEIN M, WONG JB, *et al.* Screening for osteoporosis to prevent fractures: US Preventive services task force recommendation statement [J]. *J Am Med Assoc*, 2025, 333(6): 498-508.
- [21] HUMPHREY MB, RUSSELL L, DANILA MI, *et al.* 2022 American College of Rheumatology guideline for the prevention and treatment of glucocorticoid-induced osteoporosis [J]. *Arthritis Rheumatol*, 2023, 75(12): 2088-2102.
- [22] MIRZA A, NAING ZW, KHONSARI P, *et al.* Aromatase inhibitors and fracture prevention—Do 2017 guidelines work in real world? [J]. *BJC Rep*, 2024, 2(1): 36.
- [23] CASADO E, BORQUE-FERNANDO A, CAAMAÑO M, *et al.* Multidisciplinary consensus on the prevention and treatment of osteoporosis and fragility fractures in patients with prostate cancer receiving androgen-deprivation therapy [J]. *World J Mens Health*, 2022, 40(1): 74-86.
- [24] MOUSA J, PETERSON MN, CROWSON CS, *et al.* Validating the fracture risk assessment tool score in a US population-based study of patients with rheumatoid arthritis [J]. *J Rheumatol*, 2023, 50(10): 1279-1286.
- [25] KDIGO 2017 clinical practice guideline update for the diagnosis, evaluation, prevention, and treatment of chronic kidney disease-mineral and bone disorder (CKD-MBD) [J]. *Kidney Int Suppl* (2011), 2017, 7(1): 1-59.
- [26] BLUM MR, BAUER DC, COLLET TH, *et al.* Subclinical thyroid dysfunction and fracture risk: A meta-analysis [J]. *J Am Med Assoc*, 2015, 313(20): 2055-2065.
- [27] CHEN W, MAO M, FANG J, *et al.* Fracture risk assessment in diabetes mellitus [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022(13): 961761.
- [28] DE LAET C, KANIS JA, ODÉN A, *et al.* Body mass index as a predictor of fracture risk: A meta-analysis [J]. *Osteoporos Int*, 2005, 16(11): 1330-1338.
- [29] KANIS JA, JOHNNELL O, ODÉN A, *et al.* Smoking and fracture risk: A meta-analysis [J]. *Osteoporos Int*, 2005, 16(2): 155-162.
- [30] GODOS J, GIAMPIERI F, CHISARI E, *et al.* Alcohol consumption, bone mineral density, and risk of osteoporotic fractures: A dose-response meta-analysis [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(3): 1-22.
- [31] WILKERSON J, FERNANDO ND. Classifications in Brief: The Dorr Classification of Femoral Bone [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2020, 478(8): 1939-1944.
- [32] BERNATZ JT, BROOKS AE, SQUIRE MW, *et al.* Osteoporosis Is Common and Undertreated Prior to Total Joint Arthroplasty [J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(7): 1347-1353.
- [33] ENRIQUE LR, FRANCISCO TN, IÑIGO EF, *et al.* Evidence-based joint statement position of perioperative bone optimization in the arthroplasty candidate, from FEMECOT, AMMOM, ACOMM, SCCOT, SECOT, SEFRAOS, SEIOMM [J]. *Osteoporos Int*, 2025, 36(3): 375-389.
- [34] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2022) [J]. *中国全科医学*, 2023, 26(14): 1671-1691.
- [35] VASIKARAN S, EASTELL R, BRUYÈRE O, *et al.* Markers of bone turnover for the prediction of fracture risk and monitoring of osteoporosis treatment: A need for international reference standards [J]. *Osteoporos Int*, 2011, 22(2): 391-420.
- [36] EASTELL R, SZULC P. Use of bone turnover markers in postmenopausal osteoporosis [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2017, 5(11): 908-923.
- [37] BROWN JP, DON-WAUCHOPE A, DOUVILLE P, *et al.* Current use of bone turnover markers in the management of osteoporosis [J]. *Clin Biochem*, 2022(109-110): 1-10.
- [38] CHAROENNGAM N, SHIRVANI A, HOLICK MF. Vitamin D for skeletal and non-skeletal health: What we should know [J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2019, 10(6): 1082-1093.
- [39] HAN A, PARK Y, LEE YK, *et al.* Position statement: Vitamin D intake to prevent osteoporosis and fracture in adults [J]. *J Bone Metab*, 2022, 29(4): 205-215.
- [40] LAYSON JT, HAMEED D, DUBIN JA, *et al.* Patients with osteoporosis are at higher risk for periprosthetic femoral fractures and aseptic loosening following total hip arthroplasty [J]. *Orthop Clin North Am*, 2024, 55(3): 311-321.
- [41] RISAGER SK, ARNDT KB, ABRAHAMSEN C, *et al.* Risk and epidemiology of periprosthetic knee fractures after primary total knee arthroplasty: A nationwide cohort study [J]. *J Arthroplasty*, 2024, 39(10): 2615-2620.
- [42] THOMASIU F, KURTH A, BAUM E, *et al.* Clinical practice guideline: The diagnosis and treatment of osteoporosis [J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2025, 122(1): 12-18.

- [43] TENG S, YI C, KRETTEK C, *et al.* Bisphosphonate use and risk of implant revision after total hip/knee arthroplasty: A meta-analysis of observational studies [J]. *PLoS One*, 2015, 10(10): e0139927.
- [44] HUANG TW, WANG CJ, SHIH HN, *et al.* Bone turnover and periprosthetic bone loss after cementless total hip arthroplasty can be restored by zoledronic acid: A prospective, randomized, open-label, controlled trial [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2017, 18(1): 209.
- [45] GAO J, GAO C, LI H, *et al.* Effect of zoledronic acid on reducing femoral bone mineral density loss following total hip arthroplasty: A meta-analysis from randomized controlled trails [J]. *Int J Surg*, 2017(47): 116-126.
- [46] LIU Y, XU JW, LI MY, *et al.* Zoledronic acid for periprosthetic bone mineral density changes in patients with osteoporosis after hip arthroplasty—An updated meta-analysis of six randomized controlled trials [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2021(8): 801282.
- [47] NYSTRÖM A, KIRITOPOULOS D, ULLMARK G, *et al.* Denosumab prevents early periprosthetic bone loss after uncemented total hip arthroplasty: Results from a randomized placebo-controlled clinical trial [J]. *J Bone Miner Res*, 2020, 35(2): 239-247.
- [48] NAKURA N, HIRAKAWA K, TAKAYANAGI S, *et al.* Denosumab prevented periprosthetic bone resorption better than risedronate after total hip arthroplasty [J]. *J Bone Miner Metab*, 2023, 41(2): 239-247.
- [49] SUZUKI T, SUKEZAKI F, SHIBUKI T, *et al.* Teriparatide administration increases periprosthetic bone mineral density after total knee arthroplasty: A prospective study [J]. *J Arthroplasty*, 2018, 33(1): 79-85.
- [50] KOBAYASHI N, INABA Y, UCHIYAMA M, *et al.* Teriparatide versus alendronate for the preservation of bone mineral density after total hip arthroplasty—A randomized controlled trial [J]. *J Arthroplasty*, 2016, 31(1): 333-338.
- [51] VIVEK K, KAMAL R, PERERA E, *et al.* Vitamin D deficiency leads to poorer health outcomes and greater length of stay after total knee arthroplasty and supplementation improves outcomes: A systematic review and meta-analysis [J]. *JBJS Rev*, 2024, 12(4): 1-10.
- [52] BERNATZ JT, WINZENRIED AE, HARE KJ, *et al.* Effect of bone health optimization on osteoporosis screening and treatment before thoracolumbar fusion [J]. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*, 2022, 6(3): 1-8.
- [53] LEDIN H, GOOD L, ASPENBERG P. Denosumab reduces early migration in total knee replacement [J]. *Acta Orthop*, 2017, 88(3): 255-258.
- [54] WATANABE N, MIYATAKE K, TAKADA R, *et al.* The prevalence and treatment of osteoporosis in patients undergoing total hip arthroplasty and the levels of biochemical markers of bone turnover [J]. *Bone Joint Res*, 2022, 11(12): 873-880.
- [55] 北京医学会骨科学分会关节外科学组, 翁习生. 老年骨关节炎及骨质疏松症诊断与治疗社区管理专家共识(2023版) [J]. *协和医学杂志*, 2023, 14(3): 484-493.
- [56] COSMAN F, DE BEUR SJ, LEBOFF MS, *et al.* Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis [J]. *Osteoporos Int*, 2014, 25(10): 2359-2381.
- [57] LIU Y, CÔTÉ MM, CHENEY MC, *et al.* Zoledronic acid for prevention of bone loss in patients receiving bariatric surgery [J]. *Bone Rep*, 2021(14): 100760.
- [58] SHIH JT, TAN TL, SHEN PH, *et al.* Postoperative bisphosphonates use is associated with reduced adverse outcomes after primary total joint arthroplasty of hip and knee: A nationwide population-based cohort study [J]. *Calcif Tissue Int*, 2024, 114(5): 451-460.
- [59] 夏维波. 地舒单抗在骨质疏松症临床合理用药的中国专家建议 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2020, 13(6): 499-508.
- [60] ARO HT, NAZARI-FARSANI S, VUOPIO M, *et al.* Effect of denosumab on femoral periprosthetic BMD and early femoral stem subsidence in postmenopausal women undergoing cementless total hip arthroplasty [J]. *JBMR Plus*, 2019, 3(10): e10217.
- [61] COSMAN F, CRITTENDEN DB, ADACHI JD, *et al.* Romosozumab treatment in postmenopausal women with osteoporosis [J]. *N Engl J Med*, 2016, 375(16): 1532-1543.
- [62] COSMAN F, CRITTENDEN DB, FERRARI S, *et al.* FRAME study: The foundation effect of building bone with 1 year of romosozumab leads to continued lower fracture risk after transition to denosumab [J]. *J Bone Miner Res*, 2018, 33(7): 1219-1226.
- [63] SAAG KG, PETERSEN J, BRANDI ML, *et al.* Romosozumab or alendronate for fracture prevention in women with osteoporosis [J]. *N Engl J Med*, 2017, 377(15): 1417-1427.
- [64] LANGDAHL BL, LIBANATI C, CRITTENDEN DB, *et al.* Romosozumab (sclerostin monoclonal antibody) versus teriparatide in postmenopausal women with osteoporosis transitioning from oral bisphosphonate therapy: A randomised, open-label, phase 3 trial [J]. *Lancet*, 2017, 390(10102): 1585-1594.
- [65] HÄNDEL MN, CARDOSO I, VON BÜLOW C, *et al.* Fracture risk reduction and safety by osteoporosis treatment compared with placebo or active comparator in postmenopausal women: Systematic review, network meta-analysis, and meta-regression analysis of randomised clinical trials [J]. *Brit Med J*, 2023(381):

- e068033.
- [66] WATTS NB, CAMACHO PM, LEWIECKI EM, *et al.* American Association of Clinical Endocrinologists/American College of Endocrinology clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis—2020 Update [J]. *Endocr Pract*, 2021, 27(4): 379-380.
- [67] EASTELL R, ROSEN CJ, BLACK DM, *et al.* Pharmacological management of osteoporosis in postmenopausal women: An endocrine society clinical practice guideline [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2019, 104(5): 1595-1622.
- [68] KANIS JA, COOPER C, RIZZOLI R, *et al.* European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women [J]. *Osteoporos Int*, 2019, 30(1): 3-44.
- [69] ANDERSON PA, BINKLEY NC, BERNATZ JT. Bone health optimization (BHO) in spine surgery [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2023, 48(11): 782-790.
- [70] HANNON CP, GOODMAN SM, AUSTIN MS, *et al.* 2023 American College of Rheumatology and American Association of Hip and Knee Surgeons clinical practice guideline for the optimal timing of elective hip or knee arthroplasty for patients with symptomatic moderate-to-severe osteoarthritis or advanced symptomatic osteonecrosis with secondary arthritis for whom nonoperative therapy is ineffective [J]. *Arthritis Rheumatol*, 2023, 75(11): 1877-1888.
- [71] COOPER GM, BAYRAM JM, CLEMENT ND. The functional and psychological impact of delayed hip and knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis of 89,996 patients [J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 8032.
- [72] GRACE TR, ERALP I, KHAN IA, *et al.* Are patients with end-stage arthritis willing to delay arthroplasty for payer-mandated physical therapy? [J]. *J Arthroplasty*, 2022, 37(6s): S27-S31.
- [73] EKHTIARI S, GORMLEY J, AXELROD DE, *et al.* Total hip arthroplasty versus hemiarthroplasty for displaced femoral neck fracture: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2020, 102(18): 1638-1645.
- [74] OKIKE K, PRENTICE HA, CHAN PH, *et al.* Unipolar hemiarthroplasty, bipolar hemiarthroplasty, or total hip arthroplasty for hip fracture in older individuals [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2024, 106(2): 120-128.
- [75] LINDBERG-LARSEN M, JØRGENSEN CC, SOLGAARD S, *et al.* Increased risk of intraoperative and early postoperative periprosthetic femoral fracture with uncemented stems [J]. *Acta Orthop*, 2017, 88(4): 390-394.
- [76] YANG C, HAN X, WANG J, *et al.* Cemented versus uncemented femoral component total hip arthroplasty in elderly patients with primary osteoporosis: Retrospective analysis with 5-year follow-up [J]. *J Int Med Res*, 2019, 47(4): 1610-1619.
- [77] HAMEED D, MCCORMICK BP, SEQUEIRA SB, *et al.* Cemented versus cementless femoral fixation for total hip arthroplasty following femoral neck fracture in patients aged 65 and older [J]. *J Arthroplasty*, 2024, 39(7): 1747-1751.
- [78] SEO JS, SHIN SK, JUN SH, *et al.* The early result of cementless arthroplasty for femur neck fracture in elderly patients with severe osteoporosis [J]. *Hip Pelvis*, 2014, 26(4): 256-262.
- [79] BELL KR, CLEMENT ND, JENKINS PJ, *et al.* A comparison of the use of uncemented hydroxyapatite-coated bipolar and cemented femoral stems in the treatment of femoral neck fractures: A case-control study [J]. *Bone Joint J*, 2014, 96-b(3): 299-305.
- [80] XU JJ, MAGRUDER ML, LAMA G, *et al.* Osteoporosis may not be an absolute contraindication for cementless total knee arthroplasty [J]. *J Arthroplasty*, 2025, 40(4): 905-909.
- [81] WALSH CP, HAN S, CANHAM CD, *et al.* Total knee arthroplasty in the osteoporotic tibia: A biomechanical evaluation of the role of stem extensions and cementing techniques [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2019, 27(10): 370-374.
- [82] HEIDARI A, EBRAHIMZADEH MH, DALIRI M, *et al.* Tibial stem extension versus standard configuration in primary cemented total knee arthroplasty: Systematic review and meta-analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2025, 20(1): 13.
- [83] FILIP AC, CUCULICI SA, CRISTEA S, *et al.* Tibial stem extension versus standard configuration in total knee arthroplasty: A biomechanical assessment according to bone properties [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58(5): 1-10.
- [84] KWON HM, HONG HT, KIM I, *et al.* Biomechanical effects of stem extension of tibial components for medial tibial bone defects in total knee arthroplasty: A finite element study [J]. *J Knee Surg*, 2024, 37(13): 879-886.
- [85] DRUEL J, GELIN N, OLLIVIER M, *et al.* Outcomes of short and long tibial stems for primary total knee arthroplasty in a population of obese patients at two-year follow-up: A clinical and biomechanical study [J]. *J Arthroplasty*, 2024, 39(8s1): S174-S182.
- [86] SCHAEFER D, BARSUMYAN A, ROSHANGHIAS K, *et al.* Floating-embedded stems reduce tibial stress shielding in total knee revision arthroplasty [J]. *J Orthop Surg Res*, 2025, 20(1): 52.

- [87] HOLZER LA, BOROTSCHNIG L, HOLZER G. Evaluation of FRAX in patients with periprosthetic fractures following primary total hip and knee arthroplasty [J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 7145.
- [88] LAMB JN, EVANS JT, RELTON S, *et al*. The incidence of postoperative periprosthetic femoral fracture following total hip replacement: An analysis of UK National Joint Registry and Hospital Episodes statistics data [J]. *PLoS Med*, 2024, 21(10): e1004462.
- [89] YOO JD, KIM NK. Periprosthetic fractures following total knee arthroplasty [J]. *Knee Surg Relat Res*, 2015, 27(1): 1-9.
- [90] LOMBARDO DJ, SILJANDER MP, SOBH A, *et al*. Periprosthetic fractures about total knee arthroplasty [J]. *Musculoskelet Surg*, 2020, 104(2): 135-143.
- [91] STAMIRIS D, GKEKAS NK, ASTERIAS K, *et al*. Anterior femoral notching ≥ 3 mm is associated with increased risk for supracondylar periprosthetic femoral fracture after total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2022, 32(3): 383-393.
- [92] KELLY M, CHEN AF, RYAN SP, *et al*. Cemented femoral fixation in total hip arthroplasty reduces the risk of periprosthetic femur fracture in patients 65 years and older: An analysis from the american joint replacement registry [J]. *J Arthroplasty*, 2023, 38(7 Suppl 2): S351-S354.
- [93] WALIGORA ACT, OWEN JR, WAYNE JS, *et al*. The effect of prophylactic cerclage wires in primary total hip arthroplasty: A biomechanical study [J]. *J Arthroplasty*, 2017, 32(6): 2023-2027.
- [94] GREGSON CL, ARMSTRONG DJ, BOWDEN J, *et al*. UK clinical guideline for the prevention and treatment of osteoporosis [J]. *Arch Osteoporos*, 2022, 17(1): 58.
- [95] SCALICI G, BONCINELLI D, ZANNA L, *et al*. Periprosthetic femoral fractures in total hip arthroplasty (THA): A comparison between osteosynthesis and revision in a retrospective cohort study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 200.
- [96] QASEEM A, HICKS LA, ETXEANDIA-IKOBALTZETA I, *et al*. Pharmacologic treatment of primary osteoporosis or low bone mass to prevent fractures in adults: A living clinical guideline from the American College of Physicians [J]. *Ann Intern Med*, 2023, 176(2): 224-238.
- [97] LEE SW, KIM WY, SONG JH, *et al*. Factors affecting periprosthetic bone loss after hip arthroplasty [J]. *Hip Pelvis*, 2021, 33(2): 53-61.
- [98] LINDNER T, KRÜGER C, KASCH C, *et al*. Postoperative development of bone mineral density and muscle strength in the lower limb after cemented and uncemented total hip replacement [J]. *Open Orthop J*, 2014(8): 272-280.
- [99] LI JW, MA YS, XIAO LK. Postoperative pain management in total knee arthroplasty [J]. *Orthop Surg*, 2019, 11(5): 755-761.
- [100] MADUREIRA MM, TAKAYAMA L, GALLINARO AL, *et al*. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: A randomized controlled trial [J]. *Osteoporos Int*, 2007, 18(4): 419-425.
- [101] LAVAND-HOMME PM, KEHLET H, RAWAL N, *et al*. Pain management after total knee arthroplasty: Procedure specific postoperative pain management recommendations [J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2022, 39(9): 743-757.
- [102] LI D, LIU F, HOU Y, *et al*. Changes in periprosthetic bone mineral density following arthroplasty: An in-depth review and current perspectives [J]. *Curr Osteoporos Rep*, 2025, 23(1): 30-40.
- [103] PITTO RP, MUELLER LA, REILLY K, *et al*. Quantitative computer-assisted osteodensitometry in total hip arthroplasty [J]. *Int Orthop*, 2007, 31(4): 431-438.
- [104] VENESMAA PK, KRÖGER HP, MIETTINEN HJ, *et al*. Monitoring of periprosthetic BMD after uncemented total hip arthroplasty with dual-energy X-ray absorptiometry—A 3-year follow-up study [J]. *J Bone Miner Res*, 2001, 16(6): 1056-1061.
- [105] LESLIE WD, MORIN SN, MARTINEAU P, *et al*. Association of bone density monitoring in routine clinical practice with anti-osteoporosis medication use and incident fractures: A matched cohort study [J]. *J Bone Miner Res*, 2019, 34(10): 1808-1814.
- [106] KANABUCHI R, MORI Y, BABA K, *et al*. Preoperative osteoporosis treatment reduces stress shielding in total hip arthroplasty [J]. *Med Sci (Basel)*, 2025, 13(1): 1-10.
- [107] KADRI A, BINKLEY N, HARE KJ, *et al*. Bone health optimization in orthopaedic surgery [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2020, 102(7): 574-581.
- [108] GILL CE, MITCHELL PJ, CLARK J, *et al*. Experience of a systematic approach to care and prevention of fragility fractures in New Zealand [J]. *Arch Osteoporos*, 2022, 17(1): 108.
- [109] DRĂGOI D, POPESCU R, TRĂISTARU R, *et al*. A multidisciplinary approach in patients with femoral neck fracture on an osteoporotic basis [J]. *Rom J Morphol Embryol*, 2010, 51(4): 707-711.