

人工全膝关节置换术中假体旋转力线定位的研究进展

李 想, 王 岩, 董纪元
解放军总医院 骨科, 北京 100853

摘要: 人工全膝关节置换术后旋转力线对于患者术后功能和假体使用寿命十分重要。近年来, 针对膝关节假体旋转力线的评估方法和手术技术在不断发展, 特别是计算机导航辅助手术的应用, 使得关节假体的旋转力线更为精确。本文就膝关节假体旋转力线的评估、旋转力线对术后功能的影响, 以及计算机导航的最新应用进展做一综述。

关键词: 旋转力线; 计算机导航; 人工全膝关节置换

中图分类号: R 687.4 文献标志码: A 文章编号: 2095-5227(2014)07-0775-03 DOI: 10.3969/j.issn.2095-5227.2014.07.037
网络出版时间: 2014-03-20 14:57 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3275.R.20140320.1457.005.html>

Advances in rotational alignment of total knee arthroplasty

LI Xiang, WANG Yan, DONG Ji-yuan

Department of Orthopaedics, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China

Corresponding author: WANG Yan. Email: yanwang1961@yahoo.com

Abstract: Rotational alignment after total knee arthroplasty is crucial for the postoperative outcome and survival expectation of prosthesis. In recent decades, improving evaluation and surgery technique, like navigation system, have notably promoted the precision of rotational alignment of total knee arthroplasty. The evaluation methods of rotational alignment, its effect on post-op function and the advances of latest computer-assisted navigation technique in total knee arthroplasty are briefly reviewed in this article.

Key words: rotational alignment; computer navigation; total knee arthroplasty

人工全膝关节置换手术的患者术后满意度和假体使用寿命在很大程度上取决于正确的膝关节力线。理想的人工膝关节力线可以让患者获得更接近于正常的膝关节运动方式, 避免假体和骨水泥受力不均导致的早期失败, 同时最大限度地保证伸膝装置的功能。在人工全膝关节置换手术研究领域, 更多的临床研究集中在术后膝关节的冠状位力

线, 即内外翻角度, 而关于假体旋转力线的研究相对较少。但近十几年来, 随着对全膝人工关节理解的不断深入, 以及围手术期CT测量和导航技术的发展, 膝关节假体旋转力线的重要性越发受到人们的重视。膝关节旋转力线取决于指股骨假体与胫骨假体在水平横断面方向上的位置, 影响着人工膝关节假体覆盖、屈伸间隙平衡、伸膝装置功能、髌骨关节功能等多个方面的临床效果。本文将对膝关节置换假体旋转力线方面的研究文献进行回顾, 探讨假体旋转力线与术后功能、假体使用寿命之间的关联, 并比较不同定位方法对实现良好旋转力线的优劣。

1 人工膝关节假体旋转力线的测量

Berger等^[1]最早发表了在水平横断面CT片上测量假体旋转力线位置的方法: 在股骨通髁线水平分别标记测量通髁

收稿日期: 2014-01-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(81301564); 军队青年基金(13qnp184)

Supported by the National Natural Science Foundation of China(81301564)

作者简介: 李想, 男, 在读博士。研究方向: 人工关节置换。Email: lxsteve.lee@hotmail.com

通信作者: 王岩, 男, 主任医师, 教授, 博士生导师。Email: yanwang1961@yahoo.com

线和假体后髁最高点的连线, 这两条线之间的夹角定位股骨外旋角度。在胫骨侧, 首先定位胫骨假体的几何中心, 连接该中心与胫骨假体前端顶点, 确定胫骨假体纵轴线; 寻找假体的几何中心在胫骨结节顶点水平处的投影点, 连接该点到胫骨结节顶点的直线, 测量这两条直线在水平面上投影的夹角, 即为胫骨假体旋转角度。股骨假体和胫骨假体旋转角度之和, 被定义为综合旋转角。此后许多学者分别在各自的研究中使用这种测量方法并得出了相似的结论^[2-6]。Martin等^[7]发表的最新研究报道中描述了另一种使用CT建模并测量胫骨旋转位置的方法, 较为简便。虽然这些评估方法均基于CT检查, 但Konigsberg等^[6]的最新研究称, 使用二维CT评估膝关节置换术后假体旋转位置的方法在不同观察者之间、或是同一观察者的不同时段之间的差异较大, 认为这种方法的重复性不高。随着磁共振技术的发展, MRI也被用来进行人工膝关节置换术后假体旋转力线的评估, Murakami等^[8]使用MRI对50例人工全膝关节置换术后膝关节疼痛的患者和16例无症状患者进行MRI扫描, 评估二者间旋转力线的差异, 获得了与其他研究者使用CT进行评估相似的结果。

2 旋转力线与术后功能

股骨假体的旋转位置主要影响人工关节置换手术中的屈曲间隙平衡以及术后的髌骨轨迹两大方面。早在1993年, Anouchi等^[9]进行的尸体研究已经表明了股骨外旋对于屈曲间隙平衡和稳定的重要意义, 同时也针对其对髌骨轨迹的影响进行了初步的讨论。Harman等^[10]进行的研究和Thompson等^[11]进行的计算机模拟实验均表明, 膝关节假体旋转力线不良的患者在进行屈膝运动时, 会导致关节运动学、生物力学的异常变化。Lütznier等^[12]的研究同样支持这一观点, 并认为旋转力线对位不良是导致术后疗效不好的原因之一。股骨假体的旋转力线主要涉及到屈曲间隙平衡和髌骨轨迹两个方面, 股骨假体的内旋放置会引起人工全膝关节置换术后早期失败^[13]。

胫骨假体的旋转位置有时更容易被忽视, 但却是影响膝关节置换手术效果的重要因素^[14-16]。对于经验相对较少的医生而言, 容易犯的错误的是胫骨假体外旋不足, 会导致髌骨轨迹不佳, 影响术后效果^[3]。有些学者认为, 人工关节的旋转力线不良也是导致术后膝前区疼痛的因素之一, 后者是临床上常见的髌股关节并发症^[17-18]。根据文献报道, 无论是否置换髌骨假体, 均可能出现这种并发症而导致失败^[17-18]。Barrack等^[17]的研究指出, 对于进行髌骨置换的患者而言, 若术后出现膝前区疼痛的主要因素在于假体旋转力线不佳, 单纯更换髌骨假体难以获得良好预后, 而且容易出现髌骨骨折等棘手的并发症。由此可以推测, 对于未进行髌骨置换的患者来说, 仅仅进行置换髌骨假体的二次手术同样难以获得良好的手术效果。此外, 对于很多难以解释的膝关节置换术后疼痛病例来说, 建议对其假体的旋转力线进行检查, 评估其是否是导致疼痛的潜在因素^[19]。若在术中需要选择较大的胫骨后倾角度, 胫骨假体的旋转力线不良还可能导致冠状位力线的改变, 一般来说会导致术

后膝关节内翻, 这对于人工全膝关节置换术来说是十分致命的, 容易导致早期内侧胫骨平台的塌陷^[20-21]。

3 假体旋转定位的手术技术

按照测量截骨法测量股骨假体时, 其外旋角度的确定可以根据股骨侧的骨性解剖标志来确定。常用的解剖标志包括: 解剖通髁线, 外科通髁线, 前后切迹连线, 股骨后髁连线, 后交叉韧带。此外还可以通过间隙平衡技术确定股骨外旋角度。Victor^[22]分析比较了各种不同的股骨假体外旋定位方法手术效果的报道结果, 认为使用切迹连线的方法一致性较差, 并认为使用通髁线定位外旋角度的传统方法术后效果值得商榷, 推荐在术前进行CT扫描, 根据测量数据确定股骨的外旋定位参考, 提高股骨旋转位置的精确性。Fuji等^[23]认为, 单纯使用股骨后髁连线确定假体外旋的方法易受股骨后髁软骨的影响, 建议参考多种方法进行股骨旋转定位。Amiri等^[24]提出了使用术中三维C形臂透视的方法进行术中和术后旋转力线的评估, 证明其准确性与传统的CT技术相仿。若使用间隙平衡技术进行股骨截骨, 股骨假体的外旋角度会取决于截骨时韧带的平衡和胫骨截骨面角度, 此时股骨假体的旋转位置变化较大。有研究报道称其变化范围为外旋 6° ~ 内旋 15° , 但这种差异在使用旋转平台的膝关节假体时, 其中期随访结果没有出现明显统计学意义^[25]。

在胫骨侧, 假体的旋转位置一般参照胫骨结节和后交叉韧带在胫骨侧的止点位置, 对胫骨平台外侧缘的充分显露有助于实现更理想的胫骨旋转位置。解剖学上的一些研究表明, 无论是在内翻还是外翻畸形的情况下, 胫骨前后纵轴与股骨通髁线之间为相对固定的垂直关系^[26]。但Tao等^[27]最近发表的研究称, 使用胫骨结节内侧作为胫骨假体旋转定位点的方法并不一定能够获得良好的术后效果。一些解剖型设计的旋转衬垫假体兼顾了旋转力线和骨面覆盖之间的矛盾, 对于胫骨假体旋转位置的容错率更高^[7]。

近年来, 随着计算机导航人工全膝关节置换手术的发展, 股骨假体的安装位置更加精确化^[28-29]。计算机导航技术可以在下肢更大的范围内评估膝关节的力线情况, 并对其个性化的导航定位, 对于优化髌骨轨迹、提高术后患者满意度均显示出一定的优势^[5,30-32]。

4 结语

随着人工全膝关节置换术的日益普及和对人工全膝关节置换术的不断深入研究, 人们对患者术后功能和使用寿命的要求也在不断提高。而完美的膝关节力线则是实现这些要求的必要条件。相比冠状位力线而言, 旋转力线因其评估手段的限制有时会被医生们所忽视, 往往导致了一些并发症的发生。随着手术技术的不断发展, 尤其是计算机导航关节置换技术的成熟, 提供了膝关节假体旋转力线的精确度, 但其实际临床意义和经济投入产出比尚存在不小的争议, 需在长期随访的基础上进一步研究^[33]。

参考文献

- 1 Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, et al. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty [J]. Clin

- Orthop Relat Res, 1998, (356): 144–153.
- 2 Berger RA, Rubash HE, Seel MJ, et al. Determining the rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty using the epicondylar axis [J]. Clin Orthop Relat Res, 1993, (286): 40–47.
 - 3 B é dard M, Vince KG, Redfern J, et al. Internal rotation of the tibial component is frequent in stiff total knee arthroplasty [J]. Clin Orthop Relat Res, 2011, 469 (8): 2346–2355.
 - 4 Chauhan SK, Clark GW, Lloyd S, et al. Computer-assisted total knee replacement. A controlled cadaver study using a multi-parameter quantitative CT assessment of alignment (the Perth CT Protocol) [J]. J Bone Joint Surg Br, 2004, 86 (6): 818–823.
 - 5 Choong PF, Dowsey MM, Stoney JD. Does accurate anatomical alignment result in better function and quality of life? Comparing conventional and computer-assisted total knee arthroplasty [J]. J Arthroplasty, 2009, 24 (4): 560–569.
 - 6 Konigsberg B, Hess R, Hartman C, et al. Inter- and intraobserver reliability of two-dimensional CT scan for total knee arthroplasty component malrotation [J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472 (1): 212–217.
 - 7 Martin S, Saurez A, Ismaili S, et al. Maximizing tibial coverage is detrimental to proper rotational alignment [J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472 (1): 121–125.
 - 8 Murakami AM, Hash TW, Hepinstall MS, et al. MRI evaluation of rotational alignment and synovitis in patients with pain after total knee replacement [J]. J Bone Joint Surg Br, 2012, 94 (9): 1209–1215.
 - 9 Anouchi YS, Whiteside LA, Kaiser AD, et al. The effects of axial rotational alignment of the femoral component on knee stability and patellar tracking in total knee arthroplasty demonstrated on autopsy specimens [J]. Clin Orthop Relat Res, 1993, (287): 170–177.
 - 10 Harman MK, Banks SA, Kirschner S, et al. Prosthesis alignment affects axial rotation motion after total knee replacement: a prospective in vivo study combining computed tomography and fluoroscopic evaluations [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2012, 13: 206.
 - 11 Thompson JA, Hast MW, Granger JF, et al. Biomechanical effects of total knee arthroplasty component malrotation: a computational simulation [J]. J Orthop Res, 2011, 29 (7): 969–975.
 - 12 L ü tzn er J, Kirschner S, G ü nther KP, et al. Patients with no functional improvement after total knee arthroplasty show different kinematics [J]. Int Orthop, 2012, 36 (9): 1841–1847.
 - 13 Pietsch M, Hofmann S. Early revision for isolated internal malrotation of the femoral component in total knee arthroplasty [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2012, 20 (6): 1057–1063.
 - 14 Bonnin MP, Saffarini M, Mercier PE, et al. Is the anterior tibial tuberosity a reliable rotational landmark for the tibial component in total knee arthroplasty? [J]. J Arthroplasty, 2011, 26 (2): 260–267.
 - 15 Coughlin KM, Incavo SJ, Churchill DL, et al. Tibial axis and patellar position relative to the femoral epicondylar axis during squatting [J]. J Arthroplasty, 2003, 18 (8): 1048–1055.
 - 16 Graw BP, Harris AH, Tripuraneni KR, et al. Rotational references for total knee arthroplasty tibial components change with level of resection [J]. Clin Orthop Relat Res, 2010, 468 (10): 2734–2738.
 - 17 Barrack RL, Schrader T, Bertot AJ, et al. Component rotation and anterior knee pain after total knee arthroplasty [J]. Clin Orthop Relat Res, 2001, (392): 46–55.
 - 18 Petersen W, Rembitzki IV, Br ü ggemann GP, et al. Anterior knee pain after total knee arthroplasty: a narrative review [J]. Int Orthop, 2014, 38 (2): 319–328.
 - 19 Bell SW, Young P, Drury C, et al. Component rotational alignment in unexplained painful primary total knee arthroplasty [J]. Knee, 2014, 21 (1): 272–277.
 - 20 Tsukeoka T, Tsuneizumi Y, Lee TH. The effect of the posterior slope of the tibial plateau osteotomy with a rotational error on tibial component malalignment in total knee replacement [J]. Bone Joint J, 2013, 95–B (9): 1201–1203.
 - 21 Tsukeoka T, Tsuneizumi Y, Lee TH. The effect of rotational fixation error of the tibial cutting guide and the distance between the guide and the bone on the tibial osteotomy in total knee arthroplasty [J]. J Arthroplasty, 2013, 28 (7): 1094–1098.
 - 22 Victor J. Rotational alignment of the distal femur: a literature review [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2009, 95 (5): 365–372.
 - 23 Fujii T, Kondo M, Tomari K, et al. Posterior condylar cartilage may distort rotational alignment of the femoral component based on posterior condylar axis in total knee arthroplasty [J]. Surg Radiol Anat, 2012, 34 (7): 633–638.
 - 24 Amiri S, Wilson DR, Anglin C, Van Houwelingen A, Masri BA. Isocentric 3-dimensional C-arm imaging of component alignments in total knee arthroplasty with potential intraoperative and postoperative applications [J]. J Arthroplasty, 2013, 28 (2): 248–254.
 - 25 Riem ü ller A, Guggi T, Gruber G, Preiss S, Drobny T. The effect of femoral component rotation on the five-year outcome of cemented mobile bearing total knee arthroplasty [J]. Int Orthop, 2012, 36 (10): 2067–2072.
 - 26 Kawahara S, Matsuda S, Okazaki K, et al. Relationship between the tibial anteroposterior axis and the surgical epicondylar axis in varus and valgus knees [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2012, 20 (10): 2077–2081.
 - 27 Tao K, Cai M, Zhu Y, et al. Aligning the tibial component with medial border of the tibial tubercle—is it always right? [J]. Knee. 2014, 21 (1): 295–298.
 - 28 Mihalko WM, Williams JL. Total knee arthroplasty kinematics may be assessed using computer modeling: a feasibility study [J]. Orthopedics, 2012, 35 (10 Suppl): 40–44.
 - 29 Hoffart HE, Langenstein E, Vasak N. A prospective study comparing the functional outcome of computer-assisted and conventional total knee replacement [J]. J Bone Joint Surg Br, 2012, 94 (2): 194–199.
 - 30 Cinotti G, Ripani FR, Sessa P, et al. Combining different rotational alignment axes with navigation may reduce the need for lateral retinacular release in total knee arthroplasty [J]. Int Orthop, 2012, 36 (8): 1595–1600.
 - 31 van der Linden-van der Zwaag HM, Bos J, van der Heide HJ, et al. A computed tomography based study on rotational alignment accuracy of the femoral component in total knee arthroplasty using computer-assisted orthopaedic surgery [J]. Int Orthop, 2011, 35 (6): 845–850.
 - 32 Czurda T, Fennema P, Baumgartner M, et al. The association between component malalignment and post-operative pain following navigation-assisted total knee arthroplasty: results of a cohort/nested case-control study [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2010, 18 (7): 863–869.
 - 33 Hiscox CM, Bohm ER, Turgeon TR, et al. Randomized trial of computer-assisted knee arthroplasty: impact on clinical and radiographic outcomes [J]. J Arthroplasty, 2011, 26 (8): 1259–1264.