

· 临床研究 ·

开放楔胫骨高位截骨术对髌骨位置与关节功能的影响

李明, 张浩军, 方超华, 章云峰, 刘华, 狄正林, 章军辉
(宁波市第六医院关节外科, 浙江 宁波 315000)

【摘要】 目的:探讨开放楔胫骨高位截骨术对髌骨位置、膝前痛及关节功能的影响。方法:2016年6月至2021年6月,根据纳入和排除标准,共纳入采用开放楔胫骨高位截骨术治疗的膝关节内侧骨关节炎患者109例(111膝),其中男41例,女68例;年龄38~78(57.98±7.07)岁;病程1~36(8.58±6.91)个月。观察比较手术前后股胫角(femoral tibial angle, FTA),胫骨近端内侧角(medial proximal tibial angle, MPTA),负重位力线(weight bearing line, WBL)百分比,CD指数(Caton-Deschamps index),髌骨外倾角(lateral patella tilt angle, LPTA)和髌骨外移(lateral patella shift, LPS)。采用Lysholm评分评价膝关节功能,视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)评价膝前痛程度,Kellgren-Lawrence(K-L)分级系统评价髌股关节骨关节炎进展情况。结果:109例患者获得随访,时间6~38(12.41±2.40)个月。术前FTA、MPTA、WBL百分比、CD指数、LPTA与末次随访时比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。LPS手术前后比较,差异无统计学意义($P=0.78$)。Lysholm评分由术前的(58.79±7.90)分增加到末次随访(76.05±7.36)分($P<0.05$)。膝前痛VAS由术前的(3.28±1.95)分降低到末次随访(1.07±1.75)分($P<0.05$)。膝髌股关节骨关节炎呈进展性改变,但手术前后K-L分级变化比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:开放楔胫骨高位截骨术后髌骨出现了位置降低和外倾,但膝关节功能和膝前痛均有显著改善。开放楔胫骨高位截骨术引起髌骨位置的不利改变可能并没有影响临床结果。

【关键词】 截骨术; 胫骨; 髌骨; 骨折固定术, 内

中图分类号:R684

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2022.11.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effect of open wedge tibial high osteotomy on patella position and joint function LI Ming, ZHANG Hao-jun, FANG Chao-hua, ZHANG Yun-feng, LIU Hua, DI Zheng-lin, and ZHANG Jun-hui. Department of Joint Surgery, Ningbo NO.6 Hospital, Ningbo 315000, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To investigate the effect of open wedge tibial high osteotomy on patella position, anterior knee pain and joint function. **Methods:** From June 2016 to June 2021, 109 patients (111 knees) with medial knee osteoarthritis treated by open wedge tibial high osteotomy were included according to the inclusion and exclusion criteria, including 41 males and 68 females; the age ranged from 38 to 78 years old with an average of (57.98±7.07) years; the course of disease ranged from 1 to 36 months with an average of (8.58±6.91) months. The femoral tibial angle (FTA), medial proximal tibial angle (MPTA), weight bearing line (WBL) percentage, Caton Deschamps index (CD index), lateral patella tilt angle (LPTA) and lateral patella shift (LPS) were observed and compared before and after operation. Lysholm score was used to evaluate the knee function, visual analogue scale (VAS) was used to evaluate the degree of anterior knee pain, and Kellgren Lawrence (K-L) grading system was used to evaluate the progress of patellofemoral osteoarthritis. **Results:** All patients were followed up for 6 to 38 months with an average of (12.41±2.40) months. The preoperative FTA, MPTA, WBL percentage, CD index, and LPTA were significantly different from those at the last follow-up ($P<0.05$). There was no significant difference between before and after LPS operation ($P=0.78$). Lysholm score increased from (58.79±7.90) scores to (76.05±7.36) scores ($P<0.05$). The VAS of anterior knee pain decreased from (3.28±1.95) scores to (1.07±1.75) scores ($P<0.05$). Knee patellofemoral osteoarthritis showed progressive changes, but there was no significant difference in K-L grading before and after operation ($P>0.05$). **Conclusion:** After open wedge tibial high osteotomy, the position of patella is lowered and the patella is tilted outward, but the knee function and anterior knee pain are significantly improved. Adverse changes in patella position caused by open wedge tibial

基金项目:浙江省卫生医药科技计划项目(编号:2022KY1170);宁波市自然科学基金项目(编号:2021J020);宁波市医学科技计划项目(编号:2020Y50)

Fund program: Zhejiang Medical Science and Technology Project (No. 2022KY1170)

通讯作者:狄正林 E-mail:zhenglindi2019@126.com

Corresponding author: DI Zheng-lin E-mail: zhenglindi2019@126.com

high osteotomy may not affect clinical outcomes.

KEYWORDS Osteotomy; Tibia; Patella; Fracture fixation, internal

胫骨高位截骨术是治疗膝关节内侧间室骨关节炎的重要外科手段^[1]。但胫骨高位截骨术后髌骨位置可能会发生变化,髌股关节的力学环境可能受到不利影响^[2],并且这些影响在开放楔胫骨高位截骨术(open wedge high tibial osteotomy, OWHTO)后更为明显^[3-4]。有文献指出,OWHTO 后髌骨高度下降是普遍的现象,并提出了可能的预防方法^[5-6]。但是很少有研究在临床环境中评估 OWHTO 后髌骨位置的变化及其对髌股关节功能和骨关节炎进展的影响。此外,OWHTO 对髌骨外倾和外侧移位的影响也存在争议^[4,7]。自 2016 年 6 月至 2021 年 6 月对符合纳入及排除标准的 OWHTO 患者的放射学参数和功能评分进行分析,探索 OWHTO 对髌骨位置与髌股关节功能的影响,并评估 OWHTO 后髌股关节骨关节炎的变化。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:(1)有症状的内侧骨关节炎或创伤性关节炎合并关节外的内翻畸形。(2)保守治疗 3 个月以上无效,行 OWHTO 手术治疗者。(3)髌股关节骨关节炎 Kellgren-Lawrence (K-L)分级^[8]0-Ⅱ级。排除标准:(1)随访时间<6 个月。(2)影像资料不全者。(3)髌股关节骨关节炎 K-L 分级 \geq Ⅲ级或术中行髌股外侧支持带松解。(4)行胫骨结节远端截骨术。(5)有关节感染史。(6)合并外侧间室骨关节炎。

1.2 临床资料

本研究共纳入膝关节内侧骨关节炎患者 109 例(111 膝),男 41 例,女 68 例;年龄 38~78 (57.98 \pm 7.07)岁;病程 1~36 (8.58 \pm 6.91)个月;体质量指数 17.18~32.34 (23.51 \pm 3.84) kg/m²。髌股关节骨关节炎 K-L 分级 0 级 49 膝,Ⅰ级 52 膝,Ⅱ级 10 膝。105 例(107 膝)被诊断为内侧间室骨性关节炎,89 例(91 膝)合并内侧半月板撕裂或外突,6 例(6 膝)合并股骨内侧髌骨坏死,6 例(6 膝)合并股骨内髌软骨缺损。另外,4 例(4 膝)被诊断为创伤性关节炎。本研究通过了医院伦理委员会的批准(编号:2017009),所有患者同意并签署手术知情同意书。

1.3 治疗方法

参照经典的 OWHTO 操作步骤完成术前计划和截骨手术^[6]。先在影像系统上测量内翻角度并确定目标力线,目标力线的设定根据患膝病情确定,常用的位置有外侧髌间棘尖。然后使用 Miniarc 方法模拟纠正角度并计算撑开距离。全麻成功后,患者取平卧位,术野常规消毒、铺巾,患肢上止血带备用。首先,

取患膝前方内外侧膝眼处切口各约 0.5 cm,进行关节镜检查,以评估半月板、韧带和关节软骨,必要时进行适当的处理。完成关节镜操作后关闭切口。在小腿近端内侧中 1/3 处做纵行直切口,长约 6 cm,近端达关节间隙水平。暴露胫骨内侧近端和鹅足,远端松解内侧副韧带的浅表纤维。C 形臂 X 线机辅助下,在鹅足上缘指向腓骨头位置打入 2 枚平行克氏针,确定水平截骨面。与水平截骨面成 110°夹角,在胫骨结节后方约 1.5 cm 处确定上行截骨面。使用摆锯和薄骨刀完成截骨术,保持外侧皮质和外侧关节囊铰链完整。根据术前计划和术中透视调整撑开距离和矫正角度至合适大小,将胫骨近端“T”形锁定钢板(山东威高医疗器械有限公司)插入胫骨后内侧形成的皮下隧道,并用 8 枚锁定螺钉固定到位。再次透视确定下肢力线和钢板位置满意后,截骨部位按需植入同种异体骨移植或人工骨替代物。生理盐水冲洗后,逐层关闭切口并无菌敷料加压包扎,术后常规给予抗凝、抗感染和消炎止痛药物处理。

术后第 1 天允许使用双拐辅助下部分负重行走,同时开始等长股四头肌和直腿抬高等锻炼。术后 2 周~3 个月允许脱拐负重行走。

1.4 观察项目与方法

1.4.1 影像学指标 所有患者在术前和末次随访时接受双下肢站立位全长、膝关节侧位和髌骨轴位 X 线检查,医生通过测量和计算获得相应的放射学参数。具体如下:(1)股胫角(femoral tibial angle, FTA)。股骨头中心与膝关中心两点连线和膝关节中心与踝关节中心两点连线的夹角,精确到 0.1°。(2)胫骨内侧近端角(medial proximal tibial angle, MPTA)。胫骨内外侧平台切线与膝关节中心和踝关节中心连线所形成的内侧夹角,精确到 0.1°。(3)负重力线(weight bearing line, WBL)百分比是相对胫骨关节面水平而定义的百分比值,用尺子测量胫骨平台内外侧的宽度作分母,下肢力线与胫骨平台内外侧边缘连线交叉后的内侧部分(胫骨内侧缘为 0%,胫骨外侧缘为 100%)作分子^[7]。(4)CD 指数(Caton-Deschamps index)。膝关节弯曲 30°的站立侧视图上从髌骨关节面下端到胫骨前上角的距离与髌关节面长度的比值(图 1a)。(5)髌骨外倾角(lateral patella tilt angle, LPTA)。指在髌骨 Merchant 轴位上,髌骨最宽骨结构线与股骨髌前表面切线的夹角(图 1b)。(6)髌骨外移(lateral patella shift, LPS)。指外侧股骨髌顶点与髌骨外侧缘在股骨髌前表面切线上的垂直距离(图 1c)。

1.4.2 髌股关节骨关节炎评估 Kellgren–Lawrence

分级系统被用于评价手术前后髌股关节骨关节炎的进展情况,由 2 名医生共同阅片决定。K–L 分级根据髌股关节轴位 X 线改变分为:0 级,无改变;I 级,轻微骨赘;II 级,明显骨赘但未类及关节间隙;III 级,关节间隙中度狭窄;IV 级,关节间隙明显狭窄和软骨下骨硬化。

1.4.3 疗效评价 术前和术后采用 Lysholm 等^[9]评分从跛行、支撑、绞锁、疼痛、不稳、肿胀、上楼和下蹲 8 项条目对患膝功能进行评价,满分 100 分。采用视觉模拟评分^[10](visual analogue scale, VAS)评价患者手术前后爬楼梯时膝前痛的疼痛程度。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。定量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,手术前后比较采用配对 *t* 检验。定性资料采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 影像学结果比较

本组患者均获随访,时间 6~38 (12.41±2.40) 个月。术前 FTA、MPTA、WBL、CD 指数、LPTA 与末次随访时比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。手术前后 LPS 比较,差异无统计学意义($P=0.78$)。见表 1。

2.2 髌股关节骨关节炎 K–L 分级

术前髌股关节骨关节炎 K–L 分级 0 级 49 膝, I 级 52 膝, II 级 10 膝;术后 0 级 47 膝, I 级 53 膝, II 级 11 膝;手术前后 K–L 分级比较,差异无统计学意义($\chi^2=15.00, P=0.91$)。

2.3 疗效评价

Lysholm 评分由术前(58.79±7.90)分增加到末次随访(76.05±7.36)分,见表 2。膝前痛 VAS 由术前(3.28±1.95)分降低至末次随访(1.07±1.75)分($t=2.61, P<0.05$)。术前膝前痛 69 膝,无疼痛 42 膝;术后膝前痛 45 膝,无疼痛 66 膝。典型病例见图 2。



图 1 膝关节 X 线 CD 指数、LPTA、LPS 测量示意图 **1a.** 膝关节侧位片中,CD 指数为从髌骨关节面下端到胫骨前上角的距离 BC 与髌骨关节面长度 AB 的比值 **1b.** 膝关节轴位片中,LPTA 为髌骨最宽骨结构线 MO 与股骨髁前表面切线 NO 的夹角 **1c.** LPS 指在股骨髁前表面切线 DE 上,经过外侧股骨髁顶点的垂线 FH 与经过髌骨外侧缘的垂线 GK 之间的线段 HK 的长度

Fig.1 Schematic diagram of CD index, LPTA, and LPS measurement on knee X-ray **1a.** In the lateral radiograph of the knee, the CD index is the ratio of the distance BC from the lower end of the patellar articular surface to the anterior superior angle of the tibia to the length of the patellar articular surface AB **1b.** In the knee joint axial radiograph, LPTA is the angle between the widest bone structure line MO of the patella and the tangent line NO to the anterior surface of the femoral condyle **1c.** LPS refers to the length of the line segment HK between the vertical line FH passing through the apex of the lateral femoral condyle and the vertical line GK passing through the lateral edge of the patella on the tangent line De of the anterior surface of the femoral condyle

表 1 开放楔高位截骨患者 109 例(111 膝)手术前后影像学指标比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.1 Comparison of imaging indexes before and after open wedge high osteotomy in 109 patients (111 knees) ($\bar{x}\pm s$)

时间	FTA(°)	MPTA(°)	WBL(%)	CD 指数	LPTA(°)	LPS(mm)
术前	7.44±2.52(内翻)	82.34±1.78	17.21±12.07	0.97±0.15	8.12±4.70	2.83±2.92
末次随访	2.62±1.33(外翻)	90.59±2.58	55.91±10.59	0.90±0.10	9.09±4.33	2.74±2.93
<i>t</i> 值	18.12	-23.88	-17.42	-17.42	-2.48	0.28
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000	0.003	0.018	0.78

注:FTA,股胫角;MPTA,胫骨内侧近端角;WBL,负重力线;CD, Caton–Deschamps;LPTA,髌骨外倾角;LPS,髌骨外移

Note:FTA, femoral tibial angle;MPTA, medial proximal tibial angle;WBL, weight bearing line;CD, Caton–Deschamps;LPTA, lateral patellar tilt angle;LPS, lateral patellar shift

3 讨论

3.1 OWHTO 可引起髌骨降低和外倾

本研究发现 83 膝(74.78%)的 CD 指数变小,CD 指数从 0.97 减小到 0.90,髌骨高度下降了(6.25±5.34)%,表明 OWHTO 术引起了髌骨高度降低。笔者认为这可能与开放楔截骨术式本身有关,胫骨结节上的楔形开口会将胫骨结节向远侧拉动,继而引起髌骨向远端移位,导致髌骨位置降低。其次,截骨位

置紧邻髌腱,术后可能形成髌腱瘢痕挛缩,也会引起髌骨高度下降。而髌骨高度降低会使膝关节活动范围减少、力臂变短、伸展滞后,继而引起膝前痛和髌腱或股四头肌腱断裂^[11]。需要重视的是 OWHTO 术前就存在髌骨低位的患者。有研究建议^[6],在髌骨高位的情况下,可行胫骨结节近端截骨;而对于可能出现髌骨低位的患者,建议采用胫骨结节远端截骨。胫骨结节远端截骨的优点是维持伸膝装置,可避免损

表 2 开放楔高位截骨患者 109 例(111 膝)手术前后 Lysholm 评分($\bar{x}\pm s$,分)

Tab.2 Lysholm scores before and after open wedge high osteotomy in 109 patients (111 knees) ($\bar{x}\pm s$, score)

时间	跛行	支撑	绞锁	不稳	肿胀	上楼	下蹲	疼痛	总分
术前	2.13±0.56	3.03±0.62	8.42±1.55	14.71±2.44	5.42±0.87	5.29±0.98	5.22±1.01	14.59±2.46	58.79±7.90
末次随访	3.80±0.46	3.75±0.53	11.40±1.08	19.01±1.85	7.65±0.79	7.60±0.74	7.68±0.82	19.14±1.85	76.05±7.36
t 值	-5.46	-4.47	-6.04	-6.23	-8.95	-6.22	-6.87	-6.76	-10.26
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



图 2 患者,女,56 岁,右膝关节内翻合并内侧骨关节炎 2a,2b. 术前双下肢全长及正位 X 线示右膝内翻畸形合并内侧间隙狭窄 2c. 术前右膝侧位 X 线示髌股关节退变 2d,2e. 术后 8 个月双下肢全长及正位 X 线示内翻畸形得到矫正,截骨处骨性愈合 2f. 术后 8 个月侧位 X 线示髌股关节退变较前无明显进展

Fig.2 A 56-year-old female patient with right knee varus combined with medial osteoarthritis 2a,2b. Preoperative full-length and AP X-rays of both lower limbs showed right knee varus deformity combined with medial space stenosis 2c. Preoperative right knee lateral X-ray film showed degeneration of the patellofemoral joint 2d,2e. Full-length and AP X-ray films at 8 months postoperatively showed that the varus deformity was corrected, and the osteotomy site was bony union 2f. At 8 months after operation, the lateral X-ray films showed that the degeneration of the patellofemoral joint did not progress significantly compared with the previous

伤伸膝装置和髌骨高度的改变。

本研究发现手术前后 LPTA 比较差异有统计学意义 ($P=0.018$), 表明 OWHTO 术后髌骨出现外倾, 这可能是由于 OWHTO 后, 胫骨结节处于更外侧的位置, 髌骨被压向滑车外侧沟, 导致了髌骨外倾。Goshima 等^[12]镜下发现髌股软骨退变主要表现在滑车沟和外侧小关节, 这为 OWHTO 术后髌骨向外倾斜提供了证据。本研究虽然 LPS 术前术后比较, 差异无统计学意义。Lee 等^[11]有相似的研究结果。这表明 OWHTO 术后髌骨的实际外移距离很小。因此, 相对髌骨外移, 应该关注 OWHTO 引起的髌骨外倾, 尤其是术前就存在髌骨外倾和髌股关节外侧高压综合征的患者。为了探索 OWHTO 引起的髌骨外倾的解决办法, Murayama 等^[13]研究发现 OWHTO 同期行髌股外侧支持带松解术可显著改善髌骨外倾。

3.2 OWHTO 引起的髌骨位置改变并未影响膝关节功能

本研究发现 OWHTO 术后髌骨出现了降低和外倾, 但膝关节 Lysholm 功能评分、爬楼梯时 VAS 均有显著改善, 膝前痛的发生率也由术前的 69 膝 (62.17%) 减少到 45 膝 (40.54%)。说明 OWHTO 后髌骨位置的不利改变并没有影响临床结果的改善, 这可能与手术本身有关。同期关节镜手术可有效处理滑膜、半月板和软骨等病变, OWHTO 通过调整力线减轻了内侧间室压力。两者结合可带来良好的临床疗效, 并且髌骨的降低和外倾都不严重, 因此, 短期内可能无法发现髌骨位置改变对 OWHTO 临床效果的影响。Lee 等^[11]也发现, OWHTO 后髌骨位置改变与临床结果之间没有相关性。但 Song 等^[14]发现 OWHTO 后膝前痛的总发病率高达 32%。这可能与较长的康复周期 (术后 6 周不负重) 导致的股四头肌萎缩和无力有关。另外, 本研究还发现, 髌股关节骨关节炎 K-L 分级 0 级减少 2 例, I 级和 II 级分别增加 1 例, 说明仅 2 膝 (1.80%) 的髌股关节退变加重, 98.2% 患者的髌股关节未表现出进展性改变。这也从侧面证实 OWHTO 后髌骨位置的改变并没有影响临床结果。

3.3 本研究不足和展望

本研究发现 OWHTO 引起的髌骨位置改变并没有影响短期临床结果, 但中远期的结果尚有待于进一步观察随访。另外, 本研究将髌股关节 K-L 分级 \geq III 级的患者排除在外, 这会导致患者选择的偏倚, 因此需要更多严格设计的随机对照临床研究。

参考文献

- [1] 韩昶晓, 田向东, 王剑, 等. 胫骨高位截骨术联合关节镜治疗老年内侧间室膝骨关节炎[J]. 中国骨伤, 2020, 33(3): 214-218. HAN CX, TIAN XD, WANG J, et al. High tibial osteotomy combined with arthroscopy in the treatment of elderly medial compartment knee osteoarthritis[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2020, 33(3): 214-218. Chinese with abstract in English.
- [2] Otsuki S, Murakami T, Okamoto Y, et al. Risk of patella baja after opening-wedge high tibial osteotomy[J]. J Orthop Surg, 2018, 26(3): 2309499018802484.
- [3] Tanaka T, Matsushita T, Miyaji N, et al. Deterioration of patellofemoral cartilage status after medial open-wedge high tibial osteotomy[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(4): 1347-1354.
- [4] Lee SS, So SY, Jung EY, et al. Predictive factors for patellofemoral degenerative progression after opening-wedge high tibial osteotomy [J]. Arthroscopy, 2019, 35(6): 1703-1710.
- [5] Bin SI, Kim HJ, Ahn HS, et al. Changes in patellar height after opening wedge and closing wedge high tibial osteotomy: a Meta-analysis[J]. Arthroscopy, 2016, 32(11): 2393-2400.
- [6] Noyes FR, Mayfield W, Barber-Westin SD, et al. Opening wedge high tibial osteotomy: an operative technique and rehabilitation program to decrease complications and promote early union and function[J]. Am J Sports Med, 2006, 34(8): 1262-1273.
- [7] d'Entremont AG, McCormack RG, Horlick SG, et al. Effect of opening-wedge high tibial osteotomy on the three-dimensional kinematics of the knee[J]. Bone Joint J, 2014, 96-B(9): 1214-1221.
- [8] Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis[J]. Ann Rheum Dis, 1957, 16(4): 494-502.
- [9] Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale[J]. Am J Sport Med, 1982, 10(3): 150-154.
- [10] Woodforde JM, Merskey H. Some relationships between subjective measures of pain[J]. J Psychosom Res, 1972, 16(3): 173-178.
- [11] Lee YS, Lee SB, Oh WS, et al. Changes in patellofemoral alignment do not cause clinical impact after open-wedge high tibial osteotomy[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016, 24(1): 129-133.
- [12] Goshima K, Sawaguchi T, Shigemoto K, et al. Patellofemoral osteoarthritis progression and alignment changes after open-wedge high tibial osteotomy do not affect clinical outcomes at mid-term follow-up[J]. Arthroscopy, 2017, 33(10): 1832-1839.
- [13] Murayama K, Nakayama H, Murakami T, et al. The effect of concomitant arthroscopic lateral retinacular release on postoperative patellar position and orientation in open wedge high tibial osteotomy[J]. Knee Surg Relat Res, 2018, 30(3): 241-246.
- [14] Song IH, Song EK, Seo HY, et al. Patellofemoral alignment and anterior knee pain after closing-and opening-wedge valgus high tibial osteotomy[J]. Arthroscopy, 2012, 28(8): 1087-1093.

(收稿日期: 2022-06-10 本文编辑: 李宜)