

## · 临床研究 ·

## 人工全膝关节置换术股骨假体矢状位位置的影响因素

吴鹏, 陈雷, 郎俊哲

(温州医科大学附属第一医院, 浙江 温州 325000)

**【摘要】** 目的:探讨造成人工全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)后矢状面上股骨假体不同位置放置的原因。方法:回顾性的收集 2012 年 2 月 1 日至 2014 年 2 月 1 日之间,因膝关节骨性关节炎入院,且由同一主刀行初次人工全膝关节置换术患者共 251 例作为研究对象。根据术后全长片矢状面股骨假体屈曲角(femoral prosthesis flexion angle, FPFA)分为 3 组:FPFA $>3^{\circ}$ 为屈曲组共 68 例,其中男 18 例,女 50 例,平均年龄(68.59 $\pm$ 6.16)岁; $0^{\circ}\sim 3^{\circ}$ 为中立组共 143 例,其中男 33 例,女 110 例,平均年龄(69.26 $\pm$ 6.74)岁; $<0^{\circ}$ 为过伸组共 40 例,其中男 8 例,女 32 例,平均年龄(70.31 $\pm$ 6.70)岁。观察并记录各组研究对象的身高、性别、体重指数(body mass index, BMI)、股骨长度、股骨前弓角度及术中股骨远端切除厚度等资料,并做统计学分析。结果:屈曲组、中立组及过伸组的 FPFA 分别为(4.48 $\pm$ 1.52) $^{\circ}$ 、(1.93 $\pm$ 0.57) $^{\circ}$ 、(-1.52 $\pm$ 0.43) $^{\circ}$ ,差异有统计学意义( $P<0.05$ );各观察指标中股骨前弓角、身高、股骨长度各自在 3 组之间差异均有统计学意义( $P<0.05$ );FPFA 与股骨前弓角、身高、股骨长度的回归系数分别为 0.605、0.164、0.390。结论:股骨前弓角度大、股骨长度短、身高矮均会造成术后股骨假体的过伸位放置,其中股骨前弓角度影响最大。

**【关键词】** 关节成形术, 置换, 膝; 膝关节, 人工; 假体安装; 矢状位

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2016.04.011

**Influencing factors on sagittal position of femoral prosthesis after total knee arthroplasty** WU Peng, CHEN Lei, and LANG Jun-zhe. The First Hospital Affiliated to Wenzhou Medical College, Wenzhou 325000, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To investigate factors of influence sagittal position of femoral prostheses after total knee arthroplasty (TKA). **Methods:** From February 1st 2012 to February 1st 2014, 251 patients with knee osteoarthritis underwent primary TKA by the same experienced surgeon in our hospital were reviewed. All the cases were divided into 3 groups according to the femoral prosthesis flexion angle (FPFA) on the sagittal plane: FPFA $>3^{\circ}$  as flexion group, which contained 68 cases, including 18 males and 50 females, with an average age of (68.59 $\pm$ 6.16) years old; FPFA between  $0^{\circ}$  and  $3^{\circ}$  as neutral group, which contained 143 cases, including 33 males and 110 females, with an average age of (69.26 $\pm$ 6.74) years old; While FPFA $<0^{\circ}$  as extension group, which contained 40 cases, including 8 males and 32 females, with an average age of (70.31 $\pm$ 6.70) years old. Indexes including age, gender, height, body mass index (BMI), femoral length, femoral bowing angle and distal femoral resection thickness were observed and recorded. A value of  $P<0.05$  was considered statistically significant. **Results:** The FPFA in flexion group, neutral group and extension group were (4.48 $\pm$ 1.52) $^{\circ}$ , (1.93 $\pm$ 0.57) $^{\circ}$ , (-1.52 $\pm$ 0.43) $^{\circ}$  respectively, there was statistical significance among them ( $P<0.05$ ). Femoral bowing, height and femoral length were statistically significant among 3 group ( $P<0.05$ ). And the regression coefficient between FPFA and femoral bowing, femoral length and height were 0.605, 0.164, 0.390 respectively. **Conclusion:** Large femoral bowing angle, short femoral length and short height all can lead to the extension of femoral prosthesis, among which femoral bowing has a greatest effect.

**KEYWORDS** Arthroplasty, replacement, knee; Knee prosthesis; Prosthesis fitting; Sagittal position

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(4): 340-344 www.zggszz.com

良好的力线和正确的假体位置是保证人工全膝关节置换术成功的关键<sup>[1-2]</sup>。目前,关于冠状面上假体力线已经有了大量的研究报道,而矢状面上的力线问题却鲜有研究者关注。错误的术后矢状位力线和假体位置会带来假体无菌性松动<sup>[3-4]</sup>、股骨前方切

迹<sup>[5]</sup>、髌股关节并发症以及影响术后伸膝功能<sup>[6]</sup>等一系列问题。Gromov 等<sup>[7]</sup>复习了前人的研究成果后建议将矢状位上股骨假体置于  $0^{\circ}\sim 3^{\circ}$  的屈曲位上。然而,诸多因素如股骨长度、股骨屈曲<sup>[8]</sup>、股骨髓内定位杆开口位置<sup>[9]</sup>、槽内或槽外截骨<sup>[10]</sup>以及股骨后髁截骨量不同<sup>[11]</sup>等均会造成股骨假体屈曲或过伸位放置。因此,该研究目的在于观察并记录全膝关节置换术(TKA)术前患者的一般资料及术中的处理措施,

通讯作者:陈雷 E-mail: 1105566108@qq.com

Corresponding author: CHEN Lei E-mail: 1105566108@qq.com

分析并从中找出可能导致矢状位上股骨假体不同位置的原因,从而更好地指导临床上的治疗。

**1 资料与方法**

**1.1 一般资料与分组**

回顾分析 2012 年 2 月 1 日至 2014 年 2 月 1 日在我院因膝关节骨性关节炎入院,且由同一主任医师行初次人工全膝关节置换术患者共 251 例(均采用 DePuy PFC Sigma 假体)。按照 Murphy 等<sup>[12]</sup>的方法,在医院 PACS 系统上通过 Image-Pro Plus 软件测量患者 TKA 术后全长片矢状位股骨假体屈曲角 FPFA,并分为 3 组:FPFA>3°为屈曲组共 68 例,FPFA 0°~3°为中立组共 143 例,FPFA<0°为过伸组共 40 例,具体测量方法见图 1a。3 组患者性别构成、年龄及 BMI 差异均无统计学意义(P>0.05),具有可比性,见表 1。

**表 1 各组膝关节骨性关节炎行全膝关节置换术患者临床资料比较**

**Tab.1 Comparison of clinical data of patients with knee osteoarthritis underwent primary TKA among 3 groups**

组别	病例数	性别(例)		年龄 ( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	BMI ( $\bar{x}\pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )
		男	女		
屈曲组	68	18	50	68.59±6.16	23.59±3.15
中立组	143	33	110	69.26±6.74	24.65±2.76
过伸组	40	8	32	70.31±6.70	24.45±3.81
检验值	-	$\chi^2=0.620$		$F=0.340$	$F=1.133$
P 值	-	0.713		0.713	0.326

**1.2 病例选择**

自 2012 年 2 月 1 日至 2014 年 2 月 1 日在我院因膝关节骨性关节炎入院,且由同一主任医师行初次人工全膝关节置换术患者。排除标准:(1)类风湿性关节炎、关节发育不良、解剖结构异常等疾病引起的继发性膝骨性关节炎;(2)严重的基础病患者;(3)术前、术后未拍摄或未按规范方法拍摄站立位正侧位全长片者;(4)既往有严重膝关节、手术侧股骨外伤或手术史者;(5)膝关节完全僵硬以致可能影响手术精确操作者。

**1.3 手术方法**

所有患者术前行常规生化、心电图检查,接受人工全膝关节置换术,常规采用相同的前正中切口、内侧髌旁入路,髓外定位先行胫骨截骨,然后行股骨远端截骨。股骨远端截骨均采用髓内定位方式,于股骨髁间沟中线上后交叉韧带起点前 1 cm 开口,插入髓内长杆定位至股骨峡部,常规 6°外翻截骨,均采用槽内截骨的方式。综合考虑患者个体差异、截骨模块及

术中的实际情况,采取不同的远端截骨厚度及使用不同型号的股骨假体。全部清除股骨后髌骨赘,所有假体使用骨水泥固定,不置换髌骨。术后冰敷 24 h,引流管于 24 h 内拔除。常规行功能锻炼及抗凝、预防感染治疗,术后 1 周摄膝关节正侧位全长片。手术均由同一主刀医师完成。

**1.4 观察项目与方法**

详细记录 3 组患者术前的年龄、性别、身高、BMI 及术中股骨远端截骨厚度。在 PACS 系统上通过 Image-Pro Plus 软件测量 3 组患者术前的手术侧股骨长度及股骨前弓角。依据 Chung 等<sup>[13]</sup>的研究:股骨的长度采用冠状面股骨头最高点至股骨远端内侧髌最低位的距离可以减少误差,股骨前弓角的测量方法为股骨前方皮质上距离股骨远端 5 cm 和 10 cm 点的连线与距离股骨近端 10 cm 和 15 cm 点的连线的夹角。具体测量图示见图 1b、1c。

**1.5 统计学方法**

采用 SPSS 19 统计软件包对数据进行统计分析。计量资料以均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,组间性别比较采用卡方检验,FPFA 及其他计量资料组间比较采用单因素方差分析。选取股骨长度、股骨前弓角度、患者身高及术中截骨量 4 个观察项目中 3 组间差异有统计学意义的指标,与 FPFA 做一元线性回归分析。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

**2 结果**

251 例患者伤口均 I 期愈合,无深部感染、皮下血肿等并发症。屈曲组 3 例发生轻度伸膝功能障碍,未对日常生活造成严重影响;过伸组 2 例术后全长片证实发生股骨前方切迹(Notching),随访期内未发生假体周围骨折,无不适;中立组未发现术后并发症。

**2.1 各组间 FPFA 比较**

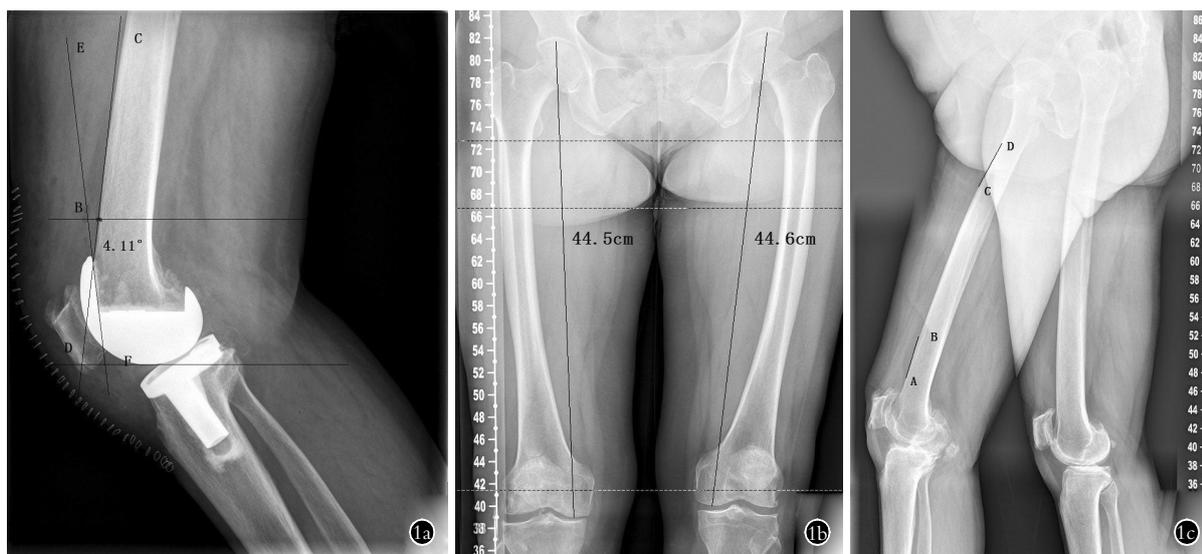
屈曲组、中立组及过伸组的 FPFA 分别为:(4.48±1.52)°,(1.93±0.57)°,(−1.52±0.43)°,差异具有统计学意义(F=242.249,P<0.05)。

**2.2 各组间各观察项目比较**

通过对 3 组术前、术中各个指标的分析,发现术前身高、股骨长度及股骨前弓角度组间差异具有统计学意义(P<0.05),而术中股骨远端切除厚度组间差异无统计学意义(P>0.05)。见表 2。

**2.3 线性回归分析**

因股骨长度与股骨前弓角度有较强相关性<sup>[8]</sup>,采用一元线性回归模型分别分析 FPFA 与股骨前弓角度、股骨长度及身高的关系。通过建立模型,发现 FPFA 与身高关系 FPFA=−24.081+0.164×身高,R<sup>2</sup>=0.213;FPFA 与股骨长度关系 FPFA=−14.454+0.390×身高,R<sup>2</sup>=0.270;FPFA 与股骨前弓角度关系 FPFA=



**图 1** 影像学测量 **1a.** 全膝置换术(TKA)后股骨假体屈曲角(FPFA)测量;B 点为距离假体最远端 8 cm 的股骨前方皮质参考点,CD 为过 B 点的股骨前方皮质切线,EF 为假体前翼内侧缘切线,两线夹角即为 FPFA **1b.** 术前股骨长度的测量;股骨头最高点至股骨内侧髁最低点的距离 **1c.** 术前股骨前弓角度测量;AB 为距股骨最远端 5~10 cm 点连线,CD 为距股骨近端 10~15 cm 点连线,两线夹角表示股骨前弓角度

**Fig.1** Imaging of measurement **1a.** Measurement of FPFA after TKA;Point B was anterior femoral cortical reference points of 8 cm far from the most distal of prosthesis. Line CD was tangent of anterior femoral cortical crossing B point, line EF was tangent of anterior wing of the medial edge of prosthesis. FPFA was the angle between line CD and AB **1b.** Measurement of femoral length;distance from the highest point of femoral head to the lowest point of medial femoral condyle **1c.** Measurement of femoral anterior bowing angle;Line AB was line connecting points at 10 cm to 15 cm far from distal femoral, line CD of points at 10 cm to 15 cm far from proximal femoral, the angle between the two line was femoral anterior bowing angle

**表 2** 各组膝关节骨性关节炎行全膝关节置换术患者身高、股骨长度、股骨前弓角、远端截骨厚度比较( $\bar{x} \pm s$ )

**Tab.2** Comparison of parameters of height, femoral length, femoral bowing angle and distal femoral resection thickness of patients with knee osteoarthritis underwent primary TKA among 3 groups( $\bar{x} \pm s$ )

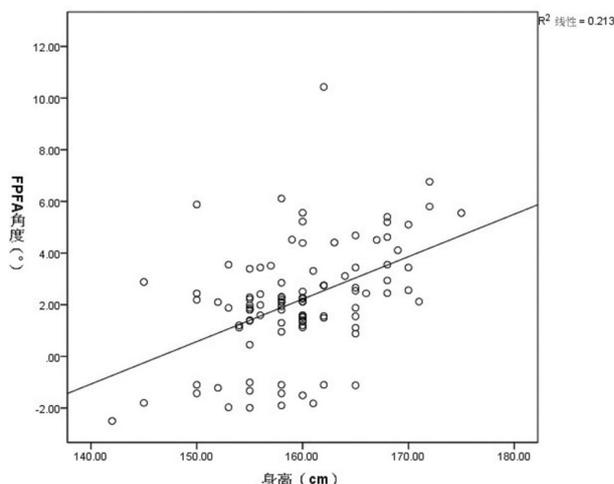
组别	病例数	身高(cm)	股骨长度(mm)	股骨前弓角(°)	远端截骨厚度(mm)
屈曲组	68	163.52±6.35	44.49±3.08	8.67±1.71	10.07±1.07
中立组	143	159.02±5.04	42.41±2.07	11.82±1.25	10.26±0.99
过伸组	40	154.94±6.16	40.09±3.44	11.82±1.25	10.25±1.18
检验值	-	$F=12.468$	$F=14.593$	$F=76.323$	$F=0.314$
P 值	-	0.000	0.000	0.000	0.731

0.092-0.605×股骨前弓角度,  $R^2=0.520$ 。FPFA 与股骨前弓角度、股骨长度及身高的回归系数分别是 0.605、0.164、0.390,股骨前弓角度的大小对术后 FPFA 值影响最大。见图 2-4。

### 3 讨论

#### 3.1 矢状位股骨假体合适的屈曲范围

正确的下肢力线和假体位置是 TKA 术后功能恢复及假体生存的保障<sup>[1]</sup>。冠状面上的研究已经取得了一致的意见,而矢状面上,尤其是股骨假体合适的矢状面屈曲角度仍处于争论之中。Faris 等<sup>[14]</sup>最早对此进行了研究,发现后交叉韧带保留型(cruciate retaining, CR)股骨假体与股骨远端髓腔中线成角±20°之间对术后膝关节活动度无显著影响。然而,最近 Murphy 等<sup>[12]</sup>通过对 40 例患者 1 年的 RCT 试验也发现,股骨假体置于 4°屈曲位相比较与中立位能



**图 2** FPFA 与身高关系一元线性回归分析图  $FPFA = -24.081 + 0.164 \times \text{身高}, R^2 = 0.213$

**Fig.2** Linear regression analysis of relation between FPFA and height  $FPFA = -24.081 + 0.164 \times \text{height}, R^2 = 0.213$

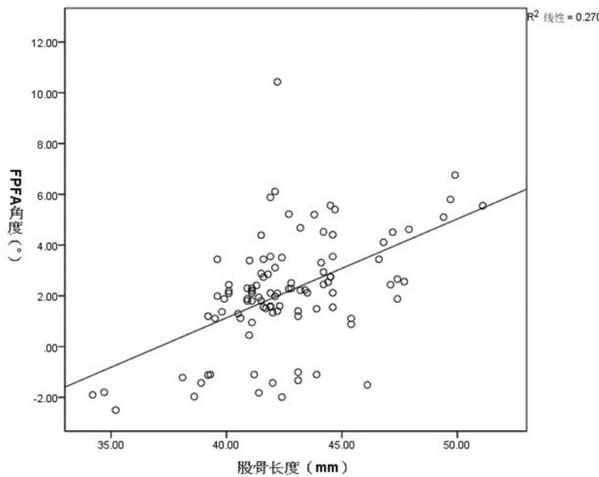


图 3 FPFA 与股骨长度关系一元线性回归分析图  $FPFA = -14.454 + 0.390 \times \text{身高}$ ,  $R^2 = 0.270$

Fig.3 Linear regression analysis of relation between FPFA and femoral length  $FPFA = -14.454 + 0.390 \times \text{height}$ ,  $R^2 = 0.270$

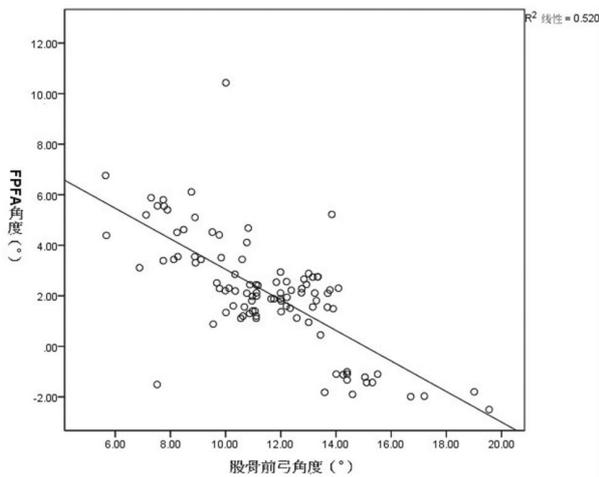


图 4 FPFA 与股骨前弓角度关系一元线性回归分析图  $FPFA = 9.092 - 0.605 \times \text{股骨前弓角度}$ ,  $R^2 = 0.520$

Fig.4 Linear regression analysis of relation between FPFA and femoral bowing angle  $FPFA = 9.092 - 0.605 \times \text{femoral bowing angle}$ ,  $R^2 = 0.520$

有更好的膝关节屈曲角度，虽然这种优势可能更多是在理论上，因为患者的满意度及功能评分并没有明显改善。但是，股骨假体矢状位上的过度屈曲放置又会增加术后膝关节屈曲挛缩畸形率，造成伸膝障碍<sup>[15-16]</sup>，Lustig 等<sup>[6]</sup>发现偏离下肢机械轴  $>3.5^\circ$  屈曲位放置的患者，术后伸膝障碍发生率是  $<3.5^\circ$  放置患者的 2.9 倍。而且，过度屈曲股骨假体还有带来髌股关节压力增加，造成髌骨弹响<sup>[17]</sup>、假体磨损<sup>[3]</sup>以及假体寿命缩短<sup>[18]</sup>等问题。本研究中也发现，只有屈曲组中有 3 例患者出现伸膝功能障碍。将股骨假体置于过伸位，理论上可以带来更好的伸膝功能，但会造成股骨前方切迹(Notching)<sup>[5]</sup>，可能更易导致假体周围骨折，并且也易造成假体磨损<sup>[4]</sup>。本研究中过伸组中存

在 2 例股骨前方切迹，而另外 2 组均无股骨切迹病例。Kim 等<sup>[18]</sup>对 3 048 例膝关节假体寿命分析发现将股骨假体置于  $0^\circ \sim 3^\circ$  能带来最好的假体生存率。因此，本研究以股骨假体  $0^\circ \sim 3^\circ$  为中立位，研究术前、术中可能导致术后假体屈曲度不同的因素。

### 3.2 影响股骨假体屈曲的因素

传统 TKA 手术主要依据术中的解剖标志进行髓内或髓外定位，患者自身解剖标志清晰程度及术者的熟练度有很大的影响，因此往往差异较大<sup>[7]</sup>。综合前人的研究成果，矢状位不同的参考轴<sup>[19]</sup>、股骨后髌骨髌清除不全<sup>[11,16]</sup>、股骨前弓<sup>[8,20]</sup>、槽内或槽外截骨<sup>[10,21]</sup>及髓内定位杆开口位置均会影响术后股骨假体矢状位屈曲角度。在本研究中，所有手术由同一名高年资主刀医师完成，最大程度地减少了因术者手术熟练程度方面引起的偏倚，并且采取完全相同的标准 TKA 术式，保证相同的髓内定位杆开口，均采用长定位杆至股骨峡部，术中完全清除后髌骨髌，截骨全部使用槽内截骨的方式等措施，减少因技术不同造成的偏倚。最后，笔者发现身高、股骨长度及股骨前弓角度大小对术后假体矢状位屈曲均有影响。股骨前弓角度大、股骨长度短及身高矮均易造成术后股骨假体的过伸位放置，且影响程度依次是股骨前弓角度、股骨长度及身高。因为股骨前弓角度、股骨长度与身高均存在相关性<sup>[8]</sup>，股骨较短者一般有较大的股骨前弓角，在置入股骨髓内长定位杆时，定位杆会自动前移，纠正股骨前弓角度，从而容易造成股骨假体术后的过伸位放置<sup>[8,15]</sup>。因此，建议 TKA 术前测量患者身高，常规拍摄站立位下肢全长片，仔细评估股骨前弓角及股骨长度，对身高较矮者、股骨较短者及股骨前弓过大者避免髓内定位杆插入过深甚至采用髓内短杆定位，对股骨前弓角度小、股骨长者可采用适当将髓内定位杆开口稍前移等措施，以期获得合适的股骨假体矢状面位置。

本研究的不足之处在于影像学的测量采用的是站立位全长片摄影，未能消除股骨旋转的影响，会对结果的可靠性有一定影响。而且，采用的是回顾性的方法研究单一的强生公司 Depuy PFC 膝关节固定平台假体，可靠性不及大样本的前瞻性的研究。因此，后期还需更进一步、更科学的研究来更好地指导临床工作。

综上所述，股骨前弓角度大、股骨长度短及身高矮均易造成术后股骨假体的过伸位放置，其中股骨前弓角度影响最大。因此，要综合考虑股骨前弓角度、股骨长度及患者身高等因素，采取改变髓内定位杆扩髓点或短髓内杆等措施避免股骨假体的过伸位或屈曲位放置，以期获得合适的 FPFA。

## 参考资料

- [1] Longstaff LM, Sloan K, Stamp N, et al. Good alignment after total knee arthroplasty leads to faster rehabilitation and better function [J]. *J Arthroplasty*, 2009, 24(4): 570-578.
- [2] 计忠伟, 包倪荣, 赵建宁. 人工全膝关节置换术后疼痛原因分析 [J]. *中国骨伤*, 2014, 27(11): 970-974.  
Ji ZW, Bao NR, Zhao JN. Cause analysis of postoperative pain after total knee arthroplasty [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2014, 27(11): 970-975. Chinese with abstract in English.
- [3] O'Rourke MR, Callaghan JJ, Goetz DD, et al. Osteolysis associated with a cemented modular posterior-cruciate-substituting total knee design: five to eight-year follow-up [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2002, 84(8): 1362-1371.
- [4] Collier MB, Engh CA Jr, McAuley JP, et al. Osteolysis after total knee arthroplasty: influence of tibial baseplate surface finish and sterilization of polyethylene insert. Findings at five to ten years post-operatively [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87(12): 2702-2708.
- [5] Ritter MA, Thong AE, Keating EM, et al. The effect of femoral notching during total knee arthroplasty on the prevalence of postoperative femoral fractures and on clinical outcome [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87(11): 2411-2414.
- [6] Lustig S, Scholes CJ, Stegeman TJ, et al. Sagittal placement of the femoral component in total knee arthroplasty predicts knee flexion contracture at one-year follow-up [J]. *Int Orthop*, 2012, 36(9): 1835-1839.
- [7] Gromov K, Korchi M, Thomsen MG, et al. What is the optimal alignment of the tibial and femoral components in knee arthroplasty [J]. *Acta Orthop*, 2014, 85(5): 480-487.
- [8] Tang WM, Chiu KY, Kwan MF, et al. Sagittal bowing of the distal femur in Chinese patients who require total knee arthroplasty [J]. *J Orthop Res*, 2005, 23(1): 41-45.
- [9] Wangroongsub Y, Cherdtaeesup S. Proper entry point for femoral intramedullary guide in total knee arthroplasty [J]. *J Med Assoc Thai*, 2009, 92(Suppl 6): S1-5.
- [10] Yau WP, Chiu KY. Cutting errors in total knee replacement: assessment by computer assisted surgery [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2008, 16(7): 670-673.
- [11] Whiteside LA, Mihalko WM. Surgical procedure for flexion contracture and recurvatum in total knee arthroplasty [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2002, (404): 189-195.
- [12] Murphy M, Jourmeaux S, Hides J, et al. Does flexion of the femoral implant in total knee arthroplasty increase knee flexion: a randomised controlled trial [J]. *Knee*, 2014, 21(1): 257-263.
- [13] Chung BJ, Kang YG, Chang CB, et al. Differences between sagittal femoral mechanical and distal reference axes should be considered in navigated TKA [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2009, 467(9): 2403-2413.
- [14] Faris PM, Ritter MA, Keating EM. Sagittal plane positioning of the femoral component in total knee arthroplasty [J]. *J Arthroplasty*, 1988, 3(4): 355-358.
- [15] 孙振辉, 曹建刚, 田孟强, 等. 股骨远端屈曲角度对人工全膝关节置换股骨假体矢状位力线及功能恢复影响的研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2011, 25(1): 38-41.  
Sun ZH, Cao JG, Tian MQ, et al. Effect of distal femoral flexion angle on sagittal alignment of femoral prosthesis and function recovery after total knee arthroplasty [J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2011, 25(1): 38-41. Chinese.
- [16] 张洪美, 孙钢, 赵铁军, 等. 全膝人工关节股骨假体屈曲原因分析及其对疗效影响 [J]. *中国骨伤*, 2006, 19(7): 389-391.  
Zhang HM, Sun G, Zhao TJ, et al. Reason analysis of femoral prosthesis flexion in total knee replacement and its influence on curative effect [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2006, 19(7): 389-391. Chinese.
- [17] Dennis DA, Kim RH, Johnson DR, et al. The John Insall Award: control-matched evaluation of painful patellar Crepitus after total knee arthroplasty [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2011, 469(1): 10-17.
- [18] Kim YH, Park JW, Kim JS, et al. The relationship between the survival of total knee arthroplasty and postoperative coronal, sagittal and rotational alignment of knee prosthesis [J]. *Int Orthop*, 2014, 38(2): 379-385.
- [19] Asada S, Mori S, Matsushita T, et al. Influence of the sagittal reference axis on the femoral component size [J]. *J Arthroplasty*, 2013, 28(6): 943-949.
- [20] Sugama R, Minoda Y, Kobayashi A, et al. Sagittal alignment of the lower extremity while standing in female [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011, 19(1): 74-79.
- [21] Balthis H, Perlick L, Tingart M, et al. Intraoperative cutting errors in total knee arthroplasty [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2005, 125(1): 16-20.

(收稿日期: 2015-08-20 本文编辑: 王玉蔓)