

· 临床研究 ·

腓骨近端截骨术和膝关节单髁置换术治疗不同严重程度膝骨关节炎的疗效比较

董伊隆¹, 钱约男², 李一民¹, 翟利锋³, 许桦⁴, 蔡春元¹

(1. 温州医科大学附属第三医院骨科, 浙江 温州 325200; 2. 温州医科大学附属第三医院影像科, 浙江 温州 325200; 3. 浙江省立同德医院骨科, 浙江 杭州 310012; 4. 上海市宝山中西医结合医院, 上海 宝山 201901)

【摘要】 目的:比较腓骨近端截骨术(proximal fibular osteotomy, PFO)及膝关节单髁置换术(unicompartmental knee arthroplasty, UKA)治疗不同严重程度膝骨关节炎的临床疗效。方法:回顾性分析 2015 年 6 月至 2017 年 10 月收治的膝骨关节炎患者 53 例,根据手术方式分为 PFO 组 26 例与 UKA 组 27 例。根据 Kellygren-Lawrence 影像学分级标准:PFO 组,Ⅱ级 5 例,Ⅲ级 11 例,Ⅳ级 10 例;UKA 组,Ⅱ级 7 例,Ⅲ级 9 例,Ⅳ级 11 例。比较两组患者术中出血量、手术时间和术后住院时间;分别于术前、术后 3 个月、1 年对患者定期门诊随访,比较同组各时间点的西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, WOMAC)评分和胫股角角度,并比较两组间各时间的 WOMAC 评分和胫股角角度。结果:53 例患者均获得随访,随访时间 12~24(16.6±4.8)个月。PFO 组比 UKA 组术中出血量少、手术时间短和术后住院时间短($P<0.05$)。两组术后 1 年时疼痛、僵硬和躯体功能评分均较术前改善($P<0.05$);术后 1 年 UKA 组的疼痛、僵硬和躯体功能评分均优于 PFO 组($P<0.05$)。PFO 组术后 3 个月和 1 年时 WOMAC 指数较术前均明显好转($P<0.05$);术后 3 个月、1 年 UKA 组Ⅳ级患者 WOMAC 指数评分明显优于 PFO 组Ⅳ级患者($P<0.05$);术后 3 个月 PFO 组Ⅱ、Ⅲ级患者 WOMAC 指数评分优于 UKA 组($P<0.05$)。两组Ⅱ、Ⅲ级患者的胫股

通讯作者:蔡春元 E-mail:dongyilongdel@163.com
Corresponding author:CAI Chun-yuan E-mail:dongyilongdel@163.com

and tibial component inclination on the biomechanics of lateral compartment in unicompartmental knee arthroplasty[J]. Chin Med J (Engl), 2017, 130(21):2563-2568.

[13] Amendola A. The role of osteotomy in the multiple ligament injured knee[J]. Arthroscopy, 2003, 19(Suppl 1):11-3.

[14] Santoso MB, Wu L. Unicompartmental knee arthroplasty, is it superior to high tibial osteotomy in treating unicompartmental osteoarthritis A meta-analysis and systemic review[J]. J Orthop Surg Res, 2017, 28; 12(1):50.

[15] 张英泽, 李存祥, 李冀东. 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.
ZHANG YZ, LI CX, LI JD. Study on the mechanism of uneven settlement in the process of knee joint degeneration and varus [J]. He Bei Yi Ke Da Xue Xue Bao, 2014, 35(2):218-219. Chinese.

[16] Qin D, Chen W, Wang J, et al. Mechanism and influencing factors of proximal fibular osteotomy for treatment of medial compartment knee osteoarthritis: A prospective study[J]. J Int Med Res, 2018, 46(8):3114-3123.

[17] Wang X, Wei L, Lv Z, et al. Proximal fibular osteotomy: a new surgery for pain relief and improvement of joint function in patients with knee osteoarthritis[J]. J Int Med Res, 2017, 45(1):282-289.

[18] 董伊隆, 钱约男, 李一民, 等. 腓骨近端截骨术和膝关节单髁置换术治疗不同严重程度膝骨关节炎的疗效比较[J]. 中国骨伤, 2020, 33(1):4-10.
DONG YL, QIAN YN, LI YM, et al. A comparative study of the curative effect of proximal fibular osteotomy and single condylar replacement in the treatment of knee osteoarthritis of different severity[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2020, 33(1):4-10. Chinese with abstract in English.

[19] 张中兴, 许峰, 杨小龙. 髌股关节炎的治疗进展[J]. 中国骨伤, 2018, 31(7):684-688.
ZHANG ZX, XU F, YANG XL. Progress in the treatment of patellofemoral arthritis[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(7):684-688. Chinese with abstract in English.

[20] Cotie M, Forkel P, Imhoff AB. Patellofemoral arthroplasty[J]. Oper Orthop Traumatol, 2017, 29(1):40-50.

[21] Clement ND, Howard TA, Immelman RJ, et al. Patellofemoral arthroplasty versus total knee arthroplasty for patients with patellofemoral osteoarthritis: equal function and satisfaction but higher revision rate for partial arthroplasty at a minimum eight years' follow-up[J]. Bone Joint J, 2019, 101B(1):41-46.

[22] Blazina ME, Fox JM, Del Pizzo W, et al. Patellofemoral replacement[J]. Clin Orthop Relat Res, 1979, (144):98-102.

[23] Lonner JH. Patellofemoral arthroplasty[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2007, 15(8):495-506.

[24] 高华利, 肖涟波, 张乾, 等. 髌股关节置换术治疗单纯髌股关节炎的疗效研究[J]. 中国骨伤, 2020, 33(1):11-14.
GAO HL, XIAO LB, ZHANG Q, et al. Patellofemoral arthroplasty in the treatment of patellofemoral arthritis[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2020, 33(1):11-14. Chinese with abstract in English.

(收稿日期:2020-01-02 本文编辑:王玉蔓)

角度均逐渐降低($P<0.05$);UKA 组Ⅳ级术后股角均小于 PFO 组Ⅳ级患者($P<0.05$)。结论:PFO 相较于 UKA 具有创伤小、恢复快、花费少,在Ⅱ、Ⅲ级膝骨关节炎患者中疗效相当于或超过 UKA,是一种可以选择的治疗膝骨关节炎的手术方式。

【关键词】 骨关节炎,膝; 关节成形术,置换,膝; 腓骨; 截骨术

中图分类号:R684.3

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2020.01.002

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



A comparative study of the curative effect of proximal fibular osteotomy and single condylar replacement for the treatment of knee osteoarthritis of different severity DONG Yi-long, QIAN Yue-nan, LI Yi-min, ZHAI Li-feng, XU Hua, and CAI Chun-yuan*. *Department of Orthopaedics, the Third Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325200, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To compare the clinical effect of proximal fibular osteotomy (PFO) and single condyle replacement (UKA) in the treatment of knee osteoarthritis of different severity. **Methods:** From June 2015 to September 2017, 53 patients with knee osteoarthritis were analyzed retrospectively. According to the operation mode, they were divided into PFO group (26 cases) and UKA group (27 cases). According to Kellygren-Lawrence imaging classification standard; PFO group, 5 cases of grade II, 11 cases of grade III, 10 cases of grade IV; UKA group, 7 cases of grade II, 9 cases of grade III, 11 cases of grade IV. The amount of intraoperative bleeding, operation time and postoperative hospital stay were compared between the two groups. The patients were followed up regularly in the outpatient clinic before operation, 3 months after operation and 1 year after operation. The WOMAC score and the angle of tibiofemoral angle at each time point in the same group were compared, and the WOMAC score and the angle of tibiofemoral angle at each time between the two groups were compared. **Results:** Fifty-three patients were followed up for 12 to 24 (16.6±4.8) months. Compared with UKA group, PFO group had less intraoperative bleeding, shorter operative time and shorter postoperative hospital stay ($P<0.05$). The scores of pain, stiffness and body function in UKA group were better than those in PFO group ($P<0.05$). After 3 months and 1 year, the WOMAC index in PFO group was significantly improved ($P<0.05$); after 3 months and 1 year, the WOMAC index in UKA group was significantly better than that in PFO group ($P<0.05$); after 3 months, the WOMAC index in PFO group was significantly better than that in UKA group ($P<0.05$). The tibiofemoral angle of grade II and III patients in both groups decreased gradually ($P<0.05$); the tibiofemoral angle of grade IV patients in UKA group was smaller than that of grade IV patients in PFO group ($P<0.05$). **Conclusion:** Compared with UKA, PFO has the advantages of small trauma, fast recovery and low cost. The curative effect of PFO is equal to or more than UKA in the patients with grade II and III knee osteoarthritis. It is an alternative surgical method for the treatment of knee osteoarthritis.

KEYWORDS Osteoarthritis, knee; Arthroplasty, replacement, knee; Fibula; Osteotomy

膝骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)据流行病学调查总的患病率高达 3.8%,女性患病比例远高于男性,并且随着年龄的增长,患病率随之增加^[1]。Ho-Pham 等^[2]研究报道 50 岁以上人群患病率高达 25%~80%。KOA 的主要临床症状是关节疼痛,关节活动受限等,影像学主要表现是膝关节内侧间隙变窄和骨质增生^[3]。目前, KOA 的治疗方法主要分为两种:保守治疗,手术治疗。其中手术治疗方式主要分为 4 种,分别是膝关节镜清理术、胫骨高位截骨术、膝关节单髁置换术(unicompartmental knee arthroplasty, UKA)和人工全膝关节置换术。然而关节镜清理仅对膝关节腔有限清理,并未纠正力线;胫骨高位截骨术后常出现胫骨近端解剖结构改变、胫骨骨量丢失等影响而且全膝关节置换术;全膝关节置换术后假体周围感染率高等问题。张英泽等^[4]通过一系列尸体解剖、标本生物力学及临床的研究基础上指出,腓骨外侧的支撑作用导致膝关节内外侧平台出现不均匀沉降是 KOA 出现的始发因素,据此提出

了膝关节不均匀沉降理论。就此理论指导下,设计的腓骨近端截骨术(proximal fibular osteotomy, PFO)不仅具有创伤小、经济、恢复快等优点,而且能达到纠正异常膝关节力线、减少甚至去除疼痛的目的,临床效果明显^[5-6]。目前,国内外相关文献中,对 PFO 治疗膝关节内侧间室骨关节炎的疗效与 UKA 手术方式的对比性研究较少,并且两者手术方式治疗不同严重程度 KOA 的临床效果研究更少见。本文回顾性对比分析自 2015 年 6 月至 2017 年 10 月收治的 KOA 患者分别行 PFO 和 UKA 的疗效,比较采用 PFO 与 UKA 分别治疗 KOA 的短期疗效,观察采用 PFO 治疗不同严重程度 KOA 的临床效果,为临床推广 PFO 提供借鉴及治疗体会。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)年龄>50 岁。(2)临床表现以膝关节内侧疼痛为主或出现内翻畸形。(3)影像学表现包括 X 线示出现骨赘或内侧间室狭窄,或 MRI 显示内

侧间室软骨损伤。(4)单侧肢体受累及。(5)正规保守治疗效果不佳或患者拒绝保守治疗。排除标准:(1)合并严重基础疾病。(2)临床表现以膝关节外侧疼痛为主。(3)临床表现以髌股关节炎症状为主。(4)诊断为其他关节病如类风湿性关节炎等。(5)存在膝关节周围畸形。(6)存在膝关节主要韧带如前后交叉韧带和侧副韧带撕裂。

1.2 一般资料

回顾性分析自 2015 年 6 月至 2017 年 9 月,符合上述的纳入及排除标准,本文作者所在的 3 所附属医院收治的 KOA 患者 53 例。根据接受治疗的手术方式不同,将患者分为 PFO 与 UKA 组。其中 PFO 患者 26 例,男 9 例,女 17 例,年龄 51~69(59.89±4.45)岁,膝关节疼痛时间 0.6~10(3.4±2.5)年;UKA 组患者 27 例,男 8 例,女 19 例,年龄 52~67(60.14±5.16)岁,膝关节疼痛时间 0.5~12(4.2±2.7)年。所有患者为膝关节内侧疼痛为主。采用 Kellygren-Lawrence 影像学分级标准^[7]对所有患者进行疾病严重程度分级:0 级,X 线上无异常改变;I 级,X 线上显示出现轻微骨赘;II 级,X 线显示出现明显骨赘,但内、外侧关节间隙未见明显改变;III 级,X 线显示内外侧关节间隙出现中度狭窄;IV 级,X 线显示内外侧关节间隙出现明显狭窄,软骨下骨硬化明显。其中 PFO 组:II 级 5 例,III 级 11 例,IV 级 10 例;UKA 组:II 级 7 例,III 级 9 例,IV 级 11 例。两组膝骨关节炎患者术前一般资料包括年龄、性别、患肢侧别、体重指数、病程和关节炎分级差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。本研究所有手术均由本文作者主刀,经医学伦理委员会批准了,所有患者知情同意并签署书面同意文件。

1.3 治疗方法

1.3.1 手术方式 PFO 组:麻醉成功后,患者取仰卧位。常规消毒并铺单、患肢大腿根部上止血带。患肢膝关节外侧寻找骨性标记即腓骨头,在腓骨头下方 4~6 cm 偏后侧行长约 5 cm 的纵行切口,逐层切开皮肤、皮下组织及筋膜,在筋膜下方可见一条黄色的脂肪线,该脂肪线为腓骨长短肌与比目鱼肌间隙,

钝性分离该间隙,直达腓骨外表面。拉钩牵开周围组织,骨膜剥离器钝性剥离腓骨周围,长 1.5~2.0 cm。保护腓骨周围,使用 2.0 mm 克氏针或骨钻,在剥离出的腓骨上下两端各钻孔 3~5 次,使用骨刀凿断腓骨上下两端,夹取被凿断的腓骨段,长度约 2.0 cm,最后使用骨蜡封闭腓骨骨端。冲洗创口,逐层缝合,加压包扎并松止血带,术毕。

UKA 组:麻醉成功后,患者取仰卧位。常规消毒并铺单、患肢大腿根部上止血带。患肢髌骨旁内侧行长约 6 cm 纵行切口,逐层切开皮肤、皮下组织及筋膜。于髌骨旁进入关节囊,显露胫股关节面,探查髌间窝及前交叉韧带情况,用咬骨钳除去内侧间隙的增生骨赘。胫骨端在胫骨髓外定位器的辅助下确定力线,并在胫骨截骨导向器的辅助下行内侧胫骨平台截骨;股骨端在股骨钻孔导向器的引导下进行股骨截骨,通过胫骨侧及股骨侧试模来确定合适的假体型号,最后选择骨水泥固定假体。多次屈伸膝关节,确定假体稳定性和运动轨迹。冲洗创口,充分止血,逐层缝合,加压包扎并松止血带。

1.3.3 术后处理 PFO 组术后尽早下地活动,手术当日麻醉效果消退后即可下地负重;UKA 组术后当日麻醉效果消退后积极股四头肌功能锻炼,第 2 天就可以应用助行器或拐杖进行下地步态训练,术后 4 周恢复正常负重锻炼。

1.4 观察项目与方法

记录所有患者的手术时间、术中出血量和术后住院时间。所有患者分别于术前、术后 3 个月、1 年进行定期门诊随访,采用西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数 (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, WOMAC)^[8]从疼痛、僵硬、躯体功能 3 方面对膝关节进行评价。同时在上述时间点拍摄膝关节应力位 X 线并测量胫股角 (femorotibial angle, FTA)。其中膝关节 FTA 的测量方法见图 1。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 14.0 (SPSS 公司,美国)软件进行统计学处理,所有定量资料以均数±标准差($\bar{x}±s$)表示,采

表 1 两组膝骨性关节炎患者术前一般资料比较

Tab.1 Comparison of general data of patients with knee osteoarthritis between two groups before operation

组别	例数	年龄($\bar{x}±s$,岁)	性别(例)		患肢侧别(例)		体质量指数($\bar{x}±s$,kg/m ²)	病程($\bar{x}±s$,年)	关节炎分级(例)		
			男	女	左	右			II 级	III 级	IV 级
PFO 组	26	59.89±4.45	9	17	10	16	24.16±1.21	3.4±2.5	5	11	10
UKA 组	27	60.14±5.16	8	19	13	14	24.51±1.34	4.2±2.7	7	9	11
检验值		$t=0.188$	$\chi^2=0.151$		$\chi^2=0.506$		$t=0.997$	$t=1.118$	$\chi^2=0.746$		
P 值		0.851	0.881		0.615		0.323	0.269	0.459		



图 1 膝关节测量示意图。1: 胫骨解剖轴; 2: 股骨解剖轴; α: 股胫角
Fig.1 Schematic diagram of knee joint measurement. 1 is tibial anatomic axis; 2 is femoral anatomic axis; α is tibial femoral angle

用 Kolmogorov-Smirnov 检验对数据行正态性检验,符合正态分布的两组患者定量资料比较采用两独立样本的 *t* 检验,计数资料比较采用 Pearson χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般随访结果

53 例患者均获得随访,随访时间 12~24 (16.6±4.8) 个月。手术时间: PFO 组 (30.8±7.4) min, UKA 组 (68.7±14.1) min, 两组差异有统计学意义 ($t=13.246, P < 0.01$)。术中出血量: PFO 组 (20.7±7.6) ml, UKA 组 (50.3±6.5) ml, 两组差异有统计学意义 ($t=16.753, P < 0.01$)。术后住院时间: PFO 组 (3.0±0.8) d, UKA 组 (6.0±1.4) d, 两组差异有统计学意义 ($t=16.753, P < 0.01$)。见表 2。

表 2 两组膝骨性关节炎患者术中出血量、手术时间和住院时间比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of intraoperative blood loss, operative time and postoperative hospital stay of patients with knee osteoarthritis between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	手术时间 (min)	术中出血量 (ml)	住院时间 (d)
PFO 组	26	30.8±7.4	20.7±7.6	3.0±0.8
UKA 组	27	68.7±14.1	50.3±6.5	6.0±1.4
<i>t</i> 值		12.182	15.257	9.529
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.000

53 例患者创口无感染,均良好愈合。PFO 组 2 例术后出现小腿外侧感觉麻木和踝外翻乏力,考虑系腓浅神经牵拉伤,予以营养神经处理,术后 3 个

月麻木消失、肌力恢复;PFO 组 1 例术后出现小腿腓肠肌疼痛,止痛处理后,术后 1 个月疼痛消失;UKA 组 1 例术后出现小腿肿胀,予以 B 超检查发现肌间静脉血栓形成,口服力伐沙班片 1 个月,术后 3 个月复查 B 超示血栓消失。

2.2 膝关节评价结果

术前和术后 1 年膝关节 WOMAC 指数评分结果见表 3,两组术后 1 年时疼痛、僵硬和躯体功能评分均较术前改善 ($P < 0.05$); 而术后 1 年 UKA 组的疼痛、僵硬和躯体功能评分均优于 PFO 组 ($P < 0.05$)。随着随访时间的延长, PFO 组患者的 WOMAC 指数评分均逐渐降低 (见表 4), 术后 3 个月和 1 年时 WOMAC 指数较术前均明显好转, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); II、III 级患者术后各时间点差异存在统计学意义 ($P < 0.05$); IV 级患者术后 3 个月和术后 1 年比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。随着随访时间的延长, UKA 组患者的 WOMAC 指数评分均逐渐降低 (见表 4), 术后 3 个月和 1 年时 WOMAC 指数较术前均明显好转, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); II、III 级和 IV 级患者术后 3 个月和 1 年 WOMAC 指数随着时间的推移明显改善, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。术后 3 个月、1 年时, UKA 组 IV 级 WOMAC 指数评分明显优于 PFO 组 IV 级患者, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 术后 3 个月时 PFO 组 II、III 级患者 WOMAC 指数评分优于 UKA 组 ($P < 0.05$); 而其余各时间点差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 4。

2.3 影像学评分

随着随访时间的延长, PFO 组 II、III 级患者的 FTA 角度均逐渐降低, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 而在 PFO 组 IV 级患者中, 术前和术后各时间点差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 5。UKA 组 II、III、IV 级患者术后 3 个月和 1 年时 FTA 角度较术前均明显改善, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 但在术后各时间点, FTA 角度差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 5。UKA 组 IV 级患者术后各时间点的 FTA 角度均小于 PFO 组 IV 级患者 ($P < 0.05$); 术后 3 个月, UKA 组 II、III 级患者 FTA 角度均小于 PFO 组 II、III 级患者, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 而在术后 1 年, UKA 组 II、III 级患者 FTA 角度与 PFO 组 II、III 级患者相比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 5。

3 讨论

3.1 腓骨截骨术的理论基础

对于内侧 KOA 发生的生物力学机制的研究较多, 张广瑞等^[3]认为膝关节内外侧软组织的张力失衡是造成内侧软骨磨损程度较外侧磨损严重的重要原因, 从而出现关节内侧间室发生骨关节炎。Chan-

表 3 两组不同严重程度膝骨性关节炎患者术前与术后 1 年 WOMAC 指数比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.3 Comparison of WOMAC index before and 1 year after operation between two groups of patients with knee osteoarthritis of different severity($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	分级	术前				术后 1 年			
			疼痛	僵硬	躯体功能	总分	疼痛	僵硬	躯体功能	总分
PFO 组										
	5	Ⅱ级	9.11±1.32	7.53±1.56	27.46±4.55	42.27±9.45	5.25±1.53 ^{a1}	4.33±1.04 ^{a2}	12.65±3.65 ^{a3}	21.76±4.65 ^{a4}
	11	Ⅲ级	12.32±2.54	9.44±2.27	33.87±7.12	52.73±9.19	5.03±1.56 ^{a5}	4.92±2.11 ^{a6}	11.95±3.84 ^{a7}	21.34±4.51 ^{a8}
	10	Ⅳ级	16.62±5.49	12.34±4.43	35.53±9.42	62.89±11.43	9.12±3.43 ^{a9}	8.05±4.21 ^{a10}	30.73±9.44 ^{a11}	49.67±6.76 ^{a12}
UKA 组										
	7	Ⅱ级	9.32±1.54 ^{b1}	7.67±1.83 ^{b2}	29.16±6.25 ^{b3}	43.89±8.98 ^{b4}	5.32±2.04 ^{a13c1}	4.41±1.21 ^{a14c2}	13.15±4.21 ^{a15c3}	22.76±4.13 ^{a16c4}
	9	Ⅲ级	11.82±3.14 ^{b5}	10.14±2.53 ^{b6}	32.24±8.05 ^{b7}	54.15±10.32 ^{b8}	4.94±2.12 ^{a17c5}	4.67±1.85 ^{a18c6}	12.92±4.05 ^{a19c7}	22.34±4.27 ^{a20c8}
	11	Ⅳ级	15.5±6.21 ^{b9}	11.83±5.13 ^{b10}	36.13±8.96 ^{b11}	60.99±12.71 ^{b12}	5.25±2.15 ^{a21c9}	5.21±2.05 ^{a22c10}	19.24±8.34 ^{a23c11}	28.38±5.38 ^{a24c12}

注：与术前比较，^{a1} $t=4.27, P=0.002$ ；^{a2} $t=3.82, P=0.005$ ；^{a3} $t=5.67, P=0.000$ ；^{a4} $t=4.35, P=0.002$ 。^{a5} $t=8.11, P=0.000$ ；^{a6} $t=4.83, P=0.000$ ；^{a7} $t=8.98, P=0.000$ ；^{a8} $t=10.16, P=0.000$ 。^{a9} $t=3.66, P=0.001$ ；^{a10} $t=2.22, P=0.039$ ；^{a11} $t=1.13, P=0.273$ ；^{a12} $t=3.15, P=0.005$ 。^{a13} $t=4.14, P=0.001$ ；^{a14} $t=5.65, P=0.000$ ；^{a15} $t=5.62, P=0.000$ ；^{a16} $t=5.65, P=0.000$ 。^{a17} $t=5.45, P=0.000$ ；^{a18} $t=5.23, P=0.000$ ；^{a19} $t=6.43, P=0.000$ ；^{a20} $t=8.54, P=0.000$ 。^{a21} $t=5.17, P=0.000$ ；^{a22} $t=3.97, P=0.000$ ；^{a23} $t=4.57, P=0.000$ ；^{a24} $t=7.83, P=0.000$ 。与 PFO 组比较：^{b1} $t=0.24, P=0.810$ ；^{b2} $t=0.13, P=0.898$ ；^{b3} $t=0.51, P=0.617$ ；^{b4} $t=0.30, P=0.770$ 。^{b5} $t=0.39, P=0.394$ ；^{b6} $t=0.65, P=0.523$ ；^{b7} $t=0.48, P=0.637$ ；^{b8} $t=0.32, P=0.753$ 。^{b9} $t=0.43, P=0.672$ ；^{b10} $t=0.24, P=0.813$ ；^{b11} $t=0.15, P=0.882$ ；^{b12} $t=0.35, P=0.730$ ；^{c1} $t=0.64, P=0.533$ ；^{c2} $t=0.12, P=0.907$ ；^{c3} $t=0.21, P=0.836$ ；^{c4} $t=0.39, P=0.704$ 。^{c5} $t=0.11, P=0.914$ ；^{c6} $t=0.27, P=0.790$ ；^{c7} $t=0.55, P=0.589$ ；^{c8} $t=0.55, P=0.590$ 。^{c9} $t=3.13, P=0.005$ ；^{c10} $t=1.99, P=0.060$ ；^{c11} $t=2.96, P=0.008$ ；^{c12} $t=8.02, P=0.000$

Note: Compared with results before operation, ^{a1} $t=4.27, P=0.002$ ；^{a2} $t=3.82, P=0.005$ ；^{a3} $t=5.67, P=0.000$ ；^{a4} $t=4.35, P=0.002$ 。^{a5} $t=8.11, P=0.000$ ；^{a6} $t=4.83, P=0.000$ ；^{a7} $t=8.98, P=0.000$ ；^{a8} $t=10.16, P=0.000$ 。^{a9} $t=3.66, P=0.001$ ；^{a10} $t=2.22, P=0.039$ ；^{a11} $t=1.13, P=0.273$ ；^{a12} $t=3.15, P=0.005$ 。^{a13} $t=4.14, P=0.001$ ；^{a14} $t=5.65, P=0.000$ ；^{a15} $t=5.62, P=0.000$ ；^{a16} $t=5.65, P=0.000$ 。^{a17} $t=5.45, P=0.000$ ；^{a18} $t=5.23, P=0.000$ ；^{a19} $t=6.43, P=0.000$ ；^{a20} $t=8.54, P=0.000$ 。^{a21} $t=5.17, P=0.000$ ；^{a22} $t=3.97, P=0.000$ ；^{a23} $t=4.57, P=0.000$ ；^{a24} $t=7.83, P=0.000$ 。Compared with results of PFO group: ^{b1} $t=0.24, P=0.810$ ；^{b2} $t=0.13, P=0.898$ ；^{b3} $t=0.51, P=0.617$ ；^{b4} $t=0.30, P=0.770$ 。^{b5} $t=0.39, P=0.394$ ；^{b6} $t=0.65, P=0.523$ ；^{b7} $t=0.48, P=0.637$ ；^{b8} $t=0.32, P=0.753$ 。^{b9} $t=0.43, P=0.672$ ；^{b10} $t=0.24, P=0.813$ ；^{b11} $t=0.15, P=0.882$ ；^{b12} $t=0.35, P=0.730$ ；^{c1} $t=0.64, P=0.533$ ；^{c2} $t=0.12, P=0.907$ ；^{c3} $t=0.21, P=0.836$ ；^{c4} $t=0.39, P=0.704$ 。^{c5} $t=0.11, P=0.914$ ；^{c6} $t=0.27, P=0.790$ ；^{c7} $t=0.55, P=0.589$ ；^{c8} $t=0.55, P=0.590$ 。^{c9} $t=3.13, P=0.005$ ；^{c10} $t=1.99, P=0.060$ ；^{c11} $t=2.96, P=0.008$ ；^{c12} $t=8.02, P=0.000$

tarapanich 等^[9]建立下肢骨骼肌肉有限元分析模型，发现内翻畸形的膝关节对关节内侧间室压力要远远高于外侧间室压力，进而发生内侧间室骨关节炎。

张英泽等^[4]认为膝关节内外侧间隙先天存在着不均匀受力，内侧间隙承受身体的绝大多数重量，而膝关节又缺乏坚强软组织去对抗压力。在青壮年时期胫骨平台骨质密实、结构均匀，力学载荷基本均衡；但在骨质疏松后，胫骨平台骨小梁变薄、数量减少，应力的传递与分散功能减弱，内外侧承载力失衡，骨质难以承受巨大压力，骨小梁发生微骨折，从而导致沉降现象的发生，以内侧为著；而与此同时，正常腓骨头与胫骨外侧髁紧密相连，几乎不丢失骨量的腓骨支撑着胫骨平台外侧髁，当股骨对内外侧胫骨平台同时施加向下的压力时，胫骨平台软骨及软骨下松质骨发生相应的弹性形变来缓解向下压力对胫骨平台的冲击，此时胫骨外侧平台有腓骨强力支撑，而胫骨内侧平台缺乏如腓骨这样的骨性结构阻挡，导致胫骨内侧平台形变大于外侧，结果出现下肢力线往内侧偏移，内侧间室应力增加，外侧间室应力相应减小。久而久之，胫骨内侧平台向下沉降的速

率快与外侧平台，造成膝关节内侧间隙变窄，膝关节外侧间隙相对变宽，导致膝关节内翻畸形。

上述的理念即为膝关节不均匀沉降现象，而根据该理念设计和开展 PFO 术。PFO 术后外侧胫骨平台失去了腓骨的支撑作用，此时受到股骨施加的应力时，则完全由外侧胫骨平台软骨和软骨下骨进行缓冲，形变量增加，在一定程度上，重新恢复了下肢负重力线，使膝关节力线外移；另一方面，PFO 术后，打破了胫骨平台不均匀沉降，力线外移后减少了膝关节外侧软组织张力，缓解膝关节疼痛。

3.2 PFO 与 UKA 的优缺点

PFO 与 UKA 的优缺点比较：(1)UKA 手术相对复杂，术中截骨需注意力线的矫正，手术难度高，其手术时间、术中出血量远较 PFO 高。(2)UKA 手术需内植物植入，手术无菌要求高，术后需密切关注创口情况，其术后住院时间长于 PFO。(3)在力线矫正方面，UKA 术中一次性矫形到位，而 PFO 需一定时期的不均匀沉降的过程，故力线矫正较慢。本研究中术后 3 个月，PFO 组Ⅱ、Ⅲ级矫形的角度同 UKA 组比较，两组无统计学差异，说明 PFO 组Ⅱ、Ⅲ级患者术

表 4 两组不同严重程度膝骨性关节炎患者不同时间点 WOMAC 总分比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.4 Comparison of WOMAC total score at different times between two groups with different severity of knee arthritis ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	术前	术后 3 个月	术后 1 年
PFO 组				
Ⅱ级	5	42.27±9.45	25.84±3.56 ^{a1}	21.76±4.65 ^{b1c1}
Ⅲ级	11	52.73±9.19	24.72±3.57 ^{a2}	21.34±4.51 ^{b2c2}
Ⅳ级	10	62.89±11.43	50.27±8.89 ^{a3}	49.67±6.76 ^{b3c3}
UKA 组				
Ⅱ级	7	43.89±8.98 ^{d1}	29.14±2.37 ^{a4d4}	22.76±4.13 ^{b4c4f7}
Ⅲ级	9	54.15±10.32 ^{d2}	31.35±3.48 ^{a5d5}	22.34±4.27 ^{b5c5i8}
Ⅳ级	11	60.99±12.71 ^{d3}	34.14±5.66 ^{a6d6}	28.38±5.38 ^{b6c6j9}

注：与术前比较：^{a1} $t=4.35, P=0.002$ ；^{a2} $t=9.42, P=0.000$ ；^{a3} $t=2.75, P=0.013$ 。^{a4} $t=4.21, P=0.001$ ；^{a5} $t=6.28, P=0.000$ ；^{a6} $t=6.40, P=0.000$ 。与术后 3 个月比较：^{b1} $t=1.56, P=0.157$ ；^{b2} $t=1.95, P=0.065$ ；^{b3} $t=0.17, P=0.867$ 。^{b4} $t=3.54, P=0.004$ ；^{b5} $t=4.91, P=0.000$ ；^{b6} $t=2.45, P=0.023$ 。与术前比较，^{c1} $t=4.35, P=0.002$ ；^{c2} $t=10.16, P=0.000$ ；^{c3} $t=3.15, P=0.005$ 。^{c4} $t=5.65, P=0.000$ ；^{c5} $t=8.54, P=0.000$ ；^{c6} $t=7.83, P=0.000$ 。与 PFO 比较：^{d1} $t=0.30, P=0.770$ ；^{d2} $t=0.32, P=0.753$ ；^{d3} $t=0.35, P=0.730$ ；^{d4} $t=1.94, P=0.081$ ；^{d5} $t=4.17, P=0.000$ ；^{d6} $t=5.01, P=0.000$ ；^{d7} $t=0.39, P=0.704$ ；^{d8} $t=0.55, P=0.590$ ；^{d9} $t=8.02, P=0.000$

Note: Compared with results before operation: ^{a1} $t=4.35, P=0.002$; ^{a2} $t=9.42, P=0.000$; ^{a3} $t=2.75, P=0.013$. ^{a4} $t=4.21, P=0.001$; ^{a5} $t=6.28, P=0.000$; ^{a6} $t=6.40, P=0.000$. Compared with 3 months after operation: ^{b1} $t=1.56, P=0.157$; ^{b2} $t=1.95, P=0.065$; ^{b3} $t=0.17, P=0.867$. ^{b4} $t=3.54, P=0.004$; ^{b5} $t=4.91, P=0.000$; ^{b6} $t=2.45, P=0.023$. Compared with before operation, ^{c1} $t=4.35, P=0.002$; ^{c2} $t=10.16, P=0.000$; ^{c3} $t=3.15, P=0.005$. ^{c4} $t=5.65, P=0.000$; ^{c5} $t=8.54, P=0.000$; ^{c6} $t=7.83, P=0.000$. Compared with results of PFO group: ^{d1} $t=0.30, P=0.770$; ^{d2} $t=0.32, P=0.753$; ^{d3} $t=0.35, P=0.730$; ^{d4} $t=1.94, P=0.081$; ^{d5} $t=4.17, P=0.000$; ^{d6} $t=5.01, P=0.000$; ^{d7} $t=0.39, P=0.704$; ^{d8} $t=0.55, P=0.590$; ^{d9} $t=8.02, P=0.000$

后 3 个月内力线矫正可以媲美 UKA。(4)PFO 组Ⅳ级患者术后力线矫正不理想，结果一段时间的不均匀沉降的过程，其力线仍不能矫正。说明重度 KOA 患者膝关节严重内翻畸形，单靠减少腓骨支撑使力线外移很困难。(5)虽然术后早期，PFO 组Ⅱ、Ⅲ级矫正的角度小于 UKA 组，但 WOMAC 评分却优于 UKA 组，说明 UKA 术后的康复过程较 PFO 漫长。(6)对于Ⅳ级 KOA 患者，选择 PFO 无论是 WOMAC 评分还是力线的恢复均较 UKA 差，说明 PFO 的手术适应证有一定的限制性。(7)对于Ⅳ级 KOA 患者，选择 PFO 治疗，虽然术后力线没恢复，但术后的 WOMAC 评分较术前改善。笔者认为虽然 PFO 不能纠正严重内翻畸形，但早期能一定程度缓解膝关节内侧面高压，从而改善患者功能，而改善作用能维持多久有待更长的随访。(8)KOA 患者无论是选择行 PFO 还是行 UKA，术后都能一定程度上的改善临

表 5 两组不同严重程度膝关节术前与术后随访股角变化 ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

Tab.5 The changes of tibial and femoral angle before and after operation in two groups with different degrees of knee osteoarthritis ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

组别	例数	术前	术后 3 个月	术后 1 年
PFO 组				
Ⅱ级	5	180.6±3.3	173.5±2.6 ^{a1}	170.3±5.5 ^{b1c1}
Ⅲ级	11	184.8±3.4	173.8±4.2 ^{a2}	170.1±3.3 ^{b2c2}
Ⅳ级	10	187.7±4.3	186.1±3.9 ^{a3}	184.8±6.8 ^{b3c3}
UKA 组				
Ⅱ级	7	180.9±2.8 ^{d1}	174.1±3.3 ^{a4d4}	172.6±4.2 ^{b4c4f7}
Ⅲ级	9	184.5±2.8 ^{d2}	173.7±4.1 ^{a5d5}	171.9±4.7 ^{b5c5i8}
Ⅳ级	11	187.5±4.1 ^{d3}	172.1±3.9 ^{a6d6}	174.2±3.9 ^{b6c6j9}

注：与术前比较：^{a1} $t=3.78, P=0.005$ ；^{a2} $t=6.75, P=0.000$ ；^{a3} $t=0.87, P=0.395$ 。^{a4} $t=4.14, P=0.001$ ；^{a5} $t=6.52, P=0.000$ ；^{a6} $t=9.02, P=0.000$ 。与术后 3 个月比较：^{b1} $t=1.17, P=0.275$ ；^{b2} $t=2.29, P=0.033$ ；^{b3} $t=0.52, P=0.609$ 。^{b4} $t=0.74, P=0.473$ ；^{b5} $t=0.86, P=0.402$ ；^{b6} $t=1.26, P=0.222$ 。与术前比较，^{c1} $t=5.48, P=0.000$ ；^{c2} $t=10.29, P=0.000$ ；^{c3} $t=1.14, P=0.269$ 。^{c4} $t=4.35, P=0.000$ ；^{c5} $t=6.91, P=0.000$ ；^{c6} $t=7.79, P=0.000$ 。与 PFO 组比较：^{d1} $t=0.17, P=0.868$ ；^{d2} $t=0.21, P=0.838$ ；^{d3} $t=0.11, P=0.914$ ；^{d4} $t=0.34, P=0.742$ ；^{d5} $t=5.35, P=0.000$ ；^{d6} $t=8.21, P=0.000$ ；^{d7} $t=0.82, P=0.431$ ；^{d8} $t=1.01, P=0.325$ ；^{d9} $t=4.43, P=0.000$

Note: Compared with results before operation: ^{a1} $t=3.78, P=0.005$; ^{a2} $t=6.75, P=0.000$; ^{a3} $t=0.87, P=0.395$. ^{a4} $t=4.14, P=0.001$; ^{a5} $t=6.52, P=0.000$; ^{a6} $t=9.02, P=0.000$. Compared with results 3 months after operation: ^{b1} $t=1.17, P=0.275$; ^{b2} $t=2.29, P=0.033$; ^{b3} $t=0.52, P=0.609$. ^{b4} $t=0.74, P=0.473$; ^{b5} $t=0.86, P=0.402$; ^{b6} $t=1.26, P=0.222$. Compared with results before operation, ^{c1} $t=5.48, P=0.000$; ^{c2} $t=10.29, P=0.000$; ^{c3} $t=1.14, P=0.269$. ^{c4} $t=4.35, P=0.000$; ^{c5} $t=6.91, P=0.000$; ^{c6} $t=7.79, P=0.000$. Compared with results of PFO group: ^{d1} $t=0.17, P=0.868$; ^{d2} $t=0.21, P=0.838$; ^{d3} $t=0.11, P=0.914$; ^{d4} $t=0.34, P=0.742$; ^{d5} $t=5.35, P=0.000$; ^{d6} $t=8.21, P=0.000$; ^{d7} $t=0.82, P=0.431$; ^{d8} $t=1.01, P=0.325$; ^{d9} $t=4.43, P=0.000$

床症状，取得一定的临床效果。而且Ⅱ、Ⅲ级 KOA 患者选择 PFO 可达到与 UKA 相当的效果。

3.3 腓骨近端截骨术的适应证

由于 PFO 手术具有操作简便、创伤小、经济，并且术后效果确切^[6,10]，目前许多医院在开展该项手术，据 2015 年第 2 届膝关节不均匀沉降学术联盟大会报道全国已有上百家医院开展这项手术^[11]。但是，在普及这项手术方式的时候，却忽视了其手术的限制性，而不管 KOA 的程度，均选用 PFO 术。本研究发现Ⅳ级 KOA，即重度 KOA 患者中，WOMAC 评分和股角的改善不高，笔者认为重度 KOA 患者术前下肢力线内移明显，膝关节外侧高度明显变大，膝关节严重内翻畸形，单靠减少腓骨支撑来矫正内翻畸形很困难。对于膝关节严重内翻畸形 KOA 组，张英泽团队也认识到 PFO 仅能缓解疼痛，但不能纠正内翻畸形。故他们的团队目前正在研究对内翻畸形

严重患者在腓骨截骨同时使用“可吸收胫骨截骨垫片”^[12]来治疗 KOA。目前,该研究还处于尸体标本研究阶段,有待临床进一步去验证。笔者认为对于 II、III 级 KOA,即轻、重度 KOA 患者可以选择 PFO,因为其不仅操作简便、微创、出血少,而且效果与 UKA 相当,而对于重度 KOA 患者应选择 UKA 术。故对于不同严重程度的 KOA 患者术前应谨慎合理选择,详细查体,仔细评估,再决定是否行 PFO 术。

综上所述,PFO 作为一种新兴的手术方式,治疗轻、中度 KOA 临床疗效相当于或超过 UKA,而且具有微创、简便、安全等优点,是一种可以选择的治疗 KOA 的手术方式,但长期疗效还需进一步观察随访。

参考文献

[1] 任昆明,张培良. 腓骨高位截骨在膝关节骨性关节炎的应用[J]. 中国骨伤,2017,30(8):759-762.
EN KM,ZHANG PL. Application of high fibular osteotomy in the treatment of knee osteoarthritis[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2017,30(8):759-762. Chinese with abstract in English.

[2] Ho-Pham LT,Lai TQ,Mai LD, et al. Prevalence of radiographic osteoarthritis of the knee and its relationship to self-reported pain[J]. PLoS One,2014,9(4):e94563.

[3] 张广瑞,姜金,刘嘉鑫,等. 胫骨高位截骨术治疗膝关节骨性关节炎随访 10 年的临床观察[J]. 中国骨伤,2019,32(8):707-711.
ZHANG GR,JIANG J,LIU JX, et al. Clinical observation of high tibial osteotomy for knee osteoarthritis: 10 years follow-up[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2019,32(8):707-711. Chinese with abstract in English.

[4] 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.
ZHANG YZ,LI CX,LI JD, et al. Study on the mechanism of uneven settlement in knee joint degeneration and varus[J]. He Bei Yi Ke Da

Xue Xue Bao,2014,35(2):218-219. Chinese.

[5] Dong T,Chen W,Zhang F, et al. Radiographic measures of settlement phenomenon in patients with medial compartment knee osteoarthritis[J]. Clin Rheumatol,2016,35(6):1573-1578.

[6] 王天翀,包勤德,段王平,等. 腓骨截骨治疗膝骨性关节炎的近期效果研究[J]. 中国骨伤,2016,29(9):787-790.
WANG TC,BAO QD,DUAN WP, et al. A short-term clinical study of fibular osteotomy for knee osteoarthritis[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2016,29(9):787-790. Chinese with abstract in English.

[7] Altman RD,Fries JF,Bloch DA, et al. Radiographic assessment of progression in osteoarthritis[J]. Arthritis Rheum,1987,30(11):1214-1225.

[8] Bellamy N. Pain assessment in osteoarthritis:experience with the WOMAC osteoarthritis index[J]. Semin Arthritis Rheum,1989,18(4 Suppl 2):14-17.

[9] Chantarapanich N,Nanakorn P,Chernchujit B, et al. A finite element study of stress distributions in normal and osteoarthritic knee joints[J]. J Med Assoc Thai,2009,92(Suppl 6):S97-103.

[10] Wang X,Wei L,Lv Z, et al. Proximal fibular osteotomy:a new surgery for pain relief and improvement of joint function in patients with knee osteoarthritis[J]. J Int Med Res,2017,45(1):282-289.

[11] 佚名. 膝关节不均匀沉降学术联盟第 2 届学术大会会议纪要[J]. 实用骨科杂志,2015(4):296.
YI M. Summary of the 2nd Academic Conference of the Academic Union of Uneven Settlement of Knee Joint[J]. Shi Yong Gu Ke Za Zhi,2015(4):296. Chinese.

[12] 于沂阳,鞠林林,李佳,等. 腓骨高位截骨嵌入可吸收网状垫片治疗内侧间室骨性关节炎的实验研究[J]. 河北医科大学学报,2016,37(7):857-858.
YU YY,JU LL,LI J, et al. An experimental study on the treatment of medial compartment osteoarthritis with high fibular osteotomy and absorbable mesh gasket[J]. He Bei Yi Ke Da Xue Xue Bao,2016,37(7):857-858. Chinese.

(收稿日期:2019-09-20 本文编辑:王玉蔓)