

国人胫骨平台截骨面与西方进口 胫骨假体解剖学参数的偏差

张博 林源 曲铁兵 潘江 张晓冬 王志为 任世祥 温亮

【摘要】 **目的** 测量中国北方汉族人胫骨平台截骨面与进口胫骨假体解剖学参数的偏差。**方法** 中国北方汉族健康志愿者82名(135膝),男52名(85膝),女30名(50膝);年龄19~82岁,平均47.2岁。行膝关节横断面CT扫描,获得“.dicom”格式图像。将图像存储至与CT机联网的计算机三维重建工作站(Adw 4.3),利用三维容积重建软件建立膝关节三维图像。对三维图像的胫骨进行旋转、切割,测量不同截骨高度及后倾角度各截骨面的胫骨近端横径、前后径及纵横比;采用5 mm容差范围法对三种西方进口假体(A、B、C)与国人胫骨平台截骨面的匹配程度进行初步评估。**结果** 男性胫骨近端截骨面横径平均值为(78.03±2.92) mm,女性为(69.85±2.70) mm;男性胫骨近端截骨面前后径平均值为(50.62±2.46) mm,女性为(46.14±2.61) mm;男性胫骨近端截骨面纵横比平均值为0.649±0.032,女性为0.661±0.031。不同性别胫骨近端截骨面横径与前后径的差异均有统计学意义,男性大于女性;纵横比平均值女性大于男性,差异有统计学意义。假体A对所有受试者各截骨面的平均涵盖率为42.55%,假体B平均为44.61%,假体C平均为27.41%。A与B两种假体涵盖率的差异无统计学意义,而两者与假体C涵盖率的差异均有统计学意义。**结论** 国人正常胫骨平台截骨面的几何形态与西方进口假体的匹配度普遍较低。

【关键词】 胫骨;成像,三维;关节成形术,置换,膝

Anatomical differences between the resected tibial surface and tibial component in normal Chinese Zhang Bo, Lin Yuan, Qu Tiebing, Pan Jiang, Zhang Xiaodong, Wang Zhiwei, Ren Shixiang, Wen Liang. Department of Orthopaedics, Beijing Chao Yang Hospital, Capital Medical University, Beijing 100020, China

【Abstract】 Objective To obtain the linear parameters of proximal tibia in normal Chinese, and study the anatomical differences between the resected tibial surfaces and tibial baseplates of total knee prostheses. **Methods** A total of 82 normal Chinese / 135 knees (include 85 male and 50 female knees) was included, with an average age of 47.2 (range, 19–82) years. All of the volunteers were scanned by Spiral CT, and the original CT images were stored in the work station (Adw 4.3). Then 3-D models of Chinese normal knees were reconstructed and two parameters were measured through volume reconstruction software, including mediolateral (ML) width and anteroposterior (AP) length. A coordinate system was formed with the mediolateral width as the X-axis and anteroposterior length as the Y-axis. A circle, 5 mm in diameter, was used as the maximum coverage criterion. Three contemporary products (A, B, C) were used to analyze the data. From the results, we calculated the coverage percentage of the patients. **Results** The average ML width and AP length of the proximal tibia section were 78.03±2.92 mm and 50.62±2.46 mm in male, and 69.85±2.70 mm and 46.14±2.61 mm in female, respectively. The average ratio of AP length and ML width (RAP/ML) was 0.649±0.032 in male and 0.661±0.031 in female, respectively. AP length and ML width showed statistical significance between different genders. The RAP/ML was larger in female, and the difference was statistically significant. The average coverage rate of prosthesis A, B and C was 42.55%, 44.61% and 27.41%, respectively. There was no statistically significant difference between prosthesis A and B. However, all of them showed statistical significance with prosthesis C. **Conclusion** The geometry and anatomy of proximal tibia in Chinese showed significant differences with that in Western. Those characteristic differences should be considered when we use the tibial plateau prosthesis designed by the Westerners.

【Key words】 Tibia; Imaging, three-dimensional; Arthroplasty, replacement, knee

膝关节置换的远期疗效有赖于精巧的手术操作、正确的假体安放以及良好的膝周软组织平衡,而选取与截骨面相匹配的假体是手术成功和获得良好的远期疗效的前提。以胫骨组件为例,若假体型号过大,将造成膝关节韧带,特别是内侧附韧带

切割、磨损;若型号过小,则承载平台的周围缺乏胫骨边缘高强度的皮质骨支撑,容易造成膝关节内翻或胫骨组件下沉,从而导致假体早期松动^[1]。

目前国内使用最多的仍是根据西方人膝关节解剖形态设计的假体系统,即便是国产假体其制作也多是直接采用进口假体的参数。因此,临床上经常出现假体与膝关节不匹配的现象。

为了改善假体设计,许多学者通过尸体标本和

X线等影像学方法对膝关节的形态学特征进行了研究^[2-4]。王寿文等^[3]对100例国人正常膝关节X线片进行测量,初步获得了股骨及胫骨线性参数,并对相关参数进行了多元回归分析;谢庆云等^[4]通过三维重建方法对正常中国成年人膝关节胫骨近端进行形态学测量,分析了与全膝关节置换相关的截骨面的形态学特征。虽然国内学者针对胫骨形态学特征开展了一系列研究,但有关假体与截骨面匹配程度的研究仍然较少。

本研究采用螺旋CT三维重建方法对中国北方汉族人群胫骨平台截骨面与进口胫骨假体组件之间的匹配度进行分析,目的是:(1)获得正常中国北方汉族人群膝关节胫骨截骨面解剖参数,进一步验证中国人与西方人膝关节解剖形态的差异;(2)计算进口假体组件相对于国人胫骨截骨面的涵盖率,分析两者之间的匹配程度及影响因素;(3)为优化术中假体型号的选择及指导国产膝关节假体型号区间分布提供理论依据。

资料与方法

一、一般资料

本组研究对象来自2005年2月至2012年8月我院门诊及病房非膝关节疾病患者100例(200膝)、健康志愿者20名(40膝)。患者中软组织损伤46例、外伤性骨折54例。所有患者及志愿者均为汉族,长期居住或籍贯位于北方地区。

对120名受试者进行双侧膝关节CT扫描。纳入标准:无先天性膝关节发育畸形;近期无膝关节疼痛、肿胀、绞锁等临床症状;CT检查示骨质无明显退变及内外翻畸形。排除标准:CT检查示膝关节对位异常或骨缺损;既往有膝关节外伤致陈旧性骨质病变。

受试者中符合标准的82名(135膝),其中男52

名(85膝),女30名(50膝);左侧72膝,右侧63膝;患者年龄19~82岁,平均47.2岁。

受试者均签署知情同意书,研究方案经医院医学伦理委员会批准。数据测量由3名骨科医生分别进行,以平均值为最终测量结果。

二、实验方法

(一)CT扫描

采用GE 64排螺旋CT机(Lightspeed VCT,美国),骨扫描法34名(58膝)、标准扫描法48名(77膝),扫描轴向间距0.625~1.25 mm,螺距0.5:1。受试者仰卧于CT床中央,目测其肢体解剖轴平行于水平面。双下肢保持伸直中立位,髌骨朝向正上方,固定膝关节。在扫描过程中保持扫描断面与人体力学轴线垂直,扫描范围为膝关节线上10 cm至膝关节线下20 cm。

(二)膝关节三维重建

行连续快速断层扫描,获得“.dicom”格式的膝关节轴扫图像。将图像存储至与CT机联网的计算机三维重建工作站(Adw 4.3,美国),利用三维容积重建软件重建膝关节。在操作界面的轴位象限内确定股骨内上髁凹与外上髁凸,并在三维图像中以一条连接两点的3D线段(膝关节重建后的三维空间内标记两点所获得的线段,此线可以在截骨后投影到截骨面内,以此为测量参考线)标记股骨外科上髁轴线^[5](图1),使其在截骨后仍可在截骨面上显现。通过技术处理切除股骨部分,留下胫骨近端,从而获得三维重建模型。

(三)测量方法及观察指标

在三维象限内通过三维图像操作软件旋转三维图像,比较并确定外侧平台中心的最高点,加以标记。在矢状位象限内找到此标志点,以3°、5°、10°为后倾角度并垂直于力学轴平面(矢状面)模拟全膝关节置换进行截骨^[6-8]。截骨高度分别设定为关

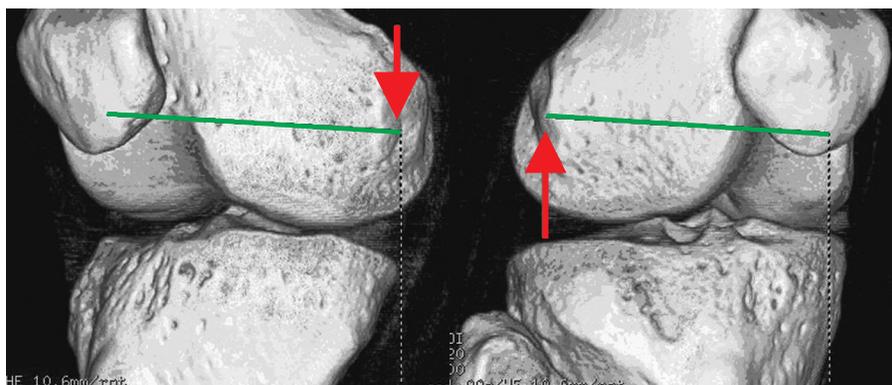


图1 股骨外科上髁轴线(3D):股骨髁内侧凹点与外侧凸点连线

节软骨下6 mm、7 mm、9 mm,从而在斜位象限内获得胫骨近端不同截骨高度及不同后倾角度的截骨面。

测量胫骨近端截骨面横径(ML):与股骨外科上髌轴线平行并通过胫骨截骨面左右的最长距离;前后径(AP):横径中点处与股骨外科上髌轴线垂直的胫骨截骨面的前后距离^[9](图2);纵横比($R_{AP/ML}$):前后径与横径的比值。

(四)涵盖率研究

不考虑假体类型,仅对目前国内临床上较为常用的三种进口假体进行匹配度研究。假体A(Depuy-PFC sigma,美国),7种型号对称型;假体B(Link-Gemini MK-II,德国),5种型号非对称型;假体C(Zimmer-Nexgen,美国),7种型号非对称型。将三维CT测得的胫骨近端截骨面横径、前后径尺寸与假体尺寸使用5 mm容差范围法计算涵盖率^[10-11]。即将所有受试者截骨面横径及前后径数值以散点图的形式(SPSS 13.0统计软件包,美国)标记在坐标系中(X轴为横径,Y轴为前后径),再以每一型号胫骨假体的横径及前后径尺寸在坐标系中所对应的点为圆心,以5 mm为直径在坐标系中画圆。当受试者的数据所对应的点落在这些圆内时即认为假体组件与截骨面匹配良好;相反,落在圆外时则认为两者之间存在较大偏差而不能匹配。统计落在圆内的受试者数占有受试者的比例,即为此种假体所有型号对于国人胫骨平台截骨面的涵盖率。涵盖率代表一种假体对不同膝关节的包容程度。

三、统计学分析

应用SPSS 13.0统计软件包(SPSS公司,美国)进行统计学处理。截骨面横径、前后径、纵横比以均数±标准差形式表示,不同截骨高度、不同截骨角度下男性与女性胫骨截骨面横径、前后径、纵横比的比较采用成组设计资料t检验,不同类型假体涵盖率的比较采用卡方检验。检验水准 α 值取双侧0.05。

结 果

一、胫骨近端截骨面横径

膝关节胫骨近端截骨面横径的平均值为(75.03±2.88) mm,其中男性为(78.03±2.92) mm,女性为(69.85±2.70) mm,不同性别横径的频次分布如图3所示。不同截骨高度及后倾角度下男性截骨面横径平均值均高于女性,差异有统计学意义($P<0.05$,表1)。

二、胫骨近端截骨面前后径

膝关节胫骨近端截骨面前后径的平均值为(48.41±2.60) mm,其中男性为(50.62±2.46) mm,女性为(46.14±2.61) mm,不同性别前后径的频次分布如图3所示。不同截骨高度及后倾角度下男性截骨面前后径平均值均高于女性,差异有统计学意义($P<0.05$,表1)。

三、胫骨近端截骨面纵横比

胫骨近端截骨面纵横比平均值为0.655±0.032,其中男性为0.649±0.032,女性为0.661±0.031。男性纵横比平均值小于女性,差异均有统计学意义($P<0.05$,表2)。

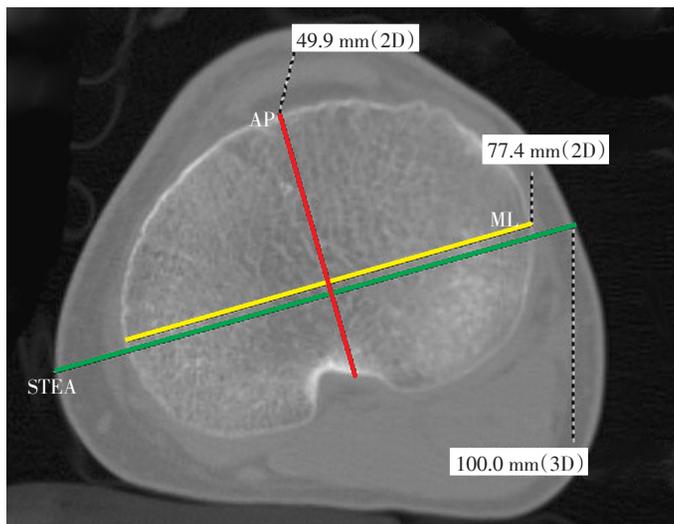


图2 斜位象限内横径(ML)、前后径(AP)的测量。ML:平行于股骨外科上髌轴线(STEA),通过胫骨截面左右最长距离;AP:垂直于股骨外科上髌轴线(STEA),通过胫骨截面前后的最长距离

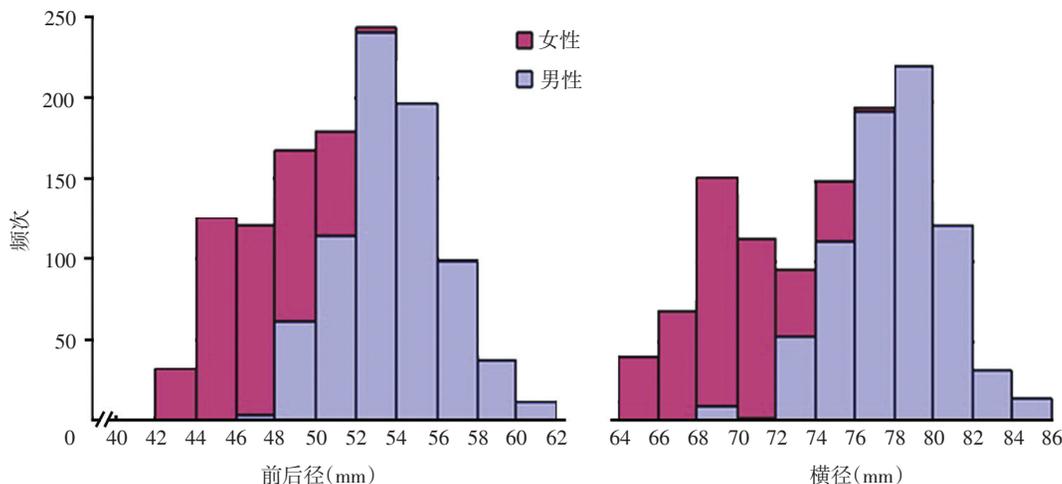


图3 不同性别胫骨平台截骨面前后径及横径的频次分布

表1 不同截骨高度及后倾角度下不同性别患者胫骨平台截骨面横径、前后径的比较($\bar{x}\pm s$, mm)

截骨高度	角度	横径				前后径			
		男(85膝)	女(50膝)	t值	P值	男(85膝)	女(50膝)	t值	P值
6 mm	3°	77.98±2.87	69.99±2.71	13.91	0.00	49.85±2.59	45.75±2.74	8.96	0.00
	5°	77.88±2.86	69.89±2.73	15.93	0.00	49.69±2.54	45.74±2.63	8.60	0.00
	10°	77.83±2.90	69.93±2.80	15.48	0.00	49.22±2.85	45.79±2.63	6.93	0.00
7 mm	3°	78.04±2.91	69.90±2.79	15.93	0.00	50.62±2.42	46.41±2.68	9.37	0.00
	5°	78.09±2.94	69.93±2.71	16.02	0.00	50.53±2.30	46.11±2.58	10.29	0.00
	10°	78.11±2.89	69.92±2.93	15.81	0.00	50.31±2.38	45.99±2.56	9.87	0.00
9 mm	3°	78.01±2.99	69.61±2.63	16.44	0.00	51.91±2.33	46.85±2.58	11.67	0.00
	5°	78.14±3.01	69.74±2.62	16.38	0.00	51.84±2.42	46.53±2.66	11.86	0.00
	10°	78.24±2.99	69.82±2.70	16.39	0.00	51.64±2.34	46.09±2.59	12.74	0.00

表2 不同截骨高度及后倾角度下不同性别患者胫骨平台截骨面纵横比的比较($\bar{x}\pm s$)

截骨高度	角度	男(85膝)	女(50膝)	t值	P值
6 mm	3°	0.639±0.029	0.653±0.031	2.662	0.009
	5°	0.638±0.031	0.654±0.031	2.742	0.007
	10°	0.633±0.038	0.655±0.033	2.192	0.030
7 mm	3°	0.649±0.029	0.664±0.028	3.082	0.003
	5°	0.647±0.028	0.659±0.028	3.070	0.003
	10°	0.644±0.030	0.658±0.031	2.780	0.006
9 mm	3°	0.645±0.027	0.673±0.027	3.038	0.003
	5°	0.653±0.028	0.667±0.028	2.988	0.003
	10°	0.648±0.027	0.660±0.030	3.056	0.003

四、假体涵盖率

假体A对所有受试者各截骨面的平均涵盖率为42.55%，假体B平均为44.61%，假体C平均为27.41%，其中假体B在7 mm截骨高度10°后倾时对所有受试者各截骨面的涵盖率最大，为54.07%（表3，图4）。假体A与假体B涵盖率的差异无统计学意义

($P > 0.05$)，而两者与假体C涵盖率的差异除截骨高度9 mm后倾3°外均有统计学意义($P < 0.05$)。

讨论

国内曾有学者对胫骨平台截骨面的几何形状进行研究，但对胫骨平台的切割均以进口假体为依

表3 不同假体对胫骨平台各截面涵盖率的比较(%, 135膝)

厚度	角度	A	B	C	统计值		
					A与B	A与C	C与B
6 mm	3°	42.22	40.74	26.67	$\chi^2=0.02, P=0.88$	$\chi^2=4.97, P=0.02$	$\chi^2=4.36, P=0.03$
	5°	46.67	48.89	26.67	$\chi^2=0.08, P=0.77$	$\chi^2=8.58, P=0.00$	$\chi^2=10.27, P=0.00$
	10°	42.96	48.15	34.81	$\chi^2=0.50, P=0.47$	$\chi^2=2.46, P=0.04$	$\chi^2=2.98, P=0.04$
7 mm	3°	40.00	42.96	25.19	$\chi^2=0.18, P=0.66$	$\chi^2=5.12, P=0.02$	$\chi^2=7.21, P=0.01$
	5°	44.44	42.96	25.19	$\chi^2=0.02, P=0.88$	$\chi^2=7.99, P=0.00$	$\chi^2=7.21, P=0.01$
	10°	44.44	54.07	29.63	$\chi^2=2.00, P=0.15$	$\chi^2=4.20, P=0.04$	$\chi^2=11.82, P=0.00$
9 mm	3°	36.30	34.07	25.93	$\chi^2=0.04, P=0.84$	$\chi^2=1.14, P=0.28$	$\chi^2=1.54, P=0.21$
	5°	41.48	40.74	26.67	$\chi^2=0.00, P=1.00$	$\chi^2=4.36, P=0.03$	$\chi^2=4.36, P=0.03$
	10°	44.44	48.89	25.93	$\chi^2=0.50, P=0.47$	$\chi^2=7.12, P=0.01$	$\chi^2=11.28, P=0.00$

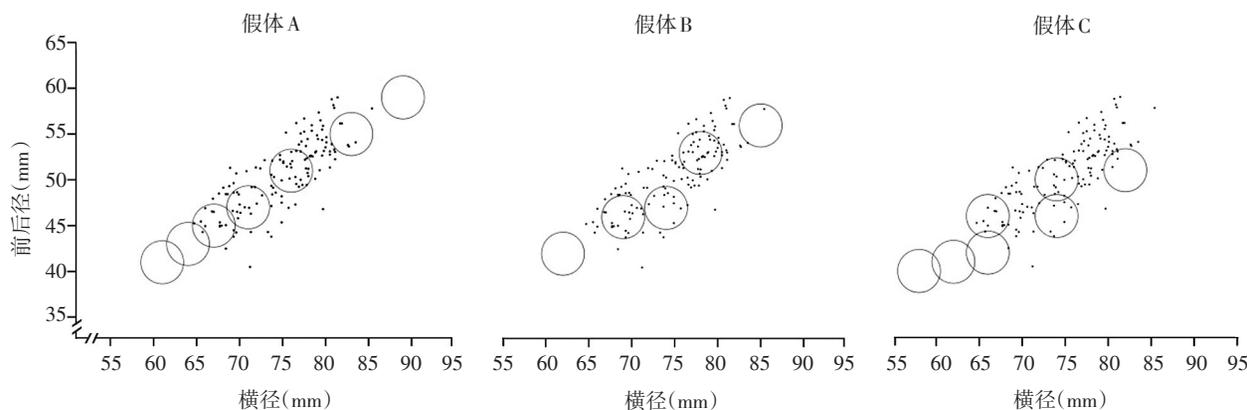


图4 假体A、B、C对胫骨平台截骨面的涵盖率比较

据, 所得数据存在一定的局限性^[12-13]。从胫骨平台后倾角来看, 国人与西方人存在一定的差异, 表现为胫骨平台后倾角偏大。曲铁兵等^[14]曾报告国人胫骨平台后倾角平均为10°左右。为了兼顾西方假体要求的后倾角度与国人膝关节特点, 我们在进行模拟截骨时选取了3°、5°及10°三个角度。为了保证截骨后胫骨能够保持最大的承载能力, 应尽量减少胫骨平台的截骨量^[15]。本研究参考国内几种假体常用的胫骨聚乙烯垫片厚度以及国内术者在全膝关节置换术中常规选取的胫骨截骨厚度, 对关节软骨下6 mm、7 mm、9 mm三个层面进行研究。每一个膝关节测量九个截骨面, 尽量完善胫骨近端解剖参数及对假体涵盖率的分析。

本研究测得胫骨平台截骨面横径平均值为75.03 mm, 这一数值小于Stulberg等^[16]报告的对西方人的测量结果(平均76.9 mm); 截骨面前后径平均值为48.96 mm, 大于Westrich等^[17]的测量结果(平均42.9 mm); 截骨面纵横比平均值为0.655, 与Huang等^[18]国内学者的研究结果(平均0.675)相近,

大于Kirby等^[19]的研究结果(平均0.612)。由此可见, 相对于西方人, 国人膝关节的截骨面从形态上更接近于圆形, 这与Cheng等^[11]的研究结论大致相同。各截骨面横径及前后径在不同性别间的差异有统计学意义, 男性大于女性, 而纵横比男性小于女性。这说明对于女性来讲, 其截骨面的圆度要比男性更大。目前临床上应用的进口膝关节假体多呈“扁长状”, 比较符合西方人的截骨面特点, 应用于国人则往往不能够完全覆盖胫骨平台截骨面。

膝关节形态学上的差异往往导致选取型号时出现大号悬挂、小号覆盖不足的情况, 使手术医生难以抉择。本研究依据Erkman等^[10]、Cheng等^[11]建议使用的5 mm容差范围。他们认为悬挂或者覆盖不足不超过5 mm即可以认为假体与截骨面匹配。此法可以简单有效地对假体与国人关节的匹配程度进行初步评估, 并可以在国产假体型号的设计中起到一定的指导作用。我们的研究结果提示: 根据西方人解剖形态设计的假体与国人胫骨平台截骨面的匹配度普遍较低, 最高涵盖率仅略超过50%,

即将近一半的患者不能找到型号匹配的胫骨组件。从研究结果来看,不同的截骨高度对三种假体涵盖率的影响并不大,但对于不同的截骨角度,10°后倾截骨的涵盖率要比3°和5°有明显提高。因此可以推算,在使用进口假体进行全膝关节置换时,适当的增加截骨后倾角度可以提高假体与截骨面之间的匹配程度。

在进行国产膝关节假体设计时,确定胫骨假体的型号数量是一个艰难的抉择。较多的型号可以降低型号间的差距,增加患者膝关节与假体间的适配。但过多的型号将增加费用消耗,且在确定的标准下较多的假体型号并不是提高涵盖率的唯一办法。如何才能以最少的型号设置换取对截骨面最大程度的涵盖,需要我们将基础研究成果与假体型号制定进行完美的结合。本研究通过比较不同性别组横径及前后径的频次分布,可以得出男性横径平均值85%以上分布在74~82 mm,前后径近80%分布在50~58 mm;女性横径平均值80%以上分布在66~74 mm,前后径近90%分布在44~52 mm。如果我们对分布频率较高的区域适当增加假体型号,而频率较低的区域减少型号设置,则能大大提高假体与截骨面的匹配程度。

综上所述,本研究初步获得了胫骨近端不同截骨面前后径、横径及纵横比的正常值,利用5 mm容差范围法对三种进口假体与国人截骨面的匹配程度进行了评估,从而为国产膝关节假体型号设计以及全膝关节置换手术临床操作提供了参考依据。但本组研究对象数量有限,且为单中心研究,因此在研究对象的选取及数据的获得上可能存在一定的偏倚;另外,本研究并未进行截骨面确切覆盖率的研究。这些均有待我们在进一步的研究中进行完善。

参 考 文 献

- [1] 李国宏,郑诚功. 胫骨近端几何形态分析与再置换胫骨组件的设计研究[J]. 医用生物力学, 2007, 22(4): 334-338.
- [2] 张博,潘江,曲铁兵,等. 国人正常胫骨近端线性参数测量及特性分析[J]. 医用生物力学, 2007, 4(22): 351-355.
- [3] 王寿文,冯传汉,吕厚山,等. 膝关节几何学研究及其对膝假体设计的意义[J]. 中华外科杂志, 1992, 42(7): 434-439.
- [4] 谢庆云,吴海山. 正常中国成年人相当于全膝关节置换胫骨近端截骨部位的形态学测量[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(39): 7226-7229.
- [5] 林源,曲铁兵,潘江,等. 股骨远端旋转对线的初步研究[J]. 中华骨科杂志, 2005, 25(5): 271-275.
- [6] Kuwano T, Miura H, Miura H, et al. Importance of the lateral anatomic tibial slope as a guide to the tibial cut in total knee arthroplasty in Japanese patients[J]. J Orthop Sci, 2005, 10(1): 42-47.
- [7] Kwak DS, Surendran S, Pengatteei YH, et al. Morphometry of the proximal tibia to design the tibial component of total knee arthroplasty for the Korean population[J]. Knee, 2007, 14(4): 295-300.
- [8] Li G, Suggs J, Hanson G, et al. Three-dimensional tibiofemoral articular contact kinematics of a cruciate-retaining total knee arthroplasty[J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 88(2): 395-402.
- [9] Uehara K, Kadoya Y, Kobayashi A, et al. Anthropometry of the proximal tibia to design a total knee prosthesis for the Japanese population[J]. J Arthroplasty, 2002, 17(8): 1028-1032.
- [10] Erkman MJ, Walker PS. A study of knee geometry applied to the design of condylar prosthesis[J]. Biomed Eng, 1974, 9(1): 14-17.
- [11] Cheng CK, Lung CY, Lee YM, et al. A new approach of designing the tibial baseplate of total knee prosthesis [J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 1999, 14(2): 112-117.
- [12] 柴瑞宝,张辉,刘洋,等. TKA术后胫骨近端截骨块参数测量及其临床意义[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(5): 495-498.
- [13] 张健,董纪元,付忠田,等. 国人膝关节尺寸与5种人工膝关节假体尺寸的对照[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(4): 635-638.
- [14] 曲铁兵,曾纪洲,林源,等. 华北地区成人正常胫骨内侧平台后倾角的测量及临床意义[J]. 中华骨科杂志, 2003, 23(8): 455-458.
- [15] Dorr LD, Boiardo RA. Technical considerations in total knee arthroplasty[J]. Clin Orthop Relat Res, 1986(205): 5-11.
- [16] Stulberg BN, Dombrowski RM, Froimson M, et al. Computed tomography analysis of proximal tibial coverage [J]. Clin Orthop Relat Res, 1995(311): 148-156.
- [17] Westrich GH, Laskin RS, Haas SB, et al. Resection specimen analysis of tibial coverage in total knee arthroplasty [J]. Clin Orthop Relat Res, 1994(309): 163-175.
- [18] Huang CH, Cheng CK, Liau JJ, et al. Morphometrical comparison between the resected surfaces in osteoarthritic knees and porous-coated anatomic knee prosthesis[J]. J Musculoskelet Res, 2000, 4(1): 39-46.
- [19] Hitt K, Shurman JR 2nd, 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, 85 Suppl 4: S115-122.

(收稿日期:2013-12-08)

(本文编辑:马英)