

# 膝关节周围截骨术对膝关节骨关节炎伴内翻畸形的治疗策略

郑良强<sup>1</sup> 吴斗<sup>1,2</sup> 赵恩哲<sup>2</sup> 田亮<sup>2</sup> 郜振武<sup>2</sup> 郑上团<sup>2</sup> 刘强<sup>1,2</sup>

**【摘要】** 目的 膝关节骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是一种以局部关节软骨退变,骨质丢失,关节边缘骨刺形成及关节畸形和软骨下骨质致密为特征的慢性关节疾病。随着我国老龄化进程的不断加速,KOA的发病率与患病人数逐年升高,严重影响着中老年患者的生活质量。<60岁的KOA患者,常合并膝关节内翻等畸形,药物等保守治疗效果多不理想。随着膝关节周围截骨技术的不断改进与创新,该技术在缓解此类年轻患者疼痛及延缓关节退变进程方面取得了满意疗效。本文主要对截骨在治疗膝关节炎伴内翻畸形的发展与应用进行阐述。

**【关键词】** 骨关节炎,膝; 腓骨; 胫骨; 截骨术; 不均匀沉降

**【Abstract】 Objective** Knee osteoarthritis (KOA) is a kind of chronic joint disease characterized by local degeneration of articular cartilage, bone loss, osteophyte formation of the joint, joint deformity and subchondral bone densification. With the population aging accelerating and KOA incidence and prevalence annual rising, KOA has seriously affected the quality of life in elderly patients. Patients with KOA aged <60 years, most of them suffer from knee varus deformity, while conservative treatment including drug therapy is not ideal. With the continuous improvement and innovation of osteotomy around the knee, satisfactory results were achieved in alleviating the pain of the young patients and delaying the process of the joint degeneration. In this paper, the development and application of osteotomy in the treatment of knee arthritis with varus deformity will be discussed.

**【key words】** Osteoarthritis, knee; Fibula; Tibia; Osteotomy; Uneven settlement

膝关节骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)好发于50岁以上人群,75岁以上的人群中发病率高达80%<sup>[1]</sup>,以关节疼痛、功能障碍、关节变形为最常见的临床表现。KOA一旦发病,将不同程度地影响中老年人生活质量,致残率较高,可达53%<sup>[2]</sup>。随着我国经济的发展,老龄化进程不断加速,KOA的发病率与患病人数也在不断升高。而社会物质生活的丰富,人均寿命的延长以及逐渐延长的退休年限,使得人们对生活质量的要求越来越

高,KOA已成为严重影响中老年患者生活质量的一项重要社会民生问题。

对于年龄<60岁的中年患者,仍以保守治疗为主,而对于合并有膝关节周围内外翻等畸形者,由于下肢力线不良,可进一步加速关节退变,经药物等保守治疗效果往往不理想。限于目前人工关节置换术适用于年龄>60岁的限制,年龄<60岁的患者,目前还是建议以关节周围截骨纠正内外翻畸形,恢复下肢正常力线,减少关节面应力集中,达到缓解疼痛的治疗目的,进而延缓关节退变进程,避免或推迟人工全膝关节表面置换术的年龄。大量长期随访证明截骨矫形术在治疗KOA伴关节周围畸形,缓解疼痛方面,可保持术后10年60%以上的满意率<sup>[3-5]</sup>。为取得更为满意的疗效、更小的创伤、更快的恢复及延长手术疗效持续时间等,截骨方式

也进行了不断的探索改进, 衍生出腓骨近端截骨术等方法。但不同的截骨方式在治疗 KOA 方面都有其相应的优缺点、适应证和禁忌证。本文对截骨治疗 KOA 伴内翻畸形的发展与应用进行阐述。

### 一、截骨手术的发展

KOA 常伴有各种内外翻畸形, 使关节面应力异常集中, 加速 KOA 进展。截骨矫形最开始被用于治疗关节炎已有近百年的历史, 1925 年 Forrester-Brown<sup>[6]</sup> 应用粗隆间截骨治疗髌骨关节炎, 1958 年 Jackson<sup>[7]</sup> 提出胫骨上端截骨术和股骨髁上截骨术治疗伴有内外翻畸形的 KOA, 使 KOA 疼痛缓解。21 世纪 70 年代, Jackson 和 Waugh<sup>[8]</sup> 开展了胫骨结节下截骨手术治疗 KOA, 术后膝关节疼痛均得到不同程度缓解。随后 Jackson 和 Waugh<sup>[8]</sup> 提出胫骨结节水平以上截骨方式, 即胫骨高位截骨 (high tibial osteotomy, HTO), 认为是治疗 KOA 伴内外翻畸形安全、有效的措施。各种截骨矫形术及改良术式在我国推广并应用, 在缓解膝部疼痛方面取得了满意的疗效。

### 二、截骨手术种类

临床上治疗 KOA 伴内翻畸形常用的截骨方式包括: (1) 胫骨近端截骨; (2) 股骨髁上截骨;

(3) 单纯腓骨近端截骨。

#### (一) 胫骨近端外翻截骨术

手术适应证为: (1) KOA 引起膝关节疼痛及功能障碍, 严重影响患者的功能与生活; (2) 负重位 X 线提示 KOA 局限于内侧单间室, 伴内翻畸形; (3) 患者有足够肌肉强度与活动度完成术后康复训练; (4) 良好血供, 无严重静脉曲张。

禁忌证为: (1) 外侧间室软骨间隙狭窄; (2) 关节不稳, 胫骨外侧半脱位  $> 10\text{ mm}$ ; (3) 胫骨内侧骨丢失  $> 2 \sim 3\text{ mm}$ ; (4) 屈曲挛缩畸形超过  $15^\circ$ ; (5) 膝关节屈曲度  $< 90^\circ$ ; (6) 需矫正的角度  $> 20^\circ$ ; (7) 炎性关节病; (8) 明显外周血管病<sup>[3]</sup>。常用截骨方式包括胫骨近端外侧闭合楔形截骨、内侧撑开楔形截骨、圆顶式截骨和结节后截骨, 简要介绍如下:

1. 胫骨近端外侧闭合楔形截骨: 对于胫骨近端外侧闭合楔形截骨的高度问题, Coventry 和 Jackson<sup>[7]</sup> 曾尝试分别从胫骨结节上方或下方进行截骨, 都可达到缓解疼痛的治疗效果, 随访发现胫骨结节以上水平截骨较下方截骨有着更好的疗效, 因此临床上以胫骨结节上的高位截骨矫形即 HTO 应用较多 (图 1)。但过高的胫骨外侧闭合楔形截

骨也存在术后早期发生医源性胫骨平台骨折的风险, 同时截骨平面过高也存在截骨近端坏死等风险。尤其对于合并有严重的骨质疏松者, 干骺端周围松质骨存在严重骨量丢失, HTO 后引起关节内骨折的风险进一步升高, 因此对于老龄患者或合并有严重骨质疏松者多不建议行 HTO 治疗<sup>[9]</sup>。也有人曾尝试通过改良截骨并适当降低截骨平面来治疗这类 KOA 患者避免上述并发症发生<sup>[10]</sup>。由于外侧截骨的方式, 还需将腓总神经区外侧暴露以去除部分腓骨, 神经损伤风险较高, 对术前本身下肢不等长者也会有一定影响。Sprenger 等<sup>[11]</sup> 通过持续 20 年随访 76 例 KOA 伴内翻畸形接受胫骨外侧高位闭合楔形截骨治疗者, 发现 90% 患者可保持 10 年以上的满意疗效。Minzlaff 等<sup>[12]</sup> 对接受外侧胫骨高位闭合楔形截骨联合自体骨软骨移植的 86 例 KOA 患者进行长期随访, 发现该术式可明显改善膝关节功能, 缓解疼痛, 维持平均 8.5 年以上的满意疗效。

2. 胫骨内侧撑开楔形截骨: 胫骨内侧撑开楔形截骨者, 需要用自体骨、异体骨或骨替代物填充, 有延长肢体、收紧内侧副韧带的作用。与经外侧闭合截骨相比, 该截骨方式主要优势在于不需暴露外侧腓骨头, 避免了腓骨近端截骨, 减少了腓神经和外侧副韧带的损伤, 保持了外侧软组织的张力 (图 2)。Koshino 等<sup>[13]</sup> 对 21 例行内侧撑开楔形截骨者平均随访 6.6 年, 并未发现自体骨或羟基磷灰石等骨替代物作为楔形支撑物在截骨局部发生塌陷或下沉等现象。Takeuchi 等<sup>[14]</sup> 随访 52 例 (57 膝) 接受内侧撑开楔形截骨者, 术中由骨替代材料填充, 术后

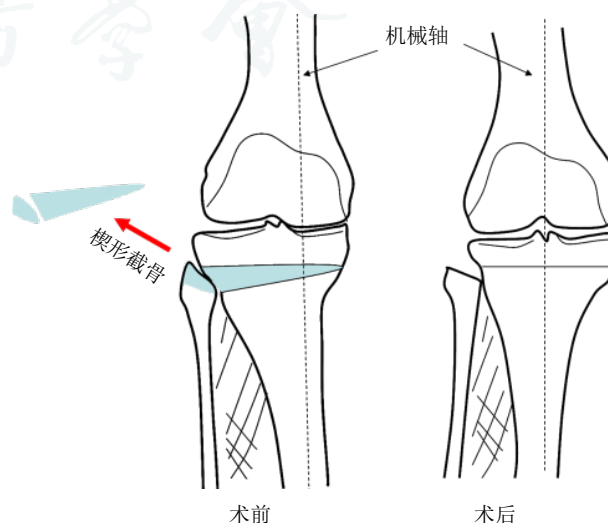


图 1 胫骨高位外侧闭合楔形截骨

2 周即开始早期下地的患者, 平均观察时间 40 个月, 期间填充材料亦未出现塌陷或下沉, 内翻畸形获得了较为满意的矫正。为进一步增加截骨术后稳定性, 弥补骨量丢失, 也有人通过钢板联合骨水泥内固定增加初始稳定性, Gerdhem 等<sup>[15]</sup>对 10 例尸体标本行标准 HTO, 术中应用骨水泥, 从生物力学上证实骨水泥固定可提高术后内固定的初始扭转强度和刚度。

Smith 等<sup>[16]</sup>通过收集 9 项临床研究, 对外侧闭合截骨 318 例和内侧撑开截骨 324 例的疗效结果进行 Meta 分析, 得出这两种截骨方式在对术后膝关节临床功能评价和并发症的发生率上差异无明显

统计学意义; 在放射影像学的评价上, 内侧撑开楔形截骨对胫骨平台后倾角矫正, 髌骨高度以及 HKA 角的丢失方面与外侧闭合截骨相比差异有着显著统计学意义。Huizinga 等<sup>[17]</sup>认为联合内外侧截骨可一定程度避免胫骨近端干骺端的骨质流失, 减少胫骨髌的移位以及髌腱挛缩。Portner<sup>[18]</sup>通过比较测量三种截骨手术前后髌骨高度变化, 发现联合截骨对于手术前后髌骨高度的改变最小, 认为术前是否计划联合截骨还是单侧截骨可通过术前髌骨高度来决定。为获得更为满意的力线, 也有人将 Hemicallosis 技术与外固定架技术结合, 术后可进一步矫形, 外固定拆除后对将来可能的关节置换手术影响也较小<sup>[15]</sup>。

3. 胫骨圆顶式截骨: 也称杵臼形截骨或拱顶截骨, 截骨线呈倒 U 形, 凹球面位于胫骨近端 (图 3)。该截骨技术可使截骨断端前后移动进行调整, 无左右扭转矫形的能力, 术中截骨时需特殊导向器, 操作难度较大, 其优势在于距离平台较远, 平台骨折的发生率较低, 不损失肢体长度, 可自发收紧内侧副韧带张力而不需额外措施, 术后辅助石膏或外固定架固定, 可进一步适当调整下肢力线。鉴于这些优点, 目前多被用于儿童下肢内外翻畸形的矫形<sup>[19]</sup>。但圆顶式截骨相对于楔形截骨术后欠稳定, 维持正常力线较为困难, 同时缺乏左右扭转调整的能力, 外固定架固定时针道感染等问题也应考虑到。Krempen 和 Silver<sup>[20]</sup>曾报道了 40 例圆顶式截骨患者总体优良率达到了 80% 以上, 但是并发症 (深

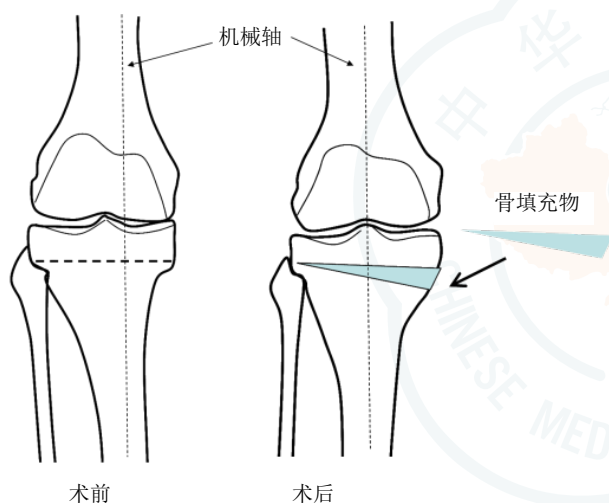


图 2 胫骨高位内侧撑开楔形截骨

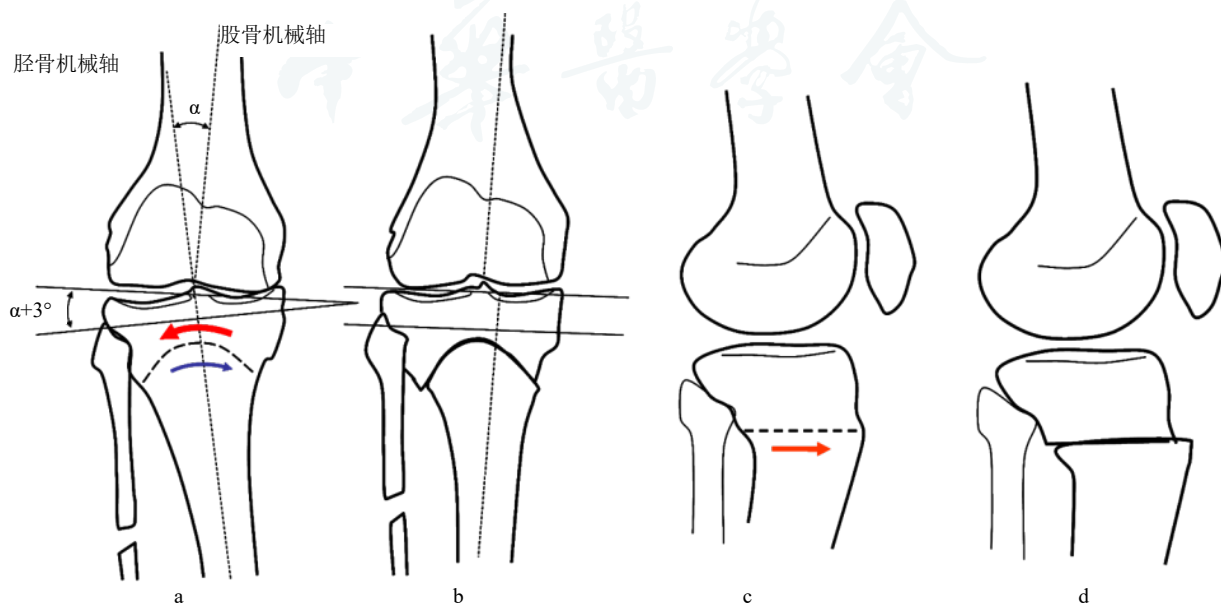


图 3 圆顶式截骨, 术前测量两机械轴夹角  $\alpha$ , a, 拟矫形度数  $\alpha+3^\circ$ ; b, 术后两标定线和两机械轴平行; c、d, 如需要, 可将远端适当前后移位矫形



静脉血栓、踇长伸肌肌腱坏死、平台骨折、针道感染和矫形不良) 发生率高达 35%。King-Martínez 等<sup>[21]</sup>报道了胫骨高位圆顶式截骨术后并发症发生率在 53% 左右。

4. 胫骨结节后截骨: Murphy 与 Preston 等<sup>[22-23]</sup>曾先后报道该方法用于矫正膝关节内外翻畸形。该手术能够纠正更大程度的畸形, 同时保留了更多的截骨近段骨质, 有利于内固定物对截骨近端的坚强固定, 术后对结节高度和 Q 角也无明显影响。但该截骨方式学习曲线较长, 相关报道还很少。

5. 并发症: 术后早期并发症包括感染、深静脉血栓形成、矫形不足、关节内骨折、腓神经损伤、骨筋膜室综合症、膝关节强直, 晚期并发症主要有延迟愈合或不愈合, 畸形复发和内固定物失效等<sup>[24]</sup>。Preston 等<sup>[23]</sup>认为对患者适应证的谨慎选择以及详细的术前计划可避免绝大多数并发症发生, 尤其是内翻畸形复发。Coventry<sup>[24]</sup>认为术中矫正角度不足是畸形复发的主要原因, 建议过度矫正, 超过正常解剖外翻角 5° 以减少膝内翻的复发。明显低位髌骨亦不少见<sup>[8]</sup>, 考虑为术后长时间的石膏或外固定架制动、术后骨痂形成引起术后髌腱挛缩、纤维变性导致。低位髌骨一般不影响疗效, 但对于后期行人工全膝关节表面置换术者, 对术者的技术要求更高<sup>[25]</sup>。腓神经损伤的发生往往与胫骨近端截骨同时行腓骨截骨有关, 建议于小腿外侧单独一切口进行腓骨近端截骨, 同时注意外侧副韧带的张力稳定以及腓神经的保护。

## (二) 股骨远端截骨术

股骨髁上截骨主要应用于外翻畸形 > 12° 相关的外侧间室 KOA<sup>[26]</sup>, 对于 KOA 合并有严重内翻畸形 > 20° 者, 则可能需要双水平截骨, 即胫骨近端截骨与股骨远端截骨相结合, 术前须有非常完善的计划与准备, 对术者也具有很高的要求。Saragaglia 等<sup>[27]</sup>报道应用计算机导航技术对 16 例内翻畸形平均 HKA 角度 (168.44±2.42)° 的 KOA 患者进行双水平截骨, 术后优良率达到 87.5%, 同时也指出, 在治疗严重膝关节内翻畸形时术者应有详细的术前计划, 警惕术后可能会有矫枉过正或矫形不足等不良后果, 可减少术后并发症。HTO 在矫正膝内翻畸形方面优良效果已被公认, 单独股骨截骨矫正膝内翻的报道还较少, 近年来, 更多的是通过股骨远端截骨矫正膝关节外翻畸形方面的报道<sup>[28]</sup>。

## (三) 腓骨近端截骨术

1. 不均匀沉降理论的提出: 2014 年, 由张英泽等<sup>[29]</sup>首次提出了“不均匀沉降理论”, 在该理

论指导下行腓骨近端截骨术成为治疗 KOA 的新方法, 具有创伤小、术后并发症少、费用低、恢复快、术后患者即刻负重行走、可有效改善患者膝关节疼痛及功能等优点, 逐渐获得临床的广泛应用<sup>[30]</sup>。该理论指出随着年龄增长, 骨质疏松使胫骨干骺端骨量丢失, 受重力影响, 关节软骨面向下沉降, 胫骨外侧存在腓骨支撑作用, 导致胫骨平台内外侧发生不均匀沉降, 发生内翻畸形, 应力集中于膝关节内侧, 进一步加速膝内侧的关节软骨退变, 该理论也解释了大多数 KOA 合并有不同程度内翻畸形。通过截取腓骨, 减弱腓骨对胫骨外侧柱的支撑作用, 重新建立内外侧软组织张力平衡, 可对膝关节内翻畸形给予一定程度矫正。

2. 相关机制的研究: 腓骨近端截骨缓解 KOA 疼痛的机制研究方面, 目前尚无统一解释, 有学者从生物力学角度解释, 腓骨近端截骨后, 比目鱼肌和腓骨长肌等小腿肌肉将腓骨头向远端牵拉, 形成以胫骨外侧平台为支点的杠杆结构, 撬起股骨内髁, 使内侧平台应力减小, 膝关节的负荷由内侧平台向外侧平台转移, 股骨下端的机械轴重新排列, 缓解膝关节外侧软组织张力, 从而解除内侧间隙的 KOA 症状<sup>[30-31]</sup> (图 4); 也有人认为腓骨近端截骨术后膝部疼痛症状的缓解, 与生物学相关, Phillips<sup>[32]</sup>曾使用骨髓内静脉造影诱发关节疼痛这一现象证明 KOA 骨髓中存在静脉充血, 且充血程度与 KOA 严重程度正相关, Arnoldi 等<sup>[33]</sup>的研究也支持上述结论, 认为 KOA 中存在骨内高压, 阻碍静脉回流, 休息时也疼痛表明骨内压较高, > 5.33 kPa, 因此一些学者据此认为腓骨近端截骨术后症状缓解与韧带张力改变关系不大, 与骨内压降低相关, 但具体机制仍在深入研究当中<sup>[34-35]</sup>。

3. 术中相关问题的讨论: 腓骨截骨术的关键在对腓骨截骨高度的把握, 截取的长度以及腓神经的保护。根据上述机制理论以及腓骨上段各肌肉附着点的解剖位置关系<sup>[36]</sup>, 除腓骨头为股二头肌与外侧副韧带的止点外, 腓骨近端 1/3 所附着肌肉对于腓骨的作用方向主要为向下牵拉, 截断腓骨后由于肌肉牵拉可进一步减弱腓骨近端对胫骨外侧柱的支撑作用<sup>[37]</sup>。但应注意, 若截骨平面过高, 腓神经损伤风险增大, 肌肉对腓骨截骨近端向下牵拉作用减小, 同时受股二头肌的收缩影响, 腓骨头对胫骨外侧支撑作用可能仍然存在; 若截骨近端留置过长, 腓骨截骨近端受骨间膜及周围软组织的稳定作用增大, 可阻碍腓骨头的下沉, 对抗肌肉对腓骨头的

向下牵拉作用,不利于胫骨外侧柱的沉降。Preston 和 Kirgis 等<sup>[23, 38]</sup>在阐述膝关节周围腓骨截骨时提到,在对腓骨干截骨时应尽量避免在距离腓骨头 7~15 cm 的区域进行截骨,该区域被视为腓神经损伤的高危区。根据腓总神经及深浅分支的走行,有人认为在距腓骨头 0~40 mm 区域和距腓骨头 68~153 mm 区域内截骨均为腓神经损伤的高危区<sup>[3]</sup>。综上几个方面的考虑,有人提出于远离腓骨头 4~7 cm 的区域行腓骨截骨,截取腓骨约 1.5~2 cm 长,腓神经损伤风险较低,术后可获得较为满意的疗效<sup>[3, 37]</sup>(图 4)。但如同 Preston 等<sup>[23]</sup>所述,尽管在可视下保护腓神经,仍有时会出现腓神经损伤以及短暂性神经麻痹发生,因此术后应密切观察患者下肢活动情况,出现神经损伤症状及时处理。同时可鼓励患者早期活动,早期下地负重锻炼,帮助患者树立快速康复的信心,提高依从性。

4. 与 HTO 的比较:HTO 直接对患者膝关节内翻畸形进行矫正,矫正膝关节轴线能力方面要比腓骨截骨的间接矫正作用强,因此对于合并有较严重内翻畸形者应慎重选择该术式。HTO 在矫正内外翻畸形的同时,长期疗效也更为确切(HTO 随时间延长,手术效果逐渐受到影响,有效时间一般为 10~15 年<sup>[39]</sup>),腓骨截骨的长期疗效尚需进一步随访观察。但在其他一些方面,通过初步观察,腓骨截骨相对于 HTO 存在着很大优势,腓骨近端截

骨与 HTO 相比,手术创伤较小,无需辅助固定,不影响胫骨承重,术后即可下地负重锻炼,患者更易接受,对后期需人工全膝关节表面置换的技术要求较 HTO 低。同时,腓骨截骨术本身费用、对手术技巧、精度的要求相对也比 HTO 低,学习曲线明显比 HTO 短,在基层医院易开展<sup>[29-31]</sup>。该术式的理论基础为膝关节周围不均匀沉降引起内侧间室 KOA,通过去除腓骨支撑作用,使膝关节面均匀沉降缓解症状,一定程度上顺应了随着年龄增长,胫骨干骺端骨量丢失这一退变规律,因此其适应证对年龄及骨质疏松程度的要求方面,可能比 HTO 更为宽松,但仍需进一步临床观察研究以证实。因此目前仍需大量长期随访观察比较腓骨截骨术与 HTO 在长期疗效、术后并发症等方面的差异,相信随着越来越多的有力证据被提出,腓骨近端截骨也会被进一步改良推广应用,以缓解 KOA 症状,提高患者生活质量,减少腓神经损伤的几率。

### 三、展望

膝关节周围截骨技术在治疗 KOA 伴内外翻畸形方面已比较成熟<sup>[23]</sup>。对于年轻 KOA 伴内外翻畸形或日常活动较多的患者,HTO 和腓骨近端截骨术是一种有效的手术方式,可推迟甚至避免患者远期行关节置换手术。

### 参 考 文 献

- 1 Zhang Y, Jordan JM. Epidemiology of osteoarthritis [J]. Clin Geriatr Med, 2010, 26(3): 355-369.
- 2 中华医学会风湿病分会. 骨关节炎诊治及治疗指南 [J]. 中华风湿病学杂志, 2010, 14(6): 416-419.
- 3 Canale ST, Beaty JH. 坎贝尔骨科科学第 12 版 [M]. 王岩, 译. 人民军医出版社, 2013, 11: 436-446.
- 4 Naudie DD, Amendola A, Fowler PJ. Opening wedge high tibial osteotomy for symptomatic hyperextension-varus thrust [J]. Am J Sports Med, 2004, 32(1): 60-70.
- 5 Bae DK, Song SJ, Kim KI, et al. Mid-term survival analysis of closed wedge high tibial osteotomy: A comparative study of computer-assisted and conventional techniques [J]. Knee, 2015 (15): 00236-00237.
- 6 Forrester-Brown MF. The lorenz bifurcation osteotomy for irreducible congenital dislocation of hip: (section of orthopaedics) [J]. Proc R Soc Med, 1938, 31(5): 454-461.
- 7 Jackson JP. Osteotomy for arthritis of the knee [J]. J Bone Joint Surg Br, 1958, 40: 826.
- 8 Jackson JP, Waugh W. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee [J]. J Bone Joint Surg Br, 1961, 43: 746-751.
- 9 Amendola A, Bonasia DE. Results of high tibial osteotomy: review of the literature [J]. Int Orthop, 2010, 34(2): 155-160.
- 10 刘云峰, 李红玲, 张伟, 等. 改良内侧撑开楔形胫骨高位截骨矫正老年膝内翻的临床研究 [J]. 中华关节外科杂志: 电子版, 2013,

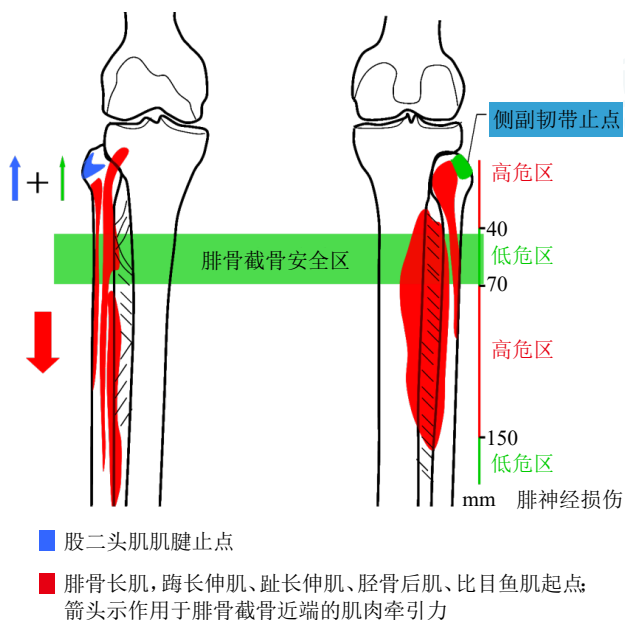


图 4 距腓骨头 40~70 mm 区域(绿色区域)内行腓骨截骨,腓神经损伤风险较低,同时该水平截骨后腓骨近端局部受肌肉牵拉方向以向下为主,有利于腓骨头下沉

- 7(2): 158-163.
- 11 Sprenger TR, Doerzbacher JE. Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis - Survival and failure analysis to twenty-two years [J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85A(3): 469-474.
- 12 Minzlaff P, Feucht MJ, Saier T, et al. Osteochondral autologous transfer combined with valgus high tibial osteotomy: long-term results and survivorship analysis [J]. Am J Sports Med, 2013, 41(10): 2325-2332.
- 13 Koshino T, Murase T, Saito T. Medial opening-wedge high tibial osteotomy with use of porous hydroxyapatite to treat medial compartment osteoarthritis of the knee [J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85A(1): 78-85.
- 14 Takeuchi R, Ishikawa H, Aratake M, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy with early full weight bearing [J]. Arthroscopy, 2009, 25(1): 46-53.
- 15 Gerdhem P, Abdon P, Odenbring S. Hemicallosis for medial gonarthrosis: a short-term follow-up of 21 patients [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2002, 122(3): 134-138.
- 16 Smith TO, Sexton D, Mitchell P, et al. Opening-or closing-wedged high tibial osteotomy: a meta-analysis of clinical and radiological outcomes [J]. Knee, 2011, 18(6): 361-368.
- 17 Huizinga MR, Brouwer RW, van Raaij TM. High tibial osteotomy: closed wedge versus combined wedge osteotomy [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2014, 15:124.
- 18 Portner O. High tibial valgus osteotomy: closing, opening or combined? Patellar height as a determining factor [J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472(11): 3432-3440.
- 19 Putzeys P, Wilmes P, Merle M. Triple tibial osteotomy for the correction of severe bilateral varus deformity in a patient with late-onset Blount's disease [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013, 21(3): 731-735.
- 20 Krempen JF, Silver RA. Experience with the maquet barrel-vault osteotomy [J]. Clin Orthop Relat Res, 1982 (168): 86-96.
- 21 King-Martínez AC, Cuéllar-Avaroma A, Pérez-Correa J, et al. High tibial dome osteotomy complications in genu varum patients [J]. Rev Med Inst Mex Seguro Soc, 2007, 45(2): 111-116.
- 22 Murphy SB. Tibial osteotomy for genu varum. Indications, preoperative planning, and technique [J]. Orthop Clin North Am, 1994, 25(3): 477-482.
- 23 Preston CF, Fulkerson EW, Meislin R, et al. Osteotomy About the Knee: Applications, Techniques, and Results [J]. J Knee Surg, 2005, 18(4): 258-272.
- 24 Coventry MB. Upper tibial osteotomy for osteoarthritis [J]. J Bone Joint Surg Am, 1985, 67(7): 1136-1140.
- 25 Amendola L, Fosco M, Cenni E, et al. Knee joint arthroplasty after tibial osteotomy [J]. Int Orthop, 2010, 34(2): 289-295.
- 26 McDermott AG, Finkelstein JA, Farine I, et al. Distal femoral varus osteotomy for valgus deformity of the knee [J]. J Bone Joint Surg Am, 1988, 70(1): 110-116.
- 27 Saragaglia D, Rubens-Duval B, Chaussard C. Computer-assisted combined femoral and tibial osteotomy for severe genu varum: early results in 16 patients [J]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 2007, 93(4): 351-356.
- 28 Billings A, Scott DF, Camargo MP, et al. High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guide, rigid internal fixation, and early motion. Long-term follow-up [J]. J Bone Joint Surg Am, 2000, 82 (1): 70-79.
- 29 张英泽, 李存祥, 李冀东, 等. 不均匀沉降在膝关节退变及内翻过程中机制的研究 [J]. 河北医科大学学报, 2014, 35(2): 218-219.
- 30 Yang ZY, Chen W, Li CX, et al. Medial compartment decompression by fibular osteotomy to treat medial compartment knee osteoarthritis: a pilot study [J]. Orthopedics, 2015, 38(12): 1110-1114.
- 31 陈伟, 陈百成, 王飞, 等. 应用不同方法治疗膝关节炎性关节炎的对比研究 [J]. 河北医科大学学报, 2015, 36(5): 600-602.
- 32 Phillips RS. Phlebography in osteoarthritis of the hip [J]. J Bone Joint Surg Br, 1966, 48(2): 280-288.
- 33 Arnoldi CC, Lemperg K, Linderholm H. Intraosseous hypertension and pain in the knee [J]. J Bone Joint Surg Br, 1975, 57(3): 360-363.
- 34 Simkin PA. Bone pain and pressure in osteoarthritic joints [J]. Novartis Found Symp, 2004, 260: 179-186.
- 35 Tjernansen NB, Okholm K. Intraosseous pressure in the femoral head and greater trochanter before and 1-3 years after osteotomy for osteoarthritis of the hip joint [J]. Acta Orthop Scand, 1976, 47(1): 96-100.
- 36 Thompson JC. 奈特简明骨科解剖图谱 [M]. 邱贵兴, 高鹏, 译. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 220.
- 37 杨延江, 郑占乐, 李坤, 等. 腓骨高位截骨治疗膝关节炎性关节炎的解剖学研究 [J]. 河北医科大学学报, 2014, 201535(6): 724-725, 616.
- 38 Kirgis A, Albrecht S. Palsy of the deep peroneal nerve after proximal tibial osteotomy. An anatomical study [J]. J Bone Joint Surg Am, 1992, 74(8): 1180-1185.
- 39 Hernigou P. A 20-year follow-up study of internal gonarthrosis after tibial valgus osteotomy. Single versus repeated osteotomy [J]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1996, 82(3): 241-250.

(收稿日期: 2015-12-22)

(本文编辑: 闫晓丽)

郑良强, 吴斗, 赵恩哲, 等. 膝关节周围截骨术对膝关节炎伴内翻畸形的治疗策略 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2016, 2(1): 44-49.