

## · 临床研究 ·

## 术中下肢机械力线精确定位在胫骨高位截骨中的应用

胡月正, 温宏, 潘孝云, 余华晨

(温州医学院附属第二医院骨科医院关节外科, 浙江 温州 325027)

**【摘要】** 目的: 评价术中精确定位下肢机械力线在胫骨高位截骨术中的作用。方法: 自 2005 年 3 月至 2010 年 7 月, 收治膝内侧间室骨关节炎患者 57 例(63 膝), 男 24 例, 女 33 例; 年龄 34~68 岁, 平均 52 岁。均行胫骨高位内侧开放截骨术, 并在术中运用精确定位下肢机械力线以获取良好截骨角度, 分别于术后第 3 个月和最终随访时拍摄双下肢全长位片, 观测股胫角, 并运用纽约特种医院膝关节评分标准(HSS 评分)分别从疼痛、行走功能、活动度、肌力、屈曲畸形、稳定性等方面评价疗效。结果: 57 例均获随访, 时间 24~60 个月, 平均 36.7 个月。所有患者截骨部位获得良好愈合, 股胫角得到合理矫正, 由术前(182.8±2.9)°改变到术后(167.6±2.5)°及末次随访时的(168.1±2.5)°( $P<0.01$ ), 膝关节外翻恢复正常, 术前膝内侧疼痛等症状消失。HSS 评分由术前的 69.5±7.1 提高至术后的 91.1±4.9 及末次随访时的 92.2±5.6( $P<0.01$ )。根据 HSS 评分标准, 术后膝关节功能优 43 膝, 良 18 膝, 中 2 膝。结论: 在胫骨高位内侧截骨手术中, 即刻运用金属线精确定位下肢机械力线, 能获得良好且个体化的股胫角矫正; 该方法简单易行, 精准有效。

**【关键词】** 骨关节炎, 膝; 截骨术; X 线透视检查

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2012.09.011

**Application of orientation to the mechanical alignment of lower limbs in operation of high tibial osteotomy** HU Yue-zheng, WEN Hong, PAN Xiao-yun, YU Hua-chen. Department of Joint Surgery, Orthopaedic Hospital, the Second Affiliated Hospital of Wenzhou Medical College, Wenzhou 325027, Zhejiang, China

**ABSTRACT** **Objective:** To evaluate the effects of orientation to the mechanical alignment of lower limbs in high tibial osteotomy (HTO). **Methods:** From March 2005 to July 2010, the data of 57 patients (63 knees) with medial compartment osteoarthritis were retrospectively analyzed. There were 24 males and 33 females with an average age of 52 years (ranged, 34 to 68). HTO was used in all the patients, and with wire the exact orientation to the mechanical alignment of lower limbs was performed in order to obtain good angle of intercepted bone. X-rays of full-length lower limbs were done at the 3rd month after operation and final follow-up, in which femorotibial angle would be observed. Clinical results were evaluated according to Hospital for Special Surgery knee scores (HSS) including pain, function, activities, myodynamia, deformity and instability. **Results:** All patients were followed up from 24 to 60 months with an average of 36.7 months. All osteotomy site achieved radiographic healing. The femorotibial angle was corrected from preoperative (182.8±2.9)° to postoperative (167.6±2.5)° and (168.1±2.5)° at final follow-up (compared with preoperative data,  $P<0.01$ ). Pain relieved and genu valgum recovered. HSS score improved from preoperative 69.5±7.1 to postoperative 91.1±4.9 and 92.2±5.6 at final follow-up. According to HSS standard, 43 knees got excellent results, 18 good and 2 fair. **Conclusion:** The orientation to mechanical alignment of lower limbs using wire during operation of HTO is a good method in correcting femorotibial angle and treating medial compartment osteoarthritis of the knee. Moreover, the method is simple and precise for orthopedist.

**KEYWORDS** Osteoarthritis, knee; Osteotomy; Fluoroscopy

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2012, 25(9): 751-754 www.zggszz.com

虽然全膝关节置换术在临床上应用广泛, 但是由于全膝关节置换术易产生并发症如感染、假体松动等严重后果, 以及翻修手术的复杂性, 使得国内外重新关注胫骨高位截骨术 (high tibial osteotomy, HTO)。HTO 是通过将近端胫骨进行截骨来纠正下肢力线, 从而减少膝关节内异常应力分布, 把负荷从病

变内侧间隙转移到相对正常的外侧。因此术中获得良好下肢力线矫正至关重要。自 2005 年 3 月至 2010 年 7 月, 笔者对收治的 57 例膝内侧间室骨关节炎患者进行术中精确定位经胫骨高位内侧开放截骨术, 并随访和分析如下。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 本组 57 例(63 膝), 男 24 例, 女 33 例; 年龄 34~68 岁, 平均 52 岁, 其中 ≥60 岁

22 膝。右侧 34 膝,左侧 29 膝,6 例为双侧。手术所用的内固定材料均为 AO 锁定钢板和 Wright 人工骨移植材料。术前患者双下肢全长负重位 X 线片上测量的股胫角(FTA)为 180°~193°,平均(182.8±2.9)°。

**1.2 术中精确定位截骨角度的方法** 本组患者术前均拍摄标准站立位患侧的下肢全长 X 线片。X 线片中心应位于膝关节中心,并包括髌、膝、踝关节。先确定股骨和胫骨的解剖轴线,即在平分从股骨头顶点至股骨内侧髁最远点这段距离的水平面上,股骨干内外侧的中点称为股骨干中心,它与膝关节平面上方 10 cm 处股骨干内外侧中点的连线构成了股骨解剖轴。同样地在平分从胫骨平台最高点至胫骨最远点这段距离的水平面上,胫骨干内外侧的中点就是胫骨干中心,其与膝关节平面下方 10 cm 处胫骨干内外侧中点的连线即为胫骨解剖轴<sup>[1]</sup>。两者相交的外侧夹角被定义为胫股角,在正常情况下胫股角为 174°左右,而在膝关节内侧室骨性关节炎患者中这两条轴线的角度增加。手术时开放截骨获得良好外翻角度是通过术中精确测量获得的。术中在进行胫骨结节高位开放截骨后,撑开内侧截骨面,摆正患肢,然后将相当于下肢长度的直金属线(长 2 m,直径 2 mm,由广慈医疗器械有限公司提供)放置于肢体表面,通过 X 线透视确定金属线的两侧分别为

于股骨头和踝关节的中心。此时,如果金属线通过膝关节的中点,则说明已经获得良好的角度矫正;如果金属线通过膝关节的内侧间室,则说明开放角度不足,需进一步撑开内侧截骨面开放角度;如果金属线通过膝关节的外侧间室,则说明矫正过正,需适度减少胫骨截骨面的开放角度(图 1)。

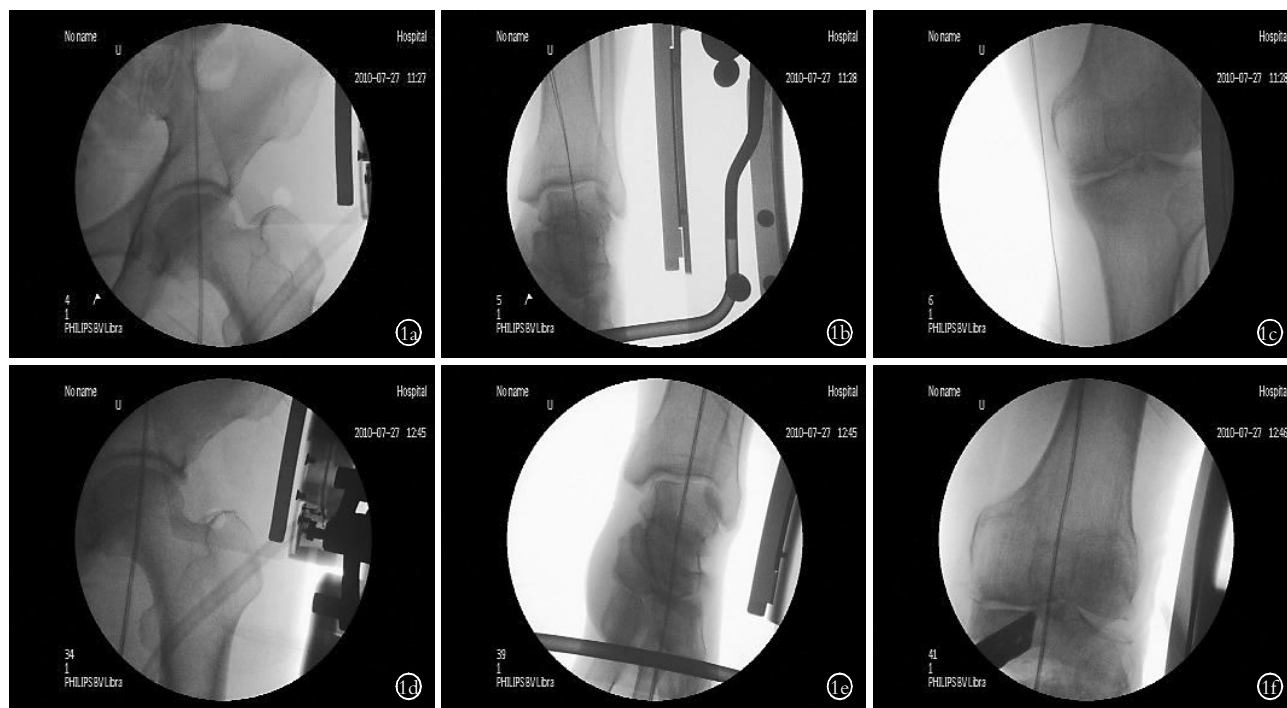
**1.3 术后处理** 术后患者石膏固定 4~6 周;石膏拆除后功能锻炼恢复膝关节功能。术后 6 周,建议患者扶拐部分负重;当患者术后复查 X 线提示截骨部位愈合,骨痂生长明显,才考虑予完全负重。

**1.4 观察项目与方法** 采用 HSS (纽约特种医院)评价系统从疼痛、行走功能、活动度、肌力、屈曲畸形、稳定性等方面评定膝关节功能<sup>[2]</sup>。临床结果分为优(90~100 分)、良(80~89 分)、中(70~79 分)、差(<70 分)。分别在术后 3 个月和末次随访时在门诊获得。在相应时间里 X 线拍摄双下肢全长正位片,通过放射科影像归档通信系统(PACS 系统)测量相应 FTA 其变化。

**1.5 统计学处理** 采用 SPSS 17.0 统计软件对手术前后的 HSS 评分及 FTA 采用配对资料 t 检验进行统计学处理,以 P<0.01 为差异有统计学意义。

**2 结果**

本组患者均获得随访,时间 24~60 个月,平均



**图 1** 胫骨高位截骨术中金属线精确定位下肢力线的 X 线定位图 **1a, 1b, 1c.** 术中下肢力线测定,见经髌关节中心和踝关节中心的力线通过膝关节内侧 **1d, 1e, 1f.** 行胫骨高位截骨,逐渐外翻胫骨远端,并行下肢力线测定,当下肢力线通过膝关节中心时,确定胫骨截骨角度并固定胫骨  
**Fig.1** The X-ray films of orientation to the mechanical alignment of lower limbs in HTO **1a, 1b, 1c.** Determined the mechanical alignment of lower limbs during operation, the X-rays showed the mechanical alignment of the center of hip and ankle joint traversed the inner side of knee **1d, 1e, 1f.** During operation of HTO, gradually everted distal tibial end, and determined the mechanical alignment of lower limb. When the mechanical alignment of lower limb passed the center of knee joint definite the angle of intercepted bone and fix the tibia

表 1 57 例(63 膝)患者术前、术后以及末次随访时 HSS 膝关节评分( $\bar{x} \pm s$ , 分)Tab.3 The average HSS score of preoperative, postoperative and final follow-up in 57 cases(63 knees)( $\bar{x} \pm s$ , score)

| 时间    | 疼痛       | 功能       | 活动度      | 屈曲畸形    | 肌力      | 不稳定     | 减分         | 总分         |
|-------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|------------|------------|
| 术前    | 15.9±6.1 | 17.8±2.9 | 16.1±1.4 | 7.4±1.6 | 9.4±0.9 | 8.0±1.6 | -(5.0±2.4) | 69.5±7.1   |
| 术后    | 26.9±2.9 | 20.5±1.4 | 17.1±1.0 | 9.3±1.0 | 9.8±0.6 | 8.8±1.0 | -(1.4±0.8) | 91.1±4.9*  |
| 末次随访时 | 27.7±3.0 | 20.8±1.5 | 17.1±1.0 | 9.3±1.0 | 9.8±0.6 | 8.8±1.0 | -(1.2±0.8) | 92.2±5.6** |

注:与术前比较, \* $t=23.065, P=0.000$ ; \*\* $t=24.375, P=0.000$

Note: Compared with preoperative data, \* $t=23.065, P=0.000$ ; \*\* $t=24.375, P=0.000$

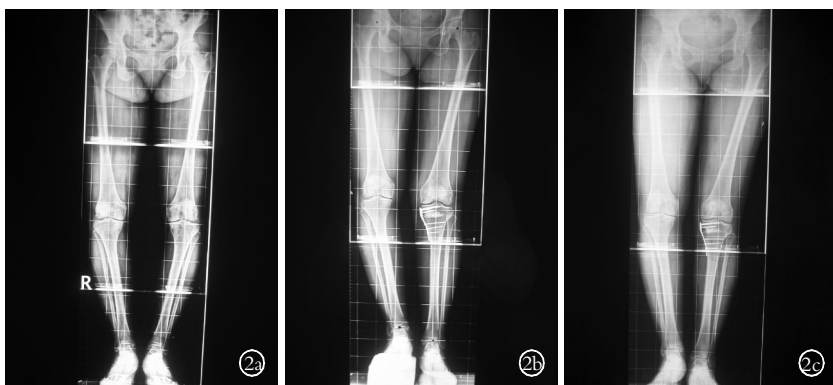


图 2 女性患者, 53 岁, 反复双膝关节内侧疼痛 5 年, 根据病史及 X 线表现诊断为双膝关节内侧间室骨性关节炎 2a. 术前 X 线示双膝关节内翻明显 2b. 术后 X 线片可见术中精确定位对 FTA 和下肢力线的恢复 2c. 术后 3 年左下肢 FTA 和力线情况

Fig.2 A 53-year-old female patient, repeated both knees pain for 5 years, who was diagnosed with medial compartment osteoarthritis of both knees according to the history and X-rays 2a. X-ray showed gonyectyposi before HTO 2b. The recovery of FTA and mechanical alignment after HTO 2c. X-ray showed the circumstance of FTA and mechanical alignment at the 3rd year after HTO

36.7 个月。HSS 评分由术前的  $69.5 \pm 7.1$  提高至术后的  $91.1 \pm 4.9$  及末次随访时的  $92.2 \pm 5.6$ , 与术前比较差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ , 见表 1); 根据 HSS 评分标准, 术后膝关节功能优 43 膝, 良 18 膝, 中 2 膝。术后站立位全长 X 线摄片均获得良好外翻角度矫正, FTA 由术前 ( $182.8 \pm 2.9$ )° 改变到术后的 ( $167.6 \pm 2.5$ )° 及末次随访时的 ( $168.1 \pm 2.5$ )°, 其改变具有统计学意义 (手术前后比较:  $t=36.778, P=0.000$ ; 术前和末次随访时比较:  $t=35.873, P=0.000$ )。骨不连或骨延迟愈合 2 例; 腓总神经损伤 1 例, 术后半年感觉胫前肌功能、伸趾功能恢复。无合并血管损伤及胫骨平台骨折的病例。石膏固定 4~6 周后拆除, 进行 1~2 周膝关节锻炼, 活动度均恢复至术前水平。无伸膝乏力或膝前疼痛等症状。典型病例见图 2。

### 3 讨论

近年来, 胫骨高位内侧开放截骨术由于对治疗膝关节内侧间室骨关节炎及下肢机械力线异常的疗效显著, 获得越来越多国外专家的肯定。相对于胫骨高位外侧闭合截骨, 该术式具有很多优点, 但是, 同样存在截骨部位延迟愈合或不愈合、重建角度和内固定失败等缺陷。外科手术技术、内固定和截骨部位植骨材料的选择等因素都将影响该手术的成功与否。一般认为, 中青年人 (<55 岁)、有相当程度运动

要求, 体重指数小于理想体重的 1.32 倍、屈曲挛缩小于 15°、膝关节 3 个间室仅累及内侧间室、没有韧带不稳定的膝关节内侧关节炎和内翻畸形患者, 可进行 HTO 手术<sup>[3]</sup>。目前对于年龄适应证的争论一直存在。Trieb 等<sup>[4]</sup>研究发现 HTO 失败的风险随年龄增加而增大, 65 岁以后每增加 1 岁风险增大 7.6%, 故 65 岁以上患者不宜进行 HTO 手术。Billings 等<sup>[5]</sup>则不支持年轻人行 HTO 效果好于老年人的观点, 认为不同年龄患者手术后疼痛缓解相当, 所以手术失败概率也相同。而 Flamme 等<sup>[6]</sup>的研究结果说明符合其适应证标准的 60~70 岁患者也可以行 HTO 手术。因此, 临床上没有将年龄作为划分是否进行 HTO 手术的标准, 但是年轻人对运动的要求较高且运动量较大, 如果适应证合适, 进行 HTO 手术当然是更好的选择。在本组临床病例中也有年龄大于 65 岁的患者, 其对劳动和运动的要求较高, 并对全膝关节置换心存疑虑, 且骨性关节炎主要累及膝关节内侧间室, 因而也进行 HTO 手术。

下肢机械力线是股骨头中心经膝关节中心到踝关节中心的连线, 正常情况下为 180°。可分解为股骨机械轴线和胫骨机械轴线, 假若下肢机械力线异常, 造成关节内外侧间室受力不均, 骨关节炎可先始于一侧 (内或外)。当下肢力线排列正常时, 60%~75% 的负荷经过膝关节内侧, 25%~40% 的负荷经过膝关节外侧; 当膝关节步行负重时有一向外的摆动, 其内收时膝关节内侧部分负荷明显增加, 故膝骨关节炎多始于内侧, 常伴有膝内翻畸形; 而膝内翻畸形造成下肢力线改变, 力线由膝关节中心向内侧移位, 体重负荷进一步在膝关节内侧间室积聚。长期的异常负荷, 可使内侧关节软骨磨损, 严重者出现软骨下骨的磨损, 导致畸形进一步加重。患者出现疼痛、膝关节侧向摆动、骨质增生, 临床上出现膝关节畸形呈进行性加重。通过胫骨高位截骨恢复正常下肢力线, 实际上是反转内侧股胫关节的过度负荷, 以适度的量转

移到相对正常的外侧股胫关节,使内侧关节软骨修复再造,从而消除或减轻疼痛,增加稳定。FTA 是指股骨解剖轴线和胫骨解剖轴线相交的外侧夹角。由于胫骨解剖轴线往往与机械轴线重合,其相对于股骨解剖轴线处于外翻位,故正常情况下,FTA 要小于  $180^\circ$ ,其外翻角度为  $(180^\circ - \text{FTA})$ ;FTA 是反映 HTO 手术恢复下肢正常机械力线,缓解膝关节单间室骨关节炎症状的重要指标。

虽然把 FTA 纠正到外翻位能获得良好的效果并得到大多数国内外专家的认同,但是外翻到多少度才合适,另外外翻会不会加速外侧间室的退行性变仍然在讨论印证中。Coventry 等<sup>[7]</sup>认为 FTA 纠正到外翻角度  $\geq 8^\circ$ ,HTO 具有良好有效率(5 年为 90%,10 年为 65%),但若矫正角度  $< 8^\circ$ ,有效率会大幅降低(5 年为 38%,10 年为 19%),所以把最佳术后 FTA 角度设置为  $170^\circ \sim 167^\circ$ ;Koshino 等<sup>[8]</sup>经长期随访后发现,要获得良好结果外翻角度必须控制在  $10^\circ$ ;Majima 等<sup>[9]</sup>研究认为术后最佳外翻应控制在  $12^\circ \sim 16^\circ$ (即 FTA 控制在  $168^\circ \sim 164^\circ$ )。然而 Rudan 等<sup>[10]</sup>则认为外翻  $6^\circ \sim 14^\circ$ 可以获得理想的临床效果;另外, Hernigou 等<sup>[11]</sup>认为过度纠正至外翻位会加速膝关节外侧间室的退变。但 Majima 等<sup>[9]</sup>的研究结果表明外翻角度越大,膝关节内侧间室退变速度越慢,膝关节外侧间室的炎症发展却不会因此加速,外翻角度大小与膝关节外侧间室的退变无必然联系。笔者认为 HTO 的结果与下肢力线的纠正程度密切相关。HTO 本质是重新分布膝关节的负重力线,将负荷从关节内侧间室移至相对正常的外侧间室,能延迟或预防骨关节炎在内侧间室的进一步发展并解除内侧间室的骨关节炎症状;因而,对本组病例均采用术中即刻精确定位下肢机械力线,使得下肢机械力线由膝内侧间室移至膝关节中心或接近外侧间室的方法确定胫骨内侧截骨开放角度,而不是像其他学者描述的通过术前测量,术中计算的方法获取胫骨高位截骨角度<sup>[12]</sup>,本组病例术后 FTA 角度为  $(167.6 \pm 2.5)^\circ$ ,手术前后变化有统计学意义( $P < 0.01$ ),且角度基本符合国内外学者要求的合理范围,虽然没有长期随访结果,但中期效果良好。另外,该方法是针对不同患者术中即刻使用,可以忽略不同患者胫骨大小差异对胫骨截骨角度的影响,得到下肢力线个体化精确定位,获得良好 FTA 及外翻角度。

总而言之,术中利用金属线即刻定位下肢机械力线获得胫骨内侧高位截骨角度的方法,精准有效,简单易行,是 HTO 手术获得良好 FTA 角度的有效方法,值得推广借鉴。

#### 参考文献

- [1] Tang WM, Zhu YH, Chiu KY. Axial alignment of the lower extremity in Chinese adults[J]. J Bone Joint Surg Am, 2000, 82: 1603-1608.
- [2] Brinker MR, Lund PJ, Barrack RL. Demographic biases of scoring instruments for the result of total knee arthroplasty[J]. J Bone Joint Surg Am, 1997, 79(6): 858-865.
- [3] Berman AT, Bosacco SJ, Kirshner S, et al. Factors influencing long-term results in high tibial osteotomy[J]. Clin Orthop, 1991, (272): 192-198.
- [4] Trieb K, Grohs J, Hanslik-Schnabel B, et al. Age predicts outcome of high-tibial osteotomy[J]. Knee Surg Sports, 2006, 14(2): 149-152.
- [5] 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]. J Bone Joint Surg Am, 2000, 82(1): 70-79.
- [6] 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.
- [7] Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases[J]. J Bone Joint Surg Am, 1993, 75(2): 196-201.
- [8] Koshino T, Yoshida T, Ara Y, et al. Fifteen to twenty-eight years' follow-up results of high tibial valgus osteotomy for osteoarthritic knee[J]. Knee, 2004, 11(6): 439-444.
- [9] Majima T, Yasuda K, Katsuragi R, et al. Progression of joint arthrosis 10 to 15 years after high tibial osteotomy[J]. Clin Orthop Relat Res, 2000, 381: 177-184.
- [10] Rudan JF, Simurda MA. High tibial osteotomy. A prospective clinical and roentgenographic review[J]. Clin Orthop Relat Res, 1990, 255: 251-256.
- [11] Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, et al. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study[J]. J Bone Joint Surg Am, 1987, 69(3): 332-354.
- [12] 韩明涛,王飞,孙晋客,等.胫骨高位截骨与传统高位截骨治疗高龄屈曲型膝内侧间室骨关节炎的对比研究[J].中国骨伤, 2010, 23(2): 107-110.

Han MT, Wang F, Sun JK, et al. Comparative study on impacted high tibial osteotomy and conventional high tibial osteotomy for the treatment of flexional medial knee osteoarthritis in aged patients [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2010, 23(2): 107-110. Chinese with abstract in English.

(收稿日期:2012-01-18 本文编辑:王宏)