

· 临床研究 ·

国人股骨远端旋转轴线的影像学研究及其临床意义

宋兵华¹, 孙俊英², 倪增良¹, 何斌¹, 何建群¹, 邵嵘¹

(1. 兰溪市人民医院骨科, 浙江 兰溪 321100; 2. 苏州大学附属第一医院关节外科, 浙江 苏州 215006)

【摘要】 目的: 探讨全膝关节置换术中股骨远端旋转轴线的临床应用价值。方法: 成年国人 86 例 (106 膝), 男 47 例 (53 膝), 女 39 例 (53 膝); 左 54 膝, 右 52 膝。应用 CT 垂直于股骨机械轴对股骨远端进行薄层扫描, 将获取的通过股骨远端内外上髁的横断面 CT 图像输入电脑, 标识、测量前后轴线 (APL) 与外科髁上轴 (STEA) 的外侧夹角 (ATA), APL 与后髁轴线 (PCL) 的外侧夹角 (APA), APL 的垂线 (APLP) 与 PCL 的夹角 (A-PA), 后髁角 (PCA), 髁扭转角 (CTA), CTEA 与 STEA 之间的夹角 (CSA)。按性别和侧别分组, 分析各角度两组间差异, 比较 CTA、A-PA、PCA、PT 角 (胫骨平台内翻角)、常数 3° 之间以及 ATA、APA 与常数 90° 间差异, 分别对 A-PA、PCA 与 CTA 行线性回归分析, 用直线回归评定 STEA、CTEA、PCL、APL 及 APLP 之间的相关程度。结果: ATA 平均 (89.79±1.22)°, APA 为 (84.84±1.83)°, A-PA 为 (5.16±1.83)°, PCA 为 (4.80±1.23)°, CTA 为 (8.23±1.40)°, CSA 为 (3.45±0.68)°, 以上各角度除 CSA 性别间差异有统计学意义外, 余角度在性别和侧别间差异均无统计学意义。PT 角、PCA 及 A-PA 间差异无统计学意义, 但分别与 CTA、常数 3° 比较, 差异均有统计学意义。常数 90° 与 ATA 比较差异无统计学意义, 与 APA 比较差异有统计学意义。PCA 与 CTA、PCA 与 A-PA、A-PA 与 CTA 均存在明显相关性。STEA 与 CTEA、STEA 与 APL、PCL 与 STEA 均明显相关。APLP 和 APL 均与 PCL 相关, PCL 与 CTEA 无明显相关性。结论: 国人 TKA 中, 股骨后髁的外旋截骨角度应为 5°, 方能获得更满意的股骨假体旋转对线。STEA 与 CTEA 是两条性质完全不同的轴线, 不能以平行于 CTEA 作为旋转力线的参考标志, 国人股骨远端旋转轴之间的可靠性, 分别为 STEA > APL > PCL, STEA 是股骨远端旋转轴中最可靠的定位标志。

【关键词】 股骨; 关节成形术, 置换, 膝; 体层摄影技术, X 线计算机

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2016.01.010

Imageology and significances of rotational axes of distal femur on Chinese adults with total knee arthroplasty SONG Bing-hua, SUN Jun-ying, NI Zeng-liang, HE Bin, HE Jian-qun, and SHAO Rong. Department of Orthopaedics, Lanxi People's Hospital, Lanxi 321100, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To explore clinical significance of rotational axis of distal femur on Chinese adults in total knee arthroplasty (TKA). **Methods:** There were 86 Chinese adults (106 normal knees) including 47 males (53 knees) and 39 females (53 knees), 54 knees were on left and 52 on right. The CT scan was employed in the distal femur. The scan direction was aligned to be on the plane perpendicular to the mechanical axis of the femoral. The CT images of cross sections across lateral and medial femoral epicondyle were moved to personal computer, lateral angle between anterior posterior line (APL) and surgical transepicondylar axis (STEA) (ATA), lateral angle between posterior condylar line (PCL) and APL (APA), angle between perpendicularity of APL and PCL (A-PA), posterior condylar angle (PCA), condylar twist angle (CTA), angle between clinical transepicondylar axis (CTEA) and STEA (CSA) were measured. These values were divided into different groups according to gender and side, the values of CTA, PCA, A-PA, angle PT (varus of tibia plateau), constant 3°, ATA, APA and constant 90° were compared by statistically. A-PA and PCA, and CTA were analysed statistically with the liner regression, the relationship among CTEA, STEA, PCL, APL and PLP were performed to assess by liner regression. **Results:** ATA was (89.79±1.22)°, APA was (84.84±1.83)°, A-PA was (5.16±1.83)°, PCA was (4.80±1.23)°, CTA was (8.23±1.40)°, CSA was (3.45±0.68)°. All the parameters had no differences on sex and side, but CSA had difference on male and female. There was no difference among angle PT, PCA, A-PA. There was significant difference in CAT, constant 3° and angle PT, PCA, A-PA. There was no difference between ATA and constant 90°, but there was difference between APA and constant 90°. There was relativity between PCA and CTA, and also PCA and A-PA, CTA and A-PA. There was significant relativity between STEA and CTEA, between STEA and APL, between STEA and PCL, and also between APLP, APL and PCL, but there was no significant relativity

通讯作者: 宋兵华 E-mail: song.bh@163.com

Corresponding author: SONG Bing-hua E-mail: song.bh@163.com

between PCL and CTEA. **Conclusion:**TKA for Chinese, the section of femoral posteriorcondyle should be external 5° to obtain the optimum rotational orientation. The property is different entirely between STEA and CTEA, the rotational alignment is not performed according to parallel to the CTEA in distal femur. Among STEA, APL, PCL, the STEA is the most reliable mark of rotational alignment of the distal femur, and the PCL is the less reliable mark.

KEYWORDS Femur; Arthroplasty, replacement, knee; Tomography, X-ray computed

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(1): 41-47 www.zggszz.com

正确选择股骨远端旋转轴线及旋转角度是全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)中的重要步骤之一^[1-2]。目前,国内 TKA 在后髁外旋截骨时常沿用欧美的假体设计和技术标准,多采用外旋 3°的方法,而已有研究发现,亚洲人的膝关节解剖形态与西方人相比,有其特殊性^[3-4],因而,国人是否也理应按照 3°标准截骨行理想的旋转对线尚需进一步探讨^[5]。而在旋转对线的参照上,目前常用的有:前后轴线(anterior posterior line, APL)^[6]、后髁轴线(posterior condylar line, PCL)^[7]及髁上轴线(transepicondylar axis, TEA)^[8]。众多的学者虽已从临床和生物力学证实了各旋转轴线的价值,但同时也发现其均有局限性,导致了术中在参照何种可靠的旋转轴线时,仍存在困惑。因此,本文拟通过对各旋转轴线参数的影像学测量,探讨符合国人的股骨假体外旋植入的角度、各旋转轴线相互之间的关系及其定位的可靠性。

1 资料与方法

1.1 临床资料

从 2007 年 3 月至 2008 年 3 月在苏州大学第一附属医院就诊的患者中,筛选出 86 名出生或久居苏浙沪地区志愿者(106 膝,左 47 膝,右 59 膝)作为研究对象,男 47 例 52 膝,女 39 例 54 膝;年龄 19~55 岁,平均 37.8 岁。膝关节均无任何损伤、病变、骨骼畸形、骨质退变及内外翻畸形。

1.2 方法

1.2.1 拍摄条件及体位 所有受试者均仰卧位,膝关节呈完全伸直、解剖中立位放置。将 CT 投照线垂直于股骨干解剖轴进行逐层扫描,设定范围为远端股骨髁至髁上 5 cm,层距为 0.75 mm。

1.2.2 测量项目(见图 1、2) (1)线性参数:①外科上髁轴线(surgical transepicondylar axis, STEA):股骨外上髁最凸点与内上髁最凹点的连线^[7]。②临床上髁轴线(clinical transepicondylar axis, CTEA):股骨外上髁最凸点与内上髁最凸点的连线^[7]。③PCL:股骨内外后髁两突出点的切线。④APL:即 Whiteside 线,髌骨滑槽最低点与股骨髁间窝最低点的连线。⑤APL 的垂线(perpendicularity of APL, APLP)。(2)角度参数:① APLP 与 PCL 的夹角(angle between perpendicularity of APL and PCL, A-PA)。② APL 与 STEA 的外侧夹角 (angle between APL and STEA, ATA)。

③ APL 与 PCL 的外侧夹角 (lateral angle between APL and PCL, APA)。④后髁角,即 STEA 与 PCL 的夹角(posterior condylar angle, PCA)。⑤髁扭转角,即 CTEA 与 PCL 的夹角(condylar twist angle, CTA)。⑥ CTEA 与 STEA 的夹角 (angle between CTEA and STEA, CSA)。

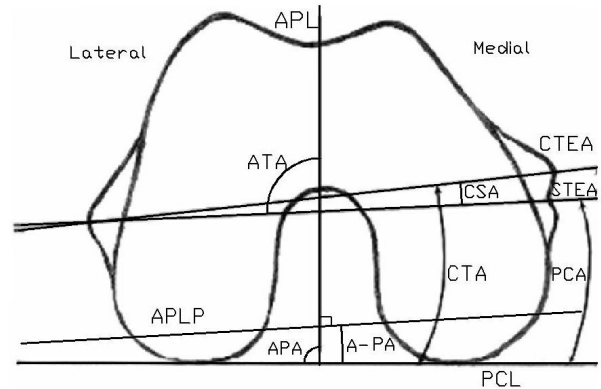


图 1 STEA、CTEA、PCL、APL、APLP 及 ATA、APA、A-PA、CTA、CSA、PCA 示意图

Fig.1 Schematic diagram of STEA, CTEA, PCL, APL, APLP and ATA, APA, A-PA, CTA, CSA, PCA of the distal femur

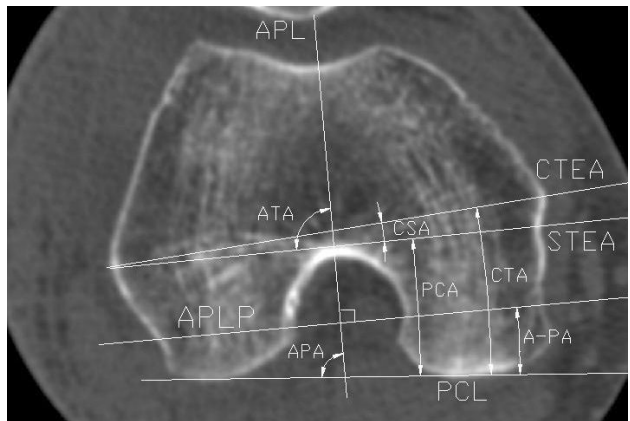


图 2 通过股骨远端内外上髁的横断面 CT 图像

Fig.2 CT images of cross sections of the distal femur across lateral and medial femoral epicondyle

1.3 资料处理与比较

将采集到的 CT 图像输入电脑,两位独立观测者应用 AutoCAD(2007 中文版)测量软件分别进行轴线的定位及角度的标记、测量(精确度 0.01),数据取

两者所测的平均值。将获得的数据按性别和侧别分为 2 个试验组。应用 SPSS 11.0 统计学软件将男女组和左右侧组间进行统计学分析,数据记录为均数±标准差($\bar{x}\pm s$),对各角度间行单因素方差分析、两独立样本和单样本 t 检验,显著性差异的标准为 $P<0.05$ 。同时分别对 A-PA、PCA 与 CTA 行线性回归分析,用直线回归评定 CTEA、STEPA、PCL、APL 及 APLP 之间的相关程度,并计算相关系数(r)和决定系数(R^2)。

2 结果

2.1 总参数及性别和侧别间参数

使用矩法对分组样本行偏度系数和峰度系数计算,经双侧检验 P 均大于 0.05,符合正态性分布。经单因素方差分析,A-PA、ATA、APA、PCA 及 CTA 在性别和侧别间比较,差异无统计学意义($P>0.05$),而 CSA 在性别间差异有统计学意义,在侧别间无差异。见表 1-3。

2.2 CTA、PT 角^[9]、PCA、A-PA 及常数 3° 间的关系

PT 角、PCA、A-PA 三者之间相互比较差异无统计学意义,但与 CTA 和常数 3° 比较差异有统计学意义。见表 4。

2.3 常数 90° 与 ATA、APA 的关系

常数 90° 与 ATA(89.79 ± 1.22)° 比较差异无统计学意义($P=0.084$),但与 APA(84.84 ± 1.83)° 比较差异有统计学意义($P<0.001$)。

2.4 PCA、A-PA 与 CTA 间的线性回归分析

因三角度均不存在性别和侧别的差异,故合并

表 1 A-PA、ATA、APA、PCA、CTA 及 CSA 参数测量结果

Tab.1 Results of parameters for A-PA, ATA, APA, PCA, CTA and CSA

测量参数	例数	测量结果($\bar{x}\pm s, ^\circ$)	范围($^\circ$)
A-PA	106	5.16±1.83	0.93-11.83
ATA	106	89.79±1.22	86.58-93.26
APA	106	84.84±1.83	78.17-89.04
PCA	106	4.80±1.23	1.65-7.49
CTA	106	8.23±1.40	4.98-11.44
CSA	106	3.45±0.68	1.83-5.40

注:A-PA 为前后轴线的垂线与后髁线的夹角;ATA 为前后轴线与外科上髁轴的外侧夹角;APA 为前后轴线与后髁线的外侧夹角;PCA 为后髁角;CTA 为髁扭转角;CSA 为临床髁上轴与外科髁上轴的夹角

Note: Angle between perpendicularity of anterior posterior line and posterior condylar line is A-PA; lateral angle between anterior posterior line and surgical transepicondylar axis is ATA; lateral angle between posterior condylar line and anterior posterior line is APA; posterior condylar angle is PCA; condylar twist angle is CTA, angle between clinical transepicondylar axis and surgical transepicondylar axis is CSA

两组样本,对总的 PCA、A-PA 与 CTA 间进行线性回归分析。

2.4.1 PCA 与 CTA 的线性回归分析 设 CTA 为自变量,PCA 为应变量。结果: $F=322.56, P<0.001$, 差异有统计学意义, $r=0.87, R^2=0.76$; 回归系数 t 检验, $t=17.96, P<0.001$, 与回归方差分析一致,故可认为回归系数有统计学意义,PCA 与 CTA 有直线关系;回

表 2 A-PA、ATA、APA、PCA、CTA 及 CSA 不同侧别间参数测量结果

Tab.2 Results of parameters for A-PA, ATA, APA, PCA, CTA and CSA of different side

测量参数	侧别	例数	测量结果($\bar{x}\pm s, ^\circ$)	范围($^\circ$)	F 值	P 值
A-PA	左	54	5.50±2.03	1.49-11.83	3.881	0.052
	右	52	4.81±1.54	0.93-8.03		
ATA	左	54	89.63±1.11	86.58-91.41	2.038	0.156
	右	52	89.96±1.32	87.00-93.26		
APA	左	54	84.50±2.03	78.17-88.51	3.891	0.051
	右	52	85.19±1.54	81.97-89.07		
PCA	左	54	4.87±1.24	2.64-7.44	0.345	0.558
	右	52	4.73±1.22	1.65-7.49		
CTA	左	54	8.29±1.11	5.81-11.44	0.198	0.657
	右	52	8.17±1.36	4.98-11.33		
CSA	左	54	3.46±0.66	1.83-5.22	0.021	0.885
	右	52	3.44±0.71	2.03-5.40		

注:A-PA 为前后轴线的垂线与后髁线的夹角;ATA 为前后轴线与外科上髁轴的外侧夹角;APA 为前后轴线与后髁线的外侧夹角;PCA 为后髁角;CTA 为髁扭转角;CSA 为临床髁上轴与外科髁上轴的夹角

Note: Angle between perpendicularity of anterior posterior line and posterior condylar line is A-PA; lateral angle between anterior posterior line and surgical transepicondylar axis is ATA; lateral angle between posterior condylar line and anterior posterior line is APA; posterior condylar angle is PCA; condylar twist angle is CTA; angle between clinical transepicondylar axis and surgical transepicondylar axis is CSA

表 3 A-PA、ATA、APA、PCA、CTA 及 CSA 不同性别间参数测量结果

Tab.3 Results of parameters for A-PA, ATA, APA, PCA, CTA and CSA of different gender

测量参数	性别	例数	测量结果($\bar{x}\pm s, ^\circ$)	范围($^\circ$)	F 值	P 值
A-PA	男	53	5.03±1.66	1.49-8.71	0.492	0.485
	女	53	5.28±1.99	0.93-11.83		
ATA	男	53	89.89±1.10	87.45-91.76	0.615	0.435
	女	53	89.70±1.34	86.58-93.26		
APA	男	53	84.96±1.66	81.29-88.51	0.481	0.489
	女	53	84.72±1.99	78.17-89.07		
PCA	男	53	4.94±1.24	2.64-7.49	1.286	0.259
	女	53	4.67±1.21	1.65-7.44		
CTA	男	53	8.24±1.39	5.81-11.33	0.001	0.981
	女	53	8.23±1.42	4.98-11.44		
CSA	男	53	3.32±0.62	1.83-5.22	3.979	0.049
	女	53	3.58±0.72	1.90-5.40		

注:A-PA 为前后轴线的垂线与后髁线的夹角;ATA 为前后轴线与外科上髁轴的外侧夹角;APA 为前后轴线与后髁线的外侧夹角;PCA 为后髁角;CTA 为髁扭转角;CSA 为临床髁上轴与外科髁上轴的夹角

Note: Angle between perpendicularity of anterior posterior line and posterior condylar line is A-PA; lateral angle between anterior posterior line and surgical transepicondylar axis is ATA; lateral angle between posterior condylar line and anterior posterior line is APA; posterior condylar angle is PCA; condylar twist angle is CTA; angle between clinical transepicondylar axis and surgical transepicondylar axis is CSA

表 4 CTA、PT 角、PCA、A-PA 及常数 3°之间的统计学比较

Tab.4 Statistical analysis among CTA, angle PT, PCA, A-PA and constant 3°

角度($^\circ$)	PT(4.66±1.09) $^\circ$	PCA(4.80±1.23) $^\circ$	A-PA(5.16±1.83) $^\circ$	常数 3°
CTA(8.23±1.40)	$P<0.001$	$P<0.001$	$P<0.001$	$P<0.001$
PT(4.66±1.09)	-	$P=0.36$	$P=0.058$	$P<0.0001$
PCA(4.80±1.23)	-	-	$P=0.10$	$P<0.0001$
A-PA(5.16±1.83)	-	-	-	$P<0.0001$

注:A-PA 为前后轴线的垂线与后髁线的夹角;PCA 为后髁角;CTA 为髁扭转角;PT 角为胫骨平台内翻角

Note: Angle between perpendicularity of anterior posterior line and posterior condylar line is A-PA; posterior condylar angle is PCA; condylar twist angle is CTA; varus angle of tibia plateau is PT

归方程: $PCA=0.77 \times CTA - 1.49$ 。

2.4.2 A-PA 与 CTA 的线性回归分析 设 CTA 为自变量, A-PA 为应变量。结果: $F=47.54, P<0.001$, 差异有统计学意义, $r=0.56, R^2=0.31$; 回归系数 t 检验, $t=6.9, P<0.001$, 与回归方差分析一致, 故可认为回归系数有统计学意义, A-PA 与 CTA 有直线关系; 回归方程: $A-PA=0.734 \times CTA - 0.88$ 。

2.4.3 PCA 与 A-PA 的线性回归分析 设 A-PA 为自变量, PCA 为应变量。结果: $F=51.65, P<0.001$, 差异有统计学意义, $r=0.58, R^2=0.33$; 回归系数 t 检验, $t=7.19, P<0.001$, 与回归方差分析一致, 故可认为回归系数有统计学意义, PCA 与 A-PA 有直线关系; 回归方程: $PCA=0.39 \times A-PA + 2.81$ 。

2.5 各旋转轴之间的相关性

STEA 与 CTEA 明显相关 ($r=0.87, P<0.001$), CTEA 相对 STEA 平均外旋 (3.45 ± 0.68) $^\circ$; STEA 与

APL 明显相关 ($r=0.58, P<0.001$), STEA 相对 APL 平均外旋 (89.79 ± 1.22) $^\circ$; PCL 与 STEA 明显相关 ($r=0.53, P<0.001$), STEA 相对 PCL 平均外旋 (4.80 ± 1.23) $^\circ$; APLP 和 APL 均与 PCL 相关, 分别平均相对 PCL 外旋 (5.16 ± 1.83) $^\circ$ 和 (84.84 ± 1.83) $^\circ$; 唯有 PCL 与 CTEA 无相关性 ($r=0.03, P=0.74$)。见表 5。各轴之间关系示意图见图 3, 将 CTEA、APLP、STEA、PCL 和 APL 五条轴线重叠置于股骨远端横截面, 使其相交于一点, 以交点为圆心, PCL 定为 0 $^\circ$ 线, 五轴之间的相互关系顺时针方向旋转定义为内旋, 相反则为外旋; $P<0.05$ 说明两参照轴有直线关系(表 5)。

3 讨论

3.1 正确认识股骨远端旋转轴线的的重要性

股骨假体旋转对线决定了 TKA 能否成功, 如果假体旋转对线不良, 将会导致聚乙烯磨损加速、韧带失衡及屈曲间隙不对称, 进而影响髌股关节的稳定

表 5 各旋转参照轴之间的相关性

Tab.5 Relativity of statistical of among STEA, CTEA, PCL, APL and APLP

旋转参照轴	夹角	测量结果($\bar{x}\pm s, ^\circ$)	相关系数 r	决定系数 R^2	F 值	P 值
STEA 与 CTEA	CSA	3.45±0.68	0.87	0.76	322.56	< 0.001
STEA 与 APL	ATA	89.79±1.22	0.58	0.33	52.36	< 0.001
PCL 与 STEA	PCA	4.80±1.23	0.53	0.27	39.83	< 0.001
PCL 与 APLP	AP-A	5.16±1.83	0.22	0.05	5.27	0.024
PCL 与 APL	APA	84.84±1.83	0.22	0.05	5.27	0.024
PCL 与 CTEA	CTA	8.23±1.40	0.03	0.01	0.11	0.74

注: A-PA 为前后轴线的垂线与后髁线的夹角; ATA 为前后轴线与外科上髁轴的外侧夹角; APA 为前后轴线与后髁线的外侧夹角; PCA 为后髁角; CTA 为髁扭转角; CSA 为临床髁上轴与外科髁上轴的夹角; STEA 为外科上髁轴线; CTEA 为临床上髁轴线; PCL 为股骨内外后髁两突出点的切线; APL 即 Whiteside 线; APLP 为 APL 的垂线

Note: Angle between perpendicularity of anterior posterior line and posterior condylar line is A-PA; lateral angle between anterior posterior line and surgical transepicondylar axis is ATA; lateral angle between posterior condylar line and anterior posterior line is APA; posterior condylar angle is PCA; condylar twist angle is CTA; angle between clinical transepicondylar axis and surgical transepicondylar axis is CSA; surgical transepicondylar axis is STEA; clinical transepicondylar axis is CTEA; posterior condylar line is PCL; anterior posterior line is APL(Whiteside's line); perpendicularity of APL is APLP

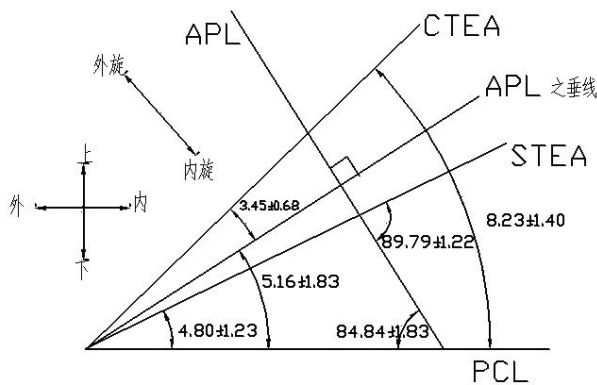


图 3 五条轴线的关系示意图

Fig.3 Schematic diagram of relationship for STEA, CTEA, PCL, APL and APLP

性,最终导致手术失败^[5,10-11]。因此,正确选择股骨远端旋转轴线至关重要。目前,常用的参考轴线有: TEA、PCL、及 APL。TEA 是指股骨远端内、外上髁的连线。相关学者已证实了 TEA 是一条重要的参考轴线,认为参照 TEA 截骨最具有可重复性和可靠性,几乎适用于任何 TKA^[8,12]。而对于 TEA 的内上髁的定位,存在着争议,一部分学者把内上髁最凸点作为定位标志,而另一部分人则定位于内上髁的中央凹陷处。为此, Berger 等^[8]将 TEA 区分为 STEA 和 CTEA,指出了 STEA 较 CTEA 更为可靠和易于定位,并推荐 STEA 作为旋转对线的参考标志。而生物力学试验也表明,膝关节的屈曲旋转中心平行于 STEA^[8,12]。PCL 早期曾被作为 TKA 中重建股骨假体旋转对线中立位放置的参照轴线^[13],后来的试验证明,膝关节的旋转中心平行于 STEA,并非 PCL。由于 STEA 相对于 PCL 外旋,故临床上国内较多采用西

方人的操作标准,即相对于 PCL 外旋 3°截骨,但 Chiu 等^[14]指出:股骨 PCA 有很大的变异性,尤其当股骨后髁严重畸形、缺损时,参照 PCL 作为定位标志,很容易导致股骨假体旋转力线的异常。APL 是 TKA 中暴露最好和最易定位的轴线^[6]。Arima 等^[15]认为 APL 垂直于 TEA,较 PCL 可靠、易定位,与 STEA 一样可作为假体旋转对线的定位标志,参照 APL 截骨,术后可获得较好的髁骨轨迹。但在股骨滑车表面磨损、髁间窝骨赘增生及滑车发育不良的患者,如果以 APL 定位,将会导致股骨假体的过度外旋。

3.2 数据的比较及对数据分析的意义

一些学者都对股骨远端旋转轴线参数进行了研究。Berger 等^[8]对尸体标本测量发现,CTA 男性平均为(4.7±3.5)°,女性为(5.2±4.1)°,差异无统计学意义。Matsuda 等^[12]测得的 CTA 为(5.1±2.0)°。本研究中,测得 CTA 平均为(8.23±1.40)°,无性别和侧别的差异,但与 PCA 和 A-PA 比较均存在显著性差异($P<0.001$);CSA 平均为(3.45±0.68)°,存在性别差异,但无侧别差异,表明了 STEA 和 CTEA 是两条完全不同的轴线,CTEA 相对 STEA 平均外旋 3.5°,与生物力学所证明的作为膝关节屈伸轴线的 STEA 存在着本质的区别,术中选择平行于 CTEA 作为旋转对线标志,不符合生物力学要求,可能会导致股骨假体部件的过度外旋。同时笔者也认为,由于内上髁的最高点是一个马蹄形的骨嵴,没有明确的固定点,因此,术中不同的人可能会选择不同的点作为最高点,即使同一人可能多次定位结果也不同,导致了 CTEA 在很大程度上具有较大的变异性,而定位 STEA 的内上髁的凹陷,其范围较为局限,位置也较为固定,术中手指易于定位,使得 STEA 可以作为一个

个可靠的参照轴线,尤其在 TKA 翻修、后髌缺损、股骨滑车表面磨损或髌间窝骨赘增生及滑车发育不良的患者,STEA 通常作为唯一可靠的参照线。

Whiteside 等^[6]测得 A-PA 为(3.89±1.77)°,Matsuda 等^[12]测得的 A-PA 为(5.9±4.3)°。Poilvache 等^[16]在术中测量 ATA 平均为 (90.33±2.44)°, 男性为 (91.2±2.15)°, 女性为 (89.59±2.45)°;APA 平均为 (86.92±2.71)°, 男性为 (88.07±2.34)°, 女性为 (85.94±2.64)°, 两者在性别间差异有统计学意义。Griffin 等^[17]报道 PCA 平均为(3.11±1.75)°,男性为 (2.75±1.61)°,女性为(3.33±1.82)°,差异无统计学意义。Yip 等^[18]针中国南方人群测量提示:男性 PCA 为 6°,女性为 5°。周殿阁等^[4]测得 PCA 平均为 4.1°,未提及性别间的差异。

本研究 ATA 为(89.79±1.22)°,不存在性别和侧别的差异,其标准差为 1.22°,提示总体变异度较小,与常数 90°比较差异无统计学意义($P=0.084$),表明 APL 与 STEA 为近乎恒定垂直的关系,APLP 与 STEA 也几乎平行,接近于膝关节的旋转中心^[8,15]。由于在股骨远端截骨的横断面上,APLP 与 APL 可置于同一平面,其骨性标志清楚、完整,术者可直视定位,轻松安放截骨模块,具有方便简单、可操作性强的特点。因此,我们认为 APL、APLP 与 STEA 一样,可作为可靠的股骨假体旋转对线的标志,尤其适用于后外髌严重缺损的外翻膝、微创 TKA 不暴露 STEA 以及术中难以精确地确定 STEA 的手术,在进行后髌截骨时,将股骨髌前后截骨模板横轴垂直于 APL,即平行于 APLP,便可以获得同样经 STEA 为参照的旋转定位。

本组 APA 为 (84.84±1.83)°,A-PA 为 (5.16±1.83)°,PCA 为(4.80±1.23)°,性别和侧别间差异无统计学差异。APA 与常数 90°比较差异有统计学意义($P<0.0001$),表明 TKA 中不能把前后髌截骨模板的横轴平行于 PCL,不能把 PCL 当作重建股骨假体中立位植入的参考标志。从标准差及变化范围来看,A-PA 明显大于 ATA,同时 PCA 的变化范围也较大(1.65°~7.49°),表明 PCL 在人群中具有较大的个体差异,相对于 STEA 变异性较大,相反,APL 的变异性较小,与 STEA 却具有恒定垂直的关系,与 Boisgard 等^[19]报道的结果一致。因此,笔者认为术中不能仅根据 PCL 来确定参考轴线,可以选择 STEA、APL 和 APLP 或联合应用各参考轴线作为确定旋转对线的标志,将有助于减小误差。

本研究中,PCA、PT 角与 A-PA 间差异无统计学意义,表明了三者的一致性,对于无畸形、缺损的股骨后髌,术中如果按照 PCA 的大小进行外旋截骨并

植入股骨假体,可完全代偿胫骨平台不对称截骨而获得矩形的“屈曲间隙”。同时通过本研究也表明,国人正常膝关节中,股骨远端外旋截骨平面相对于 PCL 平面平均外旋约 5°,与 A-PA、PCA 和 PT 角度数大致相当,且明显大于西方人的 3°,差异有统计学意义,这种差别或许来自人种的差异,这可能是国人参照 PCL 外旋 3°放置股骨假体后部分临床结果不满意的原因之一。因此,笔者认为参照 PCL 外旋 3°的标准截骨,虽然是常用的度数,但并不一定适合中国人的股骨远端^[20],若依次标准截骨将会引起很大的误差,按照笔者的测量结果,截骨线将不会平行于 STEA,而是相对于 STEA 呈明显的内旋状态,会导致股骨假体部件呈大约 2°的内旋位植入,理论上将会导致梯形的“屈曲间隙”和不准确的旋转对线,术后易产生髌股关节并发症^[10,21]。

3.3 股骨远端各旋转力线的关系

本研究通过对国人 PCA 与 CTA、PCA 与 A-PA 及 A-PA 与 CTA 三者的线性回归分析显示,PCA 与 CTA、PCA 与 A-PA 及 A-PA 与 CTA 均具有明显的相关性, r 值分别为 0.87、0.58 和 0.56。由于 PCA、A-PA 间无统计学差异,且仅有 0.5°的范围误差,加之又有较强的相关性,进一步说明了 TKA 中在后髌没有骨缺损、髌间窝完好等情况下,应用 PCL、STEA 及 APL 三者作为旋转定位的统一性,参照三者外旋截骨均能获得较好的股骨假体旋转对线,同时,PCA、A-PA 和 CTA 的回归方程亦可作为三者角度的互相推算。此外,由于 PCA、A-PA 和 PT 角均无侧别的差异,在双侧 TKA 中,若某一侧不能确定旋转对线,参考对侧肢体外旋角度或术前测量胫骨平台内翻角,也是一种较为可靠的方法。

本研究利用直线回归对股骨远端旋转轴线之间进行相关程度分析发现,STEA 与 CTEA 之间具有明显相关性($R^2=0.76$),表明其夹角 CSA 大小相对较恒定;CTEA 较 STEA 平均外旋 3.5°,提示在特殊情况下术中若以 CTEA 作为旋转对线参照时,笔者建议外旋截骨的角度宜相应减少 3.0°左右(即 CSA 角度的大小),对于女性患者需减少 3.5°,也可获得满意的旋转对线。STEA 与 APL 之间、STEA 与 PCL 之间及 PCL 与 APL 之间均具有明显的相关性,其相关决定系数 R^2 分别为 0.33、0.27 和 0.05,数值的大小比较表明,STEA 与 APL 之间相对垂直的关系较强,PCL 的变异性最大,APL 次之,STEA 最小。而 PCL 与 CTEA 之间却没有相关性, $R^2=0.01$, $P=0.74$,表明二者变异性很大,再次证明术中不能参照 CTA 作为外旋截骨的角度。

总之,通过各旋转轴线之间的相关程度分析,笔

者认为 STEA 与 CTEA 是两条性质完全不同的轴线,不能以平行于 CTEA 作为旋转对线的参考标志。同时也发现,股骨远端旋转轴之间的可靠性,分别为 STEA > APL > PCL, SETA 较 APL 和 PCL 恒定可靠,变异度最小,是假体获得最准确旋转对线方法的解剖标志,与 Olcott 等^[22]报道的结果一致。当然对于每个个体的差异,不能拘泥于一种定位方法,每种方法都有其适用范围,应以灵活的方式处理,包括多轴线联合运用或建立在软组织平衡基础上的旋转截骨。

本组研究对象均为膝关节无病痛且发育正常的中国人,年龄 19~55 岁,排除了因老年性退变和发育不良对测量结果的影响。CT 图像虽不包括关节软骨的信息,但对于同一图像来说,两侧关节软骨厚度几乎相等,不影响测量结果的准确性。因此笔者认为本试验的方法正确,结果可靠,具有一定的临床指导意义。当然,本研究总样本量相对较小且年龄相对跨度较大,有待于以后进一步补充完善。

参考文献

- [1] Rousseau MA, Lazennec JY, Catonné Y, et al. Early mechanical failure in total knee arthroplasty[J]. *Int Orthop*, 2008, 32(1): 53-56.
- [2] Gangadharan R, Deehan DJ, Macaskie AW. Distal femoral resection at knee replacement—the effect of varying entry point and rotation on prosthesis position[J]. *Knee*, 2010, 17(5): 345-349.
- [3] Tang WM, Zhu YH, Chiu KY. Axial alignment of the lower extremity in Chinese adults[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2000, 82(11): 1603-1608.
- [4] 周殿阁, 吕厚山, 方竞, 等. 股骨远端关节面几何学特征在人工关节设计中的意义[J]. *中华骨科杂志*, 2002, 22(5): 288-292. Zhou DG, Lyu HS, Fang J, et al. Geometric characters of distal femur and knee prosthesis design[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2002, 22(5): 288-292. Chinese.
- [5] 翁文杰, 张华山, 王锋. 全膝人工关节置换术中的旋转对线[J]. *中国骨伤*, 2008, 21(3): 202-203. Weng WJ, Zhang HS, Wang F. Rotational alignment in total knee arthroplasty[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2008, 21(3): 202-203. Chinese with abstract in English.
- [6] Whiteside LA, Arima J. The anteroposterior axis for femoral rotational alignment in valgus total knee arthroplasty[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1995, (321): 168-172.
- [7] Griffin FM, Scuderi GR, Gillis AM, et al. Osteolysis associated with cemented total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 1998, 13(5): 592-598.
- [8] 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.
- [9] 宋兵华, 倪增良, 路德辉, 等. 国人胫骨平台内翻角的影像学研究及其临床意义[J]. *浙江临床医学*, 2013, 15(11): 1686-1688. Song BH, Ni ZL, Lu DH, et al. Study of imageology for varus inclination of the proximal tibia on chinese adults and its significance in TKA[J]. *Zhe Jiang Lin Chuang Yi Xue*, 2013, 15(11): 1686-1688.
- [10] Hanada H, Whiteside LA, Steiger J, et al. Bone landmarks are more reliable than tensioned gaps in TKA component alignment[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2007, (462): 137-142.
- [11] Romero J, Stähelin T, Wyss T, et al. Significance of axial rotation alignment of components of knee prostheses[J]. *Orthopade*, 2003, 32(6): 461-468.
- [12] Matsuda S, Miura H, Nagamine R, et al. A comparison of rotational landmarks in the distal femur and the tibial shaft[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2003, (414): 183-188.
- [13] Yoshioka Y, Siu D, Cooke TD. The anatomy and functional axes of the femur[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1987, 69(6): 873-880.
- [14] Yan WP, Chiu KY, Tang WM. How precise is the determination of rotational alignment of the femoral prosthesis in total knee arthroplasty: an in vivo study[J]. *J Arthroplasty*, 2007, 22(7): 1042-1048.
- [15] Arima J, Whiteside LA, McCarthy DS, et al. Femoral rotational alignment, based on the anteroposterior axis, in total knee arthroplasty in a valgus knee[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1995, 77(9): 1331-1334.
- [16] Poilvache PL, Insall JN, Scuderi GR et al. Rotational landmarks and sizing of the distal femur in total knee arthroplasty[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1996, (331): 35-46.
- [17] Griffin FM, Math K, Scuderi GR, et al. Anatomy of the epicondyles of the distal femur: MRI analysis normal knees[J]. *J Arthroplasty*, 2000, 15(3): 354-359.
- [18] 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.
- [19] Boisgard S, Moreau PE, Descamps S, et al. Computed tomographic study of the posterior condylar angle in arthritic knees; its use in the rotational positioning of the femoral implant of total knee prostheses[J]. *Surg Radiol Anat*, 2003, 25(3-4): 330-334.
- [20] 徐志宏, 陈东阳, 邱旭升, 等. 国产 TC-Dynamic(后稳型)膝关节假体置换的临床应用[J]. *中国骨伤*, 2009, 22(6): 410-412. Xu ZH, Chen DY, Qiu XS, et al. Preliminary clinical outcome of domestic posterior-stabilized total knee arthroplasty[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2009, 22(6): 410-412. Chinese with abstract in English.
- [21] 刘扬波, 袁健东, 陈成帷, 等. 改良型股骨假体对降低初次后稳定型全膝关节置换术后髌骨弹响综合征发生率的病例对照研究[J]. *中国骨伤*, 2014, 27(4): 278-282. Liu YB, Yuan JD, Chen CW, et al. Case-control study on modified femoral prosthesis in reducing the incidence of patellar clunk syndrome after the initial posterior stabilized total knee arthroplasty[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2014, 27(4): 278-282. Chinese with abstract in English.
- [22] Olcott CW, Scott RD. Determining proper femoral component rotational alignment during total knee arthroplasty[J]. *Am J Knee Surg*, 2000, 13(3): 166-168.

(收稿日期: 2014-12-20 本文编辑: 王玉蔓)