

胫骨高位截骨术治疗膝内侧单间室骨关节炎的研究进展

张世峰¹ 金群华²

【摘要】 骨关节炎(OA)是一种以软骨退行性变为主的疾病。该病常见于老年患者,病程末期可致严重的关节畸形,给患者的心理和生理带来极大的痛苦。胫骨高位截骨术(HTO)作为治疗单间室膝关节炎(KOA)的手术方式,是一种安全、可靠的治疗方式。现已被广大医生及患者接受,特别是年轻患者的接受度更高。该技术的主要目的是改变下肢畸形力线,以延缓或解除内侧单间室KOA的退行性改变。HTO一直被认为具有技术简单、手术创伤小、畸形矫正精确、术后恢复快等优点。多年来,随着手术技术的不断创新、内固定的不断改良,手术的适应证变得更为广泛。目前普遍认为HTO是一种比较理想的手术方式,长期临床效果良好。本文对近年来胫骨高位截骨术治疗单间室骨性关节炎的术前选择、手术方式、术后疗效、术后并发症及术后长期疗效进行综述。

【关键词】 胫骨; 截骨术; 关节炎; 膝; 关节成形术, 置换, 膝

Research progress of high tibial osteotomy in the treatment of medial single compartment osteoarthritis

Zhang Shifeng¹, Jin Qunhua². ¹Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China, ²Department of Orthopedic, General Hospital of Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China

Correspondence author: Jin qunhua, Email: jinqunhua1234@163.com

【Objective】 Osteoarthritis (OA) is a disease mainly present with cartilage degeneration. It is common in elderly patients and at the end course severe joint deformities may occur, causing great psychological and physical pain to the patient. High tibial osteotomy (HTO) is a safe and reliable surgical method for the treatment of single compartment knee osteoarthritis. It has been widely accepted by doctors and patients, especially among young patients. The main purpose of this technique is to modify the lower limb deformities in order to delay or eliminate the degenerative changes of medial compartment osteoarthritis. HTO has been considered to be a simple technology, less surgical trauma, accurate deformity correction, rapid postoperative recovery and so on. Over years, with the continuous innovation of surgical techniques and the continuous improvements of internal fixation, the indications for HTO have been extended. At present, it is generally believed that HTO is an ideal surgical method and can obtain good and long-term clinical results. This article reviews recent preoperative selection, surgical methods, postoperative efficacy, postoperative complications and long-term postoperative efficacy of high tibial osteotomy for single-compartment osteoarthritis.

【Key words】 Tibial; Osteotomy; Osteoarthritis, knee; Arthroplasty, replacement, knee

骨关节炎(osteoarthritis, OA)是老年人最常见的慢性疾病之一。常发生于负重较大的部位,膝关节较为多见,称为膝关节炎(knee osteoarthritis, KOA),女性患者明显多于男性。病变最初破坏软骨部位,继而继续侵犯软骨下骨板、滑膜等周围组织。晚期可见关节周围骨质增生,严重者有关节畸形。但KOA的原发机制仍不十分明确。目前认为可能与年龄、性别、高强度活动、肥胖、基因、地区等因素有关。临床中膝关节畸形多为内翻畸形,Fujisawa等^[1]研究显

示,正常人膝关节内侧间室压力约为60%~65%,其余的负荷压力则由关节外侧支撑。因此内侧单间室KOA常表现为膝内翻畸形。而膝内翻畸形的不稳定会加重侧副韧带损伤及前、后交叉韧带损伤,以及软骨磨损消失后引起副韧带松弛,进而加剧KOA的病变。1961年,Jackson和他的团队^[2]对10例患者的术后结果进行了研究,认为膝关节远端截骨可以成功纠正KOA患者的内、外翻畸形。4年后Coventry^[3]提出在胫骨结节以上行外侧闭合楔形截骨的手术方法,并首次建议截骨术后胫骨近端给予内固定支撑,他也是这个结论早期和最有力的支持者之一。经过几十年的不断发展,手术的操作过程经过了多次改进,目前已与其他手术程序融合使用,如前交叉韧带重建、膝关节镜清理术、半月板修补术等。在手术工具及固定装置上也有了很大改善,如U形钉、间隙

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2018.05.011

基金项目: 兴庆区膝关节炎防治技术应用示范(2014KJHM)

作者单位: 750004 银川,宁夏医科大学¹; 750004 银川,宁夏医科大学总医院骨科²

通信作者: 金群华, Email: jinqunhua1234@163.com

撑开器、Puddu钢板、Tomofix钢板等^[4-5]。近些年来,人们对开放楔形截骨和膝关节置换术的认识不断提高,已逐渐减少了闭合楔形截骨术的应用。但无论手术技术与内固定如何改变,截骨术的手术基本原理未变:通过改变患肢力线,由内侧转移至胫骨平台髁间嵴外侧,减轻关节内侧间室的负荷并缓解疼痛;改善血液循环,达到延缓或者消除内侧间室的退行性改变,避免或推迟膝关节置换。文章将对胫骨高位截骨术的相关问题进行综述。

一、HTO手术适应证及禁忌证

(一)适应证

HTO的适应证包括:(1)年龄<60岁、对于日后活动要求较高;(2)膝关节屈曲大于90°、内翻畸形≤20°、挛缩屈曲畸形≤15°、胫骨平台内侧轻度塌陷≤0.5 cm;(3)膝关节无明显前后或侧方不稳、髌骨关节及膝关节外侧间隙正常。目前该手术常用于关节外的矫正,但是轻度的关节内内翻畸形也同样适用。关节外内翻畸形通常可见于骨髓炎、截骨后遗症、先天性畸形、骨折畸形愈合等情况。对于严重的关节外内翻畸形合并有关节内畸形时(股骨侧畸形大于15°~20°或胫骨侧大于20°~25°),一般选择截骨联合全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)行一期或二期治疗。在纠正关节内畸形时,还应该注意韧带的松解。本文中的内翻畸形主要是OA导致的膝关节畸形,一般为关节内轻度的内翻畸形,所以内翻畸形的角度不宜过大。

上述手术适应证中,最具争议的应是年龄因素。目前众多文献的报道涉及不同国家、区域,且筛选的年龄不同。Efe等^[6]报道的患者中年龄最大的为72岁,Choi等^[7]报道的为70岁,Flamme等^[8]认为60~70岁的患者均可行截骨术。Billings等^[9]的研究显示,行HTO术的年龄较小的患者与老年人相比,术后关节疼痛的缓解与功能改善的差异多不显著,所以临床上选择哪一年龄段的患者并不明确,但是需要考虑年龄大小对于患者日后活动量的影响。身体质量指数(body mass index, BMI)值在众多文献中也是出现频繁,但是并无具体的参考范围。Meidinger等^[10]认为BMI值越大,术后内固定微动引起的负面效果越显著。常用影像学分级为Kellgren-Lawrence(grade 0 to IV)量表^[11]。(表1)

(二)禁忌证

HTO的禁忌证包括:(1)屈曲受限小于90°,内翻畸形>20°,屈曲挛缩>20°;(2)伴有明显的外侧间室关节炎;(3)关节稳定性较差;(4)严重肥胖患者;(5)患肢具有其他疾病影响术后功能锻炼;(6)特殊类型的关节炎患者。

二、术前评估与手术方式

(一)术前评估

术前充分评估患者年龄、体重、身高、职业、日常活动等情况,询问患者期望的术后效果及术后活动程度。术前完成膝关节查体,并给予功能评分。关节X线片包括:直立位的双下肢全长和非负重位膝关节正侧位X线片。对于同时伴有腰部疼痛的患者,应完成腰部正侧位片或腰部磁共振检查,排除腰椎间盘突出、腰椎管狭窄等疾病引起的下肢放射疼

表1 Kellgren-Lawrence 分级

分级	影像学表现
0级	正常
I级	关节间隙可疑狭窄,可能存在骨赘
II级	关节间隙正常或可疑狭窄,明确存在骨赘
III级	关节间隙明确狭窄,软骨下骨部分硬化,中度骨赘形成,可能有畸形
IV级	关节间隙狭窄严重,软骨下骨严重硬化,巨大骨赘形成,明确关节畸形

痛。在矫正过程中,下肢力线矫正位置正确对于术后远期效果有至关重要的作用,因此应通过影像资料测量患肢的机械轴、股胫角(femorotibial angle, FTA角)、内翻角度、胫骨内侧平台角及术中拟矫正的角度等,根据需要选择评估髌骨位置及胫骨平台角。

(二)手术方式

目前使用最多的手术方式有外侧闭合截骨(closing wedge high tibial osteotomy, CWHTO)、内侧开放截骨(opening wedge high tibial osteotomy, OWHTO)。但近年来,随着一些新型内固定物的出现,OWHTO逐渐成为流行趋势。众多骨科医生认为内侧截骨可更为精确的矫正力线。而CWHTO因需要多次截骨,且术后可能会引起髌骨下降和胫骨平台后倾角(tibia platform slope, PTS)的减小,目前应用已逐渐减少。

CWHTO经过几十年的不断改进,目前主要分为两种方式。一种是经腓骨小头下截骨(传统HTO),另一种为经腓骨中段截骨(改良后HTO)。目前以前者多见,后者因出现时间短,其术后长期效果缺乏大量的临床研究数据,因此未能在临床中广泛运用。

改良后HTO的具体程序:全麻或行硬膜外麻醉,患者仰卧位,股骨近端上止血带,压力调为260 mmHg,常规术区消毒、铺单。被动屈伸膝关节,确定术中能够充分活动。可在胫骨近端的前外侧做一个纵向切口或者从胫骨结节到腓骨小头的连线做一横向切口,从胫骨近端、腓骨和胫腓关节小心分离伸肌。术中需警惕关节后方血管和神经损伤。定位胫骨平台,自其下方2 cm处由外侧向内侧楔形截骨,按术前测量以每内翻1°,截骨1 mm的原则进行截骨,保持内侧胫骨骨皮质的连续性。截骨充分后,可在透视下行截骨远端矫正,逐渐靠拢截骨间隙,下肢力线杆测量满意后,根据情况选用合适的固定材料。测量下肢FTA角满意后,松开止血带,充分止血,然后按层次逐一缝合,加压包扎。

OWHTO体位同上,确定鹅足位置,沿该处近端向胫骨内侧后方做斜行切口,长约8~10 cm左右。向后做切口时应注意保护关节后的血管和神经。避免损伤髌腱韧带止点,在截骨部位切除趾骨肌腱和浅层内侧副韧带。向外侧皮质合页部位打入2枚克氏针,2枚克氏针的平面应该与胫骨平台后倾保持一致。水平面截骨自胫骨后缘至胫骨中前1/3,

紧贴两克氏针远端设计水平截骨面。冠状位截骨从胫骨结节后方至胫骨中前1/3,大致与截骨面成110°左右夹角,这样有利于骨愈合。冠状位截骨可以使髌腱止点得以完整保留。除了不干扰髌腱的正常受力之外,截骨面前方的骨接触可以避免近端截骨块向前滑移、倾斜和旋转,加速骨愈合。导向克氏针进针点与胫骨平台内侧缘之间的距离最好大于30 mm,这样可遗留足够的空间来容纳钢板的近端四孔。截骨成功后用间隙撑开器撑开截骨平面,撑开速度要缓慢,使外侧骨皮质应力得到分散,降低骨撕裂的风险。撑开过程中还需要注意胫骨平台后倾的变化。如后倾增加会限制膝关节屈伸活动,加大前交叉韧带张力,导致钢板前移,使得内侧韧带和肌肉过紧。使用C型臂X线机确定力线的位置。矫正到理想区域后,可根据情况进行植骨。若撑开间隙较小时,可植入松质骨,如间隙超过10 mm时,应使用松质骨和皮质骨同时植骨,然后用相应钢板固定,余操作同上^[12]。

三、手术机制

目前普遍认为治疗的目的在于矫正不良力线,重新分布膝关节内侧应力,使病变部位的压力得以“释放”,缓解受影响的膝部间室。但HTO后疼痛缓解的真实机制尚未完全清楚。Shaw和Multon^[13]在一项生物力学尸体研究中发现,如要完全“卸载”内侧间室应力,术中外翻矫正角度应该至少达到25°。这与以往HTO轻微过度外翻矫正6~10°的目标有明显区别。Fujisawa等^[1]表明,假如力线处于某一最佳区域,内侧软骨的损坏程度则会减慢或不再进展,并定义这一区域为胫骨髁间嵴外侧斜坡处,约位于平台的62%位置。这一结论与Dugdale等^[14]的研究结果(50%~75%)相一致,并认为这是矫正力线的金标准。通常建议手术矫正下肢过度外翻5°,力线在Fujisawa点附近,可明显缓解关节疼痛和改善后期功能活动^[13]。大多数研究者的报告表明,良好的术后结果与选择合适的患者关系密切。HTO的理想适应人群是年轻、活动频繁的患者(<60岁),单间室的内侧骨关节炎,具有良好的运动范围且韧带稳定。虽然众多文献结果显示HTO术后效果良好,但仍存在一些有争议的问题。主要包括在开放或闭

合胫骨截骨术的选择、开放截骨术中移植物的选择、固定类型对髌股关节的影响以及HTO后是否会影响后期的TKA成功率。

四、术后效果

HTO的术后效果及长期疗效很大程度上取决于手术过程中下肢力线的矫正是否精确。除此之外,其他影响因素也有很多,如患者年龄、性别、体重、术前症状、术前关节炎的程度、内外侧韧带稳定程度、手术方式、内固定选取、矫正度数、术后康复锻炼等。从现有国内外长期随访的资料表明,术后5年临床效果最好。但是随着时间的延续和长期活动,患者的整体满意度会不断下降。总体上5年优良率为85%~90%,10年为65%。Aglietti等^[15]采用三种不同的方法对139例截骨的患者进行了研究分析,结果显示满意度分别为87%(2~5年的随访),70%(6~10年的随访)和64%(超过10年的随访),并得出结论:行外侧闭合性截骨的患者,即使术中未给予内固定,术后的矫正及功能恢复也是比较满意的。Matthews等^[16]对40例病例进行分析得出术后有效率:1年86%,3年64%,5年50%,9年28%,并且认为手术的成功与患者的肥胖、高龄、过度矫正或矫正不足有密切的关系。众多的文献^[6,17-25]报道均表明HTO后早中期的疗效还是比较肯定的,但随着时间的推移,术后有效率逐渐降低(表2)。

五、术后并发症及处理

HTO术后常见并发症包括^[26-27]:术后感染、血栓栓塞疾病、骨筋膜室综合征、骨折、延迟愈合与骨不连、神经血管并发症、畸形矫正与复发、膝关节强直或不稳、低位髌骨和胫骨平台角减小等。据报道,膝内翻患者因术中畸形纠正不足导致的膝内翻复发概率为5%~30%。Coventry^[3]研究了213例行HTO的患者,术后最常见的并发症是膝内翻畸形复发,作者认为复发的主要原因与术中外翻矫正欠缺有关,建议可适当过度矫正。矫正程度应该根据患者的具体情况,一般大于正常膝外翻角5°可以有效降低膝内翻的复发。腓总神经的损伤是CWHTO中最常见的神经血管并发症,发病率从0~20%不等^[28-29]。Bauer等^[30]发现了导致这一并发症发生的两个直接

表2 HTO术后生存率文献汇总

作者	发表	随访时间	结果
Gstottner等 ^[17]	2008	平均12.4年	生存率:5年(94%),10年(79.9%),15年(65.6%),18年(54.1%),平均矫正外翻度数3.4°
Benzakour等 ^[18]	2010	10~15年	优(12%),良好(30%),中等(31%),差(27%),平均外翻矫正5°
Efe等 ^[6]	2011	平均9.6年(1~18年)	5年(93%),9.6年(84%),15年(68%)
Saragaglia等 ^[19]	2011	平均10.4年	5年(88.8%),10年(74%),平均外翻矫正5°
Spahn等 ^[20]	2013	5012年	5-8年(91%),9-12年(94.4%)
Bonasia等 ^[21]	2014	平均16.5年	5年(98%),10年(92%),15年(71%)
Bonasia等 ^[22]	2014	平均4年	5年(98.7%),7.5年(75.9%),平均外翻矫正6°
Duivenvoorden等 ^[23]	2015	10-20年	10年(75%),20年(50%)
Huizinga等 ^[24]	2016	2~8.5年,平均5.2年	3年(98%),5年(93%),过度外翻矫正4°
Polat等 ^[25]	2017	平均12.4年	5年(93.4%),10年(71.2%),15年(60.1%)

因素:较高位置的腓骨截骨可直接损伤神经,止血不彻底易致间室压力较高。此外,他们还发现了两个次要因素:止血带对神经的影响和术中矫形时膝关节屈伸对神经的影响。但最主要的影响还是术中可能出现的机械性损伤。因为根据腓总神经及其分支的解剖位置,CWHTO最易损伤腓神经。因此,行外侧截骨时可在腓骨头下6~8 cm处截骨。但Polat等^[25]认为在腓骨头下方15 cm以内进行截骨,均会增加腓神经损伤风险,建议采用下胫腓关节或腓骨头截骨术,以避免腓总神经损伤。大多数患者在接受胫骨近端截骨术后逐步出现明显的低位髌骨,致使这一并发症的因素可能有:髌腱止点处的截骨区新生骨生成、术后较长时间固定导致髌腱短缩和髌腱韧带出现纤维变性。Bin等^[31]的Meta分析显示OWHTO后髌骨高度降低,而CWHTO后髌骨高度无明显变化。Polat等^[25]认为该并发症不会降低术后关节功能,但可能会增加日后膝关节置换术的手术难度。此外,众多研究表明HTO可能导致胫骨斜坡发生变化^[32-35]。Ducat等^[32]发现OWHTO术后胫骨坡度增加3~4°,而CWHTO减少了3~5°。而PTS的改变对于手术的成败也有影响。

六、总结

HTO适合早期膝关节内侧关节炎并伴有内翻畸形的患者。根据生物力学原理,调整下肢力线,解除膝关节的内翻畸形,进而降低股骨、胫骨内侧关节面和髌骨关节面之间的压力。HTO可明显缓解关节疼痛并改善生活质量。虽然手术方式有多种,但从众多文献报道看,开放截骨与闭合截骨在术后评分中无明显差异^[36-37]。因此,虽然HTO存在一些缺点,但是它的临床疗效是肯定的,仍然是治疗KOA的有效手术方式。

参 考 文 献

- Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints [J]. Orthop Clin North Am, 1979, 10(3): 585-608.
- Jackson JP, Waugh W. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee [J]. Acta Orthopaedica Belgica, 1982, 43(10): 93-96.
- Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. A preliminary report. 1965 [J]. Clin Orthop Relat Res, 1989, 47(248): 4-8.
- Kohn D, Pape D. The Knee Joint [M]. Paris: Springer-Verlag France, 2012: 611-619.
- Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. The Knee Joint [M]. Paris: Springer-Verlag France, 2012: 621-632.
- Efe T, Ahmed G, Heyse TJ, et al. Closing-wedge high tibial osteotomy: survival and risk factor analysis at long-term follow up [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2011, 12(1): 46.
- Choi HR, Hasegawa Y, Kondo S, et al. High tibial osteotomy for varus gonarthrosis: a 10- to 24-year follow-up study [J]. J Orthop Sci, 2001, 6(6): 493-497.
- Flamme CH, Rühmann O, Schmolke S, et al. Long-term outcome following high tibial osteotomy with tension Bend principle [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2003, 123(1): 12-16.
- Billings A, Scott DF, Camargo MP, et al. High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guide, rigid internal fixation, and early motion-Long-term follow-up [J]. JBone Joint SurgAm, 2000, 82(1): 70-79.
- Meidinger G, Imhoff AB, Paul J, et al. May smokers and overweight patients be treated with a medial open-wedge HTO? Risk factors for non-union [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2011, 19(3): 333-339.
- Stucki G, Meier D, Stucki S, et al. [Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Arthritis Index][J]. ZRheumatol, 1996, 55(1):40.
- Prakash J, Song EK, Lim HA, et al. High tibial osteotomy accelerates lateral compartment osteoarthritis in discoid meniscus patients [J]. Knee SurgSports Traumatol Arthrosc, 2017[Epub ahead of print].
- Shaw JA, Moulton MJ. High tibial osteotomy:an operation based on a spurious mechanical concept.A theoretic treatise [J]. Am J Orthop, 1996, 25(6): 429-436.
- Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative planning for high tibial osteotomy. The effect of lateral tibiofemoral separation and tibiofemoral length[J].Clin Orthop Relat Res, 1992, 274: 248-264.
- Aglietti P, Rinonapoli E, Stringa G, et al. Tibial osteotomy for the varus osteoarthritic knee [J]. Clin Orthop Relat Res, 1983 (176): 239-251.
- Matthews LS, Goldstein SA, Malvitz TA, et al. Proximal tibial osteotomy.Factors that influence the duration of satisfactory function [J]. ClinOrthopRelatRes, 1988, 229: 193-200.
- Gstottner M, Pedross F, Liebensteiner M, et al. Long-term outcome after high tibial osteotomy [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2008, 128 (1): 111-115.
- Benzakour T, Hefti A, Lemseffer M, et al. High tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee: 15 years follow-up [J]. Int Orthop, 2010, 34(2, SI): 209-215.
- Saragaglia D, Blaysat M, Inman D, et al. Outcome of opening wedge high tibial osteotomy augmented with a Biosorb® wedge and fixed with a plate and screws in 124 patients with a mean of ten years follow-up [J]. Int Orthop, 2011, 35(8): 1151-1156.
- Spahn G, Hofmann GO, Von Engelhardt LV, et al. The impact of a high tibial valgus osteotomy and unicondylar medial arthroplasty on the treatment for knee osteoarthritis: a meta-analysis [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013, 21(1): 96-112.
- Bonasia DE, Governale G, Spolaore S, et al. High tibial osteotomy [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2014, 7(4): 292-301.
- Bonasia DE, Dettoni F, Sito GA, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy for medial compartment overload/arthritis in the varus knee: prognostic factors [J]. Am J Sports Med, 2014, 42(3): 690-698.
- Duivenvoorden T, van Diggele P, Reijman M, et al. Adverse events and survival after closing- and opening-wedge high tibial osteotomy: a comparative study of 412 patients [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(3): 895-901.
- Huizinga MR, Gorter J, Demmer A, et al. Progression of medial compartmental osteoarthritis 2-8 years after lateral closing-wedge high tibial osteotomy [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(12): 3679-3686.
- Polat G, Balci Hİ, Çakmak MF, et al. Long-term results and comparison of the three different high tibial osteotomy and fixation tech-

- niques in medial compartment arthrosis [J]. J Orthop Surg Res, 2017, 12(1):44.
- 26 Wootton JR, Ashworth MJ, Maclaren CA. Neurological complications of high tibial osteotomy--the fibular osteotomy as a causative factor: a clinical and anatomical study[J]. Ann R Coll Surg Engl, 1995, 77(1): 31-34.
- 27 Tunngal JA, Higgins GA, Waddell JP. Complications of closing wedge high tibial osteotomy [J]. Int Orthop, 2010, 34(2): 255-261.
- 28 Wu LD, Hahne HJ, Hassenpflug J. A long-term follow-up study of high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis [J]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 2004, 42(8): 474-477.
- 29 Wang F, Chen B, Gao S. High tibial osteotomy and arthroscopic management for the treatment of varus gonarthrosis[J]. Hebei Med J, 2005.
- 30 Bauer T, Hardy P, Lemoine J, et al. Drop foot after high tibial osteotomy: a prospective study of aetiological factors [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2005, 13(1): 23-33.
- 31 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.
- 32 Ducat A, Soriali E, Lebel B, et al. Posterior tibial slope changes after opening- and closing- wedge high tibial osteotomy: A comparative prospective multicenter study [J]. OrthopTraumatolSurgRes, 2012, 98(1): 68-74.
- 33 Luo D, Zhang H, Zhang W. Comparison of three different approaches in periacetabular osteotomy[J]. Ther Clin Manag, 2016, 12: 67-72.
- 34 Ozel O, Yucel B, Mutlu S, et al. Changes in posterior tibial slope angle in patients undergoing open-wedge high tibial osteotomy for varus gonarthrosis [J]. Knee SurgSports TraumatolArthrosc, 2017, 25(1): 314-318.
- 35 Smith TO, Sexton D, Mitchell P, et al. Opening-or closing-wedged high tibial osteotomy: ameta- analysis of clinical and radiological outcomes [J]. Knee, 2011, 18(6): 361-368.
- 36 Harris JD, Mcneilan R, Siston RA, et al. Survival and clinical outcome of isolated high tibial osteotomy and combined biological knee reconstruction [J]. Knee, 2013, 20(3): 154-161.
- 37 Brouwer RW, Biermazeinstra SM, Van Raaij TM, et al. Osteotomy for medial compartment arthritis of the knee using a closing wedge or an opening wedge controlled by a Puudu plate. A one-year randomised, controlled study [J]. JBoneJoint Surg Br, 2006, 88(11): 1454-1459.
- (收稿日期:2018-01-20)
(本文编辑:吕红芝)

张世峰, 金群华. 胫骨高位截骨术治疗膝内侧单间室骨关节炎的研究进展 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2018, 4(5): 312-316.