

一期全膝关节置换对伴有股骨侧关节外畸形的膝骨关节炎的临床效果

吕帅洁 童培建 黄杰烽 刘迅 张善星 王捷 陈俊杰

浙江中医药大学附属第一医院骨伤科, 杭州 310006

通信作者:童培建, Email:tongpeijian@163.com

【摘要】 目的 探讨一期关节内代偿截骨的全膝关节置换术(TKA)在伴有股骨侧关节外畸形(EAD)的膝骨关节炎(KOA)患者中的应用及其疗效。方法 系统回顾2014年1月至2017年12月在浙江中医药大学附属第一医院骨伤科接受一期TKA的9例合并有股骨侧EAD的终末期KOA患者的资料。其中男3例,女6例;平均年龄56岁(19~77岁);单纯冠状面畸形5例(内翻 10° ~ 27° ,平均 18.2°),单纯矢状面畸形3例(向后成角 15° ~ 35° ,平均 22.6°),冠状面与矢状面联合畸形1例(内翻 16° ,向后成角 31°);血友病发育不良1例,骨折畸形愈合8例。比较术前及术后患侧膝关下肢体力线、关节活动度(ROM)和美国特种外科医院膝关节评分(HSS)的差异。结果 术后随访时间25~47个月,平均33.2个月,机械轴角度由术前的 $12.4^{\circ}\pm 4.1^{\circ}$ 恢复至末次随访的 $1.4^{\circ}\pm 0.9^{\circ}$ ($t=7.954, P<0.01$),HSS由术前的 28 ± 14 提高到 87 ± 7 ($t=-11.174, P=0.013$),ROM由 $56^{\circ}\pm 22^{\circ}$ 增加至 $99^{\circ}\pm 8^{\circ}$ ($t=-5.480, P=0.010$)。期间无关节不稳、感染、骨折、腓总神经损伤和早期假体松动等并发症。结论 对于伴有股骨侧EAD的KOA患者,关节内代偿截骨与同期TKA能有效恢复患肢的机械轴线,获得满意的关节功能。通过术前测量、软组织评估和3D打印等系列措施,可提高手术精准度、降低手术难度。

【关键词】 关节成形术,置换,膝; 关节外畸形

基金项目:浙江省中医药优秀青年人才基金项目(2019ZQ016);浙江省医药卫生科技青年人才计划(2019RC059)

DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20200110-00073

Clinical effect of one-stage total knee arthroplasty for knee osteoarthritis with femoral extra-articular deformity

Lü Shuaijie, Tong Peijian, Huang Jiefeng, Liu Xun, Zhang Shanxing, Wang Jie, Chen Junjie

Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital of Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310006, China

Corresponding author: Tong Peijian, Email: tongpeijian@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the application and efficacy of the one-stage total knee arthroplasty (TKA) of intra-articular compensation osteotomy in knee osteoarthritis(KOA) patients with extra-articular deformity (EAD). **Methods** A retrospective study of 9 patients with end-stage KOA and EAD undergoing one-stage TKA from January 2014 to December 2017 in the First Affiliated Hospital of Zhejiang Chinese Medical University was performed. There were 3 males and 6 females with an average age of 56 years(range, 19-77 years);5 cases of simple coronal deformity (varus 10° - 27° , mean 18.2°), 3 cases of sagittal deformity (recurvatum 15° - 35° , mean 22.6°), 1 case combined with coronal and sagittal deformity (varus 16° , recurvatum 31°); hemophilia dysplasia in 1 case, fracture malformation in 8 cases. Main outcome measures included the mechanical axis, range of motion (ROM) and Hospital for Special Surgery Knee Score (HSS). **Results** The mean follow-up period was 33.2 months (range, 25-47 months). The mechanical axis angle was restored from $12.4^{\circ}\pm 4.1^{\circ}$ to $1.4^{\circ}\pm 0.9^{\circ}$ ($t=7.954, P<0.01$). The HSS was improved from 28 ± 14 preoperatively to 87 ± 7 postoperatively ($t=-11.174, P=0.013$). The ROM increased from $56^{\circ}\pm 22^{\circ}$ to $99^{\circ}\pm 8^{\circ}$ ($t=-5.480, P=0.010$). There was no complications such as joint instability, infection, fracture, common peroneal nerve injury and early prosthesis loosening. **Conclusions** For KOA patients with femoral EAD, one-stage TKA with intra-articular compensatory osteotomy can effectively restore the mechanical axis and obtain satisfying joint function. Through a series of measures such as preoperative measurement, soft tissue

evaluation and 3D printing, the accuracy of surgery can be improved and the difficulty of surgery can be reduced.

【Key words】 Arthroplasty, replacement, knee; Extra-articular deformity

Fund program: Project of Excellent Young Talents of Traditional Chinese Medicine of Zhejiang Province (2019ZQ016); Zhejiang Medical and Health Science and Technology Young Talents Program (2019RC059)

DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20200110-00073

关节外畸形(extra-articular deformity, EAD)多见于骨折后畸形愈合、截骨矫形术后、代谢性骨病和先天性或发育性畸形等,约占全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)患者的12%^[1]。EAD可改变膝关节机械负荷的分布,加速膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)的发生^[2]。由于下肢力线、解剖结构和软组织条件的影响,该类患者的TKA具有一定难度,其方案包括TKA联合关节外截骨矫形和单纯TKA(关节内代偿截骨)^[3]。后者通过不对称的关节内截骨和韧带平衡,矫正下肢力线,但其受畸形部位、严重程度与韧带止点所限^[4-5]。多数学者认为,当股骨侧畸形冠状面或矢状面 $>20^\circ$ 时,为避免关节内过度截骨、下肢力线恢复不佳、增加软组织松解和不稳风险,应考虑TKA联合关节外截骨来纠正力线^[5-6]。近年来,导航、3D打印技术的应用也为严重EAD的TKA提供了新的解决方案^[7-8]。现回顾分析9例伴有股骨侧EAD的终末期KOA患者资料,探讨通过一期关节内代偿截骨的TKA来纠正患者下肢力线的可行性和疗效。

资料与方法

一、一般资料

本研究为临床观察性研究。2014年1月至2017年12月浙江中医药大学附属第一医院骨伤科

接受初次TKA的伴股骨侧EAD的终末期KOA患者共9例,男3例,女6例;年龄19~77岁,平均56岁;8例为骨折畸形愈合,1例为血友病发育不良。畸形涉及一个平面者8例,两个平面者1例。其中单纯冠状面畸形5例(内翻 $10^\circ\sim 27^\circ$,平均 18.2°),单纯矢状面畸形3例(向后成角 $15^\circ\sim 35^\circ$,平均 22.6°),冠状面与矢状面联合畸形1例(内翻 16° ,向后成角 31°)。其中3例借助3D打印截骨导板完成术中截骨,6例常规方法截骨(表1)。

二、术前准备

所有患者术前均行患膝正侧位X线片、双下肢全长X线片和患侧下肢全CT扫描。CT数据以DICOM格式输入Mimics软件,完成三维建模并测定股骨外旋角、外翻角及胫骨平台后倾角,据此预估术中股骨及胫骨所需假体型号,确定术中股骨及胫骨的截骨量及截骨角度。同时利用3D模型打印机以聚酰胺(PA2200)为原料打印患肢实物模型。其中3例需截骨导板的患者由第三方公司完成数据重建后,打印截骨导板。

三、手术方式

手术采用膝关节皮肤正中切口,髌旁内侧入路;采用股骨髓内定位,完成股骨侧外翻截骨后,运用四合一截骨导板完成股骨远端截骨,采用胫骨髓外定位,完成胫骨侧截骨(3D截骨导板步骤:去除股骨侧软骨,运用股骨侧导板与四合一截骨导板完

表1 9例终末期膝骨关节炎患者的临床资料

例序	性别	年龄(岁)	随访时间(月)	股骨侧关节外畸形				部位
				病因	部位	方向	角度($^\circ$)	
1	男	61	47	骨折畸形愈合	上段	冠状面	20	右膝
2	女	58	40	骨折畸形愈合	下段	矢状面	15	左膝
3	女	65	31	骨折畸形愈合	中段	冠状面	18	左膝
4	女	53	35	骨折畸形愈合	中段	矢状面	18	左膝
5	女	48	28	骨折畸形愈合	下段	冠状面	10	右膝
6	男	70	36	骨折畸形愈合	下段	冠状面	16	左膝
7	女	77	27	骨折畸形愈合	下段	冠状面	16	左膝
						矢状面	31	
8	女	51	30	骨折畸形愈合	中段	冠状面	27	左膝
9	男	19	25	血友病发育不良	中段	矢状面	35	右膝

成股骨远端截骨,去除胫骨侧半月板及软骨,运用胫骨侧导板完成胫骨侧截骨);截骨完成后,通过软组织平衡技术(首先清除影响软组织松紧的骨赘,对力线无影响的骨赘不处理;若内侧间隙紧张,利用粗针头在内侧副韧带行 Pie-Crusting 松解,笔者认为不宜超过 8 针,否则存在软组织可屈服力下降,韧带失稳风险;若外侧间隙紧张,行后外侧复合体松解;若屈膝紧张,适当做薄髌骨、假体后放或前方软组织袖套样松解;若伸膝紧张,行后方软组织袖套样松解,再考虑增加截骨量,需避免过度截骨)完成屈曲与伸直间隙平衡(图 1);安装试模,评估关节稳定性,评估髌股轨迹。若术者评估患膝存在关节不稳可能,则选用限制型假体;最后安装骨水泥股骨-胫骨假体,逐层缝合,关闭切口,常规不放置引流管;术后常规予抗生素 7d 预防感染,低分子肝素与下肢气压泵联合预防血栓。手术均由同一位术者完成。

四、结果评价

记录患者术前与术后冠状位机械轴角度。记录患膝关节活动度(ROM)、美国特种外科医院膝关节评分(HSS)和并发症等。两名独立的医生通过双下肢全长片测量患膝下肢力线。

五、随访方法

所有患者在出院后 2 周、3 个月、6 个月、1 年至我院门诊复查,内容包括患膝 X 线片、ROM、HSS 及并发症等,手术 1 年后,每 1~2 年至医院复查上述内容。无法至我院复查者,电话联系告知患者至当地医院复查,并了解患膝情况。

六、统计学分析

应用 SPSS 21.0 软件进行统计分析,计数资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,前后数据比较采用独立样本 t 检验;计数资料采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、手术情况



图 1 一期关节内代偿截骨的全膝关节置换术中 A: 去除骨赘; B: Pie-Crusting 松解; C: 袖套样松解

所有病例均通过一期关节内代偿截骨完成 TKA,均采用后稳定型膝关节假体(PS 假体),未使用限制性垫片。股骨远端截骨时,借助 3D 截骨导板 3 例,常规截骨 6 例,手术时间 90~200 min,平均 124 min。其中 1 例因屈膝受限术中行股直肌“Z”字延长;1 例通过股骨远端外翻 9°截骨完成 TKA(图 2);1 例为血友病患者,围手术期使用凝血因子 VIII 替代治疗。

二、随访及并发症情况

所有 9 例患者均获得随访,随访时间 25~47 个月,平均 33.2 个月,期间无关节不稳、感染、骨折、腓总神经损伤和早期假体松动等。末次随访时,患者机械轴角度由术前的 $12.4^\circ \pm 4.1^\circ (6^\circ \sim 17^\circ)$ 恢复至 $1.4^\circ \pm 0.9^\circ (0^\circ \sim 3^\circ)$ ($t=7.954, P < 0.001$), 膝关节 HSS 由术前的 $28 \pm 14 (12 \sim 50)$ 提高到 $87 \pm 7 (76 \sim 95)$ ($t=-11.174, P=0.013$), ROM 由术前的 $56^\circ \pm 22^\circ (20^\circ \sim 80^\circ)$ 增加至 $99^\circ \pm 8^\circ (85^\circ \sim 110^\circ)$ ($t=-5.480, P=0.010$) (表 2)。

三、典型病例

典型病例 1,患者男,70 岁,因左股骨远端骨折内固定失败,先后多次在外院行钢板螺钉内固定、髓内针、钢丝捆扎等手术,术后残留股骨远端畸形,后继发膝骨关节炎,通过关节内代偿截骨完成全膝关节置换术(图 3)。典型病例 2,患者女,77 岁,因左股骨远端骨折选择保守治疗后残留畸形,后继发膝骨关节炎,通过关节内代偿截骨完成全膝关节置换术(图 4)。

讨 论

作为终末期 KOA 的最终治疗手段,TKA 通过合理截骨、软组织平衡、假体放置等恢复下肢力线,对于患膝功能和假体生存率都至关重要。股骨远端截骨时,常规 TKA 多以股骨解剖轴为参照实施截骨,无论是髓外或髓内定位,股骨的解剖轴和下肢力线的关系是确定的。但股骨侧 EAD 的存在使解剖轴与机械轴之间的关系发生变化,股骨远端截骨定位随之改变,甚至无法定位,最终导致下肢力线的偏移。而且成角越大、位置离膝关节越近的 EAD,对 TKA 的影响也越大^[5]。

针对合并有 EAD 的 KOA,主要有关节内代偿截骨、一期或二期关节外截骨联合 TKA 两种形式。一期

表 2 9 例全膝关节置换患者术中情况及随访资料

例序	术中情况	手术时间(min)	假体	机械轴(°)		HSS(分)		ROM(°)	
				术前	术后	术前	末次随访	术前	末次随访
1	-	200	PS	15	2	12	87	40	95
2	-	95	PS	7	1	18	76	60	105
3	-	80	PS	10	2	13	85	80	110
4	-	90	PS	6	0	20	92	65	100
5	-	110	PS	11	3	24	89	70	97
6	股直肌“Z”字延长	180	PS	17	2	35	81	30	90
7	3D 截骨导板	150	PS	15	0.5	50	80	50	110
8	3D 截骨导板	90	PS	16	1	35	95	85	100
9	3D 截骨导板	120	PS	15	1	47	95	20	85

注:HSS为美国特种外科医院膝关节评分;ROM为膝关节活动度;-为无特殊



图 2 全膝关节置换术前与术后影像资料 A: 术前下肢全长片; B, C: 术前膝关节正侧位片; D: 股骨中段冠状面内翻畸形 27°, 考虑其成角旋转中心在股骨中段, 对髓内定位和截骨的影响随之减小, 股骨远端外翻 9° 截骨, 评估膝关节稳定后使用 PS 假体; E, F: 术后 1 周膝关节正侧位片; G: 术后 30 个月下肢全长片示机械轴角度为 1°

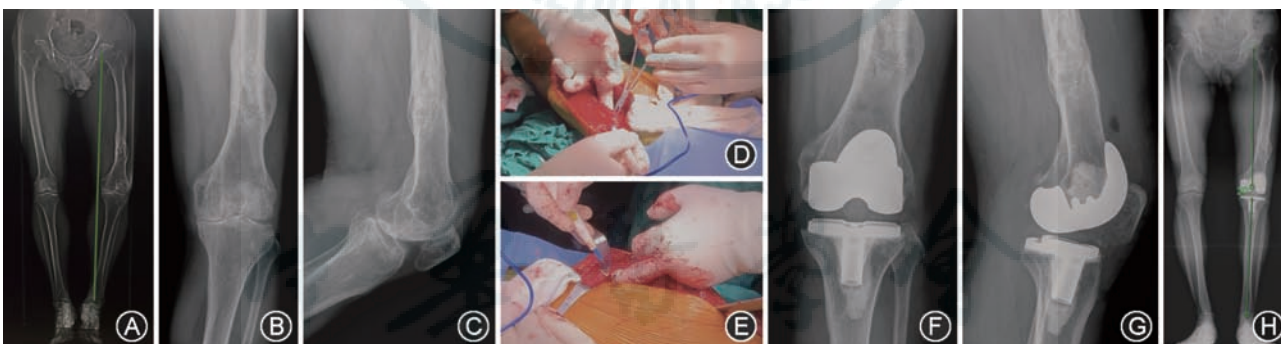


图 3 伴股骨侧关节外畸形的膝骨关节炎全膝关节置换术典型病例 1 A: 术前双下肢全长 X 线片, 下肢机械轴向内侧偏移 17°; B, C: 术前正侧位 X 线测量股骨冠状面畸形 16°; D, E: 术中因股四头肌多次手术后肌弹性下降, 屈膝仅 45°, 遂行股四头肌松解和“Z”字延长至屈膝 90°; F, G: 术后 2 周正侧位 X 线片, 在支具保护下行 0°~30° 主动活动; H: 术后 36 个月下肢全长片示机械轴角度为 2°, 膝关节活动度 0°~90°, 美国特种外科医院膝关节评分(HSS)由术前 35 分提高至 81 分

关节内代偿截骨完成 TKA 具有手术时间短、创伤小、康复快及并发症和费用少等优点, Paredes-Camero 等^[9]通过关节内代偿截骨为 9 例合并有股骨侧 EAD 的 KOA 患者完成 TKA, 对比不合并 EAD 的患者后发现, 术后两组患者在膝关节评分和功能评分方面无显著差异。张晓岗等^[6]通过关节内代偿截骨为 9 例合并 EAD 的 KOA 患者实施同期

TKA, 临床疗效满意。本研究所有患者均为关节内代偿截骨, 我们认为, 如果可行, 首选关节内代偿截骨来矫正畸形。同时, de Pablos Fernández 等^[10]认为轻度(<5°)、某些中度(5°~15°)和位于膝关节附近(<5~10 cm)的 EAD, 即使残留部分力线偏差, 也无需进行截骨矫形。亦有学者提出 TKA 术后下肢力线应残余轻度内翻或外翻, 而非传统的 ±3°

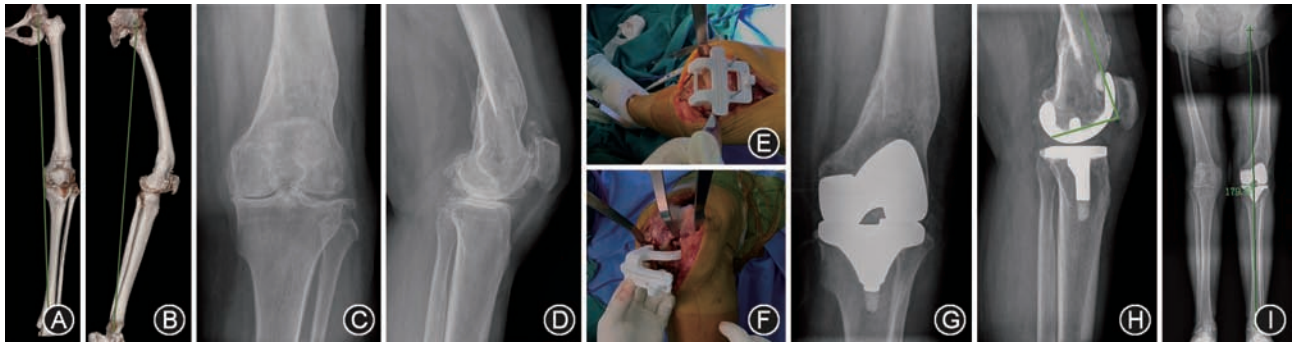


图4 伴股骨侧关节外畸形的膝骨关节炎全膝关节置换术典型病例2 A、B:术前左下肢全长正侧位X线片,下肢机械轴向内侧偏移15°; C、D:术前正侧位X线片测量股骨冠状面畸形16°,矢状面畸形31°;E、F:因股骨远端畸形愈合,术中无法采用髓内定位,借助3D打印截骨导板完成股骨远端及胫骨近端截骨;G、H:术后1周正侧位X线片;I:术后27个月下肢全长片示机械轴角度为0.5°,膝关节活动度0°~110°,美国特种外科医院膝关节评分(HSS)由术前50分提高至80分

以内^[11-12],这或许将进一步扩大关节内代偿截骨的适用范围。

然而,为矫正畸形而实施不对称的股骨远端截骨时,会导致一侧的软组织结构相对延长,同时受侧副韧带框架及畸形角度的限制,关节内代偿截骨并不适用于所有EAD的患者。对于外翻截骨角度大或软组织松解过多而可能引起的医源性韧带不稳,应考虑行关节外截骨纠正畸形^[13]。Demir等^[14]通过一期先TKA后关节外截骨矫形的方式为10例合并有股骨侧EAD的KOA患者完成手术,避免了多次手术代偿的代价。叶一林等^[15]通过对8例合并有EAD的KOA患者实施TKA后发现,采用关节外截骨结合一期或二期TKA均可获得良好的临床疗效。但无论是二期或一期行关节外截骨矫形,均存在畸形愈合或不愈合、增加手术次数、时间与切口、延长住院与康复时间与增加感染、血栓等风险。Wang等认为^[16],当股骨冠状面畸形 $\leq 20^\circ$ 、矢状面向前成角畸形 $\leq 16^\circ$ 和向后成角畸形 $\leq 15^\circ$ 时,可考虑行关节内代偿性截骨,术中备限制性较高的假体;超过这个角度范围时,建议行关节外截骨。本研究股骨冠状面畸形最大为27°,矢状面向后成角畸形最大为31°,术中通过增加截骨、软组织松解与3D导板辅助等方法,通过关节内代偿截骨完成TKA,术后患膝均功能良好,我们认为手术方案应个性化,上述角度限制可作为术前参考,但并非绝对。

近年来,3D打印技术的发展极大提高了某些高难度手术的精准性和安全性。针对部分股骨侧EAD的KOA患者,由于髓内定位杆无法置入或即使成功置入但截骨平面已完全偏离正常平面时,3D打印截骨导板借助其术中不必开髓定位的特点,极大提高截骨与力线的准确性^[17]。同时,无论单平面或多平面的畸形,术前通过计算机规划截骨

角度及方向,减少肉眼观察和术者经验等带来的误差,尽可能恢复下肢力线。韩文锋等^[18]借助3D打印截骨导板为8例合并有股骨侧EAD的KOA患者实施TKA,结果表明,截骨导板可有效恢复下肢力线,同时简化手术过程,缩短手术时间,其结论与Daniilidis和Tibesku^[19]相同。同时,计算机导航和辅助机器人的发展,也为EAD的精准医疗提供了更多的手段。但李杨等^[20]通过对比计算机导航、3D打印个性化导板和传统器械在手术时间和术后力线等方面的数据后认为,三者恢复下肢力线方面差异无统计学意义,同时计算机导航和3D打印导板的使用反而增加手术时间,这与部分学者的观点相似^[21-22]。本研究中有3例患者分别因畸形角度大、畸形部位靠近膝关节而借助3D打印截骨导板实施股骨远端截骨,明显降低了术中截骨难度。我们认为,该技术在复杂TKA中具有巨大应用前景。

然而,计算机系统无法综合考虑骨质状况与软组织条件,更多的是纠正其骨性力线。骨折后畸形愈合和截骨矫形术作为EAD的病因之一,局部外伤或手术均可导致患侧软组织不同程度的瘢痕粘连、挛缩,增加手术难度。本组典型病例1中患者股骨侧EAD仅16°,骨性条件对TKA影响较小,但术中软组织处理的难度远大于EAD的影响。此外,内外侧软组织过度松解可引起腓总神经损伤和(或)关节不稳^[23],需要限制型假体来增加关节稳定性,但是限制型假体又存在易松动、易磨损、失败率高等缺点^[24]。我们认为,“筋”作为肌腱、肌肉、韧带等一切软组织的统称,与“骨”是一个整体,TKA的目的是为恢复术后下肢的整体功能,非单纯机械轴力线。在获取良好骨性力线的同时,兼顾软组织松解平衡也非常重要,即所谓的“筋骨并重”。近年来亦有观点认为,TKA术后应关注膝关节的本质力线

或运动学力线,而非传统的中性机械轴,这与“筋骨并重”理念相似。术中,我们不建议为追求绝对中性力线而牺牲软组织,本研究中无患者采用限制型假体,无膝关节不稳和神经损伤事件发生。本研究为单中心研究,且样本量与随访时间较少,需要进一步研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Bala A, Penrose CT, Seyler TM, et al. Outcomes after total knee arthroplasty for post-traumatic arthritis[J]. *Knee*, 2015, 22(6):630-639. DOI: 10.1016/j.knee.2015.10.004.
- [2] Deschamps G, Khiami F, Catonné Y, et al. Total knee arthroplasty for osteoarthritis secondary to extra-articular malunions[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2010, 96(8):849-855. DOI: 10.1016/j.otsr.2010.06.010.
- [3] Catonné Y, Sariali E, Khiami F, et al. Same-stage total knee arthroplasty and osteotomy for osteoarthritis with extra-articular deformity. Part I : Tibial osteotomy, prospective study of 26 cases[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2019, 105(6):1047-1054. DOI: 10.1016/j.otsr.2019.04.010.
- [4] Loures FB, Correia W, Reis JH, et al. Outcomes after knee arthroplasty in extra-articular deformity[J]. *Int Orthop*, 2019, 43(9):2065-2070. DOI: 10.1007/s00264-018-4147-9.
- [5] Wolff AM, Hungerford DS, Pepe CL. The effect of extraarticular varus and valgus deformity on total knee arthroplasty[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1991, (271):35-51.
- [6] 张晓岗,任姜栋,曹力,等.一期全膝关节置换术治疗膝关节骨关节炎合并关节外畸形[J].*中华骨科杂志*, 2011, 31(8):846-851. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2011.08.005.
- [7] Matassi F, Cozzi Lepri A, Innocenti M, et al. Total knee arthroplasty in patients with extra-articular deformity: restoration of mechanical alignment using accelerometer-based navigation system[J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(4):676-681. DOI: 10.1016/j.arth.2018.12.042.
- [8] Schweizer A, Fümstahl P, Nagy L. Three-dimensional correction of distal radius intra-articular malunions using patient-specific drill guides[J]. *J Hand Surg Am*, 2013, 38(12):2339-2347. DOI: 10.1016/j.jhsa.2013.09.023.
- [9] Paredes-Camero X, Escobar J, Galdo JM, et al. Total knee arthroplasty for treatment of osteoarthritis associated with extra-articular deformity[J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2018, 9(2):125-132. DOI: 10.1016/j.jcot.2017.01.004.
- [10] de Pablos Fernández J, Arbeloa-Gutiérrez L, Arenas-Miquelez A. One-stage total knee arthroplasty plus corrective osteotomy for osteoarthritis associated with severe extra-articular deformity[J]. *Arthrosc Tech*, 2019, 8(11):e1403-e1410. DOI: 10.1016/j.eats.2019.07.020.
- [11] Pagoti R, O'Brien S, Doran E, et al. Unconstrained total knee arthroplasty in significant valgus deformity: a modified surgical technique to balance the knee and avoid instability[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25(9):2825-2834. DOI: 10.1007/s00167-015-3881-4.
- [12] Huang TW, Lee CY, Lin SJ, et al. The influence of alignment on midterm outcome after total knee arthroplasty in patients with marked coronal femoral bowing[J]. *J Arthroplasty*, 2015, 30(9):1531-1536. DOI: 10.1016/j.arth.2015.03.027.
- [13] Sculco PK, Kahlenberg CA, Fragomen AT, et al. Management of extra-articular deformity in the setting of total knee arthroplasty[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2019, 27(18):e819-e830. DOI: 10.5435/JAAOS-D-18-00361.
- [14] Demir B, Özkul B, Saygılı MS, et al. Deformity correction with total knee arthroplasty for severe knee osteoarthritis accompanying extra-articular femoral deformity: the results are promising[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(11):3444-3451. DOI: 10.1007/s00167-018-4920-8.
- [15] 叶一林,柴卫兵,卢宏章,等.伴有外畸形的膝骨关节炎行全膝关节置换术的治疗体会[J].*中国骨与关节外科*, 2014, 7(5):399-403. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1439.2013.10-011.
- [16] Wang JW, Chen WS, Lin PC, et al. Total knee replacement with intra-articular resection of bone after malunion of a femoral fracture: can sagittal angulation be corrected? [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2010, 92(10):1392-1396. DOI: 10.1302/0301-620X.92B10.24551.
- [17] 陈拥,王增辉,朴成哲.3D打印个性化截骨导板辅助行全膝关节置换的应用[J].*中国组织工程研究*, 2019, 23(8):1155-1160. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.1053.
- [18] 韩文锋,王宁,刘欣伟,等.3D打印在伴有股骨侧关节外畸形初次膝关节置换术中应用体会[J].*创伤与急危重病医学*, 2016, 4(5):260-264. DOI: 10.16048/j.issn.2095-5561.2016.05.02.
- [19] Daniilidis K, Tibesku CO. A comparison of conventional and patient-specific instruments in total knee arthroplasty[J]. *Int Orthop*, 2014, 38(3):503-508. DOI: 10.1007/s00264-013-2028-9.
- [20] 李杨,田华,耿霄.计算机导航系统、3D打印截骨导板与传统器械对全膝关节置换术时间和下肢力线恢复的影响[J].*中华医学杂志*, 2018, 98(27):2157-2161. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.27.006.
- [21] Hamilton WG, Parks NL, Saxena A. Patient-specific instrumentation does not shorten surgical time: a prospective, randomized trial[J]. *J Arthroplasty*, 2013, 28(8):96-100. DOI: 10.1016/j.arth.2013.04.049.
- [22] Huijbregts HJ, Khan RJ, Sorensen E, et al. Patient-specific instrumentation does not improve radiographic alignment or clinical outcomes after total knee arthroplasty[J]. *Acta Orthop*, 2016, 87(4):386-394. DOI: 10.1080/17453674.2016.1193799.
- [23] Khanna V, Sambandam SN, Ashraf M, et al. Extra-articular deformities in arthritic knees-a grueling challenge for arthroplasty surgeons: an evidence-based update[J]. *Orthop Rev (Pavia)*, 2017, 9(4):7374. DOI: 10.4081/or.2017.7374.
- [24] Rouquette L, Batailler C, Muller B, et al. Early complications and causes of revision after rotating-hinge TKA[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140(1):109-119. DOI: 10.1007/s00402-019-03290-9.

(收稿日期:2020-01-10)

(本文编辑:霍永丰)