

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

徐长明, 储小兵, 冯明光, 何志勇, 吴海山*

(第二军医大学长征医院骨科, 上海 200003)

[摘要] 目的:探讨全膝关节置换(TKA)术中不同关节线高度对髌股关节接触压强的影响。方法:取7个关节结构正常、关节软骨完整的正常中国成人的新鲜冷冻尸体膝关节,将标本固定到8501型Instron生物力学测试机上,垂直加载负荷30 kg,改变股四头肌肌腱上的拉力使标本获得平衡,用压敏片测量髌股关节之间的峰值压强。人工膝关节置换术后,测量髌股关节之间的峰值压强;增加股骨侧的截骨量(每次为2 mm,即关节线分别为0、+2、+4、+6 mm),并将胫骨平台作相应的垫高,再次测量髌股关节之间的峰值压强。结果:TKA术后,膝关节屈曲60°、90°和120°时,关节线高度为+4、+6 mm时的外侧髌股关节峰值压强显著高于关节线高度为0、+2 mm时的峰值压强($P < 0.05$);膝关节屈曲30°、60°、90°和120°时,关节线高度为+6 mm时的内侧髌股关节峰值压强显著高于关节线高度为0、+2、+4 mm时的峰值压强($P < 0.05$)。结论:全膝关节置换术中,关节线的高度抬高超过4 mm以上就会进一步导致髌股关节的峰值压强增高。TKA术中,应该尽量将关节线的变化控制在4 mm之内。

[关键词] 膝关节;人工;髌股关节;接触压强;关节线

[中图分类号] R 687.4

[文献标识码] A

[文章编号] 0258-879X(2006)11-1235-04

Effects of different heights of simulated joint lines on patellofemoral joint contact pressure in total knee arthroplasty

XU Chang-ming, CHU Xiao-bing, FENG Ming-guang, HE Zhi-yong, WU Hai-shan* (Department of Orthopaedics, Changzheng Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200003, China)

[ABSTRACT] **Objective:** To discuss the effects of different joint line heights on patellofemoral joint (PFJ) contact pressure at different knee flexion angles in human cadaveric total knee arthroplasty. **Methods:** Seven normal fresh-frozen human cadaveric knees with intact joint cartilage were tested on an Instron 8501 testing machine with a load of 30 kg. The load of quadriceps tendon was adjusted to balance the specimen at the desired angles. Total knee arthroplasty were performed with femurs of increased lengths (i.e. the heights of joint line were +2 mm, +4 mm, and +6 mm) and tibial plateaus of different heights. The peak PFJ contact pressure was measured with Fuji pressure-sensitive film before and after total knee arthroplasty. **Results:** After total knee arthroplasty, at knee flexion angles of 60°, 90° and 120°, the peak contact pressures of lateral PFJ facet were significantly higher when the heights of joint line were +4 mm and +6 mm than those when the heights of joint line were 0 and +2 mm ($P < 0.05$); at knee flexion angles of 30°, 60°, 90° and 120°, the peak contact pressure of medial PFJ facet were significantly higher when the heights of joint line were +6 mm than those when the heights of joint line were 0, +2 mm, and +4 mm ($P < 0.05$). **Conclusion:** The peak PFJ contact pressure increases if the height of joint line is elevated by more than 4 mm in total knee arthroplasty, so the variation of joint line should be controlled within 4 mm in total knee arthroplasty.

[KEY WORDS] knee prosthesis; patellofemoral joint; contact pressure; joint line

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2006, 27(11): 1235-1238]

全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)后与伸膝装置相关的并发症,特别是和髌股关节相关的并发症,仍是个有待解决的问题,这类并发症的发生率高达1.5%~12%,占所有返修手术原因的50%,出现这些并发症的原因很多,如髌骨的非对称性截骨^[1]、髌骨的厚度没有得到重建^[2]、髌骨高度和关节线的高度变化过大^[3]等。本实验拟探讨TKA术中关节线高度对髌股关节接触压强的影响,明确TKA术中合适的关节线高度范围,从而避免与之相关的髌股关节并发症。

1 材料和方法

1.1 研究对象 取7个关节结构正常、关节软骨完整的正常中国成人的新鲜冷冻尸体膝关节进行研究(均无膝关节疾病史),其中右膝4例,左膝3例(男性4膝,女性3膝)。死者平均年龄(26.43 ± 1.72)岁。尸体置于室温下,去除所有胫骨和股骨后侧的

[作者简介] 徐长明,博士生,主治医师。E-mail: sea009@126.com

*Corresponding author. E-mail: drisland@vip.sina.com

肌肉,保证股四头肌腱和关节囊的完整性。

1.2 生物力学测试 距关节间隙 30 cm 处截断股骨和胫骨。分别将髓内杆插入股骨和胫骨的髓腔内。髓内杆的终端连接万向关节,以模拟人的髌关节和踝关节,并将它固定到 8501 型 Instron 生物力学测试机 (Instron Corporation, Massachusetts, USA,图 1)上。膝关节的角度可以在 0°~150°范围内任意调整。通过 Instron 生物力学测试机向标本垂直加载负荷 30 kg。用特制的固定夹固定股四头肌肌腱,肌纤维和固定夹的方向相垂直。通过一牵引绳经滑轮加载重量,牵引绳的方向和股骨干相一致,线绳的牵引力方向代表股四头肌力线,滑轮中心相当于髌前上棘。改变股四头肌腱上的拉力使标本获得平衡。

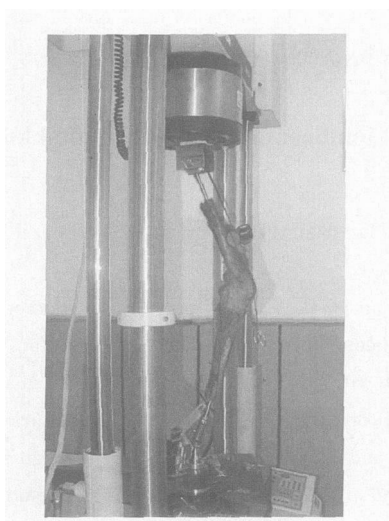


图 1 8501 型 Instron 生物力学测试机
Fig 1 Instron 8501 bio-testing machine

经髌上囊作一小切口,将剪成 5.0 cm ×5.0 cm 大小的富士压敏片 (Fuji Photo Film Co., Ltd. Tokyo, Japan) 插入髌股关节间隙中,压敏片放入髌股关节后用丝线缝合关节囊。每次测试时,标本加载的时间为 2 min,然后去除载荷取出压敏片,可见受压部位的着色反应。用密度计 (Prescale 密度计 FPD-305E) 与压力转换器 (Prescale 压力读数计 FPD-306E) 测定压敏片着色部位的压力值。

作标准的人工膝关节置换术 (Nexgen, Zimmer, Warsaw, USA) (包括髌骨置换),测量膝关节屈曲 30°、60°、90° 和 120° 时的髌股关节之间的峰值压强。之后,增加股骨侧的截骨量,将胫骨平台作相应的垫高,使关节线上移 (每次为 2 mm,即关节线分别为 0、+2、+4、+6 mm)。每次改变关节线后,再次测量髌股关节之间的峰值压强。收集数据。实验过程中,用生理盐水保持标本湿润和髌股关节的润滑。

1.3 统计学处理 采用 SAS 6.12 统计学分析软件作方差分析, $P < 0.05$ 为显著性差异; $P < 0.05$ 则采用 LSD-*t* 检验进行组间比较。

2 结果

TKA 手术前,屈膝 30°、60° 和 90° 时,髌股关节的接触面为内外侧相连的“哑铃状”均匀条带,120° 时髌骨和内外侧股骨髁的接触面不再连续,其内、外侧接触面分别呈不规则的椭圆形 (图 2)。

TKA 术后,膝关节屈曲 30°、60°、90°、120° 时,髌骨部件和内、外侧股骨髁的接触面都不连续,内、外侧接触面呈长梭形 (图 3)。不同的关节线高度下,髌股关节之间的接触方式无明显变化。

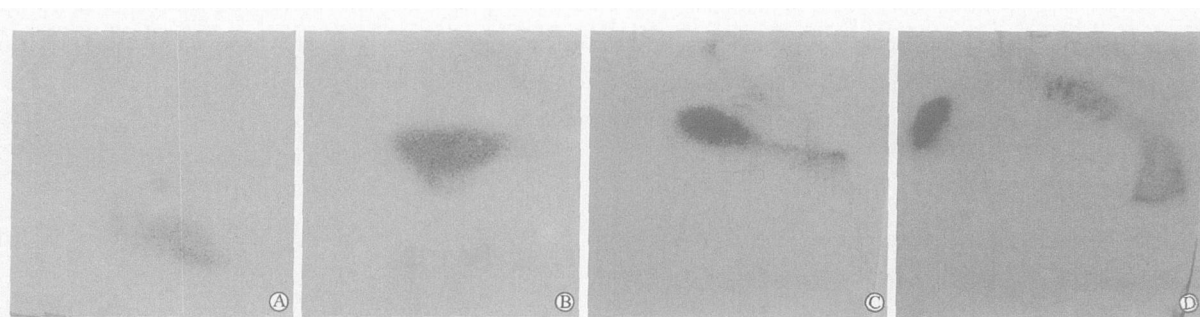


图 2 正常髌股关节的接触模式
Fig 2 Contact mode of normal patellofemoral joint
A-D: At knee flexion angles of 30°,60°,90°,120°,respectively

TKA 术前,随着膝关节屈曲角度的增加,髌股关节之间的峰值压强有一定的上升趋势,但上升的幅度不大。TKA 术后,膝关节屈曲 60°、90° 和 120° 时,关节线高度为 +4、+6 mm 时的外侧髌股关节峰

值压强显著高于关节线高度为 0、+2 mm 时的峰值压强 ($P < 0.05$); 膝关节屈曲 30°、60°、90° 和 120° 时,关节线高度为 +6 mm 时的内侧髌股关节峰值压强显著高于关节线高度为 0、+2、+4 mm 时的峰值压

强 ($P < 0.05$)。见表 1。

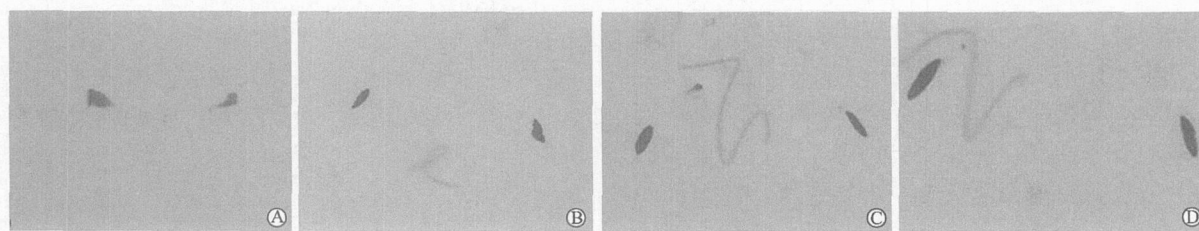


图 3 TKA 术后髌股关节接触模式

Fig 3 Contact mode of patellofemoral joint after TKA

A-D: At knee flexion angles of 30°, 60°, 90°, 120°, respectively

表 1 TKA 术前和 TKA 术后不同关节线高度下髌股关节的峰值压强

Tab 1 Peak contact pressure of lateral facet and medial facet of patellofemoral joint before and after TKA

($n = 7, \bar{x} \pm s, \text{PB/MPa}$)

Group	Flexion angles			
	30°	60°	90°	120°
Pre-TKA				
Lateral facet	1.41 ± 0.06	2.11 ± 0.33	2.11 ± 0.13	1.68 ± 0.66
Medial facet	1.44 ± 0.22	1.26 ± 0.47 *	1.57 ± 0.69	1.57 ± 0.68
Post-TKA				
Lateral facet (Height of joint line)				
0	62.1 ± 32.8	66.6 ± 18.1	98.5 ± 4.4	92.4 ± 9.4
+ 2 mm	76.8 ± 24.4	65.1 ± 18.6	97.8 ± 5.3	89.9 ± 10.7
+ 4 mm	71.3 ± 25.6	92.6 ± 22.0	113.8 ± 6.2	108.1 ± 12.8
+ 6 mm	66.5 ± 34.0	97.3 ± 17.4	120.6 ± 5.1	110.8 ± 16.4
Medial facet (Height of joint line)				
0	52.1 ± 10.2	61.9 ± 20.0	92.9 ± 8.9	95.1 ± 5.2
+ 2 mm	46.4 ± 13.5	61.1 ± 11.9	100.1 ± 7.3	97.1 ± 8.1
+ 4 mm	47.3 ± 14.7	54.9 ± 12.4	93.3 ± 12.7	99.5 ± 5.9
+ 6 mm	65.6 ± 8.6	81.4 ± 19.1	114.7 ± 8.4	115.9 ± 10.0

* $P < 0.05$ vs lateral facet; $P < 0.05$ vs height of joint line is 0 or + 2 mm group; $P < 0.05$ vs height of joint line is 0, + 2 or + 4 mm

3 讨论

TKA 术后,骨性结构和周围软组织结构之间的精确平衡是获得良好膝关节功能的前提条件,关节线的抬高严重地破坏了正常的骨与软组织之间的平衡^[4],使得髌股关节之间出现“错格现象”,从而导致胫股关节和髌股关节的功能紊乱^[5,6],使患者在术后出现膝关节不稳、前膝部疼痛等临床症状。当膝关节过度屈曲时,髌骨甚至会与胫骨部件相接触,从而导致膝关节的疼痛和屈曲受限^[2]。关节线的抬高还可以导致膝关节活动度受限^[7]、髌骨部件和聚乙烯柱之间发生撞击^[8],这些现象最终都会对 TKA 的手术结果造成影响。

无论是初次 TKA 还是 TKA 翻修术都可以导致关节线的高度变化^[5,9,10]。Laskin^[5]的研究显示初次 TKA 术后约 40% 以上膝关节的关节线出现抬

高。Partington 等^[9]的研究则显示 TKA 翻修术后约 80% 患者的关节线出现了增高。Cope 等^[10]发现无论是保留后交叉韧带还是切除后交叉韧带的 TKA 手术,手术前后的关节线高度均可以出现变化。

从表 1 的结果可以看出,和 TKA 术前的髌股关节峰值压强相比,在膝关节屈曲 30°、60°、90° 和 120° 时 TKA 术后的髌股关节峰值压强分别增加了 40、50、60、56 倍。髌股关节的接触压强的增高大部分是由于部件的材料和结构特点造成的^[11],同时我们也注意到,关节线的高度对髌股关节的峰值压强也存在着明显的影响。TKA 术后,膝关节屈曲 60°、90° 和 120° 时,关节线高度为 +4、+6 mm 时的外侧髌股关节的峰值压强显著高于关节线高度为 0、+2 mm 时的峰值压强 ($P < 0.05$);膝关节屈曲 30°、60°、90° 和 120° 时,关节线高度为 +6 mm 时的内侧髌股

关节的峰值压强显著高于关节线高度为 0、+2、+4 mm 时的峰值压强 ($P < 0.05$)。所以 TKA 手术中关节线的高度抬高超过 4 mm 以上会进一步导致髌股关节接触压强的增高。如此高的髌股关节接触压强已经远远超过了聚乙烯的屈服强度(多数人认为聚乙烯的屈服强度约为 15~20 MPa^[12]),所以我们认为关节线的抬高可能会进一步导致聚乙烯部件的磨损,从而影响 TKA 的手术效果,缩短 TKA 部件的使用寿命。

为了避免关节线出现变化,初次 TKA 中应该坚持等量截骨的原则,即股骨远端、胫骨近端的截骨量应该分别和股骨部件、胫骨部件的厚度一致。股骨远端的截骨不应过多,当股骨远端的大小介于两个型号的假体之间时不应该选较小的假体,胫骨近端应该有足够的截骨量^[8]。

TKA 翻修术中,股骨远端的骨缺损可使用移植骨(自体骨或者异体骨)、组合式模块或者骨水泥进行处理,以恢复正常的关节线高度。可以考虑在股骨远端使用对称性的股骨加厚部件^[13],所使用的加厚部件的厚度可以参考以下指标:正常关节线约位于股骨内上髁远侧 25 mm,离腓骨头的距离约为 10 mm^[5],人工膝关节术后,关节线的位置恢复到这一高度就可以使膝关节获得最大的活动度,并使膝关节获得良好的运动学。Partington 等^[9]则认为关节线的高度应该参照对侧膝关节或者置换前的膝关节情况来确定。

总之,本研究发现,TKA 术中,关节线的高度抬高超过 4 mm 以上就会进一步导致髌股关节接触压强的增高,从而加重聚乙烯部件的磨损,影响 TKA 的手术效果。所以 TKA 术中应该尽量将关节线的变化控制在 4 mm 之内。

[参考文献]

[1] Pagnano MW, Trousdale RT. Asymmetric patella resurfacing in total knee arthroplasty[J]. Am J Knee Surg, 2000, 13:228-

233.
 [2] Rosenberg AG, Jacobs JJ, Saleh KJ, et al. The patella in revision total knee arthroplasty[J]. J Bone Joint Surg, 2003, 85A (Suppl 1): S63-S69.
 [3] 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]. J Bone Joint Surg, 1986, 68A:1035-1040.
 [4] Bellemans J. Restoring the joint line in revision TKA: does it matter[J]? Knee, 2004, 11: 3-5.
 [5] Laskin RS. Joint line position restoration during revision total knee replacement[J]. Clin Orthop, 2002, 404: 169-171.
 [6] Berger RA, Rubash HE. Rotational instability and malrotation after total knee arthroplasty [J]. Orthop Clin North Am, 2001, 32: 639-647.
 [7] Ryu J, Saito S, Yamamoto K, et al. Factors influencing the postoperative range of motion in total knee arthroplasty [J]. Bull Hosp Jt Dis, 1993, 53: 35-40.
 [8] Verborgt O, Victor J. Post impingement in posterior stabilized total knee arthroplasty[J]. Acta Orthop Belg, 2004, 70: 46-50.
 [9] Partington PF, Sawhney J, Rorabeck CH, et al. Joint line restoration after revision total knee arthroplasty[J]. Clin Orthop, 1999, 367: 165-171.
 [10] Cope MR, O'Brien BS, Nanu AM. The influence of the posterior cruciate ligament in the maintenance of joint line in primary total knee arthroplasty: a radiologic study[J]. J Arthroplasty, 2002, 17: 206-208.
 [11] Lee TQ, Gerken AP, Glaster FE, et al. Patellofemoral joint kinetics and contact pressure in total knee arthroplasty[J]. Clin Orthop, 1997, 340:257-266.
 [12] Takeuchi T, Lathi VK, Khan AM, et al. Patellofemoral contact pressures exceed the compressive yield strength of UHMWPE in total knee arthroplasties [J]. J Arthroplasty, 1995, 10:363-368.
 [13] Stulberg SD. Bone loss in revision total knee arthroplasty: graft options and adjuncts [J]. J Arthroplasty, 2003, 18 (3 Suppl 1): 48-50.

[收稿日期] 2006-03-22 [修回日期] 2006-07-15

[本文编辑] 曹 静

<h2 style="margin: 0;">欢迎 订 阅</h2> <p style="margin: 0;">《 第二军医大学学报 》 <small>ISSN 0258-879X CN31-1001/R</small></p> <p style="margin: 0;">上海市翔殷路 800 号 (邮编:200433) 邮发代号:4-373</p>	<p style="margin: 0;">JOURNAL OF MEDICAL COLLEGES OF PLA <small>ISSN 1000-1948 CN31-1002/R</small></p> <p style="margin: 0;">上海市翔殷路 800 号 (邮编:200433) 邮发代号:4-725</p>
---	--