

轴向旋转对胫骨近端内侧角测量的影响

杜瑞勇¹, 吴厦^{2,3}, 马琦^{2,3}, 刘璞^{1,2}, 景峰^{2,4}, 蔡谔^{2,3}

(1. 北京王府中西医结合医院骨科, 北京 102209; 2. 北京美德瑞骨科医生集团, 北京 102200; 3. 清华大学附属北京清华长庚医院关节病中心, 北京 102218; 4. 焦作市中站区人民医院骨科, 河南 焦作 454191)

【摘要】 目的: 通过在负重位 X 线片上测量并比较双下肢不同轴向旋转角度(中立位、内旋 30°位、外旋 30°位)下的胫骨近端内侧角(medial proximal tibial angle, MPTA), 探讨胫骨不同轴向旋转位置 MPTA 测量值变化及其意义。方法: 自 2018 年 1 月至 2018 年 12 月选取 40 例膝关节关节炎(knee osteoarthritis, KOA)患者, 共计 80 侧, 其中男 12 例, 女 28 例; 年龄 29~73(59.6±12.7)岁。分别拍摄胫骨中立位、内旋 30°位和外旋 30°位双下肢负重全长 X 线片, 测量其 MPTA 并对其结果进行组内和组间比较。结果: 左下肢胫骨中立位、内旋 30°位和外旋 30°位 MPTA 分别为 (86.08±2.48)°、(88.62±2.94)°和 (83.47±3.10)°, 右下肢 MPTA 分别为 (86.87±1.97)°、(89.02±2.39)°和 (83.80±2.77)°, 同旋转角度组内 MPTA 测量值比较, 差异无统计学意义($P>0.05$); 同侧肢体组间 MPTA 比较, 差异有统计学意义($P<0.05$)。在内旋 30°位时, 左、右下肢 MPTA 较胫骨中立位增加 (2.54±1.74)°、(2.15±1.78)°; 在外旋 30°位时, 左、右下肢 MPTA 较胫骨中立位减少 (2.61±2.03)°、(3.07±1.75)°。结论: 拍摄双下肢负重位全长 X 线片时, 若胫骨存在轴向内旋或者外旋, 测得的 MPTA 会较中立位产生增大或者减少的变化, 使临床工作中需要基于 MPTA 准确测量而进行的手术操作可能出现一定程度的偏差。但这种偏差导致的临床手术效果受影响的程度尚需验证。此外, 受限于样本总量及测量分组数量, MPTA 的偏差与胫骨轴向旋转之间是否存在线性关系有待进一步研究。

【关键词】 胫骨近端内侧角; MPTA; 胫骨; 轴向旋转

中图分类号: R687.4+2

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.12.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Influence of axial rotation on measurement of medial proximal tibial angle

DU Rui-yong¹, WU Sha^{2,3}, MA Qi^{2,3}, LIU Pu^{1,2}, JING Feng^{2,4}, CAI Xu^{2,3} (1. Department of Orthopaedic, Beijing Royal Integrative Medicine Hospital, Beijing 102209, China; 2. Beijing Medera Medical Group, Beijing 102200, China; 3. Center of Joint Disease, Beijing Tsinghua Changgung Hospital, Beijing 102218, China; 4. Department of Orthopaedic, Jiaozuo Zhongzhan People's Hospital, Henan Jiaozuo 454191, China)

ABSTRACT Objective To measure and compare medial proximal tibial angle (MPTA) of lower limbs under different axial rotation angles (neutral position, 30° internal rotation, 30° external rotation) on the load position radiographs, and explore changes and significance of MPTA measured within and between groups of tibia at different axial rotation positions. **Methods** From January 2018 to December 2018, 40 patients with knee osteoarthritis (KOA) were selected, with a total of 80 limbs, including 12 males and 28 females, aged from 29 to 73 years old with an average of (59.6±12.7) years old. Full length radiographs of the lower limbs were taken on neutral tibia position, 30° internal rotation and 30° external rotation, respectively. MPTA was measured and the results were compared between groups and within groups. **Results** MPTA measured on the left lower extremity of neutral tibia, 30° internal rotation and 30° external rotation were (86.08±2.48)°, (88.62±2.94)° and (83.47±3.10)°, respectively. MPTA measured on the right lower limb were (86.87±1.97)°, (89.02±2.39)° and (83.80±2.77)°, respectively, and there were no significant difference in MPTA measured between rotation angle group ($P>0.05$). While there were statistical difference in MPTA on the same limb between groups ($P<0.05$). On 30° internal rotation, MPTA of left and right lower limbs increased by (2.54±1.74)° and (2.15±1.78)° compared with tibia neutral position. On 30° external rotation, MPTA of left and right lower limbs decreased (2.61±2.03)° and (3.07±1.75)° compared with tibial neutral position. **Conclusion** When a full-length X-ray film is taken on the weight-bearing position of both lower limbs, if there is axial rotation or external rotation of tibia, MPTA will increase or decrease compared with neutral position, which may cause a certain degree of deviation in clinical operation based on the accurate measurement of MPTA. However, the extent to which this bias affects the clinical operation effect remains to be verified. In addition, limited by the total number of samples and the number of measurement groups, whether there is a linear relationship between MPTA deviation and tibial axial rotation needs to be further studied.

KEYWORDS Medial proximal tibial angle; MPTA; Tibia; Axial rotation

通讯作者: 蔡谔 E-mail: caixu_changgeng@163.com

Corresponding author: CAI Xu E-mail: caixu_changgeng@163.com

骨关节炎 (osteoarthritis, OA) 是世界范围内最常见的关节疾病之一^[1-2]。对于合并有膝关节内侧间隙变窄的患者, 采用胫骨高位截骨术 (high tibial osteotomy, HTO) 治疗已经取得了肯定的临床疗效^[3-5], 但并非所有的膝骨关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 患者均适合接受 HTO 治疗, HTO 的最佳适应证对于胫骨近端内侧角 (medial proximal tibial angle, MPTA) 有一定的要求^[6]。MPTA 可以通过在下肢负重位 X 线片上测量获得, 但是临床观察发现, 下肢负重位 X 线片拍摄时胫骨的轴向旋转位置, 对于 MPTA 的测量值有一定的影响^[7]。MPTA 测量值的改变有可能对于 HTO 适应证的选择造成不利的影响。因此, 本研究通过测量比较胫骨轴向不同旋转角度下的 MPTA 数值及变化趋势, 探讨下肢的旋转位置对于 MPTA 测量值的影响及其临床意义。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准: (1) 双下肢负重位 X 线片示符合 KOA 诊断标准且根据 Kellgren-Lawrence (K-L) 分级^[8]为 0-II 级。(2) 以膝关节症状为就诊主诉。(3) 双下肢无明显的严重内外翻畸形 (严重内翻: 内翻角 > 20°; 严重外翻: 外翻角 > 15°)。(4) 双膝关节主被动屈伸活动无受限。排除标准: (1) K-L 分级 III 级以上。(2) 双膝关节存在明显的严重内外翻畸形 (内翻 > 20°, 外翻 > 15°)。(3) 任意一侧膝关节存在伸直受限。(4) 任意一侧胫骨存在陈旧骨折畸形愈合导致的力线明显偏斜, 严重影响胫骨侧力线定位。(5) 任何一侧踝关节存在重度 OA, 踝穴中心难以确定。

1.2 一般资料

回顾性分析 2018 年 1 月至 12 月收治的 40 例 KOA 患者 (共计 80 侧肢体), 其中男 12 例, 女 28 例; 年龄 29~73 (59.6±12.7) 岁; 左侧 40 例, 右侧 40 例。

1.3 影像学检查方法

使用设计好的 X 线摄片体位限定装置 (分别由中立位、胫骨内旋 30° 位和胫骨外旋 30° 位 3 个足印位置构成)。见图 1。对受试者分别在胫骨中立位、胫骨内旋 30° 位和胫骨外旋 30° 位拍摄双下肢负重位全长 X 线平片。

1.4 观察项目与方法

MPTA 指胫骨力线轴和胫骨近端关节轴之间的内侧夹角^[9]。测量方法: (1) 在双下肢全长 X 线平片中的左右侧胫骨上分别标记出膝关节中心点及踝穴中心点。距骨顶中心^[10], 即踝关节力学中心点, 当胫骨仅做轴向旋转时, 旋转动作是围绕着整个胫骨的解剖轴线 (亦即胫骨机械轴线) 进行的, 而此轴线经过踝穴的中心, 同时也穿过距骨的上关节面中心^[11],

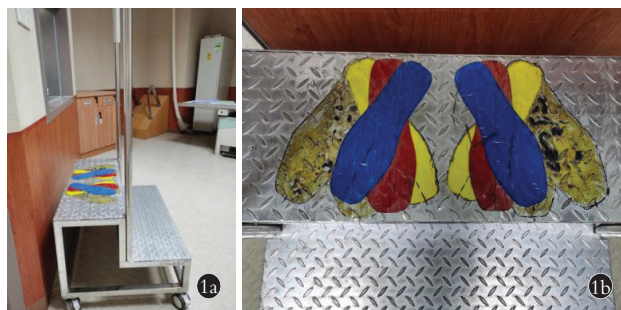


图 1 双下肢全长 X 线片拍摄体位限定装置 1a. 体位限定装置整体外观 1b. 体位限定装置细节: 红色鞋印为胫骨中立位, 黄色鞋印为胫骨内旋 30° 位, 蓝色鞋印为胫骨外旋 30° 位

Fig.1 Position limiting device for full-length X-ray film of both lower limbs 1a. Overall appearance of body position limiting device 1b. Details of position limiting device: red shoe print was the neutral position of the tibia, yellow one was medial rotation position of tibia at 30°, and the blue one was lateral rotation position of tibia at 30°

踝穴的 X 线形态会有所改变, 但距骨顶上表面形态无明显改变, 距骨顶中心比较容易辨认。分别做两点之间的连线, 获得该侧胫骨的力线轴模拟线。(2) 分别经左右侧胫骨内外侧平台近端最远点做连线, 作为该侧胫骨关节线的模拟线。(3) 两条连线相交后在胫骨近端内侧形成的夹角, 即为 MPTA。见图 2。由 2 位资深骨科医师对同一影像学资料按照上述方法进行测量, 取两者测量结果的平均值作为该例患者的 MPTA 值。

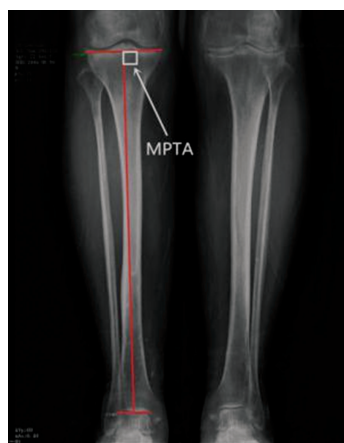


图 2 下肢全长 X 线片上胫骨近端内侧角测量方法

Fig.2 Measurement of proximal medial angle of tibia (MPTA) on full-length X-ray film of lower limb

1.5 统计学处理

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的定量资料数据采用均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两组间比较采用成组设计定量资料的 t 检验, 两两比较采用 LSD 法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同拍摄体位 MPTA 比较

左下肢与右下肢在中立位、内旋 30°位及外旋 30°位组内 MPTA 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。左下肢与右下肢在中立位、内旋 30°位和外旋 30°位组间 MPTA 值比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。表明肢体的侧别不是影响 MPTA 测量的因素, 提示本研究试验方法具有良好的可重复性。

表 1 不同拍摄体位 MPTA 比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Comparison of MPTA on different shooting positions
($\bar{x} \pm s$) 单位: °

侧别	例数	外旋 30°位	中立位	内旋 30°位	F 值	P 值
左下肢	40	83.47±3.10	86.08±2.48	88.62±2.94	32.68	0.000
右下肢	40	83.80±2.77	86.87±1.97	89.02±2.39	47.64	0.000
t 值		-0.515	-1.578	-0.664		
P 值		0.608	0.119	0.508		

2.2 同侧肢体不同旋转角度组间 MPTA 比较

左下肢中立位与内旋 30°位、外旋 30°位 MPTA 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.000$)。右下肢中立位、内旋 30°位、外旋 30°位 MPTA 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.000$)。见表 2、表 3。

表 2 双下肢中立位组与内旋 30°位组 MPTA 组间比较
($\bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of MPTA between the neutral lower limb group and internal 30° rotation group ($\bar{x} \pm s$) 单位: °

侧别	例数	中立位	内旋 30°位	t 值	P 值
左下肢	40	86.081±2.48	88.622±2.94	2.541	<0.000
右下肢	40	86.873±1.97	89.020±2.39	2.147	<0.000

表 3 双下肢中立位组与外旋 30°位组 MPTA 组间比较
($\bar{x} \pm s$)

Tab.3 Comparison of MPTA between the neutral position group of lower limbs and external 30° rotation group ($\bar{x} \pm s$) 单位: °

侧别	例数	中立位	外旋 30°位	t 值	P 值
左下肢	40	86.081±2.48	83.469±3.10	-2.6125	<0.000
右下肢	40	86.873±1.97	83.807±2.77	-3.0655	<0.000

2.3 双下肢旋转后 MPTA 值比较

左下肢由中立位内旋至 30°时, MPTA 值增加 (2.54 ± 1.74)°; 右下肢由中立位内旋至 30°位时, MPTA 值增加 (2.15 ± 1.78)°。左下肢由中立位外旋至 30°时, MPTA 值减少 (2.61 ± 2.03)°; 右下肢由中立位外

旋至 30°位时, MPTA 值减少 (3.07 ± 1.75)°。

3 讨论

3.1 MPTA 的临床应用

由于世界人口年龄的增长以及导致 OA 的风险因素的增加, 特别是肥胖和久坐的生活方式, 在未来几十年中, OA 患者的数量将大幅增加^[12]。对于老年 KOA 的治疗, 多采用“阶梯化治疗”^[13]。COVENTRY 等^[3]提出胫骨结节以上水平截骨, 即 HTO, 并称之为安全有效的措施。HTO 是治疗 OA 的一种非常有效的方法^[4-5], 尤其是开放楔形 HTO 通过调节下肢力线使膝关节内的压应力能够得到合理分布, 避免应力集中, 从而有效延缓膝关节退行性改变进程^[14-15]。有研究^[16]指出, 内翻 9°以内可以考虑做 HTO, >9°则可以直接选择全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA), 因为内翻每增加 1°就会使因 HTO 失败而转做 TKA 的危险性增加至原先的 1.2 倍, 患者不满意率增加 1.5 倍。因此, 作为 HTO 术前规划当中的重要环节, MPTA 的精确测量对于 HTO 手术适应证的把握以及术后远期效果的预估具有重要的作用。目前国内外现有的研究^[7]虽然提示胫骨轴向旋转角度对于 MPTA 的数值会有一定的影响, 但并未对其影响模式及临床意义进行阐释。

3.2 胫骨轴向旋转与 MPTA 测量值的关系

本研究结果发现同侧肢体, 在同一旋转角度组 (中立位组) 向另外同一旋转角度组 (同为内旋或者外旋) 变化时, 测得的 MPTA 数值具有相同的变化趋势, 即中立位组 → 内旋 30°位组, MPTA 均增加; 中立位组 → 外旋 30°位组, MPTA 均减少。上述结果提示, MPTA 受轴线旋转影响的变化趋势 (增加或减少), 仅与轴向旋转的方向有关 (内旋或外旋), 而与肢体侧别无关, 而且 MPTA 增加及减少的程度有统计学意义。

3.3 MPTA 准确测量的意义

在临床 X 线影像学结果的获取过程当中, 受到放射科技师操作水平、患者肢体活动受限程度以及依从性等因素影响, 完全将胫骨放在没有任何旋转的中立位在实际操作当中是非常困难的。因此, 所得的 X 线片势必存在一定程度的内旋或者外旋, 在此状况下测量所得的 MPTA 与真实值之间很可能存在有较大的偏差。如果依据测量所得的准确性存疑的 MPTA 数值作为 HTO 手术适应证选择以及截骨调整角度的依据, 那么有很大可能会造成适应证选择不当, 进而可能会因此导致 HTO 治疗失败。另外, 标准中立位双下肢全长片上所测得的 MPTA 角度也是评价 HTO 术后矫正效果的重要影像指标。有研究^[17]发现: 若为 HTO 术后能获得一个理想的胫股角

角度, MPTA 应矫正在 $97^{\circ}\sim 99^{\circ}$, 这样才可使术后膝关节功能得到最大程度的恢复。因此, 术后也需要通过标准中立负重位 X 线片拍摄来获取更为精准的 MPTA 角度, 以达到客观评估矫形效果的目的。

3.4 本研究创新点及局限性

本研究采用影像学定量测量分析下肢旋转对线改变对于 MPTA 测量结果的影响, 结果发现影像学资料摄取时的体位改变会对 MPTA 产生非常明显的影响, 无论是下肢的内旋还是外旋都会造成 MPTA 或增加或减少的改变, 而这种改变造成的 MPTA 测量偏差足以影响以 MPTA 的精确测量值为决策依据的手术规划的准确性, 如 HTO 手术等, 造成临床医生的误判, 从而影响手术效果及预后, 甚至导致截骨矫形手术的失败。因此, 当下肢全长 X 线平片存在胫骨内旋的情况时, 需要警惕 MPTA 被高估的风险, 反之, 当下肢全长 X 线平片存在胫骨外旋的情况时, 则 MPTA 很可能被低估。

本研究存在一定局限性, 首先, 作为回顾性研究, 受总体就诊患者数量影响, 样本总量偏少; 此外, 在样本获取方面为单中心研究, 也是导致入组病例偏少的原因。另外, 虽然采用了 2 位资深骨科医生测量结果取平均值的数据采集方法, 仍然可能存在测量偏倚。此外, 虽然结果提示了胫骨轴向旋转对 MPTA 测量值的影响, 这种影响可能会导致临床当中需要基于 MPTA 准确测量而进行的手术操作出现一定程度的偏差, 但此种偏差所导致的临床手术效果受影响的程度尚需验证。此外, 受限于样本总量及测量分组数量, MPTA 的偏差与胫骨轴向旋转之间是否存在线性关系有待进一步研究。最后, 本研究测量内旋 30° 和外旋 30° 与中立位之间 MPTA 的比较, 角度变化范围较大, 未分析较小角度的内旋或外旋 (比如内旋或外旋 5°) 是否会对 MPTA 的测量产生影响。

总而言之, 本研究结果表明在双下肢负重位 X 线片上, 当胫骨存在内旋或者外旋时, MPTA 会产生增大或者减小的变化趋势; 同时, 这种变化会使 MPTA 的测量值产生具有统计学意义的显著改变。这对于 HTO 适应证选择的质量控制、术前规划的制订以及针对其治疗效果的影像学评估有一定参考价值。

参考文献

[1] VOS T, FOAXMAN A D, NAGHAVI M, et al. Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990–2010; a systematic analysis for the global burden of disease study 2010[J]. *Lancet*, 2012, 380(9859): 2163–2196.

[2] CROSS M, SMITH E, HOY D, et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study[J]. *Ann Rheum Dis*, 2014, 73(7): 1323–1330.

[3] COVENTRY M B. Upper tibial osteotomy for osteoarthritis[J]. *J Bone Jt Surg*, 1985, 67(7): 1136–1140.

[4] HEALY W L, RILEY L H Jr. High tibial valgus osteotomy. A clinical review[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1986, (209): 227–233.

[5] KOSHINO T, MORII T, WADA J, et al. High tibial osteotomy with fixation by a blade plate for medial compartment osteoarthritis of the knee[J]. *Orthop Clin N Am*, 1989, 20(2): 227–43.

[6] 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.

[7] JAMALI A A, MEEHAN J P, MOROSKI N M, et al. Do small changes in rotation affect measurements of lower extremity limb alignment[J]. *J Orthop Surg Res*, 2017, 12(1): 77.

[8] KELLGREN J H, LAWRENCE J S. Radiological assesment of osteoarthritis[J]. *Ann Rheum Dis*, 1957, 16: 494–502.

[9] PALEY D, PFEIL J. Principles of deformity correction around the knee[J]. *Orthopade*, 2000, 29(1): 18–38.

[10] DENNIS D A, CHANNER M, SUSMAN M H, et al. Intramedullary versus extramedullary tibial alignment systems in total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 1993, 8(1): 43–47.

[11] BARG A, AMENDOLA R L, HENNINGER H B, et al. Influence of ankle position and radiographic projection angle on measurement of supramalleolar alignment on the anteroposterior and hindfoot alignment views[J]. *Foot Ankle Int*, 2015, 36(11): 1352–1361.

[12] DE ANGELIS G, CHEN Y. Obesity among women may increase the risk of arthritis: observations from the Canadian Community Health Survey, 2007–2008[J]. *Rheumatol Int*, 2013, 33(9): 2249–2253.

[13] SINUSAS K. Osteoarthritis: diagnosis and treatment[J]. *Am Fam Physician*, 2012, 85(1): 49–56.

[14] 程静波, 李超. 开放式楔形胫骨高位截骨术对髌骨位置的影响[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2019, 34(4): 443–445.

CHENG J B, LI C, FENG M. Effect of open wedge high tibial osteotomy on patellar position[J]. *Chin J Bone Joint Injury*, 2019, 34(4): 443–445. Chinese.

[15] 许健, 郭标, 马炜, 等. 胫骨内侧高位截骨术中 Miniaci 法与力线杆定位法矫正下肢负重力线的精确性比较[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2020, 35(6): 577–580.

XU J, GUO B, MA W, et al. Comparison of accuracy between image measuring rod localization method and Miniaci method for open wedge high tibial osteotomy[J]. *Chin J Bone Jt Inj*, 2020, 35(6): 577–580. Chinese.

[16] HUANG T L, TSENG K F, CHEN W M, et al. Preoperative tibiofemoral angle predicts survival of proximal tibia osteotomy[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2005, 432: 188–195.

[17] TERAUCHI M, SHIRAKURA K, KOBUNA Y, et al. Axial parameters affecting lower limb alignment after high tibial osteotomy[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1995(317): 141–149.

(收稿日期: 2023–03–09 本文编辑: 李宜)