

膝关节骨关节炎患者胫骨前后轴的测量与临床意义

孙铁铮 吕厚山 吴舰 洪楠

摘要：目的 测定健康人膝关节胫骨前后轴(anterioposterior axis, AP 轴)的解剖学标志,比较膝关节骨关节炎患者合并内翻或外翻畸形的情况下,胫骨前后轴的位移趋势,并判断如果以胫骨结节内 1/3 作为旋转定位参考点情况下,胫骨假体相对于胫骨前后轴的旋转匹配程度。方法 选择 32 位膝关节骨关节炎患者,共 62 个膝关节进行膝关节旋转中立位 CT 扫描,并以 10 个正常膝关节作为对照,分别测量在胫骨平台层面及髌腱附着点层面,胫骨 AP 轴与髌腱交点内侧宽度平均比例,胫骨 AP 轴与 PCL 中点-髌腱内缘连线角度及其与 PCL 中点与髌腱内 1/3 连线之间的角度。结果 在髌腱附着点层面,正常膝关节胫骨 AP 轴和 PCL 胫骨附着点中点与髌腱内侧缘连线成角约 $0.57^\circ \pm 5.63^\circ$,胫骨 AP 轴与髌腱交点内侧比例为 $0.54\% \pm 18.63\%$,在膝关节骨关节炎合并内翻或外翻畸形情况下,胫骨 AP 轴与髌腱交点内侧所占比例明显增加($P < 0.05$),合并内翻或外翻畸形的骨关节炎膝关节,胫骨 AP 轴和 PCL 中点与髌腱内缘连线夹角增加, PCL 中点与髌腱内 1/3 连线和胫骨 AP 轴的角度在外旋 8° 左右。结论 健康人胫骨 AP 轴总体为 PCL 中点与髌腱内侧缘连线,骨关节炎合并内翻或外翻畸形情况下,胫骨 AP 轴相对于 PCL 中点与髌腱内侧缘连线呈外旋趋势,如果以胫骨结节内 1/3 作为胫骨假体旋转定位参考点,胫骨假体相对于胫骨前后轴具有外旋倾向。

关键词：骨关节炎;胫骨前后轴;人工全膝关节置换

Anteroposterior axis of the tibia for total knee arthroplasty in Chinese osteoarthritic patients with varus or valgus deformity SUN Tiezheng, LU Houshan, WU Jian et al. Arthritis Clinic and Research Center, People's Hospital, Peking University, Beijing 100044, China

Abstract: **Objective** Identify an extraarticular anatomic landmark indicating the anteroposterior orientation of the tibia in healthy Chinese, compare the position change in osteoarthritic knees with varus or valgus deformity, determine the rotation mismatch between tibial anteriorposterior (AP) axis and tibial component in accordance with the medial 1/3 of tibial tuberosity. **Methods** Analyzing on the axial images of computed tomography of 62 knees with varus and valgus deformity in 32 patients with osteoarthritis who had total knee arthroplasty. At the level of the tibial plateau and the patellar tendon attachment, measure the mean medial percentage width of the intersecting point of the patella tendon and the AP axis, and the mean angles between the AP axis and lines connecting the middle of the posterior crutiate ligament (PCL) to the medial border and medial 1/3 of the patellar tendon attachment. **Results** At the level of the patellar tendon attachment, the mean medial percentage width of the intersecting point of the patella tendon and the AP axis in health Chinese was $0.54\% \pm 18.63\%$, which were increased obviously in osteoarthritic knees with varus and valgus deformities. The mean angle between the AP axis and a line connecting the middle of the PCL to the medial border of patella tendon in healthy Chinese was $0.57^\circ \pm 5.63^\circ$, the angle also was increased in osteoarthritic knees with varus and valgus deformities, which was not significant, but had the tendency of external rotation. The mean angles between the AP axis and a line connecting the middle of the PCL to the medial 1/3 of patella tendon were about 8° in healthy knees and osteoarthritic knees with varus and valgus deformities. **Conclusions** The medial border of the patella tendon attachment can serve as a reliable anterior anatomic landmark to determine the AP axis of tibia in Chinese healthy knees, but AP axis of

作者单位: 100044 北京大学人民医院关节病诊疗研究中心

(孙铁铮、吕厚山)放射科(吴舰、洪楠)

通讯作者: 吕厚山, Email: lu_houshan@yahoo.com.cn

tibia were positioned externally to the line of middle of PCL and the medial border of the patella tendon in osteoarthritic knees with varus or valgus deformity. There was a tendency of external rotation for tibial component in accordance with medial 1/3 of tibial tuberosity relative to the tibial AP axis.

Key words : Osteoarthritis ; Anteroposterior axes of tibia ; Total knee Archroplasty

在人工全膝关节置换手术过程中 ,股骨假体和胫骨假体的旋转对线不仅显著影响膝关节屈曲位稳定性 ,而且对髌股关节稳定性也有一定程度的影响。与股骨假体旋转定位相比较 ,对胫骨假体旋转定位参考轴一直以来关注较少。以往人们一直认为 ,胫骨假体应该对准胫骨结节内 1/3 ,处于轻度外旋位 ,来使膝关节达到最大功能^[1]。但是 ,没有任何文献提供相应的理论和实验依据 ,而只是凭经验确定。

Masao Akagi 等人^[2]将胫骨前后轴(AP 轴)定义为与股骨内外上髁外科轴垂直 ,并且在伸膝位经过后交叉韧带在胫骨后方附着点的中点 ,在对 39 例日本健康人的膝关节行 CT 扫描后 ,确定胫骨 AP 轴为后交叉韧带胫骨止点中点与髌腱内缘连线。骨关节炎合并内翻畸形或外翻畸形情况下 ,尤其对于亚洲人群来说 ,胫骨本身容易出现解剖学异常 ,例如胫骨内翻^[3]、自身扭转^[4]等因素 ,导致胫骨近端骨性标志位置改变 ,胫骨 AP 轴位置可能会发生相应的变化。本项研究通过对膝关节骨关节炎患者行人工膝关节置换手术前进行双膝关节 CT 扫描 ,测定胫骨 AP 轴关节外标志位置的改变 ,并假设以胫骨结节内 1/3 处作为胫骨假体旋转定位参考点 ,判断胫骨假体相对于胫骨前后轴的外旋程度。

1 对象及方法

所有患者为 2004 年 6 月到 2004 年 12 月期间因膝关节骨关节炎在北京大学人民医院关节病诊疗研究中心行人工膝关节置换的患者 ,共 32 例 ,62 个膝关节。其中女性患者 20 例 ,男性患者 12 例 ,患者的平均年龄为 68.9 岁(范围 58 ~ 80 岁)。术前膝关节内翻畸形 55 个 ,胫股角平均 - 8.23° ,膝关节外翻畸形 7 个 ,胫股角平均 + 15.48°。膝关节屈曲挛缩畸形 52 个 ,屈膝挛缩角度平均 10.18° ,最大屈膝挛缩角度限制在 15°以内。选择 10 个健康膝关节作为对照 ,类风湿关节炎患者排除在外。

本研究经过北京大学人民医院临床研究伦理委员会批准 ,所有患者被告知 CT 扫描潜在的危险性 ,并获取患者的知情同意。对双膝关节进行垂直 CT 扫描 ,从近端 40mm 扫描到远端 40mm。扫描过程中 ,双膝固定在木制框架内将膝关节固定于最大伸

直位 ,并与 CT 检查床平行 ,没有内旋或外旋。扫描线圈垂直于胫骨干 ,层厚 2mm ,间隔 3mm。垂直 CT 扫描使用图象扫描仪(GT-8000)处理。使用相应软件进行 CT 扫描图上轴线绘制 ,将一条轴线或者点投射到另外一幅扫描图上 ,检测相对宽度 ,测量两条轴线之间的角度。CT 扫描图上可以清楚识别股骨内上髁和外上髁。股骨内外上髁外科轴(Surgical Epicondylar Axis , SEA)为连接股骨外上髁和内上髁陷凹的轴线。其中 13 个膝关节股骨内上髁陷凹在 CT 扫描上不易识别 ,可以选择股骨内上髁和外上髁突起最高点连线 ,即股骨内外上髁临床轴(Clinical Epicondylar Axis , CEA)内旋 3°来确定(图 1)。将股骨内外上髁轴线投射到胫骨平台扫描层面上 ,即 SEA'。在胫骨平台后髁陷凹处识别 PCL 止点的中点 P' ,胫骨 AP 轴为股骨内外上髁轴投射轴线垂线与 PCL 中点的连线 ,即 AP'。在该扫描层面上 ,髌腱宽度为 BC ,交点内侧髌腱宽度 AB ,胫骨 AP 轴与髌腱交点内侧部分所占比例表示为 AB/BC% (图 2)。股骨内外上髁轴投射到胫骨结节髌腱附着层面 ,按照同样的方式 ,测量内侧髌腱宽度所占比例 ab/bc% (图 3)。其后 ,在胫骨结节所在层面测量胫骨 AP 轴(ap')与 PCL 中点-髌腱内缘连线(bp')所成角度以及 AP 轴(ap')与 PCL 中点-髌腱内 1/3 连线(dp')所成角度(图 4)。

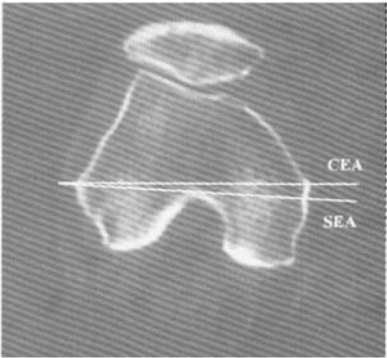


图 1 连接股骨内上髁陷凹与外上髁最高点的连线为股骨内外上髁外科轴(SEA)连接股骨内上髁最高点与外上髁最高点的连线为股骨内外上髁临床轴(CEA)

由 3 名观察者测量髌腱与 AP 轴交点内侧所占百分比 ,观察者内部误差可以通过对 3 例患者反复

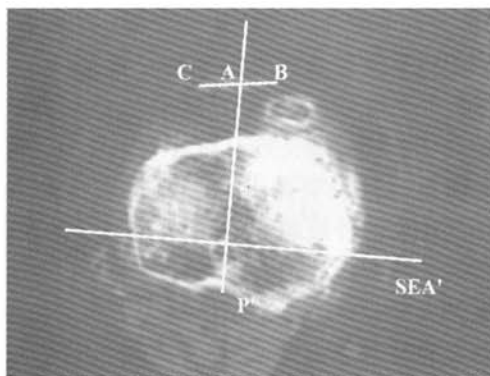


图2 将股骨内外上髁轴投射到胫骨平台层面,即SEA'。后交叉韧带止点中点为P',线AP'是SEA'的垂线,即胫骨AP轴,AP轴与髌腱交点(点A)内侧部分占整个髌腱宽度比例为AB/BC%

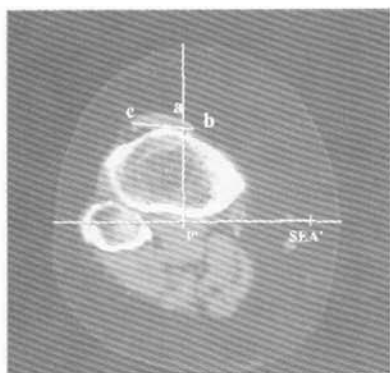


图3 将股骨内外上髁轴投射到髌腱附着层面,即SEA'。在髌腱附着点层面,后交叉的韧带止点的中点投射为P',线AP'是SEA'的垂线,即胫骨AP轴,AP轴与髌腱交点(点a)内侧部分占整个髌腱宽度比例为ab/bc%

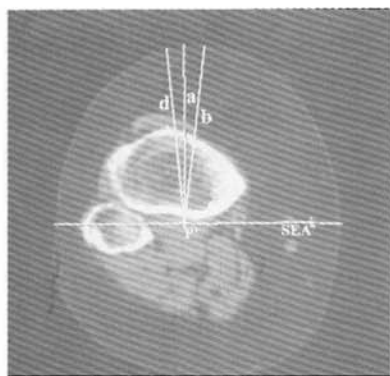


图4 测量胫骨AP轴与线bp'和线dp'之间的角度。SEA'为股骨内外上髁轴(SEA)在髌腱附着点层面的投射线,p'是后交叉韧带(PCL)在胫骨附着区中点的投射点,b点是髌腱内缘,d点是髌腱内1/3

中点-髌腱内侧缘所成角度,所有角度测量由3名观察者测量后取均值,观察者之间最大差异少于2.0°。结果统计采用t检验,并设定 $P < 0.05$ 为统计学显著意义差别。

2 结果

在胫骨平台扫描层面,正常人膝关节胫骨AP轴经过髌腱内约11%处,胫骨AP轴与髌腱交点内侧宽度平均比例为 $11.02\% \pm 7.58\%$ (范围0%~20.9%)。合并内翻畸形的骨关节炎膝关节AP轴经过髌腱内约21%处,AP轴与髌腱交点内侧宽度平均比例为 $20.70\% \pm 19.44\%$ (范围-23.4%~60.8%),其中左膝为 $20.33\% \pm 17.41\%$ (范围-18.4%~47.3%),右膝为 $21.17\% \pm 22.00\%$ (范围-23.4%~60.8%),与正常人比较没有统计学显著意义差别($P > 0.05$, $t = 1.545$);合并外翻畸形的骨关节炎膝关节AP轴经过髌腱内约30%处,AP轴与髌腱交点内侧比例为 $30.0\% \pm 25.56\%$ (范围0%~77.2%)与正常人比较有统计学显著意义差别($P < 0.05$, $t = 5.437$)。

在髌腱附着点层面,正常人膝关节AP轴总体上经过髌腱内侧缘,胫骨AP轴与髌腱交点内侧比例为 $0.54\% \pm 18.63\%$ (范围为-19.6%~+42.3%)。结果为正态分布,95%可信区间在-5%~5%之间。合并内翻畸形的骨关节炎膝关节AP轴与髌腱交点内侧比例为 $8.84\% \pm 22.65\%$ (范围-53.7%~+62.6%),其中左膝为 $7.55\% \pm 19.94\%$ (范围-33%~+41.3%),右膝为 $10.39\% \pm 22.14\%$ (范围-53.7%~+62.6%),与正常人比较有统计学显著意义差别($P < 0.05$, $t = 3.434$);合并外翻畸形的骨关节炎膝关节AP轴与髌腱交点内侧比例为 $19.14\% \pm 37.42\%$ (范围为-17.5%~+69.8%)与正常人比较有统计学显著意义差别($P < 0.05$, $t = 2.131$)。

健康人胫骨AP轴与PCL中点-髌腱内侧缘连线角度为 $0.57^\circ \pm 5.63^\circ$ (范围-5.9°~+10.9°)。合并内翻畸形的膝关节骨关节炎患者胫骨AP轴与PCL中点-髌腱内缘连线角度为 $2.38^\circ \pm 6.38^\circ$ (范围-11.0°~+23.8°),与正常人比较没有统计学显著意义差别($P > 0.05$, $t = 0.838$);其中左膝为 $2.72^\circ \pm 6.12^\circ$ (范围:-11.0°~+17.7°),右膝为 $1.98^\circ \pm 5.76^\circ$ (范围:-7.9°~+23.8°);合并外翻畸形的膝关节骨关节炎患者胫骨AP轴与PCL中点-髌腱内侧缘连线角度为 $4.84^\circ \pm 8.73^\circ$ (范围:-6.3°~+

检查10次来比较,观察者内部最大差异为4%,最大标准差为1.1%。由不同观察者测量AP轴与PCL

17.7°) 与正常人比较没有统计学显著意义差别 ($P > 0.05$, $t = 1.92$)。

健康人 PCL 中点与髌腱内 1/3 连线在髌腱附着点层面为胫骨 AP 轴外旋 8° 位, PCL 中点与髌腱内 1/3 连线与胫骨 AP 轴之间的角度为 $8.37^\circ \pm 5.54^\circ$ (范围: $-2.4^\circ \sim +14.5^\circ$)。合并内翻畸形的膝关节骨关节炎患者 PCL 中点和髌腱内 1/3 连线与 AP 轴之间的角度为外旋 $7.73^\circ \pm 6.84^\circ$ (范围: $-15.7^\circ \sim +28.1^\circ$) 其中左膝为 $7.12^\circ \pm 7.14^\circ$ (范围: $-8.6^\circ \sim +28.1^\circ$), 右膝为 $8.46^\circ \pm 6.53^\circ$ (范围: $-15.7^\circ \sim +18.4^\circ$); 合并外翻畸形的膝关节骨关节炎患者 PCL 中点与髌腱内 1/3 连线在髌腱附着点层面为胫骨 AP 轴外旋 $8.13^\circ \pm 8.71^\circ$ (范围: $-8.5^\circ \sim +19.0^\circ$)。正常膝关节 PCL 中点与髌腱内 1/3 连线在髌腱附着点层面与胫骨 AP 轴线之间的外旋角度与合并内翻或者外翻畸形的骨关节炎膝关节没有明显区别。

3 讨论

临床和生物力学研究均证实, 股骨内外上髁轴为股骨冠状面轴线, 将人工全膝关节股骨假体与股骨内外上髁轴平行安置是合理的^[5]。与股骨假体相比较, 胫骨假体的旋转对位的可靠参考轴线还没有建立。尽管目前有一些解剖轴线可以作为胫骨假体旋转参考轴, 但是这些参考轴线都是由手术医生根据不同的喜好和经验选择使用^[6]。因此, 有必要建立实验证实的胫骨参考轴线, 并确定胫骨 AP 轴的关节外解剖标志, 便于在人工全膝关节置换手术过程中伸膝位检测假体旋转匹配情况。Masao Akagi^[2] 确定胫骨 AP 轴为膝关节伸直位时, 经由 PCL 中点所做的股骨内外上髁轴垂线, 根据这一定义, 利用 CT 扫描 39 例日本健康人膝关节, 寻找胫骨 AP 轴的关节外解剖标志, 结果确定胫骨 AP 轴为后交叉韧带胫骨止点中点与髌腱内侧缘连线。将后交叉韧带止点中点确定为胫骨 AP 轴后方的标志, 是因为 PCL 附着于胫骨后髁切迹, 即膝关节中心。膝关节在屈伸活动过程中, 胫骨旋转中心就在前后交叉韧带胫骨止点之间位移。而且 99% 以上的膝关节在初次手术时可以辨认 PCL 附着点, PCL 在胫骨近端 CT 扫描图像上可以清楚的显示为椭圆形的软组织影像。

我们在研究中发现, 胫骨 AP 轴与髌腱的关系随 CT 扫描的不同层面而不同。在髌腱附着点, 正常人胫骨 AP 轴与髌腱交点比例符合正态分布, 峰值为 0。这说明, 对于健康中国人来说, 髌腱内缘与 PCL 中点连线与股骨内外上髁轴垂直, 是胫骨 AP 轴

所在, 这与日本学者研究结果一致^[2]。因此, 如果股骨假体能够参照股骨内外上髁轴安置, 而胫骨假体安置与内外上髁轴垂直安置, 股骨和胫骨假体在膝关节伸直位旋转对线良好。而对于合并内翻畸形或者外翻畸形的骨关节炎患者的膝关节, 胫骨 AP 轴具有不同程度的外旋趋势, 其中外翻畸形的胫骨 AP 轴外旋趋势较内翻畸形者略大。

正常人胫骨 AP 轴与 PCL 中点-髌腱内 1/3 平均夹角在胫骨结节层面为 $8.37^\circ \pm 5.54^\circ$, 因此, 如果以胫骨结节内 1/3 位胫骨假体旋转定位的标志, 胫骨假体在伸直位相对于股骨假体将发生过度外旋, 约为 8° 左右。如果胫骨假体过度外旋安置, 股骨假体和胫骨假体在屈伸形合过程中将迫使胫骨发生内旋, 从而使胫骨结节内移, 减少 Q 角。健康膝关节在生理负重情况下存在内侧轴移活动, 可以减少外侧过度压力, 而有利于髌股关节^[6]。在人工膝关节置换术后, 胫股关节假体之间的轴移活动很少存在, 即使存在, 幅度也很小。所以, 将胫骨假体旋转定位于胫骨结节内 1/3, 可能有利于髌股关节, 但是对胫股关节可能存在一定危险^[7]。膝关节合并内翻或外翻情况下, 胫骨 AP 轴本身具有外旋倾向, 而胫骨结节也会由于胫骨内翻或胫骨自身扭转等原因发生相对位置改变, 所以如果以胫骨结节内 1/3 作为胫骨假体旋转定位的参考点仍然容易使胫骨假体相对于股骨假体处于外旋对位关系^[8]。

亚洲人膝关节与白种人在解剖学上就存在一定程度的差异。例如, 亚洲人膝关节骨关节炎患者胫骨角(胫骨内外侧平台连线与胫骨干长轴的外侧夹角)明显大于欧美人, 胫骨近端干骺端弯曲导致胫骨自身内翻畸形, 这可能由于亚洲人的生活方式, 多喜欢跪坐或高屈膝位劳动姿势在儿童时损害了胫骨近端干骺端的发育^[9]。另外, 不同种族、不同年龄, 胫骨本身存在不同程度的外向扭转^[10], 可能会对胫骨近端的骨性标志的相对位置造成影响。

在多数 TKA 手术器械中, 胫骨近端截骨板都自带后倾角, 减少截骨量。胫骨前后轴的确立有利于胫骨近端截骨。胫骨近端后倾截骨过程中, 术者应该沿胫骨前后轴方向截骨, 因为偏离胫骨前后轴进行外旋位截骨时, 将造成胫骨平台向后内侧方向倾斜(内翻), 如果偏离胫骨前后轴内旋位截骨, 将造成胫骨平台向后外侧倾斜(外翻)^[11]。因此, 对于力线尚在正常范围的膝关节置换手术, 如果胫骨近端截

(下转第 174 页)

(上接第 192 页)

骨方向与 PCL 中点-髌腱内缘连线平行,胫骨近端在 AP 轴方向上中立位截骨,就会在侧位片上得到所需要的后倾角,而对于合并内翻畸形或者外翻畸形的骨关节炎膝关节,由于胫骨 AP 轴相对于 PCL 与髌腱内侧缘连线具有外旋趋向,所以胫骨近端截骨参考轴线应该根据患者个体情况来决定,以达到股骨假体和胫骨假体之间最佳的旋转匹配。所以,对于合并严重内翻或外翻畸形的晚期骨关节炎患者在膝关节手术之前,最好行膝关节 CT 扫描来判定胫骨 AP 轴的改变程度及其股骨或胫骨可能发生的解剖学改变,充分估计这些改变对术中参考轴线以及术后效果可能带来的影响。

【参 考 文 献】

- [1] Insall JN. Surgical Technique and Instrumentation in Total Knee Arthroplasty. In : Insall JN , Windsor RE , Scott WN , Kelly M , Aglietti P (eds). Surgery of the Knee. Ed 2nd , New York : Churchill-Livingstone ; 1993 :739-804.
- [2] Akagi M , Oh M , Nonaka T , et al. An anteroposterior axis of the tibia for total knee arthroplasty. Clin Orthop , 2004 (420) : 213-219.
- [3] Koshino T. Pathology and treatment of osteoarthritis deformans of the knee. Ryumachi 34 : 185-186 , 1994. In Japanese.

- [4] Nagamine R , Miyazaki K , Miura H , et al. Medial torsion of the tibia in Japanese patients with osteoarthritis of the knee. Clin Orthop , 2003 (408) : 218-224.
- [5] Churchill DL , Invacko SJ , Johnson CC , et al. The transepicondylar axis approximates the optimal flexion axis of the knee. Clin Orthop , 1998 (356) : 111-118.
- [6] Eckhoff AM , Metzger RJ , Vandewalle MV , et al. Malrotation associated with implant alignment technique in total knee arthroplasty. Clin Orthop , 1995 (321) : 28-31.
- [7] Asano T , Akagi M , Tanaka K , et al. In vivo three-dimensional knee kinematics using a biplanar image-matching technique. Clin Orthop , 2001 (388) : 157-166.
- [8] Komistek RD , Dennis DA. Fluoroscopic analysis of total knee replacement. In : Insall JN , Scott WN (eds). Surgery of the Knee. Ed 3rd , New York : Churchill-Livingstone ; 2001 : 1695-1704.
- [9] Tang WM , Zhu YH , Chiu KY. Axial alignment of the lower extremity in Chinese adults. J Bone Joint Surg , 2000 (82A) : 1603-1608.
- [10] Eckhoff D. G. , Kramer R. C. , Alongi C. A. , et al. Tibial torsion in an African population. Presented at the Combined Meeting Orthopaedic Research Society , Banff , Canada , Oct. 21-23 , 1991.
- [11] Matsumoto H , Seedhom B. B. , Suda Y , et al. Axis location of tibial rotation and its change with flexion angle. Clin Orthop , 2000 (371) : 178-182.

(收稿日期 : 2006-12-12)