

· 临床研究 ·

国人全膝置换术股骨远端截骨面解剖参数测量[△]

杨波, 陈明, 吴学元, 常彦海, 雷鹏真*

(陕西省人民医院骨科, 陕西西安 710068)

摘要: [目的] 应用三维 CT 重建测量正常国人膝关节股骨远端截骨面解剖形态学参数, 为国产人工膝关节股骨假体的设计提供参考依据。[方法] 2022 年 3 月—2022 年 10 月对 187 例 (男 94 例, 女 93 例) 汉族正常膝关节进行 CT 三维重建, 测量股骨内外径 (medial-lateral, ML)、股骨前后径 (anterior-posterior, AP)、股骨内侧髁宽度 (medial condyle width, MCW)、股骨外侧髁宽度 (lateral condyle width, LCW)、股骨髁间窝宽度 (width of intercondylar fossa, WICF)、股骨髁间窝高度 (height of intercondylar fossa, HICF), 并计算 ML/AP 比值, 比较各参数性别差异及相关性。[结果] 股骨远端各解剖数据测量值男性均显著大于女性 ($P<0.05$)。股骨远端截骨面测量值中除 MCW 与 WICF ($r=0.087, P=0.236$)、LCW 与 WICF ($r=0.052, P=0.478$)、HICF 与 ML/AP ($r=0.023, P=0.757$) 之间无显著的相关关系, 其余各测量值均存在显著正相关 ($P<0.05$)。股骨远端 ML/AP 与 AP 成显著负相关 ($P<0.05$), 随着 AP 的增大 ML/AP 减小。在相同 AP 值下, 男性股骨 ML/AP 显著大于女性 ($P<0.05$)。[结论] 国人股骨远端截骨面男性和女性存在尺寸和形态的差异, 在设计股骨假体时, ML/AP 应该考虑作为参考设计性别差异性股骨假体。

关键词: 股骨远端, 膝关节置换, CT 三维重建, 性别差异

中图分类号: R687.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 10-0954-04

Anatomic measurement of the distal femur in Chinese for total knee replacement // YANG Bo, CHEN Ming, WU Xue-yuan, CHANG Yan-hai, LEI Peng-zhen. Department of Orthopedics, People's Hospital of Shaanxi Province, Xi'an 710068, China

Abstract: [Objective] To provide reference for the design of domestic knee femoral prosthesis by CT measurement of the anatomical and morphological parameters of the distal femoral osteotomy surface of the knee in normal Chinese people. [Methods] From March 2022 to October 2022, 187 normal ethnic Han Chinese, including 94 males and 93 females, underwent CT three-dimensional reconstruction of the knee. The mediolateral diameter (ML), anteroposterior diameter (AP), medial condyle width (MCW), lateral condyle width (LCW), width of intercondylar fossa (WICF), and height of intercondylar fossa (HICF) were measured, in addition, the ML/AP ratio were calculated. The gender differences and correlations of each parameter were searched. [Results] The males were measured significantly greater anatomical data of the distal femur than females ($P<0.05$). Although there was no significant correlation between MCW and WICF ($r=0.087, P=0.236$), LCW and WICF ($r=0.052, P=0.478$), HICF and ML/AP ($r=0.023, P=0.757$), significantly positive correlations among other measurements were noted ($P<0.05$). The ML/AP of distal femur was negatively correlated with AP ($P<0.05$), in other word, the ML/AP decreased with the increase of AP. At the same AP value, the male had significantly greater ML/AP than the female ($P<0.05$). [Conclusion] Chinese men and women have considerable differences in size and shape of distal femoral osteotomy. ML/AP should be considered as a reference in designing femur prostheses with gender differences.

Key words: distal femur, knee replacement, CT three-dimensional reconstruction, gender difference

全膝关节置换术 (total knee replacement, TKR) 是治疗严重膝骨性关节炎的有效方法, 能够缓解疼痛, 改善关节功能, 提高生活质量^[1]。TKA 手术技术已经非常成熟, 膝关节假体设计是否与膝关节的解剖形态达到最佳匹配, 成为影响手术效果的重要因素^[2]。假体与膝关节解剖形态不匹配会导致假体的覆

盖不全或悬挂^[3], 假体早期松动、下沉、磨损的风险增大, 假体使用寿命缩短^[4]。目前国内膝关节置换假体大多是根据欧美男性膝关节解剖形态设计, 与国人和女性膝关节解剖形态匹配性差^[5], 女性患者应用标准的膝关节假体临床效果差于男性^[6]。本研究通过测量分析汉族正常膝关节股骨远端截骨面解剖参数差

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.10.18

[△]基金项目: 陕西省重点研发计划项目 (编号: 2022SF-049; 2023-YBSF-542); 陕西省人民医院人才计划院基金项目 (编号: 2022BJ-11; 2022YJY-48)

作者简介: 杨波, 副主任医师, 医学博士, 研究方向: 关节外科, (电子信箱) yangbo1981911@126.com

* 通信作者: 雷鹏真, (电子信箱) 1103516528@qq.com

异, 为国人全膝关节置换术中股骨假体的设计提供参考依据。

1 临床资料

1.1 一般资料

2022 年 3 月—2022 年 10 月, 在本院骨科诊断为膝关节外伤行 CT 检查的 187 例患者。其中男 94 例, 平均年龄 (30.8 ± 6.8) 岁, 身高 (175.4 ± 6.3) cm。女 93 例, 平均年龄 (33.8 ± 8.9) 岁, 身高 (162.9 ± 7.9) cm。排除膝关节退行性变、股骨骨折或先天性发育异常、膝关节内翻或外翻畸形 $>10^\circ$ 者。本研究得到医院伦理委员批准, 并获得所有患者的知情同意。

1.2 影像检查

患者仰卧位, 双下肢中立位, 髌骨中心朝正前方, 进行标准膝关节 CT 扫描。扫描层厚 1 mm, 电压 120 kV, 电流强度 200 mA, 持续时间 1~2.5 s, 扫描视野 25~30 cm。将获得 DICOM 格式的原始图像数据导入 Mimics 软件中进行三维重建。

1.3 测量方法

与股骨解剖轴成 6° 外翻, 股骨内侧髁最低点 9 mm 以上进行股骨远端截骨并测量: 股骨内外径 (medial-lateral, ML)、股骨前后径 (anterior-posterior, AP)、股骨内侧髁宽度 (medial condyle width, MCW)、股骨外侧髁宽度 (lateral condyle width, LCW)、股骨髁间窝宽度 (width of intercondylar fossa, WICF)、股骨髁间窝高度 (height of intercondylar fossa, HICF) (图 1a)。内外径/前后径比率 (ML/AP%) = 内外径/前后径 $\times 100\%$ 。

1.4 统计学方法

应用 SPSS 16.0 (SPSS, Chicago, IL) 统计软件对所得数据进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 所有数据经检验呈正态分布, 组间比较采用独立样本 *t* 检验, 采用 *Pearson* 行相关性分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 测量结果

187 例患者股骨远端截骨面影像测量结果见表 1, 股骨远端截骨面各测量值 ML、AP、MCW、LCW、WICF、HICF 和 ML/AP% 男性均显著大于女性 ($P < 0.05$)。

表 1. 187 例患者股骨远端截骨面影像测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 与两性间比较

Table 1. Comparison of imaging measurements of distal femoral osteotomy in the 187 subjects between male and female ($\bar{x} \pm s$)

指标	男性 (n=94)	女性 (n=93)	P 值
股骨内外径 (mm)	76.6 \pm 3.3	66.6 \pm 3.5	<0.001
股骨前后径 (mm)	67.3 \pm 3.4	61.1 \pm 4.2	<0.001
股骨内髁宽度 (mm)	27.1 \pm 2.1	24.8 \pm 2.6	<0.001
股骨外髁宽度 (mm)	28.1 \pm 2.6	23.8 \pm 2.9	<0.001
股骨髁间窝宽度 (mm)	21.4 \pm 3.2	18.0 \pm 3.2	<0.001
股骨髁间窝高度 (mm)	25.6 \pm 2.9	21.1 \pm 2.6	<0.001
内外径/前后径比率 (%)	113.9 \pm 4.9	109.3 \pm 5.5	<0.001

2.2 参数的相关性

股骨远端截骨面各测量值 ML、AP、MCW、LCW、WICF、HICF、ML/AP 的 *Pearson* 相关性分析见表 2。股骨远端截骨面各测量值除 MCW 与 WICF ($r=0.087, P=0.236$)、LCW 与 WICF ($r=0.052, P=0.478$)、HICF 与 ML/AP ($r=0.023, P=0.757$) 之间无显著相关关系外, 其余各测量值均存在显著正相关关系 ($P < 0.05$)。

股骨远端 ML 与 AP 在男性 ($r=0.592, P < 0.001$) 和女性 ($r=0.674, P < 0.001$) 都呈显著正相关, 随着 AP 的增大 ML 增大 (图 1b)。股骨远端 ML/AP 与 AP 在男性 ($r=-0.602, P < 0.001$) 和女性 ($r=-0.634, P < 0.001$) 都呈显著负相关, 随着 AP 的增大 ML/AP 减小 (图 1c)。从图中可以看出在 AP 值相同的情况下, 男性股骨远端截骨面 ML 及 ML/AP 均较女性大。可见, 男性股骨远端不仅尺寸大于女性, 而且存在解剖形态上的差异。在 AP 相同情况下男性股骨远端总体更扁长, 女性更方圆。

3 讨论

假体与膝关节截骨面的最佳匹配对膝关节置换的成功和假体长期存活有着重要的意义^[7]。研究显示, 不同种族的人群、同一种族男性和女性膝关节的解剖形态均具有一定的差异^[8]。目前, 市场上使用的膝关节假体大部分以欧美男性人群的膝关节解剖形态为基础设计, 与亚洲人^[9]或女性膝关节^[10]匹配性不佳, 膝关节置换后临床效果差^[11]。本研究通过 CT 三维重建测量中国汉族正常人股骨远端截骨面几何形态, 结果显示, 男性股骨远端截骨面各解剖参数不仅尺寸明显大于女性, 而且存在解剖形态上的差异, 在前后径相同情况下, 男性股骨远端总体更扁长, 女性更方圆。

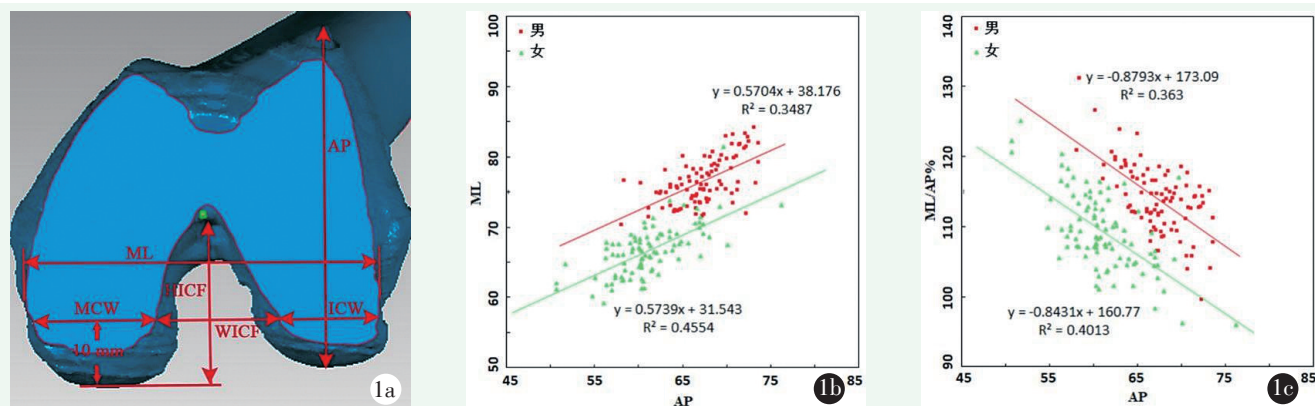


图 1. 国人全膝置换术股骨远端截骨面解剖参数测量与相关分析。1a: 测量方法示意图；1b: 股骨远端 ML 与 AP Pearson 相关分析的散点-直线图；1c: 股骨远端 ML/AP (%) 与 AP Pearson 相关分析的散点-直线图。

Figure 1. Measurement and correlation analysis of anatomic parameters of distal femur for total knee arthroplasty in Chinese. 1a: Schematic diagram of measurement method; 1b: Scatter-line graph of the Pearson correlation analysis for distal femur ML and AP; 1c: Scatter-line plot of the Pearson correlation analysis for distal femur ML/AP (%) and AP.

表 2. 187 例患者股骨远端截骨面影像测量参数的 Pearson 相关分析

Table 2. Pearson correlation analysis of imaging parameters of distal femoral osteotomy in the 187 patients

指标	r 值	P 值
ML		
AP	0.802	<0.001
MCW	0.614	<0.001
LCW	0.728	<0.001
WICF	0.525	<0.001
HICF	0.685	<0.001
ML/AP	0.442	<0.001
AP		
MCW	0.573	<0.001
LCW	0.509	<0.001
WICF	0.436	<0.001
HICF	0.766	<0.001
ML/AP	0.179	0.014
MCW		
LCW	0.429	<0.001
WICF	0.087	0.236
HICF	0.304	<0.001
ML/AP	0.153	0.037
LCW		
WICF	0.052	0.478
HICF	0.408	<0.001
ML/AP	0.426	<0.001
WICF		
HICF	0.531	<0.001
ML/AP	0.215	0.003
HICF		
ML/AP	0.023	0.757

女性股骨髁 ML/AP 较男性小，是性别差异性假体设计的主要论点之一。Cheng 等^[12]通过 CT 测量国人（男 94 例，女 78 例）股骨远端截骨面，显示男性 ML/AP 为 1.12，女性为 1.10，男女间差异有统计学意义。Gillespie 等^[13]测量了欧美人群（男 547 例，女 660 例）股骨远端 ML/AP，显示男性和女性分别为 1.21 和 1.16，男女间差异有统计学意义。其他研究也显示，股骨 ML/AP 存在性别差异^[14]。本研究与文献报道一致，在 AP 相同情况下，男性股骨远端截骨面 ML/AP 明显大于女性，显示男性股骨远端截骨面偏扁长，而女性偏方圆。这意味着一个给定 AP 尺寸的股骨假体，在男性 ML 有可能会覆盖不全，而女性则有可能悬空。

现在临床上使用的标准膝关节假体是根据男性膝关节解剖参数设计，女性使用后容易发生假体悬空。Hitt 等^[7]对 6 个中心全膝关节置换患者（男 128 例，女 209 例）术中股骨切骨面 ML/AP 进行研究，发现一个给定的 AP 值，女性对应假体的 ML 值偏大，产生假体内外侧悬空。Guy 等^[15]在 TKR 术中（男 50 例，女 50 例）测量截骨后股骨前髁宽度、前斜面宽度、远端中间内外径宽度以及后斜面宽度，并将这些尺寸分别与标准膝关节假体和女性特异性膝关节假体比较，发现标准通用型假体与女性膝关节匹配性不佳，而女性特异性膝关节假体能改善假体的悬空，提高覆盖率。因此，设计假体时，建议以 ML/AP 作为标准来设计性别差异性膝关节股骨假体。在相同 AP 情况下，女性假体适当减小内外径，假体偏方圆型。从理论上说，这样的设计将使假体在形态上和股骨远端截骨面更好的匹配，从而提高膝关节置换

术后的临床效果。

参考文献

- [1] 李俊彦, 熊靛, 潘建康, 等. 全膝关节置换术对线理念的研究现状 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (23): 2149-2153. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.23.08.
Li JY, Xiong Q, Pan JK, et al. Current research on alignment concepts in total knee arthroplasty [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29 (23): 2149-2153. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.23.08.
- [2] Lu F, Sun X, Wang W, et al. Anthropometry of the medial femoral condyle in the Chinese population: the morphometric analysis to design unicompartmental knee component [J]. BMC Musculoskeletal Disord, 2021, 22 (1): 95. DOI: 10.1186/s12891-021-03979-2.
- [3] 杨波, 黄爱兵, 宋长辉, 等. 骨性关节炎胫骨近端解剖形态性别差异及临床意义 [J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25 (23): 2173-2176. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.23.14.
Yang B, Huang AB, Song CH, et al. Gender differences in morphometry of resected proximal tibia surface in total knee arthroplasty for osteoarthritic knees [J]. Orthopedic Journal of China, 2017, 25 (23): 2173-2176. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.23.14.
- [4] Katchy AU, Agu AU, Esom E, et al. The morphometric analysis of the male cadaveric native knees of the ethnic igbos of South East Nigeria and its implication in total knee replacement [J]. Niger J Clin Pract, 2020, 23 (7): 1013-1021. DOI: 10.4103/njcp.njcp_700_19.
- [5] Yang B, Song CH, Yu JK, et al. Intraoperative anthropometric measurements of tibial morphology: comparisons with the dimensions of current tibial implants [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2014, 22 (12): 2924-2930. DOI: 10.1007/s00167-014-3258-0.
- [6] Iorio R, Kobayashi S, Healy WL, et al. Primary posterior cruciate-retaining total knee arthroplasty: a comparison of American and Japanese cohorts [J]. J Surg Orthop Adv, 2007, 16 (4): 164-170.
- [7] Hitt K, Shurman JR, Greene K, et al. Anthropometric measurements of the human knee: correlation to the sizing of current knee arthroplasty systems [J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85A: 115-122. DOI: 10.1177/106689690301100116.
- [8] Mahfouz M, Abdel Fatah EE, Bowers LS, et al. Three-dimensional morphology of the knee reveals ethnic differences [J]. Clin Orthop Relat Res, 2012, 47 (1): 172-185. DOI: 10.1007/s11999-011-2089-2.
- [9] Lim HC, Bae JH, Yoon JY, et al. Gender differences of the morphology of the distal femur and proximal tibia in a Korean population [J]. Knee, 2012, 20 (1): 26-30. DOI: 10.1016/j.knee.2012.05.010.
- [10] Clarke HD, Hentz JG. Restoration of femoral anatomy in TKA with unisex and gender-specific components [J]. Clin Orthop Relat Res, 2008, 466 (11): 2711-2716. DOI: 10.1007/s11999-008-0454-6.
- [11] Chau R, Gulati A, Pandit H, et al. Tibial component overhang following unicompartmental knee replacement- does it matter [J]. Knee, 2009, 16 (5): 310-313. DOI: 10.1016/j.knee.2008.12.017.
- [12] Cheng FB, Ji XF, Lai Y, et al. Three dimensional morphometry of the knee to design the total knee arthroplasty for Chinese population [J]. Knee, 2009, 16: 341-347. DOI: 10.1016/j.knee.2008.12.019.
- [13] Gillespie RJ, Levine A, Fitzgerald SJ, et al. Gender differences in the anatomy of the distal femur [J]. J Bone Joint Surg Br, 2011, 93 (3): 357-363. DOI: 10.1302/0301-620X.93B3.24708.
- [14] Bing Y, Kartik MV, Songtao A, et al. Differences of knee anthropometry between Chinese and White men and women [J]. J Arthroplasty, 2011, 26 (1): 124-130. DOI: 10.1016/j.arth.2009.11.020.
- [15] Guy SP, Farndon MA, Sidhom S, et al. Gender differences in distal femoral morphology and the role of gender specific implants in total knee replacement: a prospective clinical study [J]. Knee, 2012, 19 (1): 28-31. DOI: 10.1016/j.knee.2010.12.005.

(收稿:2022-10-31 修回:2023-10-12)
(同行评议专家: 李长勤, 王少杰)
(本文编辑: 郭秀婷)