

· 临床研究 ·

国人全膝关节置换术中股骨远端旋转对线方法的研究

邓晓冬

(四川省资阳市第一人民医院, 四川 资阳 641300)

摘要 目的:探讨国人正常股骨远端旋转对线各个标志的临床意义。**方法:**将 80 例志愿者 160 个正常膝关节,按性别分为 2 组,并按侧别为左、右侧组。然后采用 MRI 扫描膝关节,依据 Dalury 方法获取胫骨矢状位、冠状位图像,将图像输入电脑建立股骨远端三维重建图像;在三维重建图像上测量 4 条轴线及 4 条轴线所形成的 5 个夹角。分别比较男、女组及左、右侧组临床上髁轴线与外科上髁轴线夹角、髁扭转角、前后轴线的垂线与外科上髁轴线夹角、股骨后髁角。**结果:**男性组股骨后髁角、髁扭转角、前后轴线的垂线与外科上髁轴线夹角均大于女性组[$3.26^{\circ} \pm 0.47^{\circ}$; $2.76^{\circ} \pm 1.51^{\circ}$, $t=4.125$, $P=0.000$; $6.21^{\circ} \pm 0.73^{\circ}$, $5.71^{\circ} \pm 0.92^{\circ}$, $t=4.125$, $P=0.000$; $0.32^{\circ} \pm 0.63^{\circ}$, $1.18^{\circ} \pm 0.59^{\circ}$, $t=5.165$, $P=0.000$];男性组与女性组前后轴线的垂线与后髁轴线夹角、临床上髁轴线与外科上髁轴线夹角比较,组间差异无统计学意义[$4.65^{\circ} \pm 0.61^{\circ}$, $4.27^{\circ} \pm 0.27^{\circ}$, $t=1.389$, $P=0.141$; $2.64^{\circ} \pm 0.51^{\circ}$, $2.98^{\circ} \pm 0.78^{\circ}$, $t=1.821$, $P=0.078$]。左侧组股骨后髁角、髁扭转角、前后轴线的垂线与外科上髁轴线夹角、前后轴线的垂线与后髁轴线夹角、临床上髁轴线与外科上髁轴线夹角与右侧组比较,差异均无统计学意义[$3.22^{\circ} \pm 0.88^{\circ}$, $3.43^{\circ} \pm 1.02^{\circ}$, $t=0.081$, $P=0.930$; $6.18^{\circ} \pm 1.25^{\circ}$, $6.41^{\circ} \pm 1.53^{\circ}$, $t=0.035$, $P=1.105$; $4.37^{\circ} \pm 0.46^{\circ}$, $4.12^{\circ} \pm 0.61^{\circ}$, $t=0.000$, $P=0.815$; $0.85^{\circ} \pm 0.62^{\circ}$, $0.81^{\circ} \pm 0.56^{\circ}$, $t=0.497$, $P=0.926$; $2.69^{\circ} \pm 0.71^{\circ}$, $2.72^{\circ} \pm 0.79^{\circ}$, $t=0.121$, $P=0.835$]。**结论:**国人正常股骨远端旋转对线标志存性别差异,但不存在侧别差异;这提示在全膝关节置换术中应根据具体情况选择股骨远端旋转对线的轴线,以确保患者在术后获得良好的治疗效果。

关键词 关节成形术,置换,膝 股骨远端 旋转对线 磁共振成像

Study on distal femur rotational alignment method in the total knee arthroplasty (TKA) for Chinese people

Deng Xiaodong* The Ziyang First People's Hospital, Ziyang 641300, Sichuan, China

ABSTRACT Objective: To explore the clinical significance of normal distal femur rotational alignment anatomic landmark in Chinese people. **Methods:** Eighty volunteer with 160 normal knee-joints were divided into 2 groups according to their gender and they were also divided into left side group and right side group. Then the knee joints were scanned by MRI, and the sagittal and coronary images were obtained by using the Dalury method. The images were inputed into the computer to build 3D reconstructed images of distal femur and the four axes and the five angles formed by the four axes were measured on the 3D reconstructed images. The angle between CTEA and STEA (CSA), the condylar twist angle (CTA), the angle between the perpendicular of APL and STEA (ATA) and the posterior condylar angle (PCA) were compared between male group and female group and between left side group and right side group respectively. **Results:** The PCA, CTA and ATA of male group were all greater than that of female group (3.26 ± 0.47 vs 2.76 ± 1.51 degrees, $t=4.125$, $P=0.000$; 6.21 ± 0.73 vs 5.71 ± 0.92 degrees, $t=4.125$, $P=0.000$; 0.32 ± 0.63 vs 1.18 ± 0.59 degrees, $t=5.165$, $P=0.000$). There was no statistical difference in APA and CSA between male group and female group (4.65 ± 0.61 vs 4.27 ± 0.27 degrees, $t=1.389$, $P=0.141$; 2.64 ± 0.51 vs 2.98 ± 0.78 degrees, $t=1.821$, $P=0.078$). There was no statistical difference in PCA, CTA, ATA, APA and CSA between left side group and right side group (3.22 ± 0.88 vs 3.43 ± 1.02 degrees, $t=0.081$, $P=0.930$; 6.18 ± 1.25 vs 6.41 ± 1.53 degrees, $t=0.035$, $P=1.105$; 4.37 ± 0.46 vs 4.12 ± 0.61 degrees, $t=0.000$, $P=0.815$; 0.85 ± 0.62 vs 0.81 ± 0.56 degrees, $t=0.497$, $P=0.926$; 2.69 ± 0.71 vs 2.72 ± 0.79 degrees, $t=0.121$, $P=0.835$). **Conclusion:** There is gender difference in normal distal femur rotational alignment anatomic landmark in Chinese people while there is no side difference. Therefore, the axes of distal femur rotational alignment should be chosen according to the specific conditions in TKA, so as to ensure good therapeutic effect after the treatment.

Key words: Arthroplasty, replacement, knee; Distal femur; Rotational alignment; Magnetic resonance imaging

全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)为解决膝关节疾病的重要手段,已经过 30 余年的发展^[1],经过相应的技术改进,TKA 现已成为治疗膝关节晚期病变的成熟技术,广泛应用于临床,并逐渐被患者接受。其中核心技术为等量截骨和软组织平衡,手术过程中的截骨方式以决定了假体力线的重建,也是影响人工关节成功与否及假体使用寿命的关键因素^[2]。对于不同的患者来说,骨质量及骨缺损程度有所不同。针对 TKA 中股骨远端旋转对线仍无统一标准^[3]。因此,研究不同人群的股骨远端旋转对线标志具有重要意义。

1 临床资料

1.1 一般资料 选取 80 名志愿者 160 侧正常膝关节,其中男 40 例,80 膝,女 40 例,80 膝。年龄 18~40 岁,中位数 25 岁;身高 152~173 cm,中位数 159 cm;体重 43~85 kg,中位数 61 kg。见表 1。

1.2 仪器设备及软件 MRI、PC 机,三维重建及测量软件:Amira 2.2、Medvis、Adobe Photoshop11.0、Dicomaccess TM 1.5、SPSS for Windows Release 16.0。

表 1 男女年龄分布比较

	18~30 岁	31~40 岁	年龄(岁)
男性组	17	23	28.8±6.90
女性组	19	21	26.0±4.67
检验统计量	$\chi^2 = 2.277$		$t = 2.235$
P 值	0.683		0.486

注:经四格表的卡方检验, $P > 0.05$,两组在年龄分布上无显著性差异。

2 方法

2.1 扫描体位 双下肢旋转中立,膝关节取伸直位。MRI 扫描置于肢体的胫骨干解剖轴,平行于水平面。

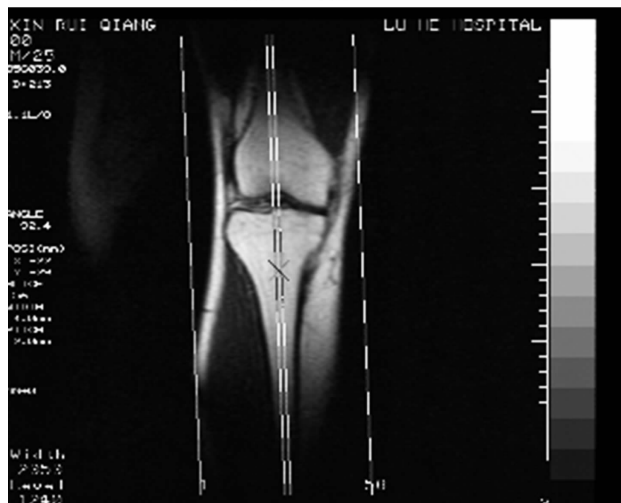
2.2 扫描条件 自旋回波(spin echo, SE)序列,TR = 1 650 ms,TE = 15 ms,层厚 2 mm,层距 2 mm,采集图像 4 次矩阵大小 256×256,视窗直径 32 cm,窗宽 1 800,窗位 900。

2.3 扫描方法 扫描范围为,膝关节线上 12 cm、下 20 cm,MR 焦距中心对准膝关节线下 4 cm 处。采用矢状位、冠状位同时定位(图 1)。依据 Dalury^[4]方法:通过胫骨的中沟线(胫骨结节内侧缘的内侧 1 mm 处与胫骨嵴沟中点的连线)获得胫骨矢状位定位图像;经过胫骨干解剖轴^[5]并垂直于胫骨矢状位定位图像进行扫描,获得胫骨冠状位定位图像;然后平行于胫骨干解剖轴并垂直于胫骨冠状位定位图像,做胫骨

矢状位依次扫描。将扫描后的 MRI 图像转移到移动硬盘内,使用 PC 机进行数据处理。



(1)矢状位定位图



(2)冠状位定位图

图 1 膝关节 MR 扫描定位方法

2.4 股骨远端模型建立 将所采集的 DICOM3 图像文件通过 Dicomaccess TM1.5 在 photoshop11.0 打开。对图像分割,描绘出股骨、软骨边界,灰度为 255,使用 Amira2.2 重建膝关节三维图像(图 2)。

2.5 测量参数及方法 将股骨远端三维重建的图像转入 Medvis 软件中,确定 4 条轴线的位置(图 2)。共计测量 4 条轴线及 4 条轴线所形成的 5 个夹角。4 条轴线参数:①外科上髁轴线(surgical transepicondylar axis, STEA):股骨内上髁凹与外上髁凸的连线;②临床上髁轴线(clinical transepicondylar axis, CTEA):股骨内上髁凸与外上髁凸的连线;③前后轴线(anterior posterior line, APL):髌骨滑槽最低点与股骨髁间窝最低点的连线;④后髁轴线(posterior condylar line, PCL):股骨内外后髁最凸点的连线。5 个角度参数:

①临床上髌轴线与外科上髌轴线夹角 (angle between CTEA and STEA, CSA,); ②髌扭转角 (condylar twist angle, CTA): CTEA 与 PCL 的夹角; ③前后轴线的垂线与外科上髌轴线夹角 (angle between the perpendicular of APL and STEA, ATA,); ④前后轴线的垂线与后髌轴线夹角 (angle between the perpendicular of APL and PCL, APA,); ⑤股骨后髌角 (posterior condylar angle, PCA) STE 与 PCL 的夹角。见图 3^[6]。

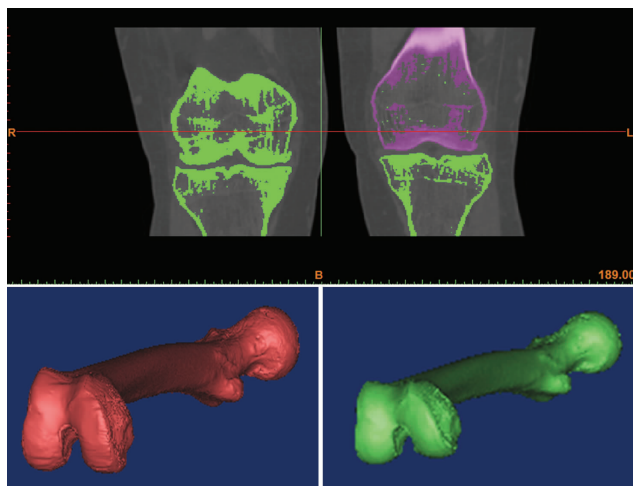


图 2 重建后的股骨远端三维图像

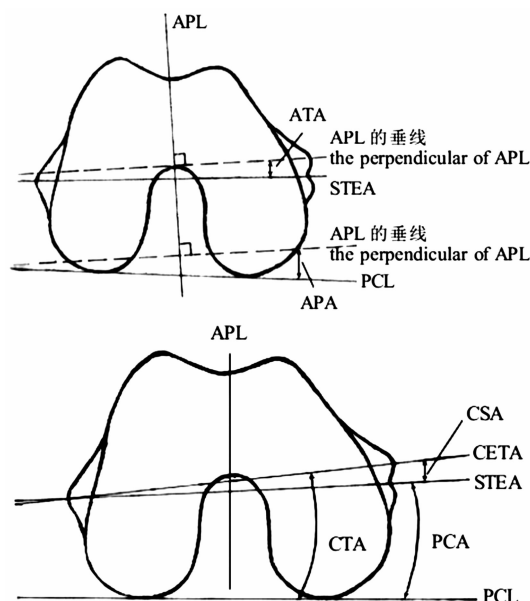


图 3 股骨远端旋转对线测量轴线及夹角

上述各参数的确定采用两位观察者判定。分别测量 80 人共计 160 例膝关节 4 条轴线及 5 个夹角参数,分为性别及侧别组。进行两个独立样本的 t 检验, α 值确定为 0.05。

3 结果

3.1 全部标本的参数结果 PCA: $3.11^\circ \pm 1.13^\circ$ ($0.43^\circ \sim 6.36^\circ$); CTA: $5.23^\circ \pm 0.36^\circ$ ($2.17^\circ \sim$

7.72°); APA: $4.31^\circ \pm 0.27^\circ$ ($1.02^\circ \sim 7.05^\circ$); ATA: $0.57^\circ \pm 0.48^\circ$ ($-1.62^\circ \sim 3.74^\circ$); CSA: $2.62^\circ \pm 0.69^\circ$ ($0.23^\circ \sim 4.72^\circ$)。

3.2 性别、侧别组 结果见表 2、表 3。

表 2 依性别分组股骨远端旋转角度参数值

参数	性别	例数	均数	t 值	P 值
PCA	男	80	3.26 ± 0.47	4.125	0.000
	女	80	2.76 ± 1.51		
CTA	男	80	6.21 ± 0.73	3.584	0.000
	女	80	5.71 ± 0.92		
APA	男	80	4.65 ± 0.61	1.389	0.141
	女	80	4.27 ± 0.27		
ATA	男	80	0.32 ± 0.63	5.165	0.000
	女	80	1.18 ± 0.59		
CSA	男	80	2.64 ± 0.51	1.821	0.078
	女	80	2.98 ± 0.78		

表 3 依侧别分组股骨远端旋转角度参数值

参数	性别	例数	均数	t 值	P 值
PCA	左	80	3.22 ± 0.88	0.081	0.930
	右	80	3.43 ± 1.02		
CTA	左	80	6.18 ± 1.25	0.035	1.105
	右	80	6.41 ± 1.53		
APA	左	80	4.37 ± 0.46	0.000	0.815
	右	80	4.12 ± 0.61		
ATA	左	80	0.85 ± 0.62	0.497	0.926
	右	80	0.81 ± 0.56		
CSA	左	80	2.69 ± 0.71	0.121	0.835
	右	80	2.72 ± 0.79		

4 讨论

4.1 股骨远端形态学研究 解剖学研究是指通过对尸体标本的剖切、观察、测量等手段进行研究,这种方法的局限性比较大,且标本与活体组织存在一定差异性。由于个体的差异性,小样本量的尸体解剖数据可信性较低,且成本较高。随着计算机数字化技术的高速发展,应用计算机数字化技术对人体进行扫描,获得重建图像已成为可能^[7],但由于膝关节其解剖及运动的生物力学复杂性,二维重建图像并不能充分模拟膝关节生物力学。数字化图像三维重建可将 CT、MRI 断层扫描的二维图像按照正常人体组织的空间结构进行三维重建,能够较为真实的反应人体器官结构的真实形态,其优点是可将重建后的组织进行任意角度的观察与测量,为数字化解剖提供了新方法。利用数字化技术及相关软件不仅能对长、宽、高、距离、角度等参数进行测量,而且能够进行曲线、曲面、曲率的测量。该技术是当前医学图像处理的研究热点,

它不仅在理论研究方面有重要意义,而且对于临床医学有着重大的意义和应用价值。因此,我们用软件工具对国人正常股骨远端旋转对线标志进行了标记与精确测量,准确的标定了股骨远端包含软骨的正常膝关节解剖标志,同时避免了传统尸体解剖小样本量限制。并且应用先进的数字医学软件进行了空间角度的测量,减小了测量误差,这是传统尸体解剖研究所不能达到的。同时研究选取了 MRI 图像进行三维重建,避免了 CT 重建所带来的放射线辐射,并且 MRI 重建的图像包含了股骨远端软骨,更为真实的反应了股骨远端的解剖学形态,增加了研究的严谨性。

4.2 正确选择股骨远端旋转对线方法的意义 笔者认为,术后正常的生物力线重建与良好的软组织平衡是 TKA 手术成败的关键。根据《中华人民共和国卫生行业标准》中 TKA 的手术具体操作来看,国内全膝关节置换术目前主要采用胫骨后髁线作为股骨部件旋转对线的参照。西方人种的股骨后髁线相对外科髁上轴存在约 3° 的外旋。由于等量截骨这一 TKA 核心技术理论,目前主流的国外全膝关节置换仪器股骨截骨模板为股骨后髁线外旋 3° 截骨。对于股骨后髁正常的初次 TKA 患者,国内骨科医师仍较多采用上述截骨标准,但实际上国内外研究表明,股骨远端的解剖形态可因人种不同而存在较大差异。这种不精确的对线截骨实际上可能导致截骨后屈伸间隙不对称。根据股骨后髁线股骨截骨部件外旋 3° 后,按照我们的测量结果,股骨远端截骨线并非平行于外科髁上轴,而是处于相对内旋的状态。若依此安装假体则会导致股骨假体的异常内旋,这将导致 TKA 后下肢力线的异常,可能将导致假体的异常磨损或提前松动。张健等^[8] 针对国内不同厂家的膝关节置换系统进行了系统的评估,研究发现国外厂家设计的膝关节假体尺寸及截骨参数与国人相比有所不同。实际上由于股骨远端解剖形态的差异性,完全依照相同的截骨角度不能满足不同的人群。就我们测量的结果来看,股骨远端解剖学差异存在性别差异,对于不同性别患者来说,统一按照外旋 3° 截骨将引起截骨不精确。

自从 Berger 等^[9] 首先定义股骨外科上髁轴线,并证实了外科上髁轴线与临床上髁轴线实际上是完全不同的两条线。股骨外科上髁轴线即成为了 TKA 术

中确定股骨旋转对线的重要标志。但对术中如何确定区分两条股骨上髁轴线并未做详细的阐述。岳德波等^[10] 对我国北方人群股骨髁旋转角度的测量表明 PCA 在不同人群存在较大差异,这种统一的外旋 3° 结果对膝关节术后存在不同程度的影响。罗吉伟等^[3] 针对我国不同人群进行了解剖学研究,针对 75 具不同标本的 PCA 进行了测量,PCA 均值 $3.67^\circ \pm 1.62^\circ$,虽然研究并未进行性别差异的比较,但是总体 PCA 的差异存在统计学意义。本研究通过对 160 例膝关节的 MRI 扫描,进行了三维重建,应用数字骨科理论进行了 PCA 的测量,PCA 总体为 $3.11^\circ \pm 1.13^\circ$,接近外旋 3° ,并且存在性别差异,但不存在侧别差异。这表明应用 PCA 作为股骨远端旋转对线标志进行股骨旋转截骨是可行的。但 TKA 手术多为老年患者,均伴有不同程度的骨质增生或膝关节的进行,股骨后髁可能不完整,此时便无法依据 PCA 进行截骨。

Yoshioka 等^[11] 研究将上髁轴线进一步分为 STEA 和 CTEA,并证实了 STEA 与 CTEA 存在约 1° 左右的夹角,相比于 CTEA,STEA 才是确定股骨远端旋转对线的方法。Arima 等^[12] 报告 CTA 外旋幅度较大,为 $4.4^\circ \pm 2.9^\circ$,但他们的研究未行性别及侧别的差异性研究。Poilvache 等^[13] 对 100 例 TKA 患者进行了术中测量,发现在外翻膝中 CTA 为 $4.41^\circ \pm 1.83^\circ$,在内翻或不伴有冠状面畸形的膝关节中 CTA 为 $3.51^\circ \pm 2.03^\circ$ 。从而得出结论,在 TKA 中 STEA 是较为可信的股骨远端截骨标志。Yip 等^[14] 认为股骨远端旋转对线在人种之间存在着较大的临床差异。上述诸项研究结果表明股骨远端旋转对线的解剖学变异非常大。笔者测得国人 CTA 总体均数为 $5.23^\circ \pm 0.36^\circ$,且有性别差异,无侧别的统计学意义。结合文献研究,证实 CTA 的解剖差异性较大,术中不能单纯以 CTEA 为股骨旋转对线标志,可能会导致下肢生物力线的改变。许多研究表明^[15-16],外科上髁轴线与临床上髁轴线存在差异性,并非同一对线参数,本研究表明 CTEA 相对于 STEA 外旋 (CSA 为 $2.62^\circ \pm 0.69^\circ$),与 Yoshino 等的研究结果相近。统计学表明无性别和侧别差异。CSA 虽然无统计性差异,但是由于 CTA 受到解剖的差异性较大,这也证实了临床不能单纯选择 CTEA 为股骨旋转对线标志。综上所述,对于初次 TKA 患者,如膝关节无严重的畸形,且股骨后髁完整时,PCA 是可信赖的股骨远端对线标志。但

对于骨质缺损严重或膝关节畸形较重的患者而言, STEA 是较为可靠的截骨标志。当然, 我们所期望的治疗方案仍为个性化治疗, 即针对每位患者术前进行 MRI 扫描, 并进行膝关节三维重建, 精确的测量解剖学差异, 以达到最满意的手术效果。

5 参考文献

- [1] 吕厚山. 膝关节置换的进展和现状[J]. 中华外科杂志, 2004, 42(1): 30-33.
- [2] 储小兵, 吴海山, 徐长明, 等. 全膝关节置换术中股骨假体旋转对髌股关节生物力学影响的实验研究[J]. 中华外科杂志, 2006, 44(16): 1136.
- [3] 罗吉伟, 金大地, 黄美贤, 等. 股骨远端旋转力线中的测量及其临床意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2007, 25(3): 285-287.
- [4] Dalury DF. Observations of the proximal tibia in total knee arthroplasty[J]. Clin Orthop Relat Res, 2001, (389): 150-155.
- [5] Brazier J, Migaud H, Gougeon F, et al. Evaluation of methods for radiographic measurement of the tibial slope: a study of 83 healthy knees[J]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1996, 82: 195-200.
- [6] 林源, 曲铁兵, 荀宝通, 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.
- [7] Won YY, Cui WQ, Baek MH, et al. An additional reference axis for determining rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2007, 22(7): 1049-1053.
- [8] 张健, 董纪元, 付忠田. 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, 4(13): 635-638.
- [9] Berger RA, Crosset LS, Jacobs JJ, et al. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty[J]. Clin Orthop, 1998, 356: 144-153.
- [10] 岳德波, 李子荣, 杨连发. 我国北方人群股骨髁旋转角度的测量及对全膝关节置换术结果的影响[J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 17(7): 498-500.
- [11] Yoshioka Y, Siu D, Cooke TD. The anatomy and functional axes of the femur[J]. J Bone Joint Surg (Am), 1987, 69: 873-880.
- [12] Arima J, Whiteside LA, McCarthy DS, et al. Femoral rotational alignment based on the anteroposterior axis, in total knee arthroplasty in valgus knee: a technical note[J]. J Bone Joint Surg (Am), 1995, 77: 1331-1334.
- [13] 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.
- [14] Yip DK, Zhu YH, Chiu KY, et al. Distal rotational alignment of the Chinese femur and its relevance in total knee arthroplasty. J Arthroplasty[J], 2004, 19: 613-619.
- [15] 纪小孟, 刘番, 刘雅克. 基于磁共振对股骨远端旋转参照轴线的确定及其临床意义[J]. 中华关节外科杂志, 2012, 6(3): 37-40.
- [16] 向湘松, 李峰, 蒲丹, Mimics 软件在测量股骨远端旋转力线的应用[J]. 临床医学工程, 2010, 2(17): 48-50.

(2014-04-15 收稿 2014-07-25 修回)

· 简 讯 ·

《中医正骨》2015 年征订启事

《中医正骨》杂志[CN 41-1162/R, ISSN 1001-6015]是由国家中医药管理局主管、河南省正骨研究院(原河南省洛阳正骨研究所)与中华中医药学会联合主办的中医骨伤科学术性期刊, 也是中国科技论文统计源期刊、全国中医药优秀期刊, 由我国中医药界首位“白求恩奖章”获得者、首批国家级非物质文化遗产项目——中医正骨疗法的代表性传承人之一、洛阳平乐正骨第六代传人郭维淮主任医师担任主编, 创刊于 1989 年。

《中医正骨》具有中医特色突出、临床实用性强、办刊定位准确、发行量大、图文并茂等特点, 办刊宗旨是: 突出中医骨伤特色, 反映学术进展, 交流新经验, 报道新成果, 传递新信息, 为促进中医骨伤科现代化服务。

该刊为月刊, 大 16 开本, 80 页, 国内外公开发售, 每月 20 日出版, 铜版纸彩色印刷, 每期定价 RMB 8.00 元, 全年定价 RMB 96.00 元。国内读者请继续到当地邮局订阅, 邮发代号: 36-129; 国外读者请与中国国际图书贸易集团有限公司联系(邮政编码: 100048, 北京 399 信箱, 国外代号: M 4182)。创刊 20 余年的《中医正骨》杂志将继续坚持办刊宗旨, 为广大读者、作者提供更加充足、快捷的科技信息。

编辑部地址: 河南省洛阳市启明南路 82 号(原 1 号) 邮政编码: 471002 联系电话: 0379-63551943 或 63546705
http://www.zyzgzz.cn E-mail: zyzg1989@126.com

欢 迎 订 阅

欢 迎 投 稿