

·临床研究论著·

新疆多民族膝骨关节炎病人股骨后髁角的测量及其临床意义

徐福稳 曹力 阿斯哈尔江·买买提依明 陈熙尧 王博 田居杰 郭晓斌 张晓岗

【摘要】 目的 测量新疆地区多民族膝骨关节炎病人股骨后髁角 (posterior condylar angle, PCA) 并探讨其临床意义。**方法** 2020 年 1 月至 2020 年 12 月, 对我科收治的因膝骨关节炎行全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 的 381 例 (729 膝) 病人行膝关节 CT 扫描, 其中男 103 例, 女 278 例; 汉族 223 例, 维吾尔族 108 例, 哈萨克族 50 例; 年龄为 (68.5 ± 7.3) 岁 (46~89 岁); 左膝 363 个, 右膝 366 个; 其中 259 例 (458 膝) 同时完善膝关节 MRI 扫描。通过与股骨机械轴垂直的断层图像测量外科经股骨上髁轴 (surgical transepicondylar axis, STEA) 和股骨后髁线 (posterior condylar line, PCL), 测量 PCA 值。比较不同民族、性别、侧别之间的 PCA 值。**结果** 根据 MRI 测得的 PCA 为 $2.97^\circ \pm 1.47^\circ$, 根据 CT 测得的 PCA 为 $3.01^\circ \pm 1.49^\circ$, CT 与 MRI 测量得到的 PCA 值比较, 差异无统计学意义 ($P=0.732$)。不同民族的 PCA 比较, 汉族: $3.13^\circ \pm 1.51^\circ$ 、维吾尔族: $2.81^\circ \pm 1.48^\circ$ 、哈萨克族: $2.85^\circ \pm 1.39^\circ$, 汉族的 PCA 大于维吾尔族, 差异有统计学意义 ($P=0.011$); 不同侧别的 PCA 比较, 左侧: $3.16^\circ \pm 1.53^\circ$ 、右侧: $2.85^\circ \pm 1.44^\circ$, 左侧 PCA 大于右侧, 差异有统计学意义 ($P=0.005$); 男性与女性人群的 PCA 比较, 差异无统计学意义 ($P=0.168$)。维吾尔族男性病人的 PCA 小于女性, 差异有统计学意义 ($P<0.001$); 汉族病人左侧的 PCA 大于右侧, 差异有统计学意义 ($P=0.005$)。**结论** 新疆地区膝骨关节炎病人行 TKA 时可采用 CT 或 MRI 测量 PCA, 以 PCL 外旋 3° 截骨可实现相对匹配的股骨旋转对线, 汉族病人左膝 PCL 外旋截骨稍 $>3^\circ$, 维吾尔族男性病人 PCL 外旋截骨 $<3^\circ$, 提倡联合多种方法校准股骨旋转对线。

【关键词】 关节成形术, 置换, 膝; 膝骨关节炎; 多民族; 股骨后髁角; CT; MRI

Measurement and Clinical Significance of Posterior Condylar Angle of Femur in Multi-Ethnic Knee Osteoarthritis Patients in Xinjiang. XU Fu-wen, CAO Li, ASIHAERJIANG Maimaitiyiming, CHEN Xi-yao, WANG Bo, TIAN Ju-jie, GUO Xiao-bin, ZHANG Xiao-gang. Department of Joint Surgery, the First Affiliated Hospital to Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, China

Corresponding author: ZHANG Xiao-gang, E-mail: zxgjohn1972@sina.com

【Abstract】 Objective To explore the measurement and clinical significance of posterior condylar angle (PCA) of femur in multi-ethnic knee osteoarthritis patients in Xinjiang. **Methods** From January 2020 to December 2020, 381 patients (729 knees) who underwent total knee arthroplasty (TKA) due to knee osteoarthritis in our department were scanned by CT, including 103 males and 278 females, 223 cases of Han nationality, 108 cases of Uygur, 50 cases of Kazak. The age was (68.5 ± 7.3) years (range: 46-89 years). There were 363 left knees and 366 right knees. Among them, 259 cases (458 knees) completed the MRI scan of knee joint at the same time. The surgical transepicondylar axis (STEA) and posterior condylar line (PCL) were measured by the sectional images perpendicular to the mechanical axis of femur, and the PCA values were obtained. The PCA values of different nationalities, genders and sides were compared. **Results** The data of MRI and CT showed that the average PCA was $2.97^\circ \pm 1.47^\circ$ and $3.01^\circ \pm 1.49^\circ$ respectively, and there was no significant difference ($P=0.732$). The average PCA of Han, Uygur and Kazak nationalities was $3.13^\circ \pm 1.51^\circ$, $2.81^\circ \pm 1.48^\circ$ and $2.85^\circ \pm 1.39^\circ$ respectively. The PCA of Han nationality was greater than that of Uygur nationality, and the difference was statistically significant ($P=0.011$). The average PCA was $3.16^\circ \pm 1.53^\circ$ on the left and $2.85^\circ \pm 1.44^\circ$ on the right ($P=0.005$). There was no significant difference in PCA between males and females ($P=0.168$). The

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2022.03.001

基金项目: 新疆维吾尔自治区自然科学基金 (2020D01C263); 国家自然科学基金 (82160421); 国家自然科学基金青年基金 (82002276)

作者单位: 新疆医科大学第一附属医院关节外科, 乌鲁木齐 830054

通信作者: 张晓岗, E-mail: zxgjohn1972@sina.com

PCA of male Uygur patients was less than that of female ($P < 0.001$). The PCA of Han nationality on the left side was greater than that on the right side ($P = 0.005$). **Conclusion** In terms of femoral rotation alignment in patients with knee osteoarthritis in Xinjiang, PCA can be measured by CT or MRI. Conventional reference PCL external rotation 3° osteotomy to achieve relatively matched femoral rotation alignment needs to consider side and ethnic factors. Among them, the left knee joint of Han patients needs conventional reference PCL external rotation slightly $> 3^\circ$ osteotomy, and Uygur male patients need reference PCL external rotation $< 3^\circ$. At the same time, multiple methods should be combined to calibrate the femoral rotation alignment.

【Key words】 Arthroplasty, replacement, knee; Knee osteoarthritis; Multi-ethnic; Posterior condylar angle; CT; MRI

全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)是目前治疗膝关节终末期骨关节炎最成功的手术方式之一^[1]。在TKA术中,股骨旋转对线不良导致髌骨轨迹不良、膝前痛、屈曲不稳等并发症是TKA术后疗效不佳和膝关节活动受限的主要原因之一^[2-3]。既往研究表明,避免上述并发症的关键因素在于准确实现股骨旋转对线,这在一定程度上可以降低关节翻修的风险^[4-5]。

20世纪末,Berger等^[6]最早提出外科经股骨上髌轴(surgical transepicondylar axis, STEA)和股骨后髌线(posterior condylar line, PCL)的概念,此后近30年,大量国内外学者对股骨远端旋转对线方面的研究从未间断。国外研究者通过CT及MRI测量分析大样本量的膝骨关节炎病人和不同种族正常人群的股骨后髌角(posterior condylar angle, PCA)数据^[7-10];我国也有华北、南方、个别少数民族地区等多个地区PCA测量的相关研究^[4, 11-13]。正常胫骨平台存在 3° 内倾,TKA术中把胫骨平台切成 90° 之后,股骨后髌相应地需要 3° 外旋来实现屈曲间隙的平衡,另外欧美人群的PCA值为 $3^\circ \sim 4^\circ$,因此临床上多采用外旋 3° 进行股骨远端旋转截骨。国内外的研究显示国人与高加索人的股骨远端有差异,人们逐渐认识到,不同种族之间的膝关节解剖形态存在差异^[14],我国不同地区人群的PCA也各有不同,但对于新疆地区不同民族的PCA却没有数据可供参考。

本研究选择因膝骨关节炎于我院行TKA的新疆地区汉族、维吾尔族、哈萨克族人群,应用CT及MRI分别对病人PCA进行测量及研究。研究目的:①分析新疆地区多个民族人群膝骨关节炎病人的PCA数据;②比较基于CT和MRI测量PCA是否存在差异;③比较不同民族人群之间PCA是否存在差异。

资料与方法

一、纳入标准与排除标准

纳入标准:①因膝骨关节炎于我院行TKA的汉

族、维吾尔族和哈萨克族病人;②符合美国风湿病协会的膝骨关节炎诊断标准;③MRI图像上股骨后髌软骨能清晰显示者;④对治疗及手术方案知情同意者。

排除标准:①股骨远端发育异常或关节外畸形者;②3个月内膝关节感染史者;③膝关节外伤手术史者;④ $> 15^\circ$ 膝内外翻畸形者;⑤CT及MRI图像股骨内上髌凹陷显示不清晰和MRI图像上股骨后髌显示不佳者。

二、一般资料

根据纳入和排除标准,选取2020年1月至2020年12月我科收治的膝骨关节炎病人381例,年龄为(68.5 ± 7.3)岁(46~89岁)。全部完善膝关节CT,左膝363个,右膝366个;男103例,女278例;汉族223例,维吾尔族108例,哈萨克族50例。其中259例(458膝)同时完善膝关节MRI检查,左膝233个,右膝225个;男68例,女191例;汉族152例,维吾尔族78例,哈萨克族29例。身体质量指数(body mass index, BMI)为(27.1 ± 4.4) kg/m^2 (16~46 kg/m^2)。

三、主要仪器设备、测量方法和分析步骤

(一)CT及MRI扫描

采用Siemens 128排双源螺旋CT及Siemens 3.0T磁共振仪分别行CT及MRI扫描。CT扫描参数:管电压120 kV,管电流100 mA,自胫骨近端5 cm处至股骨远端20 cm,层间距和层厚均为0.6 mm,螺距0.5。MRI扫描参数:重复时间3500 ms,回波时间63 ms;视野180 mm $\times$ 180 mm;层厚3.5 mm;层间距0.4 mm;激励次数2。

(二)数据采集及处理

病人平卧于CT/MRI检查台上,双下肢处于旋转中立位,膝关节完全伸展,使扫描平面与下肢机械轴线垂直。每例病人的CT/MRI扫描图像数据以DICOM格式储存,将病人的扫描图像数据逐一导入RadiAnt DICOM Viewer软件进行测量。在与下肢机械轴垂直的多个连续层面进行观察,找到股骨外上

髌最突点和股骨内上髌最凹点,两点的连线即为 STEA,股骨后髌最低点的连线即为 PCL, STEA 和 PCL 的夹角即为 PCA(图 1)。PCA 角度取锐角数值,精确度取小数点后两位。由两位骨科医师分别测量 PCA 值,所测结果的平均值为最终 PCA。

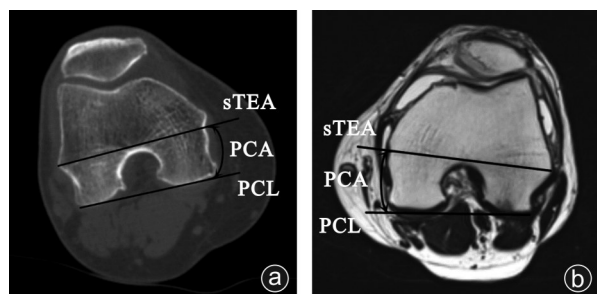


图 1 基于 CT 测量 PCA 示意图(a)与基于 MRI 测量 PCA 示意图(b)

(三)分析步骤

①根据不同的影像学资料,将基于 CT 测量数据和基于 MRI 测量数据进行比较分析;②基于 CT 测量数据,分析不同性别、侧别和民族的 PCA;③分别比较各民族膝骨关节炎病人中,不同性别、侧别间的 PCA。

四、统计学处理

采用 IBM SPSS Statistics 25.0(IBM 公司,美国)对数据进行统计学分析。计量资料经正态性检验且符合正态分布,以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,数据比较采用独立样本 t 检验,检验水准 α 值取双侧 0.05。

结 果

一、CT 与 MRI 测量数据的比较

根据 CT 测量的 PCA 为 $3.01^\circ \pm 1.49^\circ$, 分布于 $0.5^\circ \sim 7.7^\circ$ 。基于 MRI 测量的 PCA 为 $2.97^\circ \pm 1.47^\circ$, 分布于 $0.5^\circ \sim 6.9^\circ$ 。CT 测量数据与 MRI 测量数据比较,差异无统计学意义($t=0.342, P=0.732$)。

二、不同性别、侧别、民族的 PCA 比较

男性的 PCA 为 $2.88^\circ \pm 1.54^\circ$, 女性为 $3.05^\circ \pm 1.47^\circ$, 差异无统计学意义($t=-1.397, P=0.168$);左侧的 PCA 为 $3.16^\circ \pm 1.53^\circ$, 右侧为 $2.85^\circ \pm 1.44^\circ$, 不同侧别比较,差异有统计学意义($t=2.841, P=0.005$);汉族病人的 PCA 为 $3.13^\circ \pm 1.51^\circ$, 维吾尔族为 $2.81^\circ \pm 1.48^\circ$, 哈萨克族为 $2.85^\circ \pm 1.39^\circ$, 汉族和维吾尔族比较,差异有统计学意义($t=2.535, P=0.011$),汉族和哈萨克族及维吾尔族和哈萨克族比较,差异均无统计学意义($P=0.095, P=0.814$)。

三、各民族中不同性别、侧别的 PCA 比较

维吾尔族男性的 PCA 为 $2.03^\circ \pm 0.90^\circ$, 女性为

$3.02^\circ \pm 1.54^\circ$, 维吾尔族男性的 PCA 小于女性,差异有统计学意义($P < 0.001$);汉族和哈萨克族不同性别比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$, 表 1)。

汉族病人左侧的 PCA 为 $3.34^\circ \pm 1.53^\circ$, 右侧为 $2.93^\circ \pm 1.47^\circ$, 左侧 PCA 大于右侧,差异有统计学意义($P=0.005$),维吾尔族和哈萨克族不同侧别比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$, 表 2)。

表 1 各民族膝骨关节炎病人中男性与女性的 PCA 值

民族	例数(膝)	性别	例数(膝)	PCA 值 ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)	t 值	P 值
汉族	223(426)	男	65(125)	3.20 ± 1.68	0.504	0.615
		女	158(301)	3.11 ± 1.44		
维吾尔族	108(206)	男	24(43)	2.03 ± 0.90	-5.435	<0.001
		女	84(163)	3.02 ± 1.54		
哈萨克族	50(97)	男	14(28)	2.78 ± 1.20	-0.329	0.743
		女	36(69)	2.88 ± 1.47		

表 2 各民族膝骨关节炎病人中左侧与右侧的 PCA 值

民族	例数(膝)	侧别	例数(膝)	PCA 值 ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)	t 值	P 值
汉族	223(426)	左	212(212)	3.34 ± 1.53	2.841	0.005
		右	214(214)	2.93 ± 1.47		
维吾尔族	108(206)	左	102(102)	2.83 ± 1.47	0.210	0.834
		右	104(104)	2.79 ± 1.50		
哈萨克族	50(97)	左	49(49)	3.07 ± 1.56	1.600	0.113
		右	48(48)	2.63 ± 1.16		

讨 论

一、PCA 的测量方法

考虑到影像学扫描时病人体位变化影响数据的准确性,我们要求完善影像学检查时,病人双下肢完全伸直、双脚并拢,与下肢机械轴垂直进行扫描,减少由于体位因素造成的测量误差。测量时,股骨外上髌最突点、股骨内上髌最凹点及股骨内、外后髌最突点有的时候不能全部显示在同一张横断面图像上,这与潘江等^[1]阐述的问题一样,为了测量各标志点连成的 STEA 和 PCL 这两条线在同一平面上的角度,我们也测量这两条线与水平线的夹角,两个夹角的差值即为 PCA,从而减少测量误差。同样,在三维图像上测量会出现各解剖标志点不易确定,我们也采取在二维断层图像上测量 PCA。

二、CT 与 MRI 对于测量 PCA 的临床意义

近年来,术前通过影像学资料估计术中的股骨旋转对线,髌股并发症的发生率有所降低。国外多

位学者^[15-17]的研究成果认为采用CT和MRI估计股骨旋转对线时会得到不一致的PCA,他们认为MRI可以清楚地显示股骨后髁的关节软骨,但CT不能显示关节软骨,在内外侧髁软骨厚度不同的情况下,确定股骨假体旋转的准确性可能会下降,尤其是仅一侧后髁软骨磨损的膝骨关节炎病人。在大多数膝内翻的关节炎病人中,后内侧髁的关节软骨都会有不同程度的磨损,而外侧髁的软骨则完全保存或仅轻微退化。因此在确定合适的旋转对齐方式时,使用CT测量的PCA会偏大,使得股骨假体过于外旋。但是在本研究中,我们发现CT和MRI测量PCA的结果一致,这与国外的研究结果不同。我们分析主要有以下两点原因:①3D重建模型本身固有的不确定性,可能与真实的解剖结构不一致;②MRI扫描时脉冲序列和成像参数不统一。基于现有结论,我们认为不论利用CT还是MRI作术前规划,都可以客观评估股骨假体的旋转对线,确定股骨假体旋转对线时,根据临床情况选择CT或MRI均可。

三、新疆地区膝骨关节炎病人中不同性别、侧别和民族的PCA值

目前已证实STEAs是最可靠的股骨旋转定位轴线^[18-19]。Meric等^[8]测量13 546例行TKA病人的股骨旋转角为 $3.3^{\circ} \pm 1.5^{\circ}$,并认为常规参考PCL外旋 3° 截骨可能不会导致股骨假体旋转不良。Koh等^[20]测量1 522例晚期膝骨关节炎病人PCA为 $2.2^{\circ} \pm 1.0^{\circ}$,且女性大于男性。在国内的研究中,汉族人群的PCA为 $3.29^{\circ} \pm 1.24^{\circ}$,不存在性别及侧别差异^[11];蒙古族人的PCA为 4° ,不存在侧别差异^[13];Fan等^[4]测得我国东南部人群平均PCA约为 5° ,性别之间无差异;我国南方人群男性PCA约 5° ,女性约 6° ,男女之间有差异^[21]。上述研究结果表明,地区、种族、民族、性别等都可能影响PCA,甚至可能与研究对象、样本数量及测量工具等都有关系。值得一提的是,蒙古族人群的PCA接近于 4° ,并不适用于常规参考PCL外旋 3° 截骨,因为会增加出现股骨假体外旋不足甚至内旋的风险;国内针对汉族人群的PCA研究最多,而汉族人群PCA均值跨度较大,甚至南方地区女性PCA均值达到 6° ,如果同样采用PCL外旋 3° 旋转截骨,股骨假体旋转不良率将会大大增加。同上述提到的蒙古族、汉族人群相比,本研究中汉族、维吾尔族和哈萨克族的PCA均小于上述研究,提示新疆地区病人行TKA时,常规参考PCL外旋 3° 截骨相比于上述人群更合适。

本地区病人参考PCL外旋 3° 截骨相对合理。如

果仅考虑PCA均值,我们的测量结果基本与西方人的数据一致,似乎提示我们在TKA术中可以按照欧美国家参考的PCL外旋 3° 完成股骨旋转截骨。Nedopil等^[22]研究认为股骨内-外旋转不良程度在 $-3^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 范围内不影响TKA的效果,此范围内的旋转不良仍可以获得良好的膝关节功能。我们计算数据的频数分布发现,大多数PCA值集中在 3° 左右,按照上述观点,约90%的膝关节(650个)能够达到比较准确的股骨旋转截骨,有少部分数据偏离平均值,这部分约10%的膝关节(79个)可能不会获得良好的膝关节功能。目前临床常用的股骨测量板大多提供 2° 的最小可调节刻度,近18%的膝关节(128个)出现偏离STEAs超过 2° (PCA $<1^{\circ}$,PCA $>5^{\circ}$)的股骨旋转截骨,我们认为可能会出现因屈曲间隙不平衡导致的膝关节屈曲位不稳定,进而出现髌骨轨迹不良。Colwell等^[23]认为使用旋转平台可能会减少股骨假体旋转不良带来的不利影响,但是目前缺乏长期的随访结果。我们认为TKA的基本原则仍然是将假体放置在准确的旋转角度,新疆地区病人行TKA时按照PCL外旋 3° 进行股骨旋转截骨的同时,还可参考STEAs进一步校正,尤其是对于两侧股骨后髁软骨不对称磨损的病人。

四、各民族膝骨关节炎病人中不同性别、侧别的PCA值

新疆作为我国多民族聚居地之一,本研究测量数据可以帮助新疆地区行TKA时实现更精确的股骨旋转对线。不论初次TKA还是膝关节翻修手术,我们始终认为STEAs都是可以信赖的股骨旋转轴线,当术中STEAs不便显露或者难以定位时,亦可以参照PCL外旋 3° 进行旋转截骨,术中同样可以互相参照,这与潘江等^[11]的观点一致。汉族、维吾尔族和哈萨克族的PCA整体趋向于 3° ,汉族病人PCA均值稍大于 3° ,维吾尔族和哈萨克族PCA均值稍小于 3° ,整体差异不大,小于TKA常用测量板的最小可调节刻度,其手术应用意义不大。汉族病人左侧PCA整体稍大于右侧,似乎提示我们TKA手术时应该给予左膝关节常规参考PCL稍 $>3^{\circ}$ 进行截骨。维吾尔族男性病人PCA趋于 2° ,与维吾尔族女性病人相比,小了约 1° ,这提示我们在对维吾尔族男性病人行TKA手术时常规参考PCL外旋 3° 进行股骨旋转截骨时,可能会发生股骨假体过于外旋的情况,需要考虑是否有必要参考PCL外旋小于 3° 进行股骨旋转截骨。

研究的局限性:本研究为回顾性单中心研究,不

能避免选择偏移,样本数量有限,不同民族的样本数量不相近,可能对研究结果造成影响;我们对 STEA 和 PCL 等的定位并非完全准确可靠,这将可能引起系统误差。

综上所述,该研究通过对新疆人群的股骨远端进行影像学测量,分析多个民族 PCA 数据,新疆地区病人行 TKA 时,术前采用 CT 或 MRI 测量 PCA 估计股骨旋转对线均可,常规参考 PCL 外旋 3° 旋转截骨,绝大部分病人能够实现相对匹配的股骨旋转对线,总体上无需考虑性别因素的差异,但需要考虑侧别、民族因素,其中汉族病人左膝关节需常规参考 PCL 外旋稍 $>3^\circ$ 截骨,维吾尔族男性病人需参考 PCL 外旋 $<3^\circ$;同时应联合多种方法校准股骨旋转对线。

参 考 文 献

- [1] Park JY, Kwon HM, Cho BW, et al. Accuracy of 2D CT-based measurements of rotational alignment of the femoral component for total knee arthroplasty[J]. Yonsei Med J, 2021, 62(5): 439-445.
- [2] 李昌钊, 陈加荣, 李凭跃. 全膝关节置换术后膝前痛与髌股关节的关系及髌股关节异常的影响因素[J]. 中华骨科杂志, 2019 (23): 1470-1471.
- [3] 肖龙文, 胡海威, 桑源祺, 等. 基于 MRI 技术探讨影响膝骨关节炎病人疼痛的相关因素[J]. 骨科, 2021, 12(4): 334-338.
- [4] Fan L, Xu T, Li X, et al. Morphologic features of the distal femur and tibia plateau in Southeastern Chinese population: A cross-sectional study[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(46): e8524.
- [5] Matz J, Lanting BA, Howard JL. Understanding the patellofemoral joint in total knee arthroplasty[J]. Can J Surg, 2019, 62(1): 57-65.
- [6] Berger RA, Rubash HE, Seel MJ, et al. Determining the rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty using the epicondylar axis[C]. Heidelberg: Springer, 1993.
- [7] Thienpont E, Schwab PE, Paternostre F, et al. Rotational alignment of the distal femur: anthropometric measurements with CT-based patient-specific instruments planning show high variability of the posterior condylar angle[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2014, 22(12): 2995-3002.
- [8] Meric G, Gracitelli GC, Aram LJ, et al. Variability in distal femoral anatomy in patients undergoing total knee arthroplasty: Measurements on 13,546 computed tomography scans[J]. J Arthroplasty, 2015, 30(10): 1835-1838.
- [9] Amaranath JE, Moopnar TR, Sorial RM. Defining distal femoral anatomy for rotational alignment in total knee arthroplasty: a magnetic resonance imaging-based study[J]. ANZ J Surg, 2014, 84 (11): 852-855.
- [10] Mahfouz M, Abdel Fatah EE, Bowers LS, et al. Three-dimensional morphology of the knee reveals ethnic differences[J]. Clin Orthop Relat Res, 2012, 470(1): 172-185.
- [11] 潘江, 曲铁兵, 温亮, 等. 汉族人群正常股骨远端旋转对线的研究及其临床意义[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(4): 387-393.
- [12] 张华山, 翁文杰, 蒋青. 正常成人股骨远端后髁角的测量及其临床意义[J]. 中华骨科杂志, 2006, 26(4): 252-255.
- [13] 张国梁, 吕铁刚, 赵建民, 等. 正常蒙古族人股骨外旋角的测量及临床意义[J]. 内蒙古医学院学报, 2012, 34(4): 316-320.
- [14] Ma QL, Lipman JD, Cheng CK, et al. A comparison between chinese and caucasian 3-dimensional bony morphometry in presimulated and postsimulated osteotomy for total knee arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2017, 32(9): 2878-2886.
- [15] Tashiro Y, Uemura M, Matsuda S, et al. Articular cartilage of the posterior condyle can affect rotational alignment in total knee arthroplasty[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2012, 20 (8): 1463-1469.
- [16] 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.
- [17] Nam JH, Koh YG, Kim PS, et al. Effect of the presence of the articular cartilage on the femoral component rotation in total knee arthroplasty in female and varus osteoarthritis knees[J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 499.
- [18] Franceschini V, Nodzo SR, Gonzalez Della Valle A. Femoral component rotation in total knee arthroplasty: A comparison between transepicondylar axis and posterior condylar line referencing[J]. J Arthroplasty, 2016, 31(12): 2917-2921.
- [19] Jang ES, Connors-Ehlert R, LiArno S, et al. Accuracy of reference axes for femoral component rotation in total knee arthroplasty: Computed tomography -based study of 2,128 femora[J]. J Bone Joint Surg Am, 2019, 101(23): e125.
- [20] Koh YG, Nam JH, Chung HS, et al. Gender differences exist in rotational anatomy of the distal femur in osteoarthritic knees using MRI[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(9): 2990-2997.
- [21] Yip DK, Zhu YH, Chiu KY, et al. Distal rotational alignment of the Chinese femur and its relevance in total knee arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2004, 19(5): 613-619.
- [22] Nedopil AJ, Howell SM, Hull ML. Does malrotation of the tibial and femoral components compromise function in kinematically aligned total knee arthroplasty? [J]. Orthop Clin North Am, 2016, 47(1): 41-50.
- [23] Colwell CW Jr, Chen PC, D'Lima D. Extensor malalignment arising from femoral component malrotation in knee arthroplasty: effect of rotating-bearing[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2011, 26(1): 52-57.

(收稿日期: 2021-12-23)

(本文编辑:陈姗姗)

引用格式

徐福稳, 曹力, 阿斯哈尔江·买买提依明, 等. 新疆多民族膝骨关节炎病人股骨后髁角的测量及其临床意义[J]. 骨科, 2022, 13(3): 193-197. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2022.03.001.