

# 胫骨假体放置位置与人工膝关节置换后的稳定性★

赵晋平, 夏智昌, 贾知才

## Effect of setting position of tibial prosthesis on the stability after total knee replacement

Zhao Jin-ping, Xia Zhi-chang, Jia Zhi-cai

### 文章亮点:

①文章分析了临床上常见的主要胫骨近端力学指标的测量指标和方法。②总结了人工膝关节置换中胫骨假体放置位置对其稳定性的影响。

### Abstract

**BACKGROUND:** Choice of reference methods and techniques to determine the setting position or parameters of the tibial prosthesis in total knee arthroplasty is still rarely reported.

**OBJECTIVE:** To analyze the effect of setting position of tibial prosthesis on its stability and compatibility in total knee replacement.

**METHODS:** The articles that related to the tibial prosthesis or angle in the process of total knee replacement were selected through search. For the articles in the same field, those published recently or in the authorized journals were included.

**RESULTS AND CONCLUSION:** After preliminary retrieval, 132 articles were screened out and 27 of them were involved in the retrospective analysis according to inclusion criteria. Due to individual differences of the geometry of the proximal tibia and surgical operation, the prosthesis and the proximal tibia section sometimes cannot show a good match. During total knee arthroplasty, the tibial surface angles, alignment and apposition have an important impact on the stability, flexion and extension functions of knee joint and life of the prosthesis; tibial prosthesis placement is directly related to the prosthesis loosening, subsidence and postoperative joint flu after total knee replacement. Therefore, selecting a suitable type of prosthesis for the patients and make a good match between the prosthesis and the proximal tibia section, the prosthesis implantation techniques are also needed to be improved in order to enhance the stability of the prosthesis.

Zhao JP, Xia ZC, Jia ZC. Effect of setting position of tibial prosthesis on the stability after total knee replacement. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2012;16(35): 6623-6627. [http://www.crter.org/crter-2012-qikanquanwen.html]

### 摘要

**背景:** 目前关于在全膝置换中针对选择何种参照方法和技术来确定胫骨假体放置位置或参数尚报道较少。

**目的:** 分析人工膝关节置换过程中胫骨假体放置的位置对其置换后稳定性及相容性的影响。

**方法:** 通过检索选择文章内容与人工膝关节置换过程中胫骨假体或角度相关的文章, 同一领域文献则选择近期发表或发表在权威杂志文章。

**结果和结论:** 初检得到 132 篇文献, 根据纳入标准选择关于胫骨假体放置的 27 篇文章进行综合分析。由于胫骨上端几何结构的个体差异以及手术操作等原因, 假体与胫骨上端切面有时不能良好匹配。全膝关节置换中, 胫骨假体各面的角度、对线、对位对置换后膝关节的稳定性、屈伸功能和假体使用寿命均有重要影响; 胫骨假体的放置直接关系到人工膝关节置换后假体的松动、下沉及术后关节感等。因此选用适合患者型号的假体, 使假体与胫骨上端切面能良好匹配的同时, 还要提高假体植入技巧, 以增强假体的稳定性。

**关键词:** 胫骨假体; 膝关节; 置换; 几何结构; 稳定性

赵晋平, 夏智昌, 贾知才. 胫骨假体放置位置与人工膝关节置换后的稳定性[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(35): 6623-6627. [http://www.crter.org/crter-2012-qikanquanwen.html]

Second Department of Orthopedics, Urumqi Friendship Hospital, Urumqi 830049, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Zhao Jin-ping★, Master, Associate chief physician, Second Department of Orthopedics, Urumqi Friendship Hospital, Urumqi 830049, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China zhaojinping15@126.com

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2012.35.030

Received: 2012-05-08 Accepted: 2012-05-16

乌鲁木齐市友谊医院骨二科, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 830049

赵晋平★, 男, 1966 年生, 山西省太原市人, 硕士, 副主任医师, 主要从事骨创伤与关节疾病的研究。 zhaojinping15@126.com

中图分类号: R318  
文献标识码: B  
文章编号: 2095-4344 (2012)35-06623-05

收稿日期: 2012-05-08  
修回日期: 2012-05-16  
(20120329010/YJ · C)

## 0 引言

随着全膝关节置换和高位胫骨截骨临床应用越来越广泛,如何提高假体置换的成功率和稳定性已经成为许多骨科医生近来探讨的焦点。影响全膝关节置换和高位胫骨截骨临床效果的因素有许多,包括假体的性能、人工假体置换技术水平、假体置换后生物力学分析及生物相容性<sup>[1]</sup>。纵观近年来此方面文献,大部分学者都集中于寻找和建立可靠的生物力学指标,比如不同类型或材质的人工关节假体及膝关节周围环境的影响,而股骨位置及截骨相关参数影响就常被用来作为评价假体置换后相容性的一个参考指标<sup>[2]</sup>,相对于股骨来说,学者们很少把精力放在胫骨的研究上,其实胫骨,特别是胫骨近端,在人工膝关节置换的成败及置换后疗效也起到了非常关键的作用。

在人工膝关节置换过程中,胫骨放置的错误将直接导致置换后髌股关节松动、胫骨旋转对线不良和屈膝不稳定等问题出现,也使得假体松动、磨损机率增加<sup>[3]</sup>,直接影响到假体与宿主相容性及患者临床疗效。目前关于在全膝置换中针对选择何种参照方法和技术来确定股骨假体放置位置或角度尚报道较少,本文回顾分析了临床上常见的主要胫骨近端力学指标的测量指标、方法及胫骨在膝关节置换过程中意义相关的文献,总结人工膝关节置换中胫骨假体放置位置对其稳定性的影响。

## 1 资料和方法

**1.1 资料来源** 由第一作者应用计算机检索 CNKI 数据库 (<http://dlib.cnki.net/>)、重庆维普数据库 (<http://www.cqvip.com/>) 中相关文献。检索时间范围: 2001-01/2011-11。检索关键词为“胫骨假体; 髌关节; 置换; 几何结构; 稳定性”。

### 1.2 入选标准

纳入标准: ①具有原创性, 论点论据可靠的文章。②针对性强, 相关度高的文献。③对同一领域的文献选择近期发表或权威杂志的文献。

排除标准: 较陈旧的理论观点以及一些重复性研究。

**1.3 质量评估** 阅读标题和摘要进行初筛, 排除与研究目的不符和重复性文章; 查阅全文, 判断与纳入标准一致的文章。

**1.4 数据的提取** 由 2 名评价员分别仔细阅读所获文献文题、摘要和全文, 以确定符合纳入标准的文献。如遇分歧则协商解决。如果试验报告的资料不全, 则进一步与试验的主要研究者联系获取。初检得到 200 篇文献, 其中英文文献 46 篇, 中文文献 154 篇。由作者按纳入及排除标准筛选后, 共纳入 27 篇文章。其中中文文献 19 篇, 英文文献 8 篇。文献[1-9]主要总结胫骨的解剖学特点及作用, 文献[10-13]探讨数字化技术在胫骨近端截骨及形态学参数方面的研究, 文献[14-20]探讨股骨假体旋转角度及对线对位方面的研究, 文献[21-27]展望了数字化医学在膝关节假体置换后稳定性的作用。

## 2 结果

**2.1 胫骨的解剖学特点及作用** 胫骨位于小腿的内侧, 对支持体质量起重要作用。胫骨近端的精确解剖参数测量的意义人工膝关节置换的长期疗效有赖于下肢正常力线的恢复, 但假体的几何形状要与人体相匹配, 才能使假体与周围保留的软组织协调运动<sup>[4]</sup>。所以, 胫骨的解剖学定位及相关参数的研究显得至关重要。胫骨上端与股骨下端形成膝关节。与股骨下端接触的面为胫骨平台, 也两个微凹面, 并有内侧或外侧半月板增强凹面, 与股骨髁的相对面形成运动轨迹, 并增加膝关节的稳定性, 胫骨平台是膝的重要负荷结构, 一旦发生骨折, 使内、外平台受力不均, 胫骨平台的后倾角包括平台骨性后倾角和半月板后倾角, 由于胫骨平台内侧分别有内、外侧副韧带, 平台中央有胫骨转子其上有交叉韧带附着, 当胫骨平台骨折时, 常发生韧带及半月板的损伤。Clemens 等<sup>[5]</sup>认为在人工膝关节置换中没有必要考虑半月板的后倾因素, 关于胫骨平台的骨性后倾, 大都接受参考内侧平台的后倾角, 因为内侧平台是膝关节的主要负重面。丁志强<sup>[6]</sup>总结了 30 例胫骨应力骨折患者的临床资料, 发现新兵训练所致的胫骨应力骨折均发生在大负荷训练后, 其正位 X 射线片特点为骨折多发生在胫骨中上 1/3 内侧皮质, 该部位与股骨纵轴延长线相交, 提示膝关节正常轻微外翻可能与胫骨应力骨折的发生有关。余正红等<sup>[7]</sup>观察 80 例固定及 20 例新鲜成人膝关节标本, 解剖观察内侧结构的组成及其位置与形态学特点, 为膝关节置换中内侧结构软组织平衡的松解策略选择提供形态学依据, 同时实验结果提示鉴于胫骨平台内侧缘“檐状”外形, 在膝关节置换时

可以对其边缘稍做切除修正, 选择稍小一号胫骨平台假体或将平台假体稍偏外放置, 就可以纠正残留轻度内翻紧张。保留膝后内侧角半膜肌止点, 维持动力性稳定, 这将有利于保持人工关节假体后膝关节稳定和促进关节功能的康复。

正常人的胫骨存在着一定的扭转角度, 胫骨扭转角最早是由 Le Damany 定义为胫骨近端关节面的横轴线与胫骨远端关节面的横轴线在冠状面上的夹角<sup>[8]</sup>。以往临床上往往忽视了胫骨扭转角度的异常所引起的下肢疾病, 并不为临床医师所重视, 其测量方法亦多种多样。随着数字三维重建技术在人工假体设计中的应用, 临床学者更进一步掌握了正常膝关节解剖学和形态学的特征, 从而使假体植入后在运动功能上更符合人体正常膝关节运动, 也设计出很多个体化的膝关节假体。有关文献报道, 胫骨扭转角的测量有尸体解剖法、临床体检法、放射影像法<sup>[9]</sup>。并且徐香玖等<sup>[10]</sup>提出了扭转畸形这一新概念: 个体扭转角与正常人平均值相差 2 倍标准差以上, 通过研究发现其与一些临床疾病的关系非常密切。在全膝关节置换中, 虽然选择弹性模量与骨组织相似的人工关节假体可以降低界面应力集中, 这样便延缓或防止假体松动, 但仍要求假体在设计上要符合解剖、生理、生物力学及运动学, 因此胫骨解剖学的研究对人工膝关节设计有重要意义。

**2.2 胫骨截骨与利用数字化技术的应用** 人工膝关节胫骨假体与胫骨近端截骨面的匹配是全膝人工关节置换成功的关键因素<sup>[11]</sup>, 为了准确完成胫骨的截骨, 置换中需外翻髌骨、极度屈曲膝关节, 将胫骨外旋并向前半脱位以充分显露胫骨平台<sup>[12]</sup>。一般情况下, 胫骨的脱出显露仅需要胫骨平台下前内侧少量的骨膜剥离和内、外侧软组织牵开以及在平台后缘通过拉勾辅助来完成。如有必要, 尤其是在内翻畸形的情况下, 可松解平台下内侧及后内侧结构, 这可包括内侧副韧带浅层等结构, 来获得胫骨平台的显露。但在膝外翻畸形时, 内侧结构不可做过多剥离松解, 否则加大内外侧间隙的不平衡。在不需要通过松解内侧结构来平衡内外侧间隙时, 通常仅在内侧胫骨平台下做少量的骨膜下剥离之后, 在内外侧、后侧韧带及软组织被牵开保护的情况下, 通过电锯不同角度的移动来完成截骨。根据术者的习惯、膝关节的解剖特点以及截骨定位器械的不同, 胫骨近端的截骨, 可以采用髓外或髓内定位系统, 也可以两者联合使用。无论髓外或髓内定位系统均应在冠状位上通过胫骨平台中心与踝关

节中心, 并通过或平行胫骨机械轴。胫骨平台中心髓内定位的入点位于前交叉韧带胫骨附丽点或髌间前脊的前外侧。踝关节真正中心是在内外踝尖中心偏内侧 5~10 mm 处。由于胫骨时常存在畸形, 髓内定位较易出现偏差。髓外定位因解剖标志明确, 易于操作并定位准确, 现已被广泛应用<sup>[13]</sup>。

**2.3 全膝关节置换过程中胫骨假体位置的影响** 现在常规应用的各种膝关节假体系统, 股骨侧与胫骨侧均可分别选择假体型号进行安装。通常股骨与胫骨假体应按截骨前后实际测量的大小, 安放在相应的解剖位置上。最好与截骨后的股骨髁边缘、胫骨平台边缘相吻合。虽然应用旋转平台的膝关节系统可容受一定程度的股骨与胫骨假体旋转位置的不良放置, 但这容易增加膝关节内外侧韧带及软组织在屈伸运动中张力的不平衡, 可能出现疼痛等相关问题而影响膝关节功能。由于股骨侧截骨时已经确定了股骨的外旋, 如无特殊情况, 股骨假体居中放置股骨远端内外髁上, 即沿股骨中远端长轴放置。在应用后交叉韧带保留型假体时, 居中放置更有利于发挥后交叉韧带功能, 减少膝关节屈伸时出现抬升位移的情况<sup>[14]</sup>。

由于胫骨侧假体的不良旋转位置会影响到髌骨的运动轨迹<sup>[15]</sup>。故在确定胫骨假体大小的同时, 确定胫骨假体旋转位置显得更为重要。通常是将胫骨假体的中心的前缘置于胫骨结节内 1/3 的位置上。也可将股骨试模及无固定柱的胫骨假体试模放入, 通过被动活动膝关节观察髌骨的运动轨迹, 调整胫骨假体的位置。临床上通常采取前一方法确定胫骨假体位置。在胫骨结节内 1/4 处标定胫骨假体安放的旋转位置, 测量及确定假体大小时可允许假体在后外侧有少量的悬出(使用对称性设计的假体较易出现), 但不要有前内、内侧的悬出。此时及安装假体时均用髓外定位杆检查胫骨安放的力线<sup>[16]</sup>。通过胫骨试模确定好胫骨假体安放位置后, 做出胫骨假体的固定孔。祝钧<sup>[17]</sup>研究人工全膝关节置换股骨假体的内外侧对线对髌股关节以及胫股关节的生物力学的影响, 采用美国 7HFVFDQ 公司感测片测定髌股、胫股接触面积和峰值接触压, 最后经软件处理得到数字化的结果, 人工全膝关节置换中股骨假体的内外侧位置为中立位至外置 4PP 之间较为合理。

**2.4 股骨假体旋转角度及对线对位** 胫骨近端关节面相对于下肢机械轴存在一定程度的内翻。股骨假体外旋位放置的根本目的是为了代偿胫骨近端的非对称截骨, 以获得平衡的屈曲间隙和韧带张力及较好的髌

骨运动轨迹。理论上, 以股骨后髁轴为参照, 股骨假体的外旋放置角度应等于该患者膝关节病变前的胫骨平台内翻角<sup>[18]</sup>。中国人人工膝关节置换中, 胫骨假体相对于胫骨结节内侧缘旋转以获得良好的胫股关节对位的位置位于胫骨结节内侧缘稍外侧, 当采用固定平台膝关节假体时, 以胫骨结节中内 1/3 为标准行胫骨假体旋转放置时, 有导致胫骨假体相对于股骨假体外旋过度的可能。肖瑜等<sup>[19]</sup>对 60 例膝内翻患者行旋转平台全膝人工关节置换, 比较全膝关节置换中确定胫骨假体旋转对线的参照方法, 验证了胫骨结节内侧缘至中内 1/3 线是较理想的胫骨假体旋转定位区间, 线性的定位应根据患者膝关节内外翻畸形程度而定。孙铁铮等<sup>[20]</sup>研究表明, 无论对于内翻畸形还是外翻畸形, 胫骨存在扭转畸形的情况下, 胫骨结节内 1/3 相对于股骨内外上髁轴线均发生明显外旋, 相对于双髁轴的位置没有明显改变。即使在伸直位韧带平衡情况下安装胫骨假体, 假体置换后与置换前相比较, 胫骨结节内旋角度 8° 左右, 如果股骨内外上髁轴线外侧夹角小于 15° 膝关节置换后将造成“内八字足”, 而且使胫骨平台衬垫和股骨假体之间产生很高的剪切力, 导致衬垫磨损, 从而影响人工关节假体的寿命。

下肢的力线异常导致膝关节生物力学的改变是膝关节骨关节炎发生的重要机制。股骨假体平行于经股骨上髁轴放置的可靠性最高, 但由于解剖学和手术操作的原因, 术中很难准确定位此轴。股骨假体旋转对线不良及曲率半径比外侧髁大, 对于股骨内外与胫骨机械轴呈垂直关系, 但在膝关节也会影响膝关节屈曲时内外翻的稳定侧髁的形态。依据 X 射线片, 众多学者对二维平面内的下肢畸形作了广泛而深入的研究, 如内翻、外翻等冠状面轴向畸形导致骨关节炎已被阐明并被大家所接受, 而对三维空间内的肢体畸形研究者甚少。肢体扭转角是一个三维空间内的概念<sup>[21]</sup>。过去由于缺少有效的测量手段, 临床研究非常困难。近年来, 由于测量手段的改进以及计算机技术在医学领域的发展应用, 尤其是 CT 在骨科领域内的广泛应用和数字化骨科的进步, 为胫骨扭转角的深入研究奠定了基础<sup>[22]</sup>。

股骨假体旋转对位是全膝置换手术成功的重要因素。股骨假体旋转对位不良, 特别是过度内旋会导致不正常的髌股运动轨迹, 引起髌骨半脱位、全脱位、髌股关节之间非正常的磨损和膝前区疼痛, 也会影响膝关节屈曲时内外翻的稳定性, 导致胫骨假体扭转应

力的增加, 使胫骨假体磨损或松弛。人工全膝关节置换中的股骨假体旋转对线技术是一个非常重要且容易被忽视的技术环节, 已有研究发现亚洲人的膝关节解剖形态与西方人相比, 有其特殊之处。吴剑彬等<sup>[23]</sup>在 MRI 上测量全膝置换股骨假体旋转对位骨性标志, 研究股骨前轴作为全膝置换股骨假体旋转对位骨性标志的可靠性, 经 Levene 检验提示股骨前轴分别与股骨后髁轴、Whiteside's 前后轴相比, 相对于经股骨上髁轴的变异性有显著差别, 说明了股骨前轴作为全膝置换股骨假体旋转对位标志的可靠性差。周殿阁等<sup>[24]</sup>对 20 个正常尸体膝关节标本进行解剖, 经外上髁尖分别向内侧侧副韧带深、浅层起点钻孔, 行 MRI 检查, 测量矢状位像钻孔部位与内、外后髁几何圆心之间的距离及轴位像股骨髁后髁和股骨髁扭转角, 结果证明内、外后髁关节面的固定旋转轴心恰好通过内、外侧侧副韧带股骨侧深层起点, 可以看作膝关节的屈曲固定轴, 通过松解不同层面的侧副韧带, 可以在全膝关节置换中针对性地松解软组织及调整伸屈间隙的平衡, 从而矫正各种膝内、外翻及屈曲挛缩畸形。股骨内、外侧侧副韧带深层止点可作为全膝关节置换中股骨假体旋转定位的参考标志。但是, 目前关于在全膝置换中针对中国人选择何种参照方法和技术来确定股骨假体的旋转对线尚无研究报道。

### 3 小结

胫骨假体下沉主要是在前部, 因此对于胫骨假体柄来说应将其放置在中心稍偏后侧, 不能靠前, 让其承受的重力位置较能适合人体力学原理, 避免负重点前移, 将压力负荷几乎均匀地传递到下方的胫骨大部或全区, 避免了由于应力的集中引起疲劳, 进而导致假体的松动<sup>[25]</sup>。人工全膝关节置换中利用骨性解剖标志各自独立地确定胫骨假体、股骨假体的旋转对线必然会产生胫股旋转对线不良, 而临床股骨上髁轴产生的影响较小, 一个理想的胫骨后倾角是术后恢复膝关节伸屈功能, 保持膝关节稳定性及延长假体使用寿命的重要基础。

随着现代医学对膝关节损伤研究的不断深化, 以及计算机技术的普及和计算机辅助三维重建技术的飞速发展, 尤其是随着快速成型软件的出现, 数字化虚拟技术已被广泛应用于膝关节损伤的研究中。数字化技术借助其它学科的工具软件, 将人体膝关节进行三维重建, 测量数值后, 进行相关研究, 其对复杂自由

曲面的设计修改, 体现出它的巨大优势, 已广泛应用于医学领域<sup>[26]</sup>。胫骨位相参数主要包括胫骨全长, 胫骨平台宽, 胫骨内侧平台宽, 前后径, 后倾角, 胫骨外侧平台宽, 前后径, 后倾角等, 是人工假体设计的重要参数。随着螺旋 CT 的发展以及计算机普及应用, 医学三维技术有了很大进展, 其能直观、清楚显示病变的立体形态及体现空间关系, 为临床医生选择合适的治疗方案, 为术前决定股骨髁旋转截骨的角度, 提供了有用的帮助<sup>[27]</sup>。相信随着科学的发展和时代的进步, 三维图像重建技术在骨科领域的应用将更为广泛。

故此, 对于胫骨假体的放置, 我们的体会是应当充分利用数字化技术, 确定假体的放置定点、力线的矫正以及胫骨截骨与假体平台平面的放置三者结合起来考虑, 做到点线面的和谐统一, 这样才有利于膝关节假体置换后的稳定性。

#### 4 参考文献

- [1] 王战朝, 杨明路. 胫骨平台骨折治疗的国内外进展[J]. 中医正骨, 2003, 15(1): 52-54.
- [2] 钟家勇. 胫骨平台骨折的手术治疗研究进展[J]. 中国医药导报, 2006, 3(20): 150-152.
- [3] 蒋毅, 周一新, 周乙雄, 等. 胫骨高位截骨术后胫骨后倾角度的变化[J]. 中华骨科杂志, 2003, 23(8): 452-454.
- [4] 邵宏翊, 王迪凡, 喻飞, 等. 北京地区汉族成年人膝关节骨性解剖的研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2008, 7(6): 41-44.
- [5] Clemens U, Miehke RK. Advanced navigation planning including soft tissue management. Orthopedics. 2005; 28(10 Suppl): s1259-1262.
- [6] 丁志强. 胫骨应力骨折形成的力学分析[D]. 北京: 中国科学院上海冶金研究所, 2000.
- [7] 余正红, 蔡青, 李鉴轶, 等. 膝内侧稳定结构的解剖特征与软组织平衡的关系[J]. 中国临床解剖学杂志, 2009, 27(4): 371-374.
- [8] Asano H, Hoshino A, Wilton TJ. Soft-tissue tension total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 2004; 19(5): 558-561.
- [9] 王业华, 吕厚山, 寇伯龙, 等. 国人胫骨内侧平台后倾角的测量及不同测量方法的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2003, 11(10): 694-696.
- [10] 徐香玖, 郭青, 黄刚, 等. 多层螺旋 CT 三维和多平面重建在膝关节创伤性骨折中的临床应用价值[J]. 实用放射学杂志, 2002, 18(12): 1087-1088.
- [11] Fitzpatrick CK, FitzPatrick DP, Auger DD. Size and shape of the resection surface geometry of the osteoarthritic knee in relation to total knee replacement design. Proc Inst Mech Eng H. 2008; 222(6): 923-932.
- [12] 张树栋, 曲广运, 张光辉, 等. 胫骨后倾角解剖与放射学测量评价[J]. 中华骨科杂志, 2000, 20: 210-211.
- [13] 黄薇, 姜世平, 王建云, 等. 胫骨平台骨折合并交叉韧带损伤的手术治疗效果分析[J]. 临床军医杂志, 2007, 35(3): 391-393.
- [14] Hitt K, Shurman JR 2nd, Greene K, et al. Anthropometric measurements of the human knee: correlation to the sizing of current knee arthroplasty systems. J Bone Joint Surg Am. 2003; 85-A Suppl 4: 115-122.
- [15] 许维亚. 胫骨后倾角在全膝关节置换中的意义[J]. 骨与关节损伤杂志, 2004, 19(4): 280-282.
- [16] Chaichankul C, Tanavalee A, Itiravivong P. Anthropometric measurements of knee joints in Thai population: correlation to the sizing of current knee prostheses. Knee. 2011; 18(1): 5-10.
- [17] 祝钧. 全膝关节置换术中股骨假体内置外置对膝关节生物力学影响的实验研究[D]. 上海: 第二军医大学, 2009.
- [18] 孙英彩, 崔建岭, 马晓晖, 等. MRI 测量正常人膝关节软骨厚度[J]. 实用放射学杂志, 2004, 20(11): 1007-1010.
- [19] 肖瑜, 张福江, 于建华, 等. 全膝关节置换术中胫骨假体旋转对线新技术[J]. 中国修复重建外科杂志, 2008, (1): 26-28.
- [20] 孙铁铮, 吕厚山, 倪磊, 等. 膝关节骨关节炎患者胫骨扭转角度的异常及临床意义[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2007, 1(4): 230-233.
- [21] Soyer J, Iborra JP, Pries P, et al. Mid-term behavior of the bone fixation in non-cemented Miller-Galante 1 total knee arthroplasty. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 2001; 87(1): 40-49.
- [22] 刘俊生, 毕大卫, 费骏, 等. 胫骨平台骨折内固定技术的研究进展[J]. 中国骨伤, 2006, 19(12): 757-759.
- [23] 吴剑彬, 潘骏, 陈临炜, 等. 全膝关节置换术中股骨假体旋转对线标志的研究进展[J]. 浙江创伤外科, 2009, 14(5): 538-541.
- [24] 周殿阁, 吕厚山, 方竞, 等. 膝关节侧副韧带解剖特点与膝关节置换股骨假体旋转定位轴线的关系[J]. 中国修复重建外科杂志, 2006, 20(6): 594-597.
- [25] Chin KR, Dalury DF, Zurakowski D, et al. Intraoperative measurements of male and female distal femurs during primary total knee arthroplasty. J Knee Surg. 2002; 15(4): 213-217.
- [26] 王臻, 滕勇. 基于快速成型的个体化人工半膝关节的研制-计算机辅助设计与制造[J]. 中国修复重建外科杂志, 2004, 18(5): 347-351.
- [27] Viceconti M, Lattanzi R, Antonietti B, et al. CT-based surgical planning software improves the accuracy of total hip replacement preoperative planning. Med Eng Phys. 2003; 25(5): 371-377.

**作者贡献:** 所有作者共同负责资料收集、成文、审核, 并对文章负责。

**利益冲突:** 本课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

**此问题的已知信息:** 由于胫骨上端几何结构的个体差异以及手术操作等原因, 假体与胫骨上端切面有时不能良好匹配。

**临床应用的意义:** 应当充分利用数字化技术, 确定假体的放置定点、力线的矫正以及胫骨截骨与假体平台平面的放置三者结合起来考虑, 做到点线面的统一, 才有利于膝关节假体置换后的稳定性和相容性。