

· 指南与共识 ·

胫骨高位截骨治疗膝关节退行性病变的适应证指南

国家骨科医学中心保膝联盟

【摘要】 胫骨高位截骨术是一种可用于治疗膝关节退行性病变的手术方法,可通过改变膝关节负荷,缓解疼痛和改善关节功能。然而,一部分患者接受胫骨高位截骨术后临床疗效和满意度欠佳。目前国内外关于胫骨高位截骨术的相关指南大多描述了胫骨高位截骨术的操作流程和临床疗效,但并未见详细描述胫骨高位截骨术患者具体选择标准的相关指南。为此,基于现有的国内外文献和临床实践经验,经过北京积水潭医院国家骨科医学中心保膝联盟的专家组成员共同讨论,本指南采用推荐意见分级的制定、评估、GRADE 分级体系和卫生指南报告标准(RIGHT),对胫骨高位截骨术手术的患者选择标准进行了详细阐述。本指南专家组希望《胫骨高位截骨治疗膝关节退行性病变的适应证指南》可以作为临床医生对膝关节退行性病变患者进行胫骨高位截骨术手术决策的依据,帮助医生更好地判断患者是否适合接受胫骨高位截骨术手术,并了解胫骨高位截骨术手术的预期效果,规避潜在手术风险,对保障患者安全及提升医疗质量具有重要意义。

【关键词】 指南; 膝关节; 骨关节炎; 胫骨; 截骨术; 膝关节不稳

实践指南注册: 国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2024CN506)

【中图分类号】 R684 **【文献标志码】** A

Indications guideline for high tibial osteotomies in the treatment of degenerative knee diseases

the Knee Preservation Alliance, National Orthopedic Medical Center

Corresponding author: Huang Ye, Department of Knee Preservation Surgery, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100035, China, E-mail: Huangyesteve@aliyun.com; Jiang Xieyuan, Department of Orthopaedics and Traumatology, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100035, China, E-mail: jxy0845@sina.com

【Abstract】 High tibial osteotomy (HTO) is a surgical method used to treat degenerative knee joint diseases. By changing the load on the knee joint, HTO can reduce pain and improve joint function. However, some patients have poor clinical efficacy and satisfaction after undergoing HTO. At present, most of the relevant guidelines on HTO describe the process operation and clinical efficacy of HTO and the specific selection criteria of patients in detail. To this end, the guideline is discussed by members of the expert group of the Beijing Jishuitan Hospital National Orthopedic Medical Center Knee Preservation Alliance, based on existing domestic and international literature and clinical practice experience, the recommended opinion classification system, evaluation, GRADE classification system, and health guideline reporting standards (RIGHT) to elaborate on the patient selection criteria for HTO surgery. The expert group of the guideline hopes that indications guidelines of HTO for the treatment of degenerative knee diseases can serve as a basis for surgeons to make decisions regarding HTO surgery in patients with degenerative knee diseases, helping surgeons more ensure the patients are suitable for HTO surgery, understand the expected effects of HTO surgery, avoid potential surgical risks, and play an important role in ensuring patient safety and improving medical quality.

【Key words】 Practice guideline; Knee joint; Osteoarthritis; Tibia; Osteotomy; Knee instability

DOI: 10.19548/j.2096-269x.2025.01.001

通信作者: 黄野, 100035 首都医科大学附属北京积水潭医院保膝外科, E-mail: Huangyesteve@aliyun.com; 蒋协远, 100035 首都医科大学附属北京积水潭医院创伤骨科, E-mail: jxy0845@sina.com

胫骨高位截骨术(high tibial osteotomy, HTO)可通过矫正膝关节畸形,恢复膝关节的正常排列关系,使其符合生物力学轴线,改善胫骨平台压力分布不均,减轻患侧胫骨平台压力,从而使临床症状

消失或减轻,改善生活质量^[1-4]。由于手术部位的解剖结构复杂,手术操作技术要求高,因而 HTO 的患者适应证选择需要综合考虑患肢的解剖结构、骨关节炎分级、年龄、活跃程度和个体差异等多个因素^[1-4]。在目前已发表的相关指南中,《2019 年美国风湿病学会和关节炎基金会——手、腕和膝骨关节炎治疗指南》属于骨关节炎综合治疗的循证指南^[5];《2019 年国际骨关节炎研究学会——膝、髌和多个骨关节炎的非手术治疗指南》属于骨关节炎药物治疗的临床指南^[6];《2013 年美国骨科医师学会临床实践指南:膝骨关节炎治疗的循证指南,第 2 版》属于侧重膝骨关节炎手术治疗的临床指南^[7];中国医院协会临床新技术应用专业委员会中华医学会骨科学分会关节外科学组在 2022 年制定了《膝关节周围截骨术治疗膝骨关节炎的中国临床实践指南》,分别对截骨术治疗膝关节骨性关节炎提供了循证依据^[8]。这些已有的指南为膝骨关节炎的术前评估、手术适应证、禁忌证、术后管理和并发症处理等方面提供了专业的指导和建议,但是上述指南中并未系统梳理 HTO 治疗膝关节退行性病变的适应证和患者选择标准。目前包含 HTO 在内的膝关节周围截骨术治疗膝骨关节炎尚存争议,HTO 治疗膝关节退行性病变的适应证(患者选择)方面尚未见统一并且具有说服力的标准。制定一份详尽的、符合国内人群的 HTO 患者选择指南具有重大的现实意义和临床应用价值。首先,本指南可以为骨科医生治疗膝关节退行性病变提供一个统一的选择标准,降低因医生个人诊疗经验的不同所引起的疗效差异;其次,本指南可以帮助医生更好地理解手术的适应证和禁忌证,避免不必要的手术风险;再次,清晰的患者选择指南也有助于提高对患者手术效果的预期管理,促进医患沟通;最后,通过规范临床实践,本指南有助于推动中国膝关节退行性病变的诊疗达到国际先进水平。

一、制定方法

(一)方法学

本指南的制订采用指南研究与评价工具(appraisal of guidelines research and evaluation, AGREE II)及世界卫生组织指南制订手册对于临床实践指南构建的概念与过程框架。本指南的制订过程严格按照预先的计划书开展,指南的报告过程参考卫生实践指南报告标准(reporting items for practice guidelines in healthcare, RIGHT)。

(二)指南的适用人群

本指南适用于膝关节骨性关节炎的患者。

(三)指南的使用者

从事膝关节骨性关节炎相关诊疗和研究工作的临床医师、技术人员和科研人员,包括骨科、疼痛科、康复医学科和影像诊断科等不同专科。

(四)指南的发起单位

本指南由国家骨科医学中心保膝联盟北京积水潭医院发起并负责制订,由《骨科临床与研究杂志》编辑部组织骨科领域的方法学专家提供指南制订方法学和证据评价支持。本指南的启动时间为 2024-01-26,定稿时间为 2024-10-19。

(五)计划书与指南注册

本指南已在国际实践指南注册与透明化平台[practice guideline registration for transPAREncy (PREPARE)]注册(www.guidelines-registry.cn);注册号:PREPARE-2024CN506)。

(六)利益冲突声明与处理

所有参与指南制订的成员均对本指南有关的任何利益关系进行了声明,并填写了利益声明表。

(七)临床问题的产生与重要性评价

本指南在形成临床问题的过程中严格遵循规范的程序,并结合 Delphi 法的证据思维。具体步骤包括:草拟咨询条目与大纲、确立专家组成员、进行多轮函询和条目修正以及统计分析调查结果并予以反馈。初始阶段通过开放式问卷调查收集临床问题。该调查吸引了来自全国各地、不同级别医院的医生们提交了 14 份问卷;总计 55 个临床问题。随后,这些临床问题被汇总,筛选出 36 个问题进入第二轮投票。进入第二轮调查后,专家们根据个人临床经验和证据理解,对每个临床问题的重要性进行评分。评分分为 5 个等级:非常重要、比较重要、一般重要、不太重要和不确定。通过给每个重要性等级赋予相应的分值并进行汇总。每个临床问题的重要性分为 9 级并进行赋值)。纳入标准为:≥75% 判定“非常重要”(7~9 分)且<15% 判定“不重要”(1~3 分)。排除标准为:≥75% 判定“不重要”(1~3 分)且<15% 判定“非常重要”(7~9 分)。最终 16 个临床问题被赋予了重要性排序。在第三轮的讨论中,工作组对这 16 个重要的临床问题进行了进一步的解构、精简和整合。最终确定了 13 个问题,这些问题被纳入指南中。

(八)临床问题遴选与证据检索

针对纳入的临床问题,按照循证医学文献检索格式(即 PICOS 原则)对临床问题进行解构。根据解构的临床问题进行证据检索:(1)检索数据库及平台包括:PubMed、Web of Science, Embase、Cochrane Library、中国知网及万方数据库;(2)检索研究类型:优先检索 5 年内已发表的系统评价、指南及随机对照试验。当最新证据不足或证据等级较低时,增加检索其他类型的临床研究;(3)检索时间为建库至 2024-06-26;(4)草拟指南正文前对最近发表的证据开展进一步检索,更新检索的时间为 2024-09-26。研究证据的纳入标准为:与胫骨高位截骨术治疗膝关节退行性病变的患者选择相关的综述、系统综述和临床研究原著文献。研究证据的排除标准为:重复性研究及与文章内容无关的研究。

(九)证据质量评价及推荐意见形成

对系统评价和荟萃分析使用系统评价的方法学质量评价工具进行方法学质量评价^[8];对随机对照试验使用 Cochrane 风险偏倚评价工具评价,对观察性研究使用纽卡斯尔-渥太华量表对相应类型的研究进行方法学质量评价^[9-10]。本指南采用的文献等级评定标准参照推荐意见分级的评估、制订及评价(grading of recommendations assessment, development and evaluation, GRADE)分级体系工作组和其他工作组的相关方法评估研究证据体的质量^[11]。本指南在证据检索、合成和评价的过程中,文献筛选、证据质量评价和资料提取均由双人独立进行。结合研究设计和其他证据特征综合判定研究的证据级别和推荐强度(表 1, 2)。通过 3 轮 Delphi 法确立推荐意见方向和强度。本指南共有 13 个问题,一共形成 22 条推荐意见。指南的推荐意见未受资助方的任何影响。在考虑证据质量的同时,也纳入经济学、患者偏好和价值观、利弊权衡、可及性、公平性和可接受性多元因素,从而

表 1 证据分级及定义

证据质量分级	定义
A(高)	非常有把握观察值接近真实值
B(中)	对观察值有中等把握:观察值有可能接近真实值,但也有可能差别很大
C(低)	对观察值的把握有限:观察值可能与真实值有很大差别
D(极低)	对观察值几乎没有把握:观察值与真实值可能有极大差别

表 2 本指南中推荐意见强度分级和定义

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

使推荐意见更加全面、平衡且贴近实际。

(十)指南外审

本指南在发布前进行了同行评议,并对评审意见进行了回复和修改。

(十一)指南发布和更新

本指南的全文优先在《骨科临床与研究杂志》发表。同时,指南制订小组计划每 2~3 年进行指南的更新。

(十二)指南的实施与推广

指南出版后,将通过学术会议或学习班等方式进行推广。具体的推广方式包括:(1)在骨科会议和保膝培训班上传播 1~2 年;(2)指南的正文将以报纸、期刊、单行本和手册等形式出版推广。

二、定义

HTO 是一种骨科手术,常用于治疗膝骨关节炎,特别是那些膝关节存在结构性畸形如内翻的患者。HTO 通过在胫骨近端截骨,改变膝关节的力线,减轻受损关节软骨的压力,从而缓解疼痛和改善关节功能。医生会在胫骨近端接近膝关节的地方进行开放楔形或闭合楔形截骨,使下肢负荷力线从受损的膝关节间室部分转移到健康膝关节间室(一般来说,健康间室的软骨和半月板正常),使受损的间室部关节软骨负荷减少,未受损的软骨承担更多负荷。总之,HTO 是一种通过改变膝关节负荷力线来治疗膝骨关节炎的手术方法,旨在减轻疼痛、改善功能,并推迟或避免膝关节置换手术。

膝关节退行性病变所涉及的疾病包括骨关节炎、软骨缺损、退变性半月板损伤以及膝关节不稳定等,是最普遍的一种慢性且持续进展的关节疾病。该病的病理特征主要是关节软骨的退化与破坏、软骨下骨质的硬化以及关节周围边缘骨质的反应性增生并形成骨赘等。

三、临床问题

(一)HTO 与膝骨关节炎

临床问题 1:HTO 与关节畸形部位和程度

推荐意见 1:HTO 适用于胫骨存在内翻畸形,胫骨近端内侧角(medial proximal tibia angle, MPTA) $< 85^{\circ}$,胫骨近端内翻角(tibial bone varus angle,

TBVA) $>5^{\circ}$ 的膝骨关节炎患者。在 HTO 术后症状缓解显著,患者满意度高(证据等级推荐强度:1D)。

推荐意见 2: 当膝骨关节炎患者整体下肢力线内翻[髌-膝-踝(hip-knee-ankle, HKA)角] $>5^{\circ}$ 时,通过截骨术调整力线,避免关节线过度倾斜,纠正内翻畸形后可取得满意疗效。当由于内侧关节间隙变窄导致内翻增加,造成 HKA 角 $>5^{\circ}$ 时,即使 MPTA $>85^{\circ}$,但只要 $<87^{\circ}$ 也可以选择进行 HTO(证据等级推荐强度:1D)。

推荐意见说明: 关节畸形是从影像学角度支持截骨术的极为重要的适应证之一^[12]。膝关节周围截骨下肢力线矫正手术既能缓解因单间室膝关节磨损造成的疼痛,又能矫正关节外畸形。多数膝内翻患者的骨性畸形来源于胫骨近端,适合采用 HTO;而膝外翻一般采用股骨远端截骨术(distal femoral osteotomy, DFO)治疗,但目前畸形程度的截骨适应证尚存争议。

对于内翻畸形的评判,专家组认为至少要从以下考虑:胫骨自身的内翻,按照以往传统的治疗方式,测量 TBVA 可反映胫骨的内翻情况。TBVA 应 $>5^{\circ}$ 或 MPTA 应 $<85^{\circ}$ ^[13]。以上这两个数值常被视作 HTO 的具体标准^[14-15]。如果存在 5° 以上的胫骨内翻,可进行 HTO,且能取得相对较好的疗效^[16]。有研究结果显示, $<5^{\circ}$ 的胫骨内翻有较高的术后失败风险,但是也有证据表明轻度内翻畸形($<4^{\circ}$)患者行 HTO 也可获得满意的效果^[17]。另有研究发现,下肢即使 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的轻度内翻也会导致膝关节内侧间室总载荷达 80%~90%,整个膝关节内侧的应力会增加^[18]。

另一个内翻畸形的评判衡量标准是整体的下肢力线,也称 HKA 角,或下肢负重力线(weight-bearing line, WBL)位置。临床研究表明,整体下肢力线不仅涵盖胫骨自身的内翻,还包含股骨的部分内翻和关节间隙的狭窄。只要整体内翻 $>5^{\circ}$,即可推荐进行 HTO,这是目前临床上经常采用的标准^[8]。一项纳入 12 项膝关节双水平截骨术(double-level osteotomy, DLO)的系统综述包含了 9 项病例系列研究和 3 项比较 DLO 与 HTO 的效果。其中 7 项研究明确指出,如果单纯 HTO 超过术后 MPTA 或 TBVA、股骨外侧远端角(lateral distal femoral angle, LDFA)和(或)预测楔形大小的阈值,则应进行 DLO。MPTA 的目标值为 $88^{\circ}\sim 95^{\circ}$,HKA 的外翻角度目标值为 $0^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 。其中 3 项比较 DLO 与 HTO 的

研究显示,膝关节双水平截骨术后的 MPTA($89.6^{\circ}\sim 92.5^{\circ}$)低于 HTO 术后($91.5^{\circ}\sim 98.3^{\circ}$)。所有 3 项研究都显示,双水平截骨术术后 HKA($0.2^{\circ}\sim 4.4^{\circ}$)与 HTO 术后 HKA($0.4^{\circ}\sim 4.8^{\circ}$)相似^[19]。也就是说,当由于内侧关节间隙变窄导致的下肢内翻增加,造成 HKA $>5^{\circ}$ 时,即使是 MPTA $>85^{\circ}$,但只要小于 87° ,也可以选择进行 HTO。

许多系统综述表明,对于膝骨关节炎患者而言,至少要从 MPTA 或 TBVA(这两个实际上测量的角度相同)以及整体、WBL 位置这些关键测量值来考量,以此判断其是否符合截骨的畸形条件^[20-21]。

此外,临床中也有医生发现,HTO 患者需要先评估关节畸形。如果以干骺端畸形为主,建议截骨术治疗;如果关节内畸形较重,截骨术可能不太适合。膝关节外侧间室情况可能会影响截骨术疗效。有医生发现通过磁共振和(或)关节镜评估外侧间室,如果外侧软骨退变 ≥ 2 级,不适合截骨术。上述内容尚需要在未来的临床研究中验证。

临床问题 2: HTO 与骨关节炎严重程度 Kellgren-Lawrence(K-L)分级

推荐意见 3: HTO 适用于磨损主要发生于内侧间室,外侧间室关节间隙相对正常,膝骨关节炎 Kellgren-Lawrence 分级 I~III 级的患者。Kellgren-Lawrence IV 级的患者合并有软骨下骨的磨损,疗效及安全性存在不确定性(证据等级推荐强度:1D)。

推荐意见说明: 目前常用的骨关节炎严重程度分级见表 3。

K-L 分级系统是评价膝骨关节炎严重程度的 X 射线分级方法,从轻到重分为:0 级(正常膝关节)、I 级、II 级、III 级、IV 级。

有证据表明,HTO 术前骨关节炎严重程度与 HTO 的临床疗效和手术存活密切相关^[22]。K-L IV 级的膝关节症状评分低于其他的 K-L 等级,患者症状缓解不理想。研究表明,骨关节炎的严重程度对外侧闭合胫骨高位截骨术(close wedge high tibial osteotomy, CWHTO)术后的长期临床效果和生存率有显著影响。在考虑对膝关节内翻患者进行 CWHTO 时,医生应充分考虑术前骨关节炎等级对长期疗效的影响。III 级和 IV 级是导致患者对 HTO 不满意的危险因素。一项回顾性队列研究显示,K-L IV 级更易导致开放楔形 HTO 部位感染,安全性较差^[23]。有一项纳入了 533 例 HTO 患者(Outerbridge 分级 I~IV 级;其中 III 级占 52% 和 IV 级

表 3 常用的骨关节炎严重程度分级

X 射线分级	
按照 Kellgren-Lawrence (K-L) 分级标准进行分级	
0 级:	正常;
I 级:	关节间隙无变窄,可疑骨赘或微小骨赘;
II 级:	关节间隙可疑变窄,有明显的轻度骨赘;
III 级:	关节间隙明显狭窄,骨质有硬化性改变,中度多发骨赘形成;
IV 级:	关节间隙明显狭窄,严重硬化性改变及明显关节畸形,有大量骨赘形成。
关节镜下分级	
Outerbridge 分级(关节镜下)	
I 级:	关节软骨表面轻度水肿;
II 级:	软骨表面<1 cm 的毛糙和浅表的皲裂;
III 级:	深大的软骨下骨皲裂,但骨未外露,损伤直径>1 cm;
IV 级:	软骨下骨的外露。
磁共振成像分级	
国际软骨修复协会改良磁共振成像分级系统(International Cartilage Repair Society, ICRS)	
0 级:	正常软骨;
I 级:	软骨分层结构消失,软骨内出现局灶性低信号区,软骨表面光滑;
II 级:	软骨表面轮廓轻至中度不规则,局部缺损,未达到软骨全层的 50%;
III 级:	软骨表面轮廓重度不规则,软骨缺损达到全层的 50% 以上,未见完全剥脱;
IV 级:	软骨全层缺失、剥脱,软骨下骨显露伴或不伴软骨下骨质信号改变

占 33%) 的回顾性研究表明,受访患者的平均牛津膝关节评分(Oxford knee score, OKS)为 43 分(范围为 8~48 分)。在 2~5 年的随访中,患者功能结果存在明显差别(37 分比 44 分; $P=0.0001$)。此外,根据 Outerbridge 分级(I~IV 级)的 295 例骨关节炎患者之间也存在显著差别;分级等级越高,OKS 评分越低($P<0.0001$)。因此可以推断,对于 Outerbridge I~IV 级损伤的患者,HTO 均有一定疗效^[24]。根据上述研究,在单间室骨关节炎膝关节周围截骨的指征包括相对年轻活跃的(<65 岁)、伴胫骨内翻的(MPTA<85°)及前内侧骨关节炎患者(Outerbridge 0~IV 级,但未达到软骨下骨磨损程度)。

总之,结合已有的指南和临床经验,可以认为 HTO 适用于外侧间室关节间隙相对正常的膝内侧间室关节 K-L 分级为 III 级及以下的膝骨关节炎患者^[8]。一般认为内侧间室关节 Outerbridge IV 级患者,只有磨损面积比较小才会取得好的疗效,但仍有不不确定性。

临床问题 3: HTO 与骨关节炎关节镜下软骨磨损分级(Outerbridge 分级)

推荐意见 4: 膝关节内侧间室软骨 Outerbridge 分级 I~IV 级的膝骨关节炎患者在 HTO 术后,膝骨

关节炎的症状均有改善(证据等级推荐强度:1D)。

推荐意见说明: HTO 对于改善膝骨关节炎患者的临床症状是有效的^[25]。一项回顾性研究共纳入了 114 例(121 个膝关节)接受双平面开放性楔形胫骨高位截骨术(open wedge high tibial osteotomy, OWHTO)的患者;这些患者均接受了关节镜手术和术后磁共振成像;术后(19.4±6.3)个月观察结果显示,ICRS I 组、II 组、III 组和 IV 组在内侧间室分别有 93.3%, 94.7%, 91.7% 和 92.3% 的膝关节在 ICRS 分级方面有所改善;分别有 11.8%, 11.1%, 18.2% 和 19.2% 患者在外侧间室的 ICRS 分级下降;分别有 9.8%, 16.7%, 18.2% 和 19.2% 的患者在髌股间室的 ICRS 分级下降^[26]。该结果说明接受双平面 OWHTO 治疗后,内侧间室的软骨改善效果最好,外侧间室和髌股间室仅有轻度改善。因此,可以认为 HTO 对于降低 ICRS 分级 I~IV 级有一定效果。

临床问题 4: HTO 的适宜年龄

推荐意见 5: HTO 治疗膝骨关节炎患者应遵循的年龄标准:男性应<65 岁,女性应<60 岁(证据等级及推荐强度:1C)。

推荐意见 6: 综合考虑患者的骨质条件、身体状

况、运动能力及运动需求等因素,可适当将年龄上限放宽;年龄因素并非绝对禁忌证(证据等级及推荐强度:1C)。

推荐意见说明:患者的年龄作为单一因素,对HTO的疗效影响是相对的,要结合患者、术者、医院等多重因素综合考虑。HTO对年龄的限制直接证据来源于多间室病变。HTO术后可能会增加对侧间室的关节内压,增加截骨失败的风险;但是,患者没有出现多间室病变,或对侧间室病变程度较轻。综合权衡对侧间室承压与患者整体情况后,年龄并非绝对手术禁忌证^[27]。

年龄较大的骨科手术患者确实还存有其他手术失败风险,例如术中出血、术后血液高凝状态而引发的静脉血栓栓塞(严重时肺栓塞)和术后感染等^[28-29]。应对这些合并症及手术风险,可依赖于临床对年龄较大的患者的综合保障能力,特别是围手术期的处理能力。科学选择抗凝、溶栓、止血及抗感染等治疗,均可提高手术成功率。

根据2022年的《膝关节周围截骨术治疗膝骨关节炎的中国临床实践指南》的推荐意见,一般情况,HTO的患者年龄男性应<65岁、女性应<60岁^[8]。也有一项综述通过总结文献发现,HTO是患有孤立的内侧骨关节炎、活动范围良好且无韧带不稳患者(60~65岁)的理想手术方式^[30]。

一项评估老年患者OWHTO后的重返运动情况(return to sport, RTS)以及影响RTS的相关因素的前瞻性研究显示,74例患者(平均年龄为68岁)接受了OWHTO;对≥70岁与<70岁两个年龄组的结果进行了比较发现,在70岁及以上低冲击力水平的运动患者中,OWHTO术后的RTS率很高。OWHTO是希望进行RTS的老年患者的首选手术方案^[31]。一项多中心回顾性队列研究纳入了481例HTO患者,纳入年龄在70岁及以下,既往无前交叉韧带损伤且不受体质量指数(body mass index, BMI)限制的所有初次接受HTO的患者。结果显示,HTO术后5年生存率为93.1%,10年生存率为74.1%^[32]。Kim等^[33]的一项系统综述表明,HTO患者5年生存率为95.1%,10年生存率为91.6%,15年以上随访有85%以上的生存率。

专家组认为,需要根据患者的具体情况综合考虑HTO的年龄范围。如果骨骼质量差的患者可能HTO截骨处愈合较慢,甚至无法愈合,增加手术风险。患者的整体健康状况也是选择手术的重要因

素。身体虚弱或有其他严重并存疾病的患者可能无法耐受手术或术后恢复困难。某些职业对膝关节的功能有特定要求,如需要长时间站立或行走的工作。这类患者可能更适合进行HTO来解决膝关节问题。传统上,HTO更倾向于年轻人,因为手术后需要患者有一定的活动能力和恢复能力。但是,随着技术的发展和手术方法的改进,年龄较大的患者也能从手术中获益^[32]。因此,综合考虑患者的骨质条件、身体状况、劳动诉求、运动能力以及职业需求等因素,将HTO患者的最佳年龄限制可放宽至男性70岁和女性65岁;但也要结合具体关节磨损程度来放宽年龄的限制。未来还需要更高级别临床研究证据支持。

临床问题5:HTO的适宜BMI条件

推荐意见7:HTO治疗膝骨关节炎患者的最佳BMI可由<25 kg/m²放宽至30 kg/m²(证据等级及推荐强度:1C)。

推荐意见8:BMI>30 kg/m²的患者术后并发症发生率高于BMI较低的患者(证据等级及推荐强度:1D)。

推荐意见说明:患者BMI越高,膝关节承受的负荷越大,发生半月板损伤和软骨磨损的风险越高。因此,BMI高的患者对侧间室对压力转移的耐受力弱,手术失败风险高^[34]。一项回顾性研究纳入接受OWHTO治疗的41例膝关节内侧骨关节炎患者;患者平均BMI为(30.3±5.2)kg/m²,其中17例患者(41.5%)的BMI>30 kg/m²;单变量分析显示,BMI>30 kg/m²与延迟愈合有关,影响手术成功率^[35]。因此,本指南专家组推测,BMI>30~35 kg/m²的HTO失败风险高。中国相关指南里提出的适宜BMI是<27.5 kg/m²^[8]。因为中国与欧美等发达国家营养饮食结构不同,所以,普通人群的BMI也不相同。考虑到BMI作为单一因素是动态变化的(即体质量是可以通过临床干预措施发生改变的,尽管其发生改变的具体时间并不确定),对于多学科联合团队(multi-disciplinary team, MDT)多科室临床协作能力强的医院,在体质量管理相关科室的参与下,患者BMI可放宽至≤30 kg/m²。临床发现,BMI>30 kg/m²的患者术后并发症发生率高于体质量较轻的患者。

目前已知的研究数据表明,最佳的BMI<25 kg/m²是进行HTO的绝对强推荐BMI值。一项104例患者的前瞻性队列研究的单变量分析显示,BMI>

30 kg/m² 是西安大略和麦马斯特大学骨关节炎指数 (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis index, WOMAC) 评分的重要预测因素^[36]。一项前瞻性研究连续纳入 164 例患者接受了胫骨高位截骨术, 经过 10 年随访发现, 术前 BMI < 30 kg/m² 的患者生存率更高, 总体功能预后较好^[37]。一项多中心回顾性队列研究纳入了 481 例 HTO 患者, 结果显示, BMI < 25 kg/m² 和关节间隙不完全狭窄是对 HTO 生存率有积极影响的术前因素^[38]。BMI 推荐临界值可设为 25 kg/m²。

(二) HTO 与退变性半月板损伤

临床问题 6: 退变性半月板损伤治疗的风险评估

推荐意见 9: 在对退变性半月板损伤进行修复之前, 应该考虑到各种致病因素对半月板损伤和愈合的影响, 例如体质量过大、膝关节内翻, 以及同时合并膝骨关节炎等风险因素的存在 (证据等级及推荐强度: 2C)。

推荐意见 10: 对于退变性半月板损伤患者, 单纯的半月板缝合或关节镜清理, 与适当的物理和药物治疗相比, 在疼痛缓解和功能状态改善方面均无显著优势。单纯关节镜清理, 对于治疗膝骨关节炎无显著效果 (证据等级及推荐强度: 1B)。

推荐意见说明: 临床医生在行截骨手术纠正下肢力线的同时, 应充分考虑半月板的损伤因素^[39-40]。自 Moseley 等^[41]使用关节镜治疗骨关节炎开始, 有些研究者对使用关节镜治疗骨关节炎的效果提出了质疑^[42-44]。大量系统综述和随机对照试验证据证实, 单纯关节镜治疗骨关节炎效果不佳, 关节镜下清创或灌洗对患者缺乏增量获益。此外, 关节镜手术治疗可能会增加患者的风险 (如麻醉并发症、感染、血栓性静脉炎)。本指南建议不要对初诊为无症状膝骨关节炎的患者进行关节镜检查 and 灌洗^[45]。一项中国指南认为, 退行性半月板损伤是一种缓慢进展的病变, 常见于中老年或老年人的半月板水平层裂、斜行撕裂或复合型撕裂。典型症状的退行性病变一般人群中较为少见, 通常在做膝关节核磁共振时偶然发现。其发病机制尚不完全清楚。一般来说没有明确的急性膝关节损伤病史^[46]。还有一项研究认为退行性半月板损伤患者年龄多为 45~60 岁^[47]。因此, 结合上述研究初步推断, 退变性半月板损伤的患者可能满足条件包括 45 岁以上、骨关节炎合并内翻、无显著损伤史, 其他条件还需进一步研究验证。

以往的经典随机对照研究表明, 半月板撕裂伴骨关节炎患者接受膝关节镜治疗后, 与优化的物理和药物治疗相比, 在疼痛缓解和功能状态方面没有显著改善^[48]。一项队列研究进一步比较了半月板撕裂伴骨关节炎患者接受膝关节镜或单纯物理治疗 (physical therapy only, PT-only) 疗效差异发现, 与单纯物理治疗相比, 膝关节镜不会推迟进一步手术的时间。接受膝关节镜治疗的患者在任何时间接受部分或全膝关节置换手术的概率要比单纯物理治疗的患者高出 30%^[49]。该研究建议, 在膝骨关节炎并发半月板撕裂的情况下, 如果膝关节镜的预期结果是推迟最终的全膝关节置换手术, 则应重新审视并减少膝关节镜的使用。

有一项系统综述对前瞻性随机对照试验进行分析, 比较关节镜治疗膝骨关节炎与其他治疗干预或假治疗的效果, 关节镜治疗包括膝关节灌洗、清创和半月板部分切除等手术, 结果显示, 内侧半月板非创伤性瓣状撕裂或痛风性关节炎的亚组患者可从关节镜手术中获益^[50]。该研究具有很高的相关性, 因此, 一些医疗保险机构不再为骨关节炎患者报销关节镜手术费用。然而, 对这些随机研究结果的解释应谨慎, 因为在许多研究中, 止痛药或非甾体抗炎药等其他治疗变量的使用未得到控制或报告。因此, 上述随机研究表明, 关节镜手术和半月板部分切除术对这一适应证的益处有限。Koenig 等^[51]研究认为, 单纯半月板缝合仅对急性损伤有效, 对于退变性半月板损伤效果不佳。Seo 等^[52]研究发现, 骨关节炎伴半月板后根损伤的患者单纯缝合半月板无效。有研究认为, 内翻力线矫正治疗骨关节炎, 可以取得满意疗效, 疗效与软骨厚度和半月板损伤程度无关^[53]。Takeuchi 等^[54]认为, 单纯矫正力线, 无论半月板是否缝合, 临床疗效良好。

总之, 目前大部分较高的临床证据均认为单纯的半月板修复、单纯的半月板缝合以及关节清理对于治疗膝骨关节炎患者无显著效果。

临床问题 7: HTO 和半月板修复

推荐意见 11: HTO 可以缓解膝内翻合并骨关节炎患者的病情进展, 并可以促进内侧半月板退变性后根撕裂的愈合 (证据等级及推荐强度: 1D)。

推荐意见 12: HTO 联合半月板缝合, 可以改善关节间隙和解剖结构, 但半月板缝合能否增强 HTO 的疗效尚有争议 (证据等级及推荐强度: 1D)。

推荐意见 13: 膝骨关节炎患者经过 HTO 治疗后,即使没有对内侧半月板退变性后根撕裂进行缝合修补,也并不影响 HTO 术后的疗效(证据等级及推荐强度:1D)。

推荐意见说明: 在骨关节炎患者中,如果只进行半月板的修复、后根的修补以及半月板的中央化,而未做 HTO,这些半月板不会真正完全愈合,存在纤维愈合、部分愈合以及不愈合的情况。反之,如果进行了 HTO,解除了压力,有助于半月板的愈合。Nha 等^[55]的研究指出,HTO 患者中约 80% 的半月板能够自动愈合,甚至约 50% 达到了完全愈合的程度。

中央化技术通过将外突失效的半月板重新拉回至原来位置是希望其继续发挥缓冲作用达到软骨保护的目的,以期提高 HTO 的临床疗效。Krych 等^[56]研究提示,胫骨内翻和后根部撕裂是内侧半月板外突的危险因素。该研究一方面采取中央化的技术将半月板外突进行直接的复位,另一方面是纠正了胫骨内翻以及部分患者存在的后根部撕裂这两项危险因素。半月板的外突以及膝骨关节炎的进展互为因果不仅受到上述两种因素的影响,诸如半月板冠状韧带等因素均有所影响;目前短期的随访支持半月板的在位良好,但需要更长期的随访以证实其疗效。以往的生物力学研究显示,半月板传导了超过 50% 的轴向应力;半月板外突之后,其传导轴向应力的作用显著减退^[57]。有研究显示,HTO 联合半月板中央化相比于单纯 HTO 虽不改善短期临床疗效,但相比于对照组显著改善胫骨内侧间隙,一定程度提示 HTO 联合半月板中央化可减少或延缓翻修为全膝关节置换术^[58]。目前该研究显示半月板中央化技术不显著提高 HTO 术后临床疗效;短期的随访显示术后 1 年复查 MRI,半月板外突均改善,存在显著性差异;半月板的持续在位发挥其缓冲胫股关节压力以减缓膝骨关节炎进展。有文献报道,HTO 术后短期随访 IKDC 评分为 61~73 分^[59-60]。另有研究显示术后 1 年随访结果,IKDC 评分也位于该范围;术后膝关节 Lysholm 评分 58~92 分^[61]。半月板中央化在 1 年的短期随访并未显示其在膝关节 IKDC 及 Lysholm 评分的优势。该膝关节主观评分结果同此前研究结果相似。

Kim 等^[62]的一项回顾性研究评估同时采用改良 Mason-Allen 缝合技术联合 HTO 治疗内侧半月板后根部撕裂(medial meniscus posterior root tears,

MMPRTs)的效果,随访时间为(66.4±6.5)个月;二次关节镜检查显示,64.7% 的修复根部完全愈合,29.4% 部分愈合,5.9% 愈合失败。一项回顾性研究观察了 MMPRT 修复是否能够有效促进愈合、软骨再生以及 OWHTO 的临床疗效^[63]。该研究纳入了 80 例接受 OWHTO 和后续二次关节镜检查的患者。患者被平均分为 OWHTO-MMPRT-修复组和单纯 OWHTO 组。结果显示,两组在软骨再生和国际膝关节文献委员会主观评分方面的相似。一项回顾性队列研究纳入了接受内侧胫骨高位截骨术(medial open wedge high tibial osteotomy, MOWHTO)手术(113 个膝关节)并随访 2 年以上的患者,比较了 MMPRT 组(52 个膝关节)和非 MMPRT 组(61 个膝关节)的放射学和临床结果。前者包括 MMPRT 患者;后者包括未发生半月板撕裂或除 MMPRT 外发生任何类型半月板撕裂的患者^[64]。结果显示,两组患者末次随访的放射学和临床结果差异无统计学意义。在 MOWHTO 的中短期随访中,MMPRT 患者的放射学或临床结果并不比无 MMPRT 的患者差。影响 MOWHTO 预后的因素是术后下肢力线纠正,而不是 MMPRT。HTO 同时进行半月板根部修复能更好地恢复解剖结构,但其对骨关节炎进展的影响还有待证实。

一项系统综述表明,HTO 治疗膝内侧骨关节炎同时进行 MMPRT 修复,短期随访的临床、放射学和关节镜评估结果几乎没有益处^[65];长期效果需要进一步积累证据。一项回顾性研究分析了因内侧间室骨关节炎接受开放楔形 HTO 的患者临床结果显示,在同时存在 MMPRT 和术后外翻对线的膝关节中,不进行 MMPRT 修复的 HTO 术后内侧半月板外突(medial meniscus extrusion, MME)和膝骨关节炎的放射学进展并未增加^[66]。研究结果表明,在不进行 MMPRT 修复的情况下进行 HTO 治疗,可以防止 MME 的增加和外侧关节炎的进展。该回顾性研究显示,与无 MMPRT 的患者相比,MOWHTO 中期随访的临床和影像学结果可能会受到 MMPRT 的影响;与无 MMPRT 的患者相比,MMPRT 不会影响 MOWHTO 中期的临床和放射学随访结果。上述研究说明,对于这些骨关节炎患者,在 HTO 术后,即使没有对半月板进行缝合修补,也不影响 HTO 后的长期效果。

随着诊疗技术的进步,对膝骨关节炎特别是内侧半月板后根部损伤的认识日益深入,治疗策略也呈现出多样化和个体化。目前,治疗理念强调阶

梯化治疗和最大限度地保留半月板结构^[67-68]。目前证据表明,对于年龄<65岁、膝内翻<5°、Outerbridge 软骨分级<Ⅲ级、Kellgren-Lawrence 分级<Ⅲ级的患者,单纯关节镜下内侧半月板后根部修复术疗效明确,愈合率满意,并能一定程度上延缓骨关节炎进程^[69]。而对于存在关节外畸形(如胫骨近端内侧角<85°或股骨远端外侧角>90°)、膝内翻>5°的患者,单纯行内侧半月板修复术可能会影响临床疗效及其愈合率^[70-71];而截骨术(如HTO)能有效改善临床症状或提高临床疗效。

因此,单纯的缝合半月板术仅适用于半月板的运动性或外伤性的急性损伤,并且患者没有力线异常,年龄不大,也没有关节炎的情况,对半月板缝合的效果是良好的。如果患者年龄较大,存在膝关节内翻以及骨关节炎等不良条件,应当联合HTO来治疗半月板损伤,才能够取得较好的效果。

(三)HTO与软骨修复和再生治疗

临床问题8: 软骨缺损的病因及风险评估

推荐意见14: 膝关节软骨缺损的病因不仅要考虑外伤(急性)因素,也要评估造成关节内压力增高的慢性因素。如膝内翻、体质量大、劳动强度大(累积性劳损重),既往半月板损伤史和手术切除史以及骨关节炎、年龄等退变因素的影响(证据等级及推荐强度:2C)。

推荐意见说明: 膝关节全层软骨缺损,通常由退行性病变(慢性)或者外伤(急性)所引起。评估关节软骨损伤,必须要考虑到高龄因素、体质量、膝内翻、劳动强度及关节内压力等因素。高龄(磨损时间长)、重体力劳动者(磨损强度大)、体质量大、运动强度大、肌肉力量弱(保护性不足)、膝内翻等因素也在临床实践中显示出可能与膝关节软骨全层损伤风险有关。对于慢性的软骨损伤,如果存在自身病因,在治疗软骨损伤之前,必须充分考虑、评估并去除上述病因,随后进行软骨的再生和修补,才有可能获得成功。

膝关节受到创伤后,可能导致软骨全层损伤,并有可能导致膝骨关节炎。《膝关节软骨损伤修复重建指南(2021)》指出,膝关节软骨损伤病因学上需要考虑引起软骨损伤的病因,如创伤性/局灶性、退行性和剥脱性骨软骨炎等^[72]。一项大型队列研究评估了前交叉韧带损伤膝关节全层关节软骨病变的风险因素,尤其是性别和造成原发损伤的运动类型;结果显示,男性与前交叉韧带损伤伴膝关节

全层关节软骨损伤的风险增加有关^[73]。手球运动队的男性运动员(磨损时间长、强度大)发生全层关节软骨损伤的风险更高。此外,年龄、曾接受过手术以及从受伤到手术的时间超过12个月也是全层软骨损伤的风险因素。另一项关于704例膝关节核磁共振成像扫描结果的回顾性研究显示,全层关节软骨损伤与以往的膝关节手术史有关,特别是与以往的半月板切除术有关^[74]。在既往接受过半月板切除术的膝关节存在全层病变的风险高于既往未接受过半月板手术的膝关节。外侧间室的全层病变与以往的外侧半月板切除有关。外侧间室发生全层软骨损伤的风险似乎更大;内侧间室的内侧半月板撕裂也有类似关系。

此外,根据专家组的临床经验推断,外侧骨关节炎与外侧半月板损伤、外侧盘状半月板、膝外翻存在相关性(大都是先天因素及外伤导致);内侧骨关节炎主要以内侧的过度使用(正常人群)、外伤、手术因素及先天性膝内翻等相关。这些因素也可能与膝关节软骨全层损伤风险有关,但尚需进一步高质量临床证据证实。

临床问题9: HTO治疗软骨损伤

推荐意见15: HTO可改善受损内侧间室的软骨再生的生物力学环境。即使某些软骨磨损严重的骨关节炎患者,在HTO术后也可以观察到不同程度的软骨修复现象(证据等级及推荐强度:1D)。

推荐意见说明: 研究发现,截骨手术不仅能推迟全膝关节置换手术的时间,而且可使已发生磨损的间室出现一定程度的软骨再生。国际软骨修复协会软骨损伤分级系统对软骨缺损实行4度法分级。K-L分级Ⅰ~Ⅳ级的软骨损伤均可通过HTO来促进软骨修复和再生。有研究显示,51.9%的股骨内侧髁和34.6%的胫骨内侧平台软骨损伤在HTO术后得到修复^[75]。有研究显示,术后外翻角度≥5°的软骨完全再生率达到30%以上,推测HTO术后矫正至外翻>5°对术后软骨再生有重要意义^[76]。

一项中国指南指出,关节线的中度侧向位移和倾斜角<4°有利于HTO术后膝关节软骨再生^[8]。有一项回顾性研究表明,HTO对早、中期膝骨关节炎的疗效有积极影响^[77]。还有一项回顾性研究说明,关节镜结合HTO治疗膝关节内侧间室骨关节炎可有效改善膝关节(术前K-LⅠ~Ⅲ级)症状及功能,并在一定程度促进关节软骨再生^[78]。这从另一个角度说明了HTO有利于软骨再生。Lee等^[79]通过关

节镜二次检查调查了开放楔形 HTO 术后软骨再生率, 纳入了接受开放楔形 HTO 术的患者 65 例, 对术前、术后(关节镜)HKA 角和胫骨关节线倾斜角进行了测量, 根据国际软骨修复学会(international cartilage regeneration & joint preservation society, ICRS)的分级系统对股骨内侧髁(medial condyle of femur, MFC)和胫骨内侧平台(medial tibial plateau, MTP)关节软骨进行了评估; 结果显示, 约有 44.6% 和 29.2% 的患者在开放楔形 HTO 术后 MFC 和 MTP 的软骨状况有所改善, 但未进行任何软骨再生手术。这说明约 HTO 术后 45% 的 MFC 和 30% 的 MTP 的软骨条件有所改善, HTO 可以改善膝关节软骨条件。

临床问题 10: HTO 与软骨再生技术联合的患者选择

推荐意见 16: 对开展软骨再生治疗的患者, 术前需评估下肢力线。存在下肢力线异常的患者, 开展软骨再生治疗的同时, 结合 HTO 转移力线, 可以有效保护软骨再生区域, 提高软骨再生的远期成功率。软骨修复前必须先评估下肢力线(证据等级及推荐强度: 2C)。

推荐意见 17: 对于需要进行软骨修复治疗的患者, 如果膝内翻(HKA 角)为 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$, 建议联合 HTO 矫正力线。如果膝内翻 $>5^{\circ}$, 强烈建议联合 HTO 矫正力线; 不建议单独进行软骨修复与再生治疗(证据等级及推荐强度: 1C)。

推荐意见说明: 目前已经有一些研究证实了 HTO 与软骨再生技术联合治疗膝骨关节炎患者取得了一定治疗效果, 但各项结果差异较大^[80-82]。一项系统综述表明, 关于膝骨关节炎或局灶性软骨缺损, 单纯截骨术与软骨修复联合截骨术应用的临床疗效。目前证据有限, 且研究之间存在很大的异质性^[83]。也有研究表明, 软骨修复加截骨术的联合疗法能显著改善膝骨关节炎患者临床疗效, 降低再手术率^[84]; 截骨术后同时进行软骨修复术的联合疗法能在多大程度上提高临床疗效及降低再手术率尚不十分明确。

对于软骨全层损伤的患者采用软骨修复、重建和再生技术, 前提是必须去除病因; 其中一个重要病因是膝关节存在一定程度的内翻。根据德国骨科和创伤学会(deutsche gesellschaft für orthopädie und unfallchirurgie, DGOU)的推荐意见^[85], 如果膝内翻(HKA 角) $>3^{\circ}$, 就建议进行 HTO 来矫正, 以减

轻局部压力。因为 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的膝内翻会在局部产生数倍的压力, 从而导致再生软骨受损, 远期效果不佳。如果膝内翻达到 5° 以上, 就不建议单独进行软骨重建和再生手术, 否则治疗效果可能不佳。一项德国的全国队列研究(4 968 例患者)显示, 在软骨修复时, 即使是 $<5^{\circ}$ 的内翻, 联合 HTO 纠正力线对患者的长期预后也是有益的^[86]。Bode 等^[87]对比单纯自体软骨细胞移植(autologous chondrocyte implantation, ACI)与 ACI 联合 HTO 治疗股骨内侧髁软骨损伤, 患者均仅有轻度膝内翻 $1^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。平均随访 6 年结果发现, ACI 联合 HTO 组术后的生存率(90%)明显高于单纯行 ACI 治疗组(58%)。有研究对膝关节屈曲畸形超过 5° 、膝内翻畸形超过 5° 、膝关节内侧间室有超过 4 cm^2 的 ICRS IV 级关节软骨病变的患者采用人脐带-间充质干细胞联合 HTO 治疗。结果显示, 植入人脐带-间充质干细胞并同时进行 HTO 是治疗内侧间室骨关节炎和膝关节内翻畸形患者的有效方法, 软骨的再生改善了患者的临床疗效^[88]。

HTO 中适当的外翻矫正对膝关节软骨再生有积极影响, 而术后关节线倾斜角的控制也是软骨修复成功的一个重要因素^[89]。Kim 等^[75]对 104 例接受 HTO 的患者进行了研究。术后通过膝关节镜检查发现, 有 51.9% 的股骨内侧髁和 34.6% 的胫骨内侧平台软骨损伤得到了改善。这表明适度的外翻矫正有助于软骨再生。另一项由 Koshino 等^[76]进行的研究对 115 例患者进行了 HTO 治疗。术后 2 年进行关节镜检查结果显示, 术后外翻角度 $\geq 5^{\circ}$ 的 132 膝中有 46 膝软骨完全再生; 而外翻角度 $\leq 4^{\circ}$ 的 14 膝中, 只有 1 膝软骨完全再生。此结果表明, 术后矫正至外翻 $>5^{\circ}$ 对于软骨再生具有重要意义。还有研究分析了 61 例接受 HTO 的患者资料, 术后平均随访 22 个月以研究关节线倾斜对软骨再生的影响; 结果显示, 关节线倾斜角为 $3.2^{\circ}\pm 3.0^{\circ}$ 。膝关节镜检查显示, 关节线倾斜角 $<5^{\circ}$ 的膝关节显示出更好的软骨再生^[90]。

一般的软骨再生技术如果不考虑力线, 其远期成功率只有约 50%, 近期可能较高。因为近期还未磨损, 但远期成功率较低, 而进行了 HTO 之后, 其远期成功率可达到 90% 以上^[91]; 该研究试图确定 HTO 联合或不联合关节软骨手术和(或)同种异体半月板移植对内侧间室软骨病变、内翻对线(或)半月板缺损患者的存活率和临床疗效的影响^[91]; 其共纳

入 69 项研究(4 557 名受试者)。在 5 年、10 年、15 年和 20 年的随访中,孤立 HTO 的存活率分别为 92.4%、84.5%、77.3% 和 72.3%。随访 5 年时,接受关节软骨手术的 HTO 的存活率(97.7%)明显高于孤立 HTO(92.4%)或接受半月板异体移植的 HTO(90.9%)。在短期和中期随访中,孤立 HTO 的存活率和临床疗效都很好,但随着时间的推移会恶化。软骨再生术同时进行 HTO 的早期存活率和临床疗效也很好;但随着时间的推移(长达 10 年),存活率和临床疗效也有所下降。

(四)HTO 治疗慢性膝关节不稳定

临床问题 11:HTO 治疗膝关节前向不稳定

推荐意见 18:当患者胫骨平台后倾过大且合并慢性前向不稳定时,通过前方闭合截骨减小胫骨平台后倾,有助于增加膝关节的前向稳定性(证据等级及推荐强度:1C)。

推荐意见 19:对于前交叉韧带损伤的患者,胫骨平台后倾角 $>13^{\circ}$ 是前交叉韧带重建失败的风险因素(证据等级及推荐强度:1C)。

推荐意见 20:对于膝内翻型骨关节炎合并前交叉韧带功能不全患者,在 HTO 纠正冠状位力线的同时减小平台后倾,有助于增强膝关节的前向稳定。对于运动要求不高且无不稳定感的患者可不重建前交叉韧带(证据等级及推荐强度:1D)。

推荐意见说明:前交叉韧带重建联合 HTO 是一种有效治疗前交叉韧带损伤和内翻型膝关节内侧间室骨关节炎的手术方法^[92]。有研究显示,在平均 14 年的长期随访中,前交叉韧带重建联合外侧闭合楔形 HTO 显示出令人满意的临床结果和良好的生存率。前交叉韧带重建联合外侧闭合楔形 HTO 对于前交叉韧带损伤合并有膝内翻内侧骨关节炎的年轻活跃患者来说是一种有价值的选择^[93]。

前交叉韧带损伤的患者可存在胫骨平台后倾过大的问题^[94]。当通过 HTO 减小胫骨平台的后倾后,修复前交叉韧带损伤的成功率大幅提高。一项回顾性研究分析了接受关节镜前交叉韧带重建术和内侧开放截骨术的 30 例患者的 2 年随访数据,对术前和术后的胫骨后倾进行了测量。结果显示,与术前值相比,胫骨后倾角减小超过 5° 对重建的前交叉韧带移植物的功能和预后会有有利影响^[95]。Bosco 等^[96]的一项系统综述对接受前交叉韧带重建术(anterior cruciate ligament reconstruction, ACLR)联合前向闭合楔形胫骨高位截骨术(anterior

closing-wedge high tibial osteotomy, ACW-HTO)以减少胫骨后倾角(posterior tibial slope, PTS)的患者的临床和放射学结果的研究显示,前交叉韧带重建联合 ACW-HTO 可恢复膝关节的稳定性和功能,对前交叉韧带损伤并伴有高 PTS 的患者具有令人满意的临床和影像学效果。

有系统综述系统回顾有关同时接受 HTO 和 ACLR 术患者的疗效、适应证和并发症的研究显示,使用 HTO 进行前交叉韧带重建翻修术可获得良好的术后功能效果,并发症发生率低,且无移植物再撕裂的报道。前交叉韧带翻修术联合 HTO 的主要适应证是后倾角超过 12° 或严重屈曲畸形^[97-98]。Webb 等^[99]的一项病例对照研究显示,胫骨后倾角增加与 ACL 重建后进一步 ACL 损伤的概率增加有关。在胫骨后倾角为 $\geq 12^{\circ}$ 的 HTO 患者中最为明显。Shekhar 等^[100]研究表明,胫骨后倾角过高是导致 ACL 重建失败的一个众所周知的风险因素。胫骨后倾角可以通过 X 射线短片或全长片、核磁共振成像扫描或三维 CT 扫描来计算。通过矢状胫骨截骨手术降低后倾角,可从生物力学角度保护前交叉韧带移植植物。在前交叉韧带重建失败的情况下,当胫骨外侧后倾角 $>12^{\circ}$ 时可考虑进行前方闭合楔形截骨术。

有研究认为,HTO 术和 ACLR 联合适用于内侧骨关节炎(Ahlbäck I~III 级)和前交叉韧带撕裂伴有症状性前向不稳、ACLR 失败或 PTS 增加的患者^[99]。PTS $>12^{\circ}$ 是前交叉韧带重建失败的风险因素。有多种不同的手术技术可同时进行 HTO 和 ACLR 术;其中最常用的是开放楔形 HTO 和闭合楔形 HTO,但目前尚无证据支持其中一种手术优于其他手术。关于 HTO 和 ACLR 联合术式的患者数和研究较少,但这些研究大多报道了良好的结果。有研究发现,单纯 HTO 可以改善疼痛,甚至改善膝关节的主观稳定性;额外的 ACLR 在中期内与骨关节炎的增加或术后并发症的增加无关^[101]。

Kim 等^[102]的一项病例对照研究比较了仅进行 HTO、HTO 结合 ACL 或 PCL 重建以及仅进行韧带重建的 3 组患者在影像学上的结果。该结果表明,通过 HTO 可以调整下肢力线,从而可能影响膝关节的生物力学环境,包括平台后倾的角度。这有助于改善膝关节的力学平衡;还可能增强膝关节的稳定性。尽管所有 3 组在临床评分上都有显著改善,但组 I(单纯 HTO 组)在 ACL 或后交叉韧带重建后的

膝关节稳定性仍然不如其他两组。这表明,对于某些患者来说,仅进行 HTO 可能不足以提供足够的膝关节稳定性。然而,对于运动要求不高且关节稳定的患者,如果没有不稳定感,可能不需要进行前交叉韧带重建。

此外,本指南专家组根据临床经验认为,HTO 的禁忌证可参考以下标准:严重内侧间室关节损伤(Ahlback II 级或更高)、三间室关节病、髌股关节病、关节活动度 $<120^{\circ}$ 或屈曲挛缩 $>5^{\circ}$ 、年龄 >65 岁、BMI $>30\text{ kg/m}^2$ (相对禁忌证)、炎症性疾病和严重骨质疏松症。

在临床工作中,也可发现某些合并了骨关节炎的患者单纯进行 HTO,消除了内翻和把胫骨平台后倾减小后,患者的膝关节出现自我稳定,无需再重建前交叉韧带,而且骨关节炎也得到了相应治疗。但目前相关高质量临床研究文献较少。

临床问题 12: HTO 治疗后外侧复合体损伤

推荐意见 21:对于合并膝内翻的后外侧复合体慢性损伤患者,后外侧不稳定可通过 HTO,纠正胫骨内翻的同时,适当增大胫骨平台后倾角,有助于稳定性的改善(证据等级及推荐强度:1C)。

推荐意见说明:在膝关节后外侧复合体(后外侧结构、后外侧角)伴后交叉韧带损伤的后外侧慢性前向不稳定的膝内翻情况下,膝关节自身如果存在一些骨性畸形,比如膝关节内翻、胫骨平台后倾过小,都会加重这种后外侧的损伤和前向不稳定。

膝关节的骨性畸形,如内翻或胫骨平台后倾过小,确实可能加重后外侧复合体的损伤和前向不稳定,这一点已经有多篇文献支持^[103-104]。在治疗这类损伤时,医生可能会考虑进行 HTO 以纠正这些畸形并恢复膝关节的稳定性。一项系统综述对使用 HTO 治疗合并膝关节韧带不稳和偏移的文献进行分析表明,HTO 术可用于治疗韧带缺损且伴有明显膝关节冠状面畸形或矢状面对线不良的膝关节^[105]。总之,可以通过 HTO 增大胫骨平台的后倾,纠正膝关节内翻,来治疗后外侧膝关节的损伤和前向不稳定。

临床问题 13: HTO 治疗后交叉韧带功能不全

推荐意见 22:对于膝骨关节炎合并后交叉韧带功能不全膝关节后向不稳定的患者,可通过 HTO,适当增大胫骨平台后倾角,有助于稳定性的改善(证据等级及推荐强度:1D)。

推荐意见说明:目前一些研究认为,HTO 可用于后交叉韧带缺损的膝关节修复。在后交叉韧带

缺损的情况下,可进行 HTO 来增加胫骨后倾角^[106]。在慢性损伤和屈曲不变的情况下,应考虑 HTO 以确保韧带重建的持久性,并防止继发性骨关节炎的进展。有研究显示,双平面 HTO 术可获得冠状位的对位矫正,改善膝关节稳定性,适用于内翻膝骨关节炎和后交叉韧带慢性损伤伴 PTS 变平者^[107]。因此,临床应用双平面 HTO 术可在短期随访期内对内翻膝骨关节炎和后交叉韧带慢性损伤伴 PTS 变平的患者取得满意的临床和影像学效果。Tischer 等^[108]的一项系统综述表明,在后交叉韧带/后外侧角复合体/外侧副韧带不稳定的情况下,矫正膝关节对线不良也能增加稳定性和改善预后。也有研究表明,经胫骨结节高位胫骨屈曲截骨术是治疗有症状的韧带性膝反曲的有效方法,可避免十字韧带因过度伸展扭伤而断裂,并可改善腓肠肌张力。该手术可在中期内明显改善临床症状并矫正复发过伸畸形^[109]。

刘丙立等^[110]纳入后交叉韧带已无正常功能的患者作为研究对象。该研究中的患者后倾角为 $(7.18^{\circ}\pm 1.17^{\circ})$,不伴其他韧带损伤,内侧间室压力增高,内侧关节软骨面变薄,软骨下骨缺血变性,其余间室关节软骨无明显破坏;且术前检查后抽屉试验(+)。患者自诉站立时关节内侧疼痛明显,活动时有关节不稳症状。患者的干预措施为膝关节力线矫正并重建后交叉韧带恢复膝关节稳定性。结果显示临床疗效良好。

虽然许多数研究认为 HTO 和后交叉韧带重建应分期手术,但两次手术不仅给患者增加痛苦,还会延长治疗时间。

本指南制订专家组名单

执笔者:柳剑 刘庆 曹光磊(首都医科大学附属北京积水潭医院)

指导专家组:王坤正(西安交通大学第二附属医院);蒋协远(首都医科大学附属北京积水潭医院);黄野(首都医科大学附属北京积水潭医院)

编写专家组(以姓名汉语拼音排序):曹光磊(首都医科大学附属北京积水潭医院);陈德生(天津市天津医院);陈晶(航天中心医院)丁勇(西安交通大学附属西安市红会医院);方锐(新疆医科大学第四附属医院);冀熹(北京大学第三医院);黄野(首都医科大学附属北京积水潭医院);康庆林(上海六院);李忠(西南医科大学附属医院);刘国彬(河北医科大学第一医院);刘培来(山东大学齐鲁

医院);刘庆(首都医科大学附属北京积水潭医院);柳剑(首都医科大学附属北京积水潭医院科);乔峰(西安交通大学附属西安市红会医院);沙宇(河南省直第三人民医院);谭红略(河南省洛阳正骨医院);王广积(海南省人民医院);吴立生(山东省临沂市人民医院);吴松(中南大学湘雅三医院);杨伟毅(广东省中医院)张氏(山西医科大学第二医院)

系统评价专家组:孙凤(北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系,北京大学循证医学中心);吴琪俊(中国医科大学附属盛京医院流行病学教研室);段芳芳(首都医科大学附属北京积水潭医院临床流行病学研究室)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。指南制定小组应确保所有成员都符合相关规定和道德标准,不存在可能影响指南建议公正性的利益冲突。如果出现无法避免的利益冲突,指南制定小组应采取有效措施进行管理。这包括制定严格的保密协议、对相关人员进行培训、定期汇报工作进展等。

参 考 文 献

- [1] 朱佳旺,陈德生,雷蕾,等. 内侧开放楔形胫骨高位截骨术联合前交叉韧带重建治疗膝内翻骨关节炎伴前交叉韧带损伤的疗效评估[J]. 中华医学杂志, 2024, 104(17): 1481-1485. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20231023-00869.
- [2] 姚恩洋,田野. 胫骨高位截骨术联合 Taylor 外固定架治疗膝骨性关节炎并膝内翻的临床疗效[J]. 中国医科大学学报, 2020, 49(7): 597-600, 605.
- [3] 杨梦其,王慧,李杰,等. 胫骨高位截骨术外固定与内固定治疗膝内翻骨关节炎的疗效比较[J]. 中国医刊, 2021, 56(7): 772-775.
- [4] 杨梦其,王慧,李杰,等. Taylor 空间外固定架联合胫骨高位截骨术对膝骨性关节炎并膝内翻患者膝关节功能的影响[J]. 临床和实验医学杂志, 2021, 20(6): 639-642.
- [5] Kolasinski SL, Neogi T, Hochberg MC, et al. 2019 American college of rheumatology/arthritis foundation guideline for the management of osteoarthritis of the hand, hip, and knee[J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2020, 72(2): 220-233. DOI: 10.1002/acr.24131.
- [6] Bannuru RR, Osani MC, Vaysbrot EE, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2019, 27(11): 1578-1589. DOI: 10.1016/j.joca.2019.06.011.
- [7] Brown GA. AAOS clinical practice guideline: treatment of osteoarthritis of the knee: evidence-based guideline, 2nd edition[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2013, 21(9): 577-579. DOI: 10.5435/JAAOS-21-09-577.
- [8] Ma XL, Hu YC, Wang KZ, et al. Chinese clinical practice guidelines in treating knee osteoarthritis by periarticular knee osteotomy[J]. Orthop Surg, 2022, 14(5): 789-806. DOI: 10.1111/os.13281. E.
- [9] Higgins JP, Altman DG, Gotzsche PC, et al. The cochrane collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials[J]. BMJ, 2011, 343: d5928. DOI: 10.1136/bmj.d5928.
- [10] Stang A. Critical evaluation of the newcastle-ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses[J]. Eur J Epidemiol, 2010, 25(9): 603-605. DOI: 10.1007/s10654-010-9491-z.
- [11] Atkins D, Best D, Briss PA, et al. Grading quality of evidence and strength of recommendations[J]. BMJ, 2004, 328(7454): 1490. DOI: 10.1136/bmj.328.7454.1490.
- [12] 陈志刚,朱鹏,李博,等. 胫骨高位截骨术治疗膝内侧骨关节炎的研究进展[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2022, 16(1): 93-98. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2022.01.015.
- [13] Ollivier M, An JS, Kley K, et al. A significant rate of tibial over-correction with an increased JLO occurred after isolated high tibial osteotomy without considering international consensus[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2023, 31(11): 4927-4934. DOI: 10.1007/s00167-023-07518-5.
- [14] Bonnin M, Chambat P. Der Stellenwert der valgusierenden, zuklappenden Tibiakopfosteotomie bei der medialen Gonarthrose [Current status of valgus angle, tibial head closing wedge osteotomy in media gonarthrosis] [J]. Orthopade, 2004, 33(2): 135-142. DOI: 10.1007/s00132-003-0586-z.
- [15] Niemeyer P, Kreuz PC, Steinwachs M, et al. Chirurgische therapieverfahren zur behandlung umschriebener knorpelschäden am kniegelenk [Operative treatment of cartilage lesions in the knee joint] [J]. Sportverletz Sportschaden, 2007, 21(1): 41-50. DOI: 10.1055/s-2007-963030.
- [16] Rudan JF, Simurda MA. High tibial osteotomy. A prospective clinical and roentgenographic review[J]. Clin Orthop Relat Res, 1990(255): 251-256. PMID: 2347159.
- [17] Na YG, Lee BK, Hwang DH, et al. Can osteoarthritic patients with mild varus deformity be indicated for high tibial osteotomy? [J]. Knee, 2018, 25(5): 856-865. DOI: 10.1016/j.knee.2018.05.001.
- [18] Mina C, Garrett WE Jr, Pietrobon R, et al. High tibial osteotomy for unloading osteochondral defects in the medial compartment of the knee [J]. Am J Sports Med, 2008, 36(5): 949-955. DOI: 10.1177/0363546508315471.
- [19] Alves P, van Rooij F, Kuratle T, et al. Consistent indications, targets and techniques for double-level osteotomy of the knee: a systematic review [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2022, 30(12): 4078-4087. DOI: 10.1007/s00167-022-06915-6.
- [20] Schuster P, Geßlein M, Schlumberger M, et al. Ten-year results of medial open-wedge high tibial osteotomy and chondral resurfacing in severe medial osteoarthritis and varus malalignment[J]. Am J Sports Med, 2018, 46(6): 1362-1370. DOI: 10.1177/0363546518758016.
- [21] Pang R, Jiang Z, Xu C, et al. Is patient-specific instrumentation accurate and necessary for open-wedge high tibial osteotomy? A meta-analysis [J]. Orthop Surg, 2023, 15(2): 413-422. DOI: 10.1111/os.13483.
- [22] Kuwashima U, Iwasaki K, Kurakazu I, et al. Effect of osteoarthritis severity on survival and clinical outcomes after high tibial osteotomy [J]. Knee, 2021, 29: 441-447. DOI: 10.1016/j.knee.2021.02.031.
- [23] Guo H, Song B, Zhou R, et al. Risk factors and dynamic nomogram development for surgical site infection following open wedge high tibial osteotomy for varus knee osteoarthritis: a retrospective cohort study[J]. Clin Interv Aging, 2023, 18: 2141-2153. DOI:

- 10.2147/CIA.S436816.
- [24] Floerkemeier S, Staubli AE, Schroeter S, et al. Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: a retrospective evaluation of 533 patients[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2013, 21(1): 170-180. DOI: 10.1007/s00167-012-2087-2.
 - [25] 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊疗指南(2018 年版)[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(12): 705-715. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2018.12.001.
 - [26] Kim DH, Kim SC, Yoon JS, et al. Are there harmful effects of pre-operative mild lateral or patellofemoral degeneration on the outcomes of open wedge high tibial osteotomy for medial compartmental osteoarthritis? [J]. *Orthop J Sports Med*, 2020, 8(6): 2325967120927481. DOI: 10.1177/2325967120927481.
 - [27] Goshima K, Sawaguchi T, Sakagoshi D, et al. Age does not affect the clinical and radiological outcomes after open-wedge high tibial osteotomy[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25(3): 918-923. DOI: 10.1007/s00167-015-3847-6.
 - [28] Tsujimoto T, Kanayama M, Suda K, et al. Perioperative complications of open spine surgery in older adults over 90 years of age[J]. *Spine Surg Relat Res*, 2022, 6(6): 664-670. DOI: 10.22603/ssrr.2022-0036.
 - [29] Zhang D, Earp BE, Blazar P, et al. What is the effect of resident involvement on short-term outcomes after distal radius fracture surgery? [J]. *J Hand Surg Asian Pac Vol*, 2023, 28(3): 307-314. DOI: 10.1142/S2424835523500364.
 - [30] Lee DC, Byun SJ. High tibial osteotomy [J]. *Knee Surg Relat Res*, 2012, 24(2): 61-69. DOI: 10.5792/ksrr.2012.24.2.61.
 - [31] Otsu A, Kumagai K, Yamada S, et al. Return to sports activity after opening wedge high tibial osteotomy in patients aged 70 years and older [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 576. DOI: 10.1186/s13018-021-02718-6.
 - [32] Batailler C, Gicquel T, Bouguennec N, et al. A predictive score of high tibial osteotomy survivorship to help in surgical decision-making: the SKOOP score[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023, 143(8): 4843-4851. DOI: 10.1007/s00402-022-04694-w.
 - [33] Kim JH, Kim HJ, Lee DH. Survival of opening versus closing wedge high tibial osteotomy: a meta-analysis [J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 7296. DOI: 10.1038/s41598-017-07856-8.
 - [34] Akizuki S, Shibakawa A, Takizawa T, et al. The long-term outcome of high tibial osteotomy: a ten- to 20-year follow-up [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2008, 90(5): 592-596. DOI: 10.1302/0301-620X.90B5.20386.
 - [35] Siboni R, Beaufils P, Boisrenoult P, et al. Opening-wedge high tibial osteotomy without bone grafting in severe varus osteoarthritic knee. Rate and risk factors of non-union in 41 cases [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2018, 104(4): 473-476. DOI: 10.1016/j.otsr.2018.01.014.
 - [36] Wang F, Ma W, Chen J, et al. Prognostic factors for medial open-wedge high tibial osteotomy with spacer implantation in patients with medial compartmental knee osteoarthritis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1): 50. DOI: 10.1186/s13018-022-02934-8.
 - [37] Howells NR, Salmon L, Waller A, et al. The outcome at ten years of lateral closing-wedge high tibial osteotomy: determinants of survival and functional outcome [J]. *Bone Joint J*, 2014, 96-B(11): 1491-1497. DOI: 10.1302/0301-620X.96B11.33617.
 - [38] Batailler C, Gicquel T, Bouguennec N, et al. A predictive score of high tibial osteotomy survivorship to help in surgical decision-making: the SKOOP score [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023, 143(8): 4843-4851. DOI: 10.1007/s00402-022-04694-w.
 - [39] Wang J, Xiong J, Xu Z, et al. Short-term effects of discoid lateral meniscectomy on the axial alignment of the lower limb in adolescents [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2015, 97(3): 201-207. DOI: 10.2106/JBJS.N.00651.
 - [40] Goto N, Okazaki K, Akiyama T, et al. Alignment factors affecting the medial meniscus extrusion increases the risk of osteoarthritis development [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(8): 2617-2623. DOI: 10.1007/s00167-018-5286-7.
 - [41] Moseley JB, O'Malley K, Petersen NJ, et al. A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee [J]. *N Engl J Med*, 2002, 347(2): 81-88. DOI: 10.1056/NEJMoa013259.
 - [42] Khan M, Khanna V, Adili A, et al. Knee osteoarthritis: when arthroscopy can help [J]. *Pol Arch Intern Med*, 2018, 128(2): 121-125. DOI: 10.20452/pamw.4186.
 - [43] Navarro RA, Adams AL, Lin CC, et al. Does knee arthroscopy for treatment of meniscal damage with osteoarthritis delay knee replacement compared to physical therapy alone? [J]. *Clin Orthop Surg*, 2020, 12(3): 304-311. DOI: 10.4055/cios19114.
 - [44] Siparsky P, Ryzewicz M, Peterson B, et al. Arthroscopic treatment of osteoarthritis of the knee: are there any evidence-based indications? [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2007, 455: 107-112. DOI: 10.1097/BLO.0b013e31802fc18c.
 - [45] Richmond J, Hunter D, Irrgang J, et al. Treatment of osteoarthritis of the knee (nonarthroplasty) [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2009, 17(9): 591-600. DOI: 10.5435/00124635-200909000-00006.
 - [46] Zhang S, Chen G, Li R, et al. Guidelines on the diagnosis and treatment of lateral meniscal lesions: a consensus statement by the Chinese Society of Sports Medicine [J]. *Orthop J Sports Med*, 2022, 10(12): 23259671221138082. DOI: 10.1177/23259671221138082.
 - [47] Lizaaur-Utrilla A, Miralles-Muñoz FA, Gonzalez-Parreño S, et al. Outcomes and patient satisfaction with arthroscopic partial meniscectomy for degenerative and traumatic tears in middle-aged patients with no or mild osteoarthritis [J]. *Am J Sports Med*, 2019, 47(10): 2412-2419. DOI: 10.1177/0363546519857589.
 - [48] Kirkley A, Birmingham TB, Litchfield RB, et al. A randomized trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee [J]. *N Engl J Med*, 2008, 359(11): 1097-1107. DOI: 10.1056/NEJMoa0708333.
 - [49] Navarro RA, Adams AL, Lin CC, et al. Does knee arthroscopy for treatment of meniscal damage with osteoarthritis delay knee replacement compared to physical therapy alone? [J]. *Clin Orthop Surg*, 2020, 12(3): 304-311.
 - [50] Karpinski K, Müller-Rath R, Niemeyer P, et al. Subgroups of patients with osteoarthritis and medial meniscus tear or crystal arthropathy benefit from arthroscopic treatment [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(3): 782-796. DOI: 10.4055/cios19114.
 - [51] Koenig JH, Ranawat AS, Umans HR, et al. Meniscal root tears: diagnosis and treatment [J]. *Arthroscopy*, 2009, 25(9): 1025-1032. DOI: 10.1016/j.arthro.2009.03.015.
 - [52] Seo YJ, Kim SJ, Jung D, et al. Collagenous ultrastructure of the torn medial meniscus posterior root: a transmission electron microscopy study [J]. *Am J Sports Med*, 2019, 47(13): 3221-3228. DOI: 10.1177/0363546519876110.

- [53] Lobenhoffer P, Tscherne H. Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes. Heutiger behandlungsstand [Rupture of the anterior cruciate ligament. Current status of treatment] [J]. Unfallchirurg, 1993, 96(3):150-168. PMID: 8475403.
- [54] Takeuchi R, Ishikawa H, Miyasaka Y, et al. A novel closed-wedge high tibial osteotomy procedure to treat osteoarthritis of the knee; hybrid technique and rehabilitation measures[J]. Arthrosc Tech, 2014, 3(4):e431-e437. DOI: 10.1016/j.eats.2014.04.004.
- [55] Nha KW, Lee YS, Hwang DH, et al. Second-look arthroscopic findings after open-wedge high tibia osteotomy focusing on the posterior root tears of the medial meniscus [J]. Arthroscopy, 2013, 29(2):226-231. DOI: 10.1016/j.arthro.2012.08.027.
- [56] Krych AJ, Bernard CD, Leland DP, et al. Isolated meniscus extrusion associated with meniscotibial ligament abnormality [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(11):3599-3605. DOI: 10.1007/s00167-019-05612-1.
- [57] Fukubayashi T, Kurosawa H. The contact area and pressure distribution pattern of the knee. A study of normal and osteoarthrotic knee joints[J]. Acta Orthop Scand, 1980, 51(6):871-879. DOI: 10.3109/17453678008990887.
- [58] Katagiri H, Nakagawa Y, Miyatake K, et al. Short-term outcomes after high tibial osteotomy aimed at neutral alignment combined with arthroscopic centralization of medial meniscus in osteoarthritis patients [J]. J Knee Surg, 2023, 36(3):261-268. DOI: 10.1055/s-0041-1731738.
- [59] Niemeyer P, Schmal H, Hauschild O, et al. Open-wedge osteotomy using an internal plate fixator in patients with medial-compartment gonarthrosis and varus malalignment; 3-year results with regard to pre-operative arthroscopic and radiographic findings [J]. Arthroscopy, 2010, 26(12):1607-1616. DOI: 10.1016/j.arthro.2010.05.006.
- [60] Bastard C, Mirouse G, Potage D, et al. Return to sports and quality of life after high tibial osteotomy in patients under 60 years of age [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2017, 103(8):1189-1191. DOI: 10.1016/j.otsr.2017.08.013.
- [61] Ribeiro CH, Severino NR, Moraes de Barros Fucs PM. Opening wedge high tibial osteotomy: navigation system compared to the conventional technique in a controlled clinical study [J]. Int Orthop, 2014, 38(8):1627-1631. DOI: 10.1007/s00264-014-2341-y.
- [62] Kim YM, Joo YB, Lee WY, et al. Remodified Mason-Allen suture technique concomitant with high tibial osteotomy for medial meniscus posterior root tears improved the healing of the repaired root and suppressed osteoarthritis progression [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2021, 29(4):1258-1268. DOI: 10.1007/s00167-020-06151-w.
- [63] Choi YS, Chang MJ, Lee JH, et al. Repair of medial meniscus posterior root tear is effective for root healing and cartilage regeneration in opening wedge high tibial osteotomy [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2023, 31(12):5799-5811. DOI: 10.1007/s00167-023-07637-z.
- [64] Kim CW, Lee CR, Son GH. Type of medial meniscus tear does not affect the clinical and radiological outcomes of medial opening-wedge high tibial osteotomy [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2023, 31(11):5025-5033. DOI: 10.1007/s00167-023-07542-5.
- [65] Kyun-Ho S, Hyun-Jae R, Ki-Mo J, et al. Effect of concurrent repair of medial meniscal posterior root tears during high tibial osteotomy for medial osteoarthritis during short-term follow-up: a systematic review and meta-analysis [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1):623. DOI: 10.1186/s12891-021-04499-9.
- [66] Karatekin YS, Altinayak H. Assessment of radiological outcomes of medial meniscus posterior root tears associated with meniscal extrusions after open wedge high tibial osteotomy [J]. Cureus, 2023, 15(10):e46884. DOI: 10.7759/cureus.46884.
- [67] Kim KI, Bae JK, Jeon SW, et al. Medial meniscus posterior root tear does not affect the outcome of medial open-wedge high tibial osteotomy [J]. J Arthroplasty, 2021, 36(2):423-428. DOI: 10.1016/j.arth.2020.08.067.
- [68] 黄竞敏, 胡文晋. 膝关节内侧半月板后根部撕裂的治疗进展[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(13):827-832. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2018.13.008.
- [69] Lee DW, Ha JK, Kim JG. Medial meniscus posterior root tear: a comprehensive review [J]. Knee Surg Relat Res, 2014, 26(3):125-134. DOI: 10.5792/ksrr.2014.26.3.125.
- [70] Ahn JH, Wang JH, Lim HC, et al. Double transosseous pull out suture technique for transection of posterior horn of medial meniscus [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2009, 129(3):387-392. DOI: 10.1007/s00402-008-0639-1.
- [71] Moon HK, Koh YG, Kim YC, et al. Prognostic factors of arthroscopic pull-out repair for a posterior root tear of the medial meniscus [J]. Am J Sports Med, 2012, 40(5):1138-1143. DOI: 10.1177/0363546511435622.
- [72] 中国膝关节软骨损伤修复重建指南制订工作组, 中国医师协会运动医学医师分会. 膝关节软骨损伤修复重建指南(2021) [J]. 中国运动医学杂志, 2022, 41(4):249-259. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6710.2022.04.001.
- [73] Røtterud JH, Sivertsen EA, Forssblad M, et al. Effect of gender and sports on the risk of full-thickness articular cartilage lesions in anterior cruciate ligament-injured knees: a nationwide cohort study from Sweden and Norway of 15 783 patients [J]. Am J Sports Med, 2011, 39(7):1387-1394. DOI: 10.1177/0363546510397813.
- [74] Nepple JJ, Wright RW, Matava MJ, et al. Full-thickness knee articular cartilage defects in national football league combine athletes undergoing magnetic resonance imaging: prevalence, location, and association with previous surgery [J]. Arthroscopy, 2012, 28(6):798-806. DOI: 10.1016/j.arthro.2011.11.010.
- [75] Kim KI, Seo MC, Song SJ, et al. Change of chondral lesions and predictive factors after medial open-wedge high tibial osteotomy with a locked plate system [J]. Am J Sports Med, 2017, 45(7):1615-1621. DOI: 10.1177/0363546517694864.
- [76] Koshino T, Wada S, Ara Y, et al. Regeneration of degenerated articular cartilage after high tibial valgus osteotomy for medial compartmental osteoarthritis of the knee [J]. Knee, 2003, 10(3):229-236. DOI: 10.1016/s0968-0160(03)00005-x.
- [77] 邓迎杰, 肖俞臣, 方锐. 胫骨高位截骨术治疗膝骨关节炎的临床疗效评估及对关节软骨再生的影响 [J]. 骨科, 2019, 10(2):85-89. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2019.02.001.
- [78] 周鑫, 刘祺, 梁涛, 等. 关节镜结合胫骨高位截骨术治疗膝关节内侧间室骨关节炎疗效分析及对软骨损伤的影响 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35(6):690-696. DOI: 10.7507/1002-1892.202101073.
- [79] Lee SS, Oh J, Lee DH. Change in cartilage status of medial compartment after open-wedge high tibial osteotomy without cartilage regeneration procedure: second look arthroscopic as-

- essment [J]. *Biomedicines*, 2023, 11(6):1639. DOI: 10.3390/biomedicines11061639.
- [80] Park D, Choi YH, Kang SH, et al. Bone marrow aspirate concentrate versus human umbilical cord blood-derived mesenchymal stem cells for combined cartilage regeneration procedure in patients undergoing high tibial osteotomy: a systematic review and meta-analysis [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2023, 59(3): 634. DOI: 10.3390/medicina59030634.
- [81] Betzler BK, Bin Muhammad Ridzwan Chew AH, Bin Abd Razak HR. Intra-articular injection of orthobiologics in patients undergoing high tibial osteotomy for knee osteoarthritis is safe and effective - a systematic review [J]. *J Exp Orthop*, 2021, 8(1): 83. DOI: 10.1186/s40634-021-00387-2.
- [82] Wong KL, Lee KB, Tai BC, et al. Injectable cultured bone marrow-derived mesenchymal stem cells in varus knees with cartilage defects undergoing high tibial osteotomy: a prospective, randomized controlled clinical trial with 2 years' follow-up [J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(12): 2020-2028. DOI: 10.1016/j.arthro.2013.09.074.
- [83] Dhillon J, Kraeutler MJ, Fasulo SM, et al. Isolated osteotomy versus combined osteotomy and cartilage repair for osteoarthritis or focal chondral defects of the medial compartment of the knee joint: a systematic review [J]. *Orthop J Sports Med*, 2023, 11(5): 23259671231162030. DOI: 10.1177/23259671231162030.
- [84] Dhillon J, Kraeutler MJ, Fasulo SM, et al. Cartilage repair of the tibiofemoral joint with versus without concomitant osteotomy: a systematic review of clinical outcomes [J]. *Orthop J Sports Med*, 2023, 11(3): 23259671231151707. DOI: 10.1177/23259671231151707.
- [85] Niemeyer P, Albrecht D, Andereya S, et al. Autologous chondrocyte implantation (ACI) for cartilage defects of the knee: a guideline by the working group "Clinical tissue regeneration" of the German society of orthopaedics and trauma (DGOU) [J]. *Knee*, 2016, 23(3): 426-435. DOI: 10.1016/j.knee.2016.02.001.
- [86] Faber S, Zellner J, Angele P, et al. Decision making for concomitant high tibial osteotomy (HTO) in cartilage repair patients based on a nationwide cohort study of 4968 patients [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140(10): 1437-1444. DOI: 10.1007/s00402-020-03476-6.
- [87] Bode G, Schmal H, Pestka JM, et al. A non-randomized controlled clinical trial on autologous chondrocyte implantation (ACI) in cartilage defects of the medial femoral condyle with or without high tibial osteotomy in patients with varus deformity of less than 5° [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2013, 133(1): 43-49. DOI: 10.1007/s00402-012-1637-x.
- [88] Song JS, Hong KT, Kong CG, et al. High tibial osteotomy with human umbilical cord blood-derived mesenchymal stem cells implantation for knee cartilage regeneration [J]. *World J Stem Cells*, 2020, 12(6): 514-526. DOI: 10.4252/wjsc.v12.i6.514.
- [89] Kawashima F, Takagi H. Evaluation of postoperative orientation of the knee and ankle joint after open wedge high tibial osteotomy [J]. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol*, 2022, 29: 9-14. DOI: 10.1016/j.asmart.2022.04.001.
- [90] Kim CW, Seo SS, Lee CR, et al. Factors affecting articular cartilage repair after open-wedge high tibial osteotomy [J]. *Knee*, 2017, 24(5): 1099-1107. DOI: 10.1016/j.knee.2017.06.001.
- [91] Harris JD, McNeilan R, Siston RA, et al. Survival and clinical outcome of isolated high tibial osteotomy and combined biological knee reconstruction [J]. *Knee*, 2013, 20(3): 154-161. DOI: 10.1016/j.knee.2012.12.012.
- [92] 朱佳旺, 陈德生, 雷蕾, 等. 内侧开放楔形胫骨高位截骨术联合前交叉韧带重建治疗膝内翻骨关节炎伴前交叉韧带损伤的疗效评估 [J]. *中华医学杂志*, 2024, 104(17): 1481-1485. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20231023-00869.
- [93] Agostinone P, Lucidi GA, Dal Fabbro G, et al. Satisfactory long-term outcomes for combined anterior cruciate ligament reconstruction and lateral closing wedge high tibial osteotomy [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2023, 31(10): 4399-4406. DOI: 10.1007/s00167-023-07496-8.
- [94] Iseki T, Onishi S, Kanto R, et al. Increased posterior slope and coronal inclination of the tibial joint line after opening wedge high tibial osteotomy may induce mucoid degeneration of the anterior cruciate ligament: a case report [J]. *J ISAKOS*, 2022, 7(6): 214-218. DOI: 10.1016/j.jisako.2022.08.006.
- [95] Arun GR, Kumaraswamy V, Rajan D, et al. Long-term follow up of single-stage anterior cruciate ligament reconstruction and high tibial osteotomy and its relation with posterior tibial slope [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2016, 136(4): 505-511. DOI: 10.1007/s00402-015-2385-5.
- [96] Bosco F, Giustra F, Giai Via R, et al. Could anterior closed-wedge high tibial osteotomy be a viable option in patients with high posterior tibial slope who undergo anterior cruciate ligament reconstruction? A systematic review and meta-analysis [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2023, 33(6): 2201-2214. DOI: 10.1007/s00590-022-03419-4.
- [97] Gupta A, Tejpal T, Shanmugaraj A, et al. Surgical techniques, outcomes, indications, and complications of simultaneous high tibial osteotomy and anterior cruciate ligament revision surgery: a systematic review [J]. *HSS J*, 2019, 15(2): 176-184. DOI: 10.1007/s11420-018-9630-8.
- [98] Cantavalli A, Rosso F, Bonasia DE, et al. High tibial osteotomy and anterior cruciate ligament reconstruction/revision [J]. *Clin Sports Med*, 2019, 38(3): 417-433.
- [99] Webb JM, Salmon LJ, Leclerc E, et al. Posterior tibial slope and further anterior cruciate ligament injuries in the anterior cruciate ligament-reconstructed patient [J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(12): 2800-2804. DOI: 10.1177/0363546513503288.
- [100] Shekhar A, Tapasvi S, van Heerwaarden R. Anterior closing wedge osteotomy for failed anterior cruciate ligament reconstruction: state of the art [J]. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*, 2022, 6(9): e22.00044. DOI: 10.5435/JAAOSGlobal-D-22-00044.
- [101] Mehl J, Paul J, Feucht MJ, et al. ACL deficiency and varus osteoarthritis: high tibial osteotomy alone or combined with ACL reconstruction? [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2017, 137(2): 233-240. DOI: 10.1007/s00402-016-2604-8.
- [102] Kim JS, Park SB, Choi HG, et al. Is there any benefit in the combined ligament reconstruction with osteotomy compared to ligament reconstruction or osteotomy alone? Comparative outcome analysis according to the degree of medial compartment osteoarthritis with anterior or posterior cruciate ligament insufficiency [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023, 143(7): 3677-3689. DOI: 10.1007/s00402-022-04544-9.

- [103] 张东亮, 刘军. 膝关节后外侧复合体损伤治疗的进展[J]. 中华医学杂志, 2012, 92 (33): 2372-2374. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2012.33.019.
- [104] 张辉, 冯华, 洪雷, 等. 双平面胫骨高位截骨治疗伴下肢力线不良的膝关节后外复合体损伤[J]. 中华骨科杂志, 2016, 36(7): 392-398. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2016.07.002.
- [105] Dean CS, Liechti DJ, Chahla J, et al. Clinical outcomes of high tibial osteotomy for knee instability: a systematic review[J]. Orthop J Sports Med, 2016, 4 (3): 2325967116633419. DOI: 10.1177/2325967116633419.
- [106] Novaretti JV, Sheean AJ, Lian J, et al. The role of osteotomy for the treatment of pcl injuries[J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2018, 11(2): 298-306. DOI: 10.1007/s12178-018-9488-x.
- [107] Deng X, Hu H, Liu W, et al. Clinical application of biplanar high tibial osteotomy for varus knee osteoarthritis and posterior cruciate ligament injuries with flattened tibial slope[J]. Asian J Surg, 2021, 44(6): 918-920. DOI: 10.1016/j.asjsur.2021.03.056.
- [108] Tischer T, Paul J, Pape D, et al. The impact of osseous malalignment and realignment procedures in knee ligament surgery: a systematic review of the clinical evidence[J]. Orthop J Sports Med, 2017, 5 (3): 2325967117697287. DOI: 10.1177/2325967117697287.
- [109] Trojani C, Micicci G, Boileau P. High tibial flexion osteotomy for symptomatic ligamentous genu recurvatum[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2021, 107(7): 103025. DOI: 10.1016/j.otsr.2021.103025.
- [110] 刘丙立, 王雪, 戴士峰. 膝内翻骨关节炎伴后交叉韧带损伤的同期治疗[J]. 中国修复重建外科杂志, 2016, 30(1): 6-9. DOI: 10.7507/1002-1892.20160002.

(收稿日期: 2024-11-13)

(本文编辑: 秦学军 张朔)

国家骨科医学中心保膝联盟. 胫骨高位截骨治疗膝关节退行性病变的适应证指南[J]. 骨科临床与研究杂志, 2025, 10(1): 1-17.