

## · “不均匀沉降理论”在骨关节炎中的应用 ·

# 腓骨近端截骨术治疗内侧间室性膝关节骨关节炎的疗效分析与机制探讨

白玉 王爱国 骆晓飞

**【摘要】 目的** 观察应用腓骨近端截骨术治疗内侧间室性膝关节骨关节炎(KOA)的疗效,并探讨其机制。**方法** 回顾性分析 2014 年 1 月至 2015 年 4 月郑州市骨科医院采用腓骨近端截骨术治疗内侧间室性 KOA 的患者 23 例。分别于术前、术后 1 个月、术后 6 个月、术后 1 年随访患者的术后股胫角(FTA)、疼痛视觉模拟评分(VAS)、美国特种外科医院(HSS)膝关节评分、西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(WOMAC)评分、患者满意度及并发症发生情况。**结果** 23 例患者均获得随访,随访时间 7~18 个月,平均随访 13 个月。与术前相比,术后 1 个月时,患者 FTA、VAS、WOMAC 评分降低,HSS 评分明显提高,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。至末次随访,患者 FTA、VAS 评分、WOMAC 评分较术前、术后 1 个月均降低,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。HSS 评分较术前、术后 1 个月增高,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。术后 1 例患者出现腓浅神经支配区麻木,观察后症状消失。2 例患者出现切口部位疼痛,其余均未出现并发症。患者总体满意率 87%。**结论** 腓骨近端截骨术可有效缓解 KOA 症状,改善膝关节 KOA 下肢内翻力线及功能,获得满意疗效。

**【关键词】** 膝关节; 骨关节炎; 腓骨; 截骨术

**The effect and mechanism of proximal fibular osteotomy in treating medial compartment osteoarthritis of the knee** Bai Yu, Wang Aiguo, Luo Xiaofei. Department of Lower Limb Orthopedics, Zhengzhou Hospital, Zhengzhou 450052, China

Corresponding author: Wang Aiguo, Email: wag0726@163.com

**【Abstract】 Objective** To observe the effect and mechanism of proximal fibula osteotomy in treating medial compartment knee osteoarthritis (KOA). **Methods** From January 2014 to April 2015, 23 medial compartment KOA treated with proximal fibula osteotomy were administered in zhengzhou orthopedic hospital. All index were performed before surgery and 1 month, 3 months, 6months and 1 year after surgery. All follow-up data i.e.the femoral and tibial angle (FTA), VAS, HSS, WOMAC of the patients were compared with the corresponding preoperative data respectively. **Results** All patients were well folloowed up for 7-18 months, with an average of 13 months. Compared to the preoperative data, the FTA, VAS, WOMAC were decreased while HSS was significantly improved at 1 month follow-up, the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). At the end of follow-up, the FTA, VAS and WOMAC score were decreased, and the HSS were increased, comparing to the pre-operation and 1 month after surgery, the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). One patient suffered superficial peroneal nerve paralysis and gradually disappeared. Two patients suffered incision pain. The overall patients' satisfaction rate was 87%. **Conclusion** Proximal fibular osteotomy can effectively alleviate the symptoms of medial compartment osteoarthritis of the knee, achieve the satisfactory effect on improving the lower extremity varus mechanical axis.

**【Key words】** Knee joint; Osteoarthritis; Fibula; Osteotomy

膝关节骨关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 是中老年人群的常见病和多发病, 有数据显示 60 岁以上老年人发病率为 50%, 严重影响老年人的健康和生活质量<sup>[1]</sup>。随着人口老龄化趋势的日益加重, 该病已成为老年人致残的主要原因<sup>[2]</sup>。KOA 发生的确切原因目前尚不明确, 张英泽等<sup>[3]</sup>认为膝关节胫骨内侧平台为主要负重区, 周围既无坚强软组织支撑, 也无骨性阻挡, 而外侧有腓骨支撑, 当平台负重时, 负重点向内侧偏移, 造成内外侧平台发生不均匀沉降, 导致膝关节内翻畸形, 即膝关节“不均匀沉降”理论。在此理论指导下, 进行腓骨近端截骨术成为治疗 KOA 的一种新的方法<sup>[4]</sup>。本院于 2014 年初开始应用该项技术, 共治疗 KOA 患者 23 例, 本研究随访并比较 23 例患者手术前后的膝关节功能及疼痛情况, 目的在于: (1) 分析腓骨近端截骨术治疗 KOA 的临床疗效; (2) 探讨腓骨近端截骨术改善、缓解膝关节疼痛症状的机制。

## 资料与方法

### 一、纳入及排除标准

纳入标准: (1) 内侧间室病变为主的 KOA; (2) 内侧间隙疼痛为主要症状; (3) 负重位 X 线片测量股胫角 (femor-tibial angle, FTA) 存在膝关节内翻; (4) 经过至少 3 个月的保守治疗无效。

排除标准: (1) 外侧间隙变窄; (2) 类风湿性关节炎; (3) 负重位 X 线片测量 FTA 存在膝关节外翻; (4) 创伤性关节炎; (5) 膝关节内侧平台缺损; (6) 膝关节周围韧带松弛、不稳。

### 二、一般资料

回顾性收集 2014 年 1 月至 2015 年 4 月郑州市骨科医院收治的符合纳入及排除标准的行腓骨近端截骨治疗 KOA 的患者共 23 例 (31 膝), 其中男性 5 例 (21.7%), 女性 18 例 (78.3%)。左膝 17 例 (54.8%), 右膝 14 例 (45.2%), 双膝 8 例 (34.8%)。年龄 52 ~ 67 岁, 平均年龄 (57.0±2.6) 岁。患者膝关节疼痛病程 5 ~ 12 年, 术前常规检查血常规、肝肾功、类风湿五项、心电图、下肢负重位 X 线片 (前后位、侧位)、骨密度。

### 三、手术操作及术后锻炼

23 例患者中除 2 例采用局部麻醉外, 其余均采用腰部麻醉, 应用充气止血带。麻醉起效后, 以腓骨头下 6 cm 为中心, 行腓骨后外侧入路。切开

皮肤、皮下, 逐层钝性分离暴露出腓骨, 两把宽骨撬紧贴腓骨内侧面保护软组织, 应用窄摆锯或磨钻垂直腓骨进行截骨, 截取长度约 2 cm。根据经验暴露腓骨尽量应用宽骨撬, 这样可有效保护周围软组织, 降低腓浅神经损伤的发生率, 特别是应用摆锯进行截骨时更是如此 (图 1)。截骨后修整断端、骨蜡封闭。2 例局麻患者成功完成手术操作。手术操作由同一组医师完成。

患者术后放置引流片 1 根, 术毕 24 h 内拔除。拔除引流后下地负重行走, 应用气压泵预防下肢静脉血栓, 指导患者进行下肢功能锻炼。术后 3 ~ 5 d 出院。

### 四、疗效评价与随访

分别于术前、术后 1 个月、6 个月、1 年进行复查, 由同一组培训合格的医师记录患者术前、术后 FTA、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、美国特种外科医院 (hospital for special surgery, HSS) 膝关节评分、美国西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数 (the western Ontario and McMaster universities osteoarthritis index, WOMAC) 评分, 同时记录患者满意程度。

FTA 为股骨下段轴线与胫骨上段轴线在膝关节所成外侧夹角。测量方法为在膝关节正位 X 线片上, 分别划出股骨远端和胫骨近端的解剖轴线, 两线相交的夹角即为 FTA。

患者满意率调查: 从患者角度制定满意度评价方法: (1) “非常满意”: 疗效佳, 超过患者心理预期; (2) “满意”: 疗效较好, 与患者心理预期基本相符; (3) “不满意”: 疗效欠佳, 与患者心理预期有一定差距, 但症状有所改善; (4)



图 1 女, 53 岁, 膝关节骨关节炎患者行腓骨近端截骨术, 术中应用宽骨撬进行保护截骨

“非常不满意”：疗效差，症状无缓解或者比术前更糟，与患者心理预期存在较大差距。至末次随访统计患者满意率。

### 五、统计学分析

应用 SPSS 17.0 (SPSS 公司, 美国) 统计学软件进行分析, 计量资料采用 Kolmogorov-Smirnov 检验是否符合正态分布, 符合正态分布的术前术后不同时间的 FTA、VAS 评分、HSS 评分、WOMAC 评分比较采用重复测量的方差分析, 以  $\bar{x} \pm s$  表示, 检验水准  $\alpha$  值取双侧 0.05。

## 结 果

### 一、一般情况

23 例患者获得随访, 随访时间 7 ~ 18 个月, 平均 13±4 个月。手术时间 15 ~ 30 min, 平均 (24±6) min, 术中出血 20 ~ 50 ml, 平均出血 (28±5) ml。同时行双侧手术患者, 手术时间 40 ~ 50 min, 平均出血 (75±8) ml。

23 例患者中 1 例术后出现足背区麻木, 经观察后症状缓解, 考虑腓浅神经受牵拉所致。2 例至末次随访诉切口内部疼痛, 其余患者均未出现并发症。23 例患者至末次随访, 满意率调查, “非常满意” 2 例, “满意” 18 例, “不满意” 3 例, 无“非常不满意”患者。患者满意率 87%。3 例“不满意”患者包括 2 例切口疼痛患者, 其余患者反映良好。

### 二、临床指标

经重复测量设计的方差分析, FTA、VAS 评分、HSS 评分、WOMAC 评分的不同时间点间差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 随着时间的延长 FTA、VAS 评分、WOMAC 评分逐渐降低, HSS 评分逐渐升高。与术前相比, 术后 1 个月随访和末次随访时, 患者 FTA、VAS、WOMAC 均降低, HSS 评分增高, 且差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。末次随访时, 患者 FTA、VAS 评分、WOMAC 评分

较术前和术后 1 个月时均降低, HSS 评分增高, 且差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ , 表 1), 见图 2 ~ 4。

## 讨 论

### 一、腓骨近端截骨术治疗 KOA 的疗效

膝关节在解剖学上分为 3 个间室, 分别为内侧间室、外侧间室和髌股间室, 任何一个间室都有可能受骨关节炎的影响。然而, 据统计, 约 1/3 的 KOA 患者早期病变仅局限于一个间室, 其中 90% 以上集中于髌股间室和内侧间室, 特别是内侧间室, 因此临床上内侧间室性 KOA 最为常见<sup>[5-6]</sup>。KOA 发病原因尚不明确, 一般认为是膝关节本身受力特点所决定。正常情况下, 力量传递通过膝关节时, 其中约 75% 的载荷通过内侧间室<sup>[7]</sup>, 随着年龄增长, 内侧关节在高负荷下出现关节软骨磨损, 导致膝关节力线向内侧偏移, 力线异常进一步增加内侧关节载荷, 加重软骨磨损, 最终导致 KOA 的发生。张英泽等<sup>[3]</sup>及其科研团队通过长期试验观察, 提出了 KOA 的“不均匀沉降理论”。该理论认为膝关节外侧有腓骨支撑, 导致在老年骨质疏松情况下, 胫骨平台出现内外侧不均匀压缩, 最终导致膝内翻畸形。因此, 胫骨平台不均匀沉降是内侧间室性 KOA 发生发展的关键因素。在此理论下, 去除腓骨对于外侧平台的支撑, 有助于缓解 KOA 症状, 延缓其进展。

陈伟等<sup>[8]</sup>发现应用腓骨近端截骨术治疗 KOA, 与胫骨高位截骨、全膝关节置换术比较, 同样能够有效缓解 KOA 患者的临床症状, 术后 X 线片显示膝关节力线发生改变, 内翻得到一定程度纠正, 术后 HSS 评分明显改善, 且具有花费低, 操作简便的优势。黄承等<sup>[9]</sup>报道关节镜下辅助腓骨近端截骨术治疗 34 例内翻型膝关节炎, 术后 FTA 及 HSS 评分较术前改善, 经过 24 个月随访, 疗效满意。FTA 及 HSS 评分更依赖接诊医

表 1 KOA 患者手术前后 FTA、VAS、HSS、WOMAC 评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

时间	例数	FTA (°)	VAS 评分 (分)	HSS 评分 (分)	WOMAC 评分 (分)
术前	23	182.3±1.5 <sup>#</sup>	5.4±0.2 <sup>#</sup>	55.34±0.23 <sup>#</sup>	53±4.2 <sup>#</sup>
术后 1 个月	23	179.7±1.2 <sup>*#</sup>	3.4±0.3 <sup>*#</sup>	64.6±5.1 <sup>*#</sup>	39.1±2.1 <sup>*#</sup>
末次随访	23	177.3±1.4 <sup>*</sup>	2.8±0.2 <sup>*</sup>	71.34±0.4 <sup>*</sup>	32±2.5 <sup>*</sup>
F 值		1.631	6.018	3.886	5.342
P 值		< 0.05	< 0.01	< 0.05	< 0.01

注: \* 与术前相比  $P < 0.05$ , <sup>#</sup> 与末次随访时相比  $P < 0.05$

师的主观评估,因此,本研究加入了VAS评分、WOMAC评分两项观察指标,从患者角度分析术后疗效,发现腓骨近端截骨术后患者FTA减小,力线得到部分纠正,HSS评分较术前提高,关节功能改善。而患者VAS评分、WOMAC评分较术前明显降低,至末次随访,20例患者对治疗效果满意,近期满意度达到87%。术后1例患者出现腓浅神经受牵拉症状,经保守治疗后症状缓解,随后术中改用宽骨撬进行软组织保护,未再出现神经损伤症状。术后3例患者对治疗不甚满意,其中2例患者主要表现为切口内部疼痛,应用非甾体镇痛药缓解,但至末次随访仍有疼痛存留,可能与手术切口过小,软组织过分牵拉损伤所致。另外1例患者自诉术后膝关节内侧疼痛、活动量较术前改善不明显,未达到其心理预期,回顾该患者存在肥胖,体重指数达到31,可能与此有关,但有待进一步研究。

## 二、腓骨近端截骨术的治疗机制

### (一) 步态支撑相腓骨近端附着软组织的功能

本研究患者腓骨近端截骨术后早期即感到膝关节疼痛明显缓解,术后1个月患者的VAS评分明显下降。这一早期疼痛缓解现象,用胫骨平台的不均匀沉降并不能完全解释,可能还与腓骨近端截骨术后腓骨近端附着软组织运动功能改变有关。

KOA重要表现为膝关节疼痛,在患肢负重支撑时疼痛明显,这与步态支撑相膝关节压力增高有关<sup>[10]</sup>。腓骨近端主要附着组织包括:股二头肌长头腱、外侧副韧带、髁胫束分支、比目鱼肌、趾长伸肌、腓骨长肌和部分胫骨后肌,这些软组织为维持膝、踝关节的外侧稳定起重要作用。在步态支撑相,膝关节额状面上,膝关节的内侧承受一个斜向内上的地反力,为对抗该内侧力,膝关节外侧的髁胫束、股二头肌长头腱、外侧副韧带紧张产生一个外展肌扭矩来进行平衡。而此时,腓骨近端起源的踝关节动力肌为维持踝关节的稳定起重要作用。腓骨长短肌从步态周期的大约10%到足跟离地之后一直处于激活状态。腓骨长肌是足部关节的主要外翻肌,在步态支撑相末期与胫前肌协同,为足成为刚性杠杆的行为提供稳定的支撑基底,是足外侧最主要的动力性稳定性来源。比目鱼肌在支撑相的大部分时间内也是激活的,在蹬离地面前收缩力达到最大,为踝关节主要动力肌之一<sup>[11]</sup>。在腓骨正常状态下,由于腓骨在纵轴的不可拉伸性和不可压缩性,位于腓骨近端的股二头肌、髁胫束、外侧副韧带主要维持膝关节的稳定,而比目鱼肌、趾长伸肌、腓骨长肌和部分胫骨后肌主要完成踝关节的稳定和

动作<sup>[12]</sup>。两组软组织并不能发生直接联系。在腓骨近端截骨术后,从影像学可以观察到腓骨近侧断端外展,这一表现可能由于腓骨完整性破坏后,腓骨近端附着的踝关节相关肌肉牵拉所致。由此笔者猜测,腓骨近端截骨术后,在步态的支撑相由于比目鱼肌、趾长伸肌、腓骨长肌和部分胫骨后肌的收缩,向下牵拉腓骨近端,借助残余腓骨近端的桥接,对抗髁胫束、外侧副韧带的向上张力。腓骨近端上、下两组软组织发生协同作用,可以在膝关节产生更大的外侧力矩来对抗地反力,以致在支撑相膝关节的受力中心外移,关节压力在内侧间室减少、外侧间室增加,内外侧胫骨平台应力出现再平衡,使膝关节负重时疼痛缓解。在既往研究中,陈伟等<sup>[4]</sup>也认为,术后早期膝关节疼痛减轻的机制与膝关节周围肌肉、肌腱、韧带等软组织的再平衡有关,与笔者观点一致。Yazdi等<sup>[13]</sup>通过力学实验证实,腓骨截骨后内侧间室压力最多减少了21.57%,外侧间室压力最多增加了12.92%。因此,笔者认为,步态支撑相腓骨近端附着软组织在腓骨截骨后发生功能改变,是膝关节内侧受力减少、疼痛症状缓解的一个重要因素。

### (二) 术后下肢力线的改变

FTA是指股骨解剖轴线和胫骨解剖轴线相交的外侧夹角,是反映下肢正常机械力线的重要指标。本研究结果发现在腓骨近端截骨术后(7~18个月,平均随访13±4个月)FTA较术前减小,提示力线得到部分纠正。FTA减小使膝关节负重力线外移,将负荷从磨损较重的膝关节内侧间室移至相对正常的外侧间室,从而能延迟骨关节炎在内侧间室的进一步发展,缓解内侧间室骨关节炎症状。张英泽等<sup>[3]</sup>认为随着年龄的增长,人体骨质发生一定程度的疏松,在日常负重情况下,胫骨近端的松质骨区会发生压缩而沉降,但是胫骨平台外侧有腓骨支撑,导致内外侧平台发生不均匀沉降,内侧平台下陷严重,出现膝关节内翻。而腓骨近端截骨术后去除腓骨的外侧支撑作用,内外侧平台相对均匀沉降,从而使下肢力线得到纠正,起到缓解膝关节症状的作用。秦迪等<sup>[14]</sup>观察到腓骨近端截骨术后,腓骨头下移,认为截骨后腓骨近端对游离,腓骨头将腓骨近端附着肌肉的牵拉力传导至股骨外髁,对抗膝关节内翻畸形,缩小外侧间隙,纠正了下肢力线。事实上,腓骨近端截骨术后,势必引起软组织的再平衡,软组织的再平衡在一定程度上也将起到纠正下肢力线的作用。均匀沉降和软组织再平衡,两者共同作用导致腓骨近端截骨术后FTA减小,使膝关节内翻





图 2~4 女, 51 岁, 膝关节骨关节炎患者行腓骨近端截骨术术前及术后 X 线片。图 2 术前 X 线片, 内侧可见间隙: 0.7 mm, 胫股角 182.1°; 图 3 术后 1 个月 X 线片, 可见腓骨近侧断端外展; 图 4 术后 10 个月 X 线片, 内侧可见间隙: 1.9 mm, 胫股角 178.3°

力线得到部分纠正, 从而缓解了内侧间室的症状。

### 三、本研究的局限性与展望

本研究尚存在以下不足之处: (1) 样本量较小, 有待大样本研究的进一步支持; (2) 病例随访时间较短, 缺乏长期随访观察, 且未设置膝关节置换组进行对照, 对于能否达到膝关节置换一样效果缺乏证据; (3) 关于腓骨截骨术有效缓解患者症状机制的猜想, 有待动物实验和基础力学的进一步验证。

### 参 考 文 献

- 1 Thorp LE, Sumner DR, Wimmer MA, et al. Relationship between pain and medial knee joint loading in mild radiographic knee osteoarthritis [J]. *Arthritis Rheum*, 2007, 57(7): 1254-1260.
- 2 李宁华. 中老年人群骨关节炎的流行病学特征 [J]. *中国临床康复*, 2005, 9(38): 133-135.
- 3 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.
- 4 陈伟, 秦迪, 吴涛, 等. 应用腓骨截骨术治疗膝关节骨性关节炎效果优良的机制分析 [J]. *河北医科大学学报*, 2015, 36(6): 726-727, 745.
- 5 刘朝晖, 郭万首, 张启栋, 等. 单髁置换与全膝关节置换治疗膝关节单间室骨性关节炎为主的早中期疗效比较 [J]. *中华医学杂志*, 2010, 10(37): 2597-2600.
- 6 Ranawat AS, Ranawat CS, Elkus M, et al. Total knee arthroplasty for severe valgus deformity [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87 Suppl 1(Pt 2): 271-284.
- 7 Hsu RW, Himeno S, Coventry MB, et al. Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1990 (255): 215-227.
- 8 陈伟, 陈百成, 王飞, 等. 应用不同方法治疗膝关节骨性关节炎的对比研究 [J]. *河北医科大学学报*, 2015, 36(5): 600-602.
- 9 黄承, 徐斌, 王瑞, 等. 关节镜清理辅助腓骨近端截骨术治疗伴内翻畸形内侧股胫关节骨性关节炎 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2015, 23(9): 850-852.
- 10 Goodfellow JW, O'Connor JJ, Dodd CA, et al. 牛津膝单髁关节置换术 [M]. 郭万首译. 1 版. 北京: 人民军医出版社, 2012: 29.
- 11 Donald N. 骨骼肌肉功能解剖学 [M]. 刘颖, 师玉涛, 闫琪译. 2 版. 北京: 人民军医出版社, 2014, 563: 616-617.
- 12 Rose J, Gamble JG. *Human Walking* [M]. 3rd ed. U.S.A: Lippincott Williams & Wilkins, 2006: 166-167.
- 13 Yazdi H, Mallakzadeh M, Mohtajeb M, et al. The effect of partial fibulectomy on contact pressure of the knee: a cadaveric study [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2014, 24(7): 1285-1289.
- 14 秦迪, 陈伟, 吕红芝, 等. 腓骨中上段部分切除治疗膝关节内侧间室骨性关节炎机制研究及治疗效果影响因素分析 [J]. *河北医科大学学报*, 2015, 36(6): 727-729.

(收稿日期: 2015-11-27)

(本文编辑: 闫晓丽)

白玉, 王爱国, 骆晓飞. 腓骨近端截骨术治疗内侧间室性膝关节骨性关节炎的疗效分析与机制探讨 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2016, 2(3): 161-165.