

全膝关节置换术后膝关节线改变与膝前痛的相关性

万连平 高升焘 张鹏 杜建春 刘泽淼

【摘要】 目的 探讨全膝关节置换术后膝关节线改变与膝前痛的相关性。方法 回顾性分析 2008 年 1 月至 2010 年 12 月因膝关节炎初次全膝关节置换的 76 例患者的病例资料,男 11 例,女 65 例;年龄 47~83 岁,平均(68.88±7.61)岁。术中应用 PFC 后稳定型固定平台膝关节假体。术后每 12 个月定期门诊随访一次。根据 Figgie 膝关节线测量方法对术前及随访时的关节线进行测量,并计算术前、术后关节线的变化。关节线升高为正值,关节线降低为负值。采用 Feller 评分法评估术前及随访时的髌骨功能。评估术后 24 个月的关节线改变水平与 Feller 髌骨评分的相关性。结果 关节线改变-6.8~10.44 mm,平均(2.69±3.31) mm。随膝关节线升高,Feller 髌骨评分呈下降趋势;关节线改变值与 Feller 髌骨评分呈负相关($r=-0.763, P=0.000$)。随关节线降低,Feller 髌骨评分呈下降趋势;关节线改变值与髌骨评分呈正相关($r=0.914, P=0.000$)。术后 12、24 个月关节线改变 4 mm 以内的患者(55 例)Feller 髌骨评分均高于关节线改变大于 4 mm 的患者(21 例),差异有统计学意义($t=12.648, P=0.000; t=11.775, P=0.000$)。结论 对后稳定型固定平台膝关节假体,关节线改变与膝前痛具有相关性,保持关节线变化在±4 mm 以内有利于恢复膝关节功能。

【关键词】 骨关节炎;关节成形术,置换,膝;疼痛

【证据等级】 治疗性研究Ⅳ级

Correlation analysis between knee joint line and anterior knee pain after total knee arthroplasty WAN Lian-ping, GAO Sheng-tao, ZHANG Peng, DU Jian-chun, LIU Ze-miao. Department of Joint Surgery, Qingdao Orthopaedics and Traumatology Hospital, Qingdao 266021, China

【Abstract】 **Objective** To investigate the correlation between knee joint line and anterior knee pain after total knee arthroplasty (TKA). **Methods** From January 2008 to December 2010, 76 patients with osteoarthritis underwent primary TKA in our hospital, including 11 males and 65 females, aged from 47 to 83 years (average, 68.88±7.61 years). Fixed-bearing posterior stabilized TKA (PFC) was used in all patients. All patients were followed up every 12 months after TKA. According to the Figgie's method, pre- and post-operative knee joint line was measured, and the changes of pre- and post-operative knee joint line were calculated. If the knee joint line was elevated, it was defined as positive; on the contrary, it was defined as negative. The Feller's patellar score was used to assess pre- and post-operative patellar function. The correlation between joint line level and Feller's patellar score was analyzed 24 months after operation. **Results** The joint line level ranged from -6.8 to 10.44 mm (average, 2.69±3.31 mm). With the rise of the joint line, the patient's patella score decreased. There is a negative correlation between the elevated joint line level and Feller's patellar score ($r=-0.763, P=0.000$). The Feller's patellar score decreased with the fall of joint line level, and there is a positive correlation between them ($r=0.914, P=0.000$). The Feller's patellar score was higher in patients whose joint line change was less than 4 mm than that in patients whose joint line change was greater than 4 mm ($t=12.648, P=0.000; t=11.775, P=0.000$). **Conclusion** The joint line change was correlated to anterior knee pain after TKA with fixed-bearing posterior stabilized prosthesis. The joint line change less than 4 mm can result in a better knee joint function.

【Key words】 Osteoarthritis; Arthroplasty, replacement, knee; Pain

全膝关节置换术中恢复正常关节线水平对改善膝关节功能、提高患者满意度有重要意义。恢复正常的关节线水平可以改善髌骨轨迹,保持正常的关节运动轨迹,维持内、外侧韧带平衡。关节线升高可导致低位髌骨,引起膝关节活动范围减小、髌骨与胫骨假体发生撞击及半屈曲位不稳^[1-2]。关节线降低会导

致髌骨高位,同样可引起膝前痛、膝关节活动范围减小等并发症^[3-4]。

膝前痛是全膝关节置换术后的主要并发症之一,严重时需行翻修手术,直接影响患者的生存质量。文献报道全膝关节置换术后膝前痛的发生率为 4%~49%^[5-6]。对膝前痛诱因的研究及争议较多,一般认为膝前痛与假体设计、手术技术等因素有关。有研究证实关节线的改变会增加髌股关节压力,影响髌骨轨迹^[1,7]。但目前对初次全膝关节置换术后关节线

改变与膝前痛之间的相关性研究多是基于体外生物力学试验^[8-9],缺乏更多的临床随访资料。

本研究依据 Figgie 等^[10]描述的膝关节线测量方法测量术前及术后的关节线位置,计算关节线的改变程度。术前及术后随访时对患者进行 Feller 髌骨评分^[11]、西安大略和麦克马斯特大学(Western Ontario and McMaster Universities, WOMAC) 骨关节炎指数评估^[12]。根据关节线改变程度进行分组,评估关节线改变与 Feller 髌骨评分的相关性。研究目的:(1) 探讨全膝关节置换术后关节线改变的范围与临床结果的关系,(2) 全膝关节置换术后关节线改变与 Feller 髌骨评分的相关性,为临床改善髌骨评分、降低膝前痛发生率提供参考。

资料与方法

一、一般资料

2008 年 1 月至 2010 年 12 月,因膝关节骨关节炎行初次全膝关节置换的 76 例纳入本研究。男 11 例,女 65 例;年龄 47~83 岁,平均(68.88±7.61)岁。

纳入标准:(1)术前依据中华医学会骨科学分会骨关节炎诊断标准^[13]诊断为骨关节炎;(2)Kellgren-Lawrence 骨关节炎 X 线分级^[14]为 III 或 IV 级;(3)初次全膝关节置换,未应用垫块、延长杆及植骨;(4)采用后稳定型固定平台膝关节假体(PFC,Deputy,美国)。

排除标准:(1)既往有膝关节感染或手术史;(2)既往有伸膝装置功能障碍;(3)膝关节内翻或外翻畸形大于 20°;(4)严重骨质缺损患者。

术前常规行膝关节正侧位、轴位及站立位双下肢全长 X 线摄片,做红细胞沉降率及 C 反应蛋白检查。

二、手术方法

手术均由同一名资深关节外科医生(本文第一作者)主刀完成。

患者仰卧位,硬膜外麻醉,应用充气式止血带。采用膝前正中切口,从髌旁内侧入路切开关节囊,显露关节腔,向外翻转髌骨。根据屈伸间隙平衡原则进行软组织松解及截骨,胫骨采用髓外定位,后倾 3°截骨。常规放置后稳定型固定平台膝关节假体,骨水泥固定。术中均不置换髌骨,清理髌骨骨赘,修整髌骨关节面,用电刀对髌骨周缘行去神经化处理。术中行“无拇指试验”,对髌骨轨迹欠佳者给予外侧支持带松解,直至髌骨轨迹良好。假体安放完毕后松止血带,放置引流管并接常压引流球,关闭切口。

所有患者均接受相同的围手术期治疗方案。术前 0.5 h 至术后 48 h 预防性应用抗生素。术后第 1 天拔除引流管。术后第 2~3 天开始扶助行器负重行走,术后 4 周完全负重行走。在医生指导下进行膝关节屈伸及直腿抬高功能锻炼。

三、评价指标

(一)关节线测量

术前及术后 12 个月、24 个月随访时拍摄膝关节标准侧位 X 线片,患膝屈曲 30°,暗盒置于膝关节外侧,X 线球管垂直暗盒投照。依据 Figgie 等^[10]描述的方法进行膝关节线测量。

1. 将术前、术后膝关节侧位 X 线片导入 PACS 系统(Picture Archiving and Communication System, 深圳绿得,中国),利用系统自带测量软件进行长度测量。在标准侧位 X 线片上,以胫骨结节为基准测量关节线的变化。

2. 在术前膝关节 X 线片上,沿胫骨平台关节面做一直线,测量该直线到胫骨结节的垂直距离(JL)、胫骨结节到胫骨后侧皮质的距离(LD)。在术后膝关节 X 线片上,自股骨髁假体做胫骨假体的平行线,测量该线到胫骨结节的垂直距离(JL′)、胫骨结节到胫骨后侧皮质的距离(LD′)及胫骨假体的前后径(AP′,图 1)。

3. 根据 Deputy 公司提供的假体设计参数,可知胫骨假体的实际前后径长度(AP)。AP′/AP 即为术后 X 线片的准确放大率(M)。

4. 用 $M \times JL'$ 计算术后关节线高度的实际值(RJL′)。M×LD′即为胫骨结节到胫骨后侧皮质的实际距离(RD),RD/LD 为术前 X 线片放大率(M′),M′×JL 为术前关节线的实际高度(RJL)。

5. RJL′ 与 RJL 数值的差即为关节线改变的实际数值。关节线升高为正值,降低为负值。

(二)疗效评分

每 12 个月门诊随访一次。术前及术后随访时评估 WOMAC 骨关节炎指数、Feller 髌骨评分及疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)。

WOMAC 骨关节炎问卷调查:0~14 分为优,15~28 分为良,29~38 分为可,38 分以上为差^[12]。

Feller 髌骨评分法:膝前痛 15 分、股四头肌肌力 5 分、从椅子上坐起能力 5 分、爬楼梯能力 5 分,总计 30 分^[11](表 1)。

疼痛 VAS 评分:0 分为无痛,1~3 分为轻度痛,4~7 分为中度痛,8~10 分为重度痛。

四、统计学处理

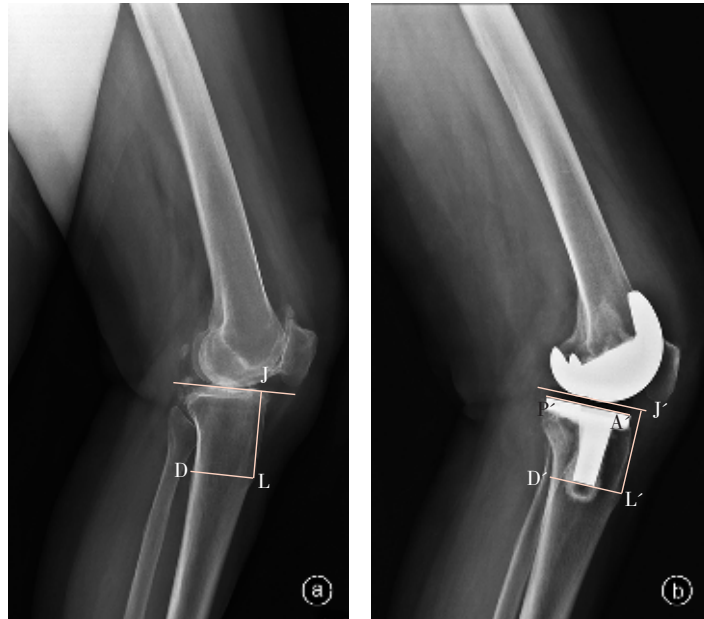


图1 膝关节线测量方法 a 术前膝关节侧位X线片,沿胫骨平台关节面做一直线,测量该直线至胫骨结节的垂直距离JL、胫骨结节至胫骨后侧皮质的距离LD b 全膝关节置换术后膝关节侧位X线片,自股骨假体做胫骨假体平行线,测量该线至胫骨结节的垂直距离J'L'、胫骨结节至胫骨后侧皮质的距离L'D'及胫骨假体的前后径A'P'

表1 Feller 髌骨评分法

指标	分值
膝前痛	
无痛	15
轻度痛	10
中度痛	5
重度痛	0
股四头肌肌力	
5级	5
4级	3
小于4级	1
从椅子上坐起能力	
不需要上肢帮助	5
需要上肢帮助	3
坐起困难	1
不能坐起	0
爬楼梯能力	
不需要辅助连续爬楼	5
需要辅助连续爬楼	4
不需要辅助逐层台阶爬楼	3
需要辅助逐层台阶爬楼	2

应用 SPSS 19.0 统计软件(SPSS,美国)进行统计学处理。关节线改变分为 4 mm 以内组和大于 4

mm 组,两组患者体重指数、年龄、Feller 髌骨评分、WOMAC 骨关节炎指数的比较采用成组设计资料 *t* 检验;两组患者性别、Kellgren-Lawrence 骨关节炎分级的比较采用卡方检验;关节线改变水平与全膝关节置换术后 24 个月 Feller 髌骨评分的相关性采用 Pearson 线性相关法。检验水准 α 值取双侧 0.05。

结 果

一、一般资料

本组手术时间 70~125 min,平均 92 min;术中失血量 360~600 ml,平均 480 ml。术后随访 24~48 个月,平均 24.3 个月。关节线改变 4 mm 以内组(55 例)和大于 4 mm 组(21 例)患者的年龄、性别、体重指数及术前 Feller 髌骨评分、WOMAC 骨关节炎指数、Kellgren-Lawrence 骨关节炎 X 线分级的差异无统计学意义(表 2)。

二、膝关节线水平的改变

本组膝关节线水平改变 -6.8~10.44 mm,平均 (2.69±3.31) mm。64 例出现关节线升高,其中 48 例升高 0~4 mm、12 例升高 4~8 mm、4 例升高超过 8 mm;12 例出现关节线降低,其中 8 例降低 0~4 mm、4 例降低超过 4 mm。

三、疗效评分

术后 12 个月及 24 个月关节线改变 4 mm 以内

组患者 Feller 髌骨评分均较大于 4 mm 组高, 差异有统计学意义; WOMAC 骨关节炎指数均较大于 4 mm 组患者低, 差异有统计学意义; 膝前痛 VAS 评分均较大于 4 mm 组患者低, 差异有统计学意义。术后 24 个月两组 Feller 髌骨评分、WOMAC 骨关节炎指数、膝前痛 VAS 评分均较术后 12 个月改善(表 3)。

四、膝关节线改变与髌骨评分的相关性

术后 24 个月, 以关节线升高患者为研究对象进行相关性分析: 随关节线升高 Feller 髌骨评分有下降趋势, 关节线改变值与 Feller 髌骨评分呈负相关($r=-0.763, P=0.000$, 图 2); 以关节线降低患者为研究对象进行相关性分析: 随关节线改变负值加大 Feller 髌骨评分有下降趋势, 关节线改变值与 Feller 髌骨评分呈正相关($r=0.914, P=0.000$, 图 3)。关节线改变 4 mm 以内患者的 Feller 髌骨评分几乎均在 20 分以上。

讨 论

一、膝关节线的测量及关节线的改变

Kapandji^[15]最早于 1978 年提出了关节线的概念, 认为膝关节线与关节运动力学密切相关。目前对关节线的测量存在不同的标准。部分学者在膝关节正位 X 线片上测量腓骨小头尖部至胫骨平台表面的距离^[16], 也有学者测量从股骨内收肌结节至股骨远端关节面的距离^[17]。考虑到膝关节置换术后 X 线片上关节假体可能会影响腓骨小头和股骨内收肌结节位置的判断, 因此我们采用 Figgie 等描述的膝关

节线测量方法^[10]。即测量膝关节标准侧位 X 线片上胫骨结节至胫骨关节面的距离, 将手术前后的距离差作为关节线的改变值。为消除数字化 X 线片放大率的差异, 我们根据已知的术后胫骨假体的前后径计算 X 线片放大率, 从而得出准确的关节线水平值。

全膝关节置换术后关节线的改变非常常见。Selvarajah 和 Hooper^[18]测量了 79 例患者初次全膝关节置换手术前后关节线的变化, 结果证实关节线平均抬高 1 mm(-11~10 mm)。Partington 等^[19]对 107 例全膝关节置换术后翻修病例进行研究, 约 80% 的病例出现了关节线升高。在本研究中, 关节线改变范围从-6.8 mm 至 10.44 mm, 平均改变(2.69±3.31) mm。

二、膝前痛的原因及与关节线改变的相关性

目前认为全膝关节置换术后膝前痛的主要原因是髌股关节接触应力增高造成的软骨下骨内压增高和髌骨轨迹不良造成的髌周软组织病变^[20-21]。膝关节置换术后关节线改变使髌股关节正常的对应关系发生变化, 改变了髌韧带、股四头肌肌腱的受力状态, 影响了伸膝装置组织张力及膝关节活动度, 是膝关节置换术后膝前痛的主要原因^[22]。本研究纳入由同一关节外科医生采用同一类型关节假体施行全膝关节置换的骨关节炎患者, 排除了不同假体设计及不同医生操作的影响, 更好地探讨关节线改变与膝前痛的相关性。

本研究根据关节线改变值将患者分为关节线改变 4 mm 以内组和大于 4 mm 组, 两组患者术前

表 2 关节线改变 4 mm 以内组和大于 4 mm 组患者术前一般资料的比较

组别	例数	体重指数 ($\bar{x}\pm s, \text{kg/m}^2$)	年龄 ($\bar{x}\pm s, \text{岁}$)	Feller 髌骨 评分($\bar{x}\pm s, \text{分}$)	WOMAC 骨关节炎 指数($\bar{x}\pm s$)	性别 (男/女, 例)	骨关节炎 X 线分级(例)	
							Ⅲ级	Ⅳ级
4 mm 以内组	55	26.7±3.2	68.33±7.98	10.75±2.44	63.10±2.85	7/48	26	29
大于 4 mm 组	21	25.9±3.8	70.33±6.48	10.90±2.59	63.62±2.40	4/17	11	10
统计值	-	$t=0.920$ $P=0.638$	$t=-1.028$ $P=0.310$	$t=-0.250$ $P=0.803$	$t=-0.753$ $P=0.454$	$\chi^2=0.113$ $P=0.737$	$\chi^2=0.159$ $P=0.690$	

表 3 关节线改变 4 mm 以内组和大于 4 mm 组术后疗效的比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	Feller 髌骨评分(分)			WOMAC 骨关节炎指数			膝前痛 VAS 评分(分)		
		12 个月	24 个月	统计值	12 个月	24 个月	统计值	12 个月	24 个月	统计值
4 mm 以内组	55	24.65±2.35	25.60±1.90	$t=-5.803$ $P=0.000$	19.58±3.56	18.98±3.11	$t=4.126$ $P=0.001$	1.04±0.98	0.75±0.87	$t=4.707$ $P=0.000$
大于 4 mm 组	21	17.19±2.16	19.62±2.18	$t=-11.376$ $P=0.000$	25.76±2.02	23.29±2.59	$t=3.542$ $P=0.001$	4.81±1.33	4.33±1.39	$t=3.627$ $P=0.002$
统计值	-	$t=12.648$ $P=0.000$	$t=11.775$ $P=0.000$	-	$t=-9.481$ $P=0.000$	$t=-6.112$ $P=0.000$	-	$t=13.553$ $P=0.000$	$t=11.037$ $P=0.000$	-

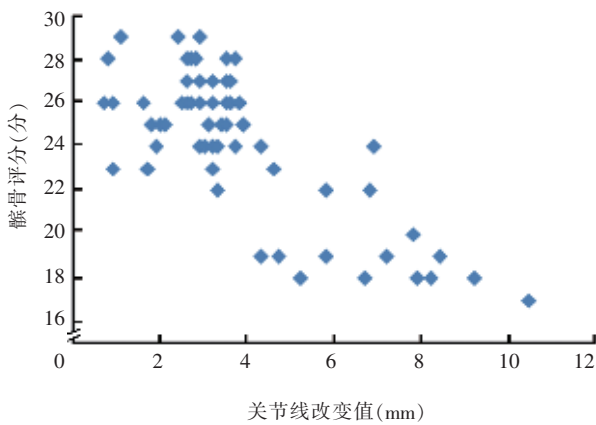


图2 关节线升高与 Feller 髌骨评分的相关性散点图(64 例)

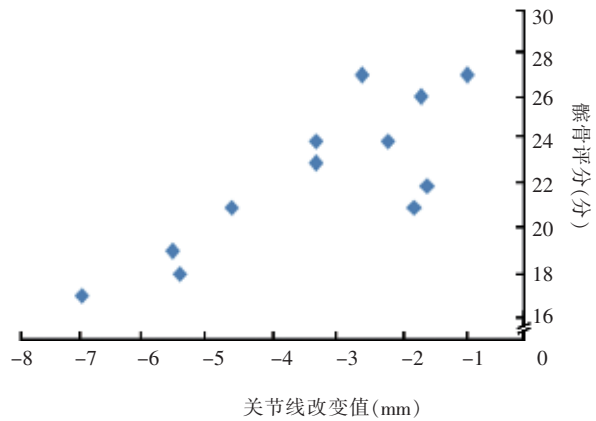


图3 关节线降低与 Feller 髌骨评分的相关性散点图(12 例)

Feller 髌骨评分及 WOMAC 骨关节炎指数的差异均无统计学意义。术后 12 个月及 24 个月时关节线改变 4 mm 以内组患者髌骨评分高于大于 4 mm 组患者, WOMAC 骨关节炎指数低于大于 4 mm 组患者, 膝前痛 VAS 评分低于大于 4 mm 组患者, 两者差异有统计学意义。通过对术后 24 个月的 Feller 髌骨评分与关节线改变进行相关性分析可以得出, 随关节线升高, Feller 髌骨评分降低, 两者呈负相关, 膝前痛的发生概率也增高。而关节线降低超过 4 mm 时, Feller 髌骨评分呈减小趋势, 两者呈正相关, 膝前痛的发生概率也随之增高。

徐长明等^[10]应用新鲜冷冻尸体膝关节标本进行生物力学测试, 结果也显示关节线升高超过 4 mm 时屈膝活动髌股关节峰值压强增高。Powers 等^[23]的尸体研究也证实关节线升高超过 4 mm 时膝关节屈

曲 30°、60°、90°的髌股关节压力增高。Hofmann 等^[17]对 89 例膝关节翻修患者进行了平均 8.2 年的随访, 结果显示关节线改变在 4 mm 之内者美国膝关节学会评分、膝关节活动范围明显好于改变超过 4 mm 者, 但他们的研究并没有对膝前痛进行单独分析。

关节线升高时, 髌骨低位, 造成伸膝装置紧张, 伸膝迟滞, 髌股关节压力增加, 导致膝前痛发生。关节线降低时, 髌骨相对高位, 髌韧带过长使髌股关节不稳, 髌骨和股骨滑车接触面积减少而接触应力增加, 从而导致膝前痛发生概率增高。从我们的临床随访结果看, 关节线恢复正常水平的患者膝前痛发生率最低, 关节线改变越多膝前痛发生率越高。因此, 对后稳定型固定平台假体的全膝关节置换, 从降低膝前痛发生率的角度, 我们建议关节线改变应控制在 4 mm 范围内。

三、研究的局限性

该研究的不足之处在于仅对一种假体进行了研究。由于固定平台假体与旋转平台假体及后十字韧带保留型假体有不同的生物力学特征, 关节线改变对后两者的影响还有待进一步研究。该研究来源于单中心病例, 病例数较少, 随访时间短, 因此无法评估关节线改变对膝前痛的长期影响。

参 考 文 献

- [1] Chonko DJ, Lombardi AV, Berend KR. Patella baja and total knee arthroplasty (TKA): etiology, diagnosis, and management. *Surg Technol Int*, 2004, 12: 231-238.
- [2] Paulos LE, Wnorowski DC, Greenwald AE. Infrapatellar contracture syndrome. Diagnosis, treatment, and long-term followup. *Am J Sports Med*, 1994, 22(4): 440-449.
- [3] Laskin RS. Management of the patella during revision total knee replacement arthroplasty. *Orthop Clin North Am*, 1998, 29(2): 355-360.
- [4] AL-Sayyad MJ, Cameron JC. Functional outcome after tibial tubercle transfer for the painful patella alta. *Clin Orthop Relat Res*, 2002(396): 152-162.
- [5] Baldini A, Anderson JA, Zampetti P, et al. A new patellofemoral scoring system for total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 2006(452): 150-154.
- [6] Muoneke HE, Khan AM, Giannikas KA, et al. Secondary resurfacing of the patella for persistent anterior knee pain after primary knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*, 2003, 85(5): 675-678.
- [7] Bellemans J. Restoring the joint line in revision TKA: does it matter? *Knee*, 2004, 11(1): 3-5.
- [8] Fornalski S, McGarry MH, Bui CN, et al. Biomechanical effects of joint line elevation in total knee arthroplasty. *Clin Biomechanics*, 2012, 27(8): 824-829.
- [9] 徐长明, 储小兵, 冯明光, 等. 全膝关节置换术中不同关节线高

- 度对髌股关节接触压强的影响. 第二军医大学学报, 2006, 27 (11): 1235-1238.
- [10] Figgie HE 3rd, Goldberg VM, Heiple KG, et al. The influence of tibial-patellofemoral location on function of the knee in patients with the posterior stabilized condylar knee prosthesis. *J Bone Joint Surg Am*, 1986, 68(7): 1035-1040.
- [11] Feller JA, Bartlett RJ, Lang DM. Patellar resurfacing versus retention in total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*, 1996, 78 (2): 226-228.
- [12] Bellamy N. Pain assessment in osteoarthritis: experience with the WOMAC osteoarthritis index. *Semin Arthritis Rheum*, 1989, 18(4 Suppl 2): S14-17.
- [13] 中华医学会骨科分会. 骨关节炎诊治指南. 中华骨科杂志, 2007, 27(10): 793-796.
- [14] Kellgren JH, Lawrence JS, Bier F. Genetic factors in generalized osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis*, 1963, 22: 237-255.
- [15] Kapandji IA. The physiology of the joints: Lowerlimb. Vol 2. New York: Churchill Livingstone, 1978: 78-79.
- [16] Hoeffel DP, Rubash HE. Revision total knee arthroplasty: current rationale and techniques for femoral component revision. *Clin Orthop Relat Res*, 2000(380): 116-132.
- [17] Hofmann AA, Kurtin SM, Lyons S, et al. Clinical and radiographic analysis of accurate restoration of the joint line in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2006, 21 (8): 1154-1162.
- [18] Selvarajah E, Hooper G. Restoration of the joint line in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2009, 24(7): 1099-1102.
- [19] Partington PF, Sawhney J, Rorabeck CH, et al. Joint line restoration after revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 1999(367): 165-171.
- [20] Biedert RM, Sanchis-Alfonso V. Sources of anterior knee pain. *Clin Sports Med*, 2002, 21(3): 335-347.
- [21] Wittstein JR, O'Brien SD, Vinson EN, et al. MRI evaluation of anterior knee pain: predicting response to nonoperative treatment. *Skeletal Radiol*, 2009, 38(9): 895-901.
- [22] Floren M, Davis J, Peterson MG, et al. A mini-midvastus capsular approach with patellar displacement decreases the prevalence of patella baja. *J Arthroplasty*, 2007, 22(6 Suppl 2): S51-57.
- [23] Powers CM, Chen YJ, Scher I, et al. The influence of patellofemoral joint contact geometry on the modeling of three dimensional patellofemoral joint forces. *J Biomech*, 2006, 39(15): 2783-2791.

(收稿日期:2013-07-10)

(本文编辑:张鹤山)