

正常中国南方汉族青年第2跖骨干轴线与踝关节中心的关系： 激光瞄准定位可重复标准体位下肢X射线照片分析*☆

朱琦, 徐栋梁, 何沛恒, 邓炳锋

Relationship between the second metatarsal shaft axis and the center of the ankle in healthy southern Han Chinese adults: Evaluated by laser aiming reproducible standard lower limb radiography

Zhu Qi, Xu Dong-liang, He Pei-heng, Deng Bing-feng

Department of Joint Surgery, the First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, Guangdong Province, China

Zhu Qi☆, Studying for doctorate, Department of Joint Surgery, the First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, Guangdong Province, China
zhuqqzhuqqq@163.com

Corresponding author: Xu Dong-liang, Professor, Chief physician, Doctoral supervisor, Department of Joint Surgery, the First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, Guangdong Province, China
doctordl@163.com

Supported by: "5010" Clinical Scientific Research Foundation of Sun Yat-sen University, No. 2010005*

Received: 2011-10-16
Accepted: 2011-11-14

Abstract

BACKGROUND: During total knee arthroplasty surgery, second metatarsal shaft axis is consider as a reference, but its position through the ankle joint is unclear.

OBJECTIVE: To establish a new laser aiming reproducible standard full-length lower limb radiography, to use the method to evaluate the relationship between the second metatarsal shaft axis and the center of the ankle in healthy southern Han Chinese adults.

METHODS: All subjects were divided into 3 groups: ① The new method was adopted to mark skin by same tester who guided the filming position of patients. ② The new method was adopted to mark skin by different testers. ③ Routine radiography was used as control without mark. Twice radiography was done for each subject.

RESULTS AND CONCLUSION: There was no difference of the testers in the group 1 and group 2 ($P=0.729$), but had difference in the group 1 and group 3 ($P=0.017$). Absolute value in two radiography of the groups 1 and 2 was lower than that of the group 3, repeatability in the groups 1 and 2 was higher than the group 3. Using the new method, the ratio of the distance from the second metatarsal shaft axis to the medial and lateral ends of the transverse axis of the ankle was 1.06 ± 0.882 . The view that the second metatarsal shaft axis passes the center of the ankle is acceptable clinically.

Zhu Q, Xu DL, He PH, Deng BF. Relationship between the second metatarsal shaft axis and the center of the ankle in healthy southern Han Chinese adults: Evaluated by laser aiming reproducible standard lower limb radiography. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2012;16(22): 4062-4066. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景: 人工全膝关节置换手术中常用到第2跖骨干轴线作为参照, 其通过踝关节的位置还不明确。

目的: 确立一种新的激光瞄准定位可重复的标准体位下肢X射线照片方法, 分析正常中国南方汉族青年人第2跖骨干轴线与踝关节中心的关系。

方法: 志愿者分为3组: ①采用新方法由同一操作者标记皮肤, 指导拍片体位。②采用新方法由不同操作者标记皮肤, 指导拍片体位。③用常规方法不标记皮肤拍片做对照。每位均照片2次。

结果与结论: 同一操作者与不同操作者操作差异无显著性意义($P=0.729$), 均与常规方法差异有显著性意义($P=0.017$), 前两组2次照片差值绝对值比对照组小, 重复性比对照组高。使用新照片方法, 在踝关节线水平第2跖骨干轴线到踝关节外缘的距离和到踝关节内缘的距离比值为 1.06 ± 0.882 。在临床上可以认为第2跖骨干轴线经过踝关节中点。

关键词: 激光定位; 标准体位; 下肢X射线照片; 第2跖骨干轴线; 踝关节中心; 人工全膝关节置换术
doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2012.22.017

朱琦, 徐栋梁, 何沛恒, 邓炳锋. 正常中国南方汉族青年第2跖骨干轴线与踝关节中心的关系: 激光瞄准定位可重复标准体位下肢X射线照片分析[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(22):4062-4066. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

胫骨假体的旋转对位和对线是影响人工全膝关节置换后功能和假体使用寿命的关键因素^[1]。Berend等^[2]的研究发现胫骨假体3°的对线不良就可导致膝关节置换的失败率达到20%。正常的下肢力线通过股骨头中心, 膝关节中心和踝关节中心^[3]。全膝关节置换后胫骨假体理想的旋转对位和对线应该是恢复下肢力线, 假体轴线通过踝关节中心。胫骨假体的旋

转对位和对线不良可能导致股胫关节半脱位, 聚乙烯衬垫破裂或磨损加速^[4], 这种旋转对位和对线不良还可能影响髌骨的稳定型和功能^[1-5]。股骨髁上连线已经被公认为是股骨的内外轴线, 股骨假体必须与髁上连线平行的观点已经被广泛接受^[6-8]。但是, 胫骨假体旋转对位和对线的参照标志却仍然存在争议^[9-11]。

胫骨假体旋转对位关节内的参照标志包括胫骨后髁连线^[12], 胫骨通髁线^[13], 胫骨棘间沟线^[14]。然而, 在骨性关节炎或类风湿性关节炎患者, 由于骨赘的形成, 胫骨关节面的破坏,

个体化的解剖变异等因素, 在手术过程中很难通过这些标志进行假体定位。内外踝最突出点连线中点偏内2 mm点和第2跖骨干轴线是经常用到的胫骨假体旋转对位和对线的关节外参照标志^[15-17]。已经有文献研究内外踝最突出点连线中点偏内2 mm点与踝关节中心的关系^[18-19]。

Akagi等^[9]的研究是通过CT照片研究第2跖骨干轴线与胫骨前后轴的关系, 在他们的研究中, 实验对象是处于仰卧位的, 不是站立位负重状态, 足存在自然外旋的倾向。负重位下肢全长X射线片是评估下肢对线情况的金标准^[20], 在目前具有不可替代的作用。但是目前还没有专门研究站立位负重状态下第2跖骨干轴线与踝关节中心关系的相关报道。多数研究在照负重位下肢全长X射线片时, 均嘱咐患者双膝关节伸直, 双髌骨向前以期消除膝关节旋转^[21-23], 得到标准的下肢全长片。但是在实际操作中, 因为股四头肌妨碍了对髌骨位置的确定, 以及存在髌骨半脱位或髌骨倾斜等情况^[24], 此种体位难以达到准确摆放, 并且此体位受足部位置影响很大^[25], 所以用常规照负重位下肢全长X射线片的方法来研究第2跖骨干轴线与踝关节中心关系不能得到可重复的结果。

实验的目的是确立一种新的激光瞄准定位可重复的标准体位下下肢X射线照片方法, 并以此方法研究正常中国南方汉族青年人第2跖骨干轴线与踝关节中心的关系, 为人工全膝关节置换手术提供参照。

1 对象和方法

设计: 随机对照观察。

时间及地点: 于2011-04/07在中山大学附属第一医院关节外科完成。

对象: 中山大学在校大学生志愿者90人, 均为来自秦岭-淮河以南的中国南方汉族人^[23]。

纳入标准: ①正常中国南方汉族青年人。②18~30岁^[26-27]。

排除标准: 现存和/或既往有骨盆及下肢任何部位感染如骨髓炎, 感染性关节炎, 结核及其他少见感染; 肿瘤: 包括骨组织良性肿瘤和肿瘤样病变, 良恶交界性肿瘤, 恶性肿瘤, 软组织良恶性肿瘤; 非创伤性软组织病变; 先天性和发育性畸形如先天性马蹄内翻足, 先天性髌骨脱位, 发育性髌关节发育不良等; 骨关节炎、骨骺炎; 神经系统病变; 骨折、脱位; 运动损伤: 如交叉韧带、半月板损伤; 周围神经病变;

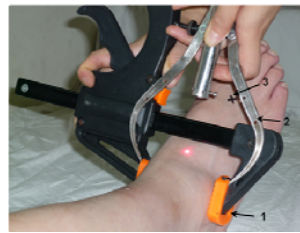
脊柱有如下病变: 脊柱骨折和/或脱位, 脊柱侧凸和后凸, 下腰痛和椎间盘疾病, 脊柱感染, 脊柱其他病变; 将要和/或既往接受过脊柱、骨盆及下肢任何部位手术。

所有实验对象在入组前经过前后抽屉试验, 麦氏征, 半月板研磨试验, 髌骨研磨试验, 脊柱、骨盆、髌、踝体格检查均无阳性发现。实验对象分为3组, 每组30人, 通过抛硬币的方法确定实验对象测量左或右侧下肢。

主要仪器: FUKUDA激光投线仪为苏州福田激光精密仪器有限公司生产。

方法:

体表标记常用的胫骨轴线的体表线: 受试者仰卧, 嘱其膝盖下压, 股四头肌收缩, 髌韧带紧张, 通过触摸标记髌韧带轮廓直至韧带胫骨结节附着部, 确定代表韧带胫骨结节附着部宽度的横线, 触摸胫骨结节内外缘骨皮质转折线再次确认, 标记此横线中内1/3交界点为胫骨结节中内1/3交界点。触摸第2跖骨两端的干骺端和中间的骨干, 标记第2跖骨中点。保持足与床面垂直, 用F型夹(F-clamp)夹持内外踝, 利用等腰三角形的原理用带激光笔的外卡钳对准第2跖骨中点对踝关节中点进行定位并标记踝关节中点偏内2 mm点, 注意F夹中部和激光笔应放置在第2跖骨中点处, 以保证F夹夹持内外踝的方向是胫骨矢状面的方向, 见图1。



1: F-clamp, 2: An outside caliper with laser pointer. 3: The middle point of the shaft of the second metatarsal was marked

Figure 1 The point 2 mm medial to the center of the ankle was marked
图1 标记踝关节中点偏内2 mm点

实验对象光足站在平台上, 此平台可以调节校正, 为水平平台。实验对象佩戴激光护目镜。前方放置激光器, 可发出与水平面垂直的激光面。先调整小腿位置, 使激光面在小腿冠状面上的投影线同时通过胫骨结节中内1/3交界点、内外踝体表最突出点连线中点偏内2 mm点和第2跖骨中点3个体表标志点, 沿激光束面在小腿和足背投照所形成的直线用墨盒线标记并用直尺和标记笔加深标记线, 以此小腿冠状面上的常用的胫骨轴线的体表线。

中山大学附属第一医院关节外科, 广东省广州市 510080

朱琦☆, 男, 1982年生, 江西省赣州人, 汉族, 中山大学附属第一医院在读博士, 主要从事关节外科的研究。
zhuqqzhuqq@163.com

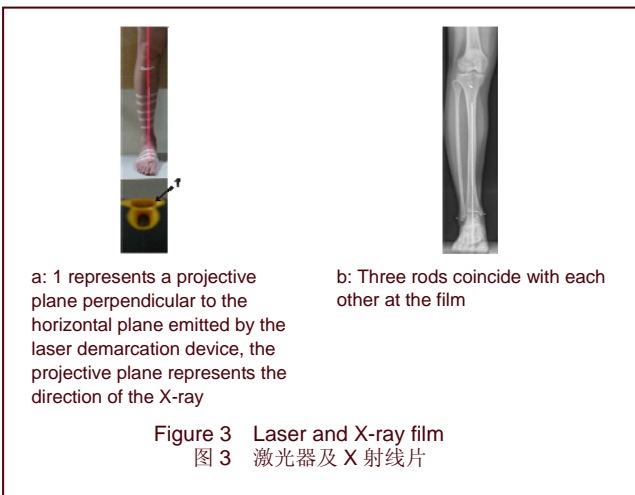
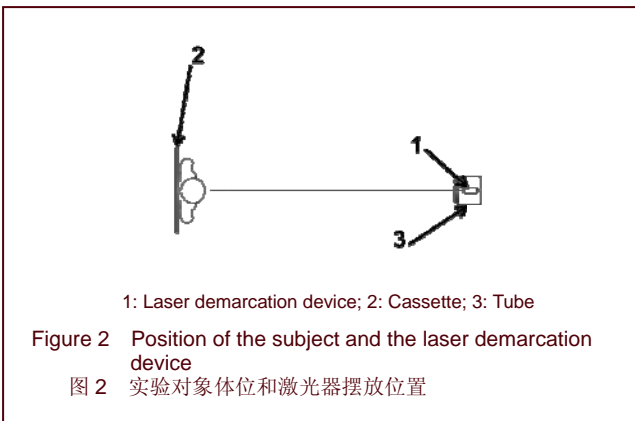
通讯作者: 徐栋梁, 教授, 主任医师, 博士生导师, 中山大学附属第一医院关节外科, 广东省广州市 510080
doctordxl@163.com

中图分类号: R318
文献标识码: B
文章编号: 1673-8225 (2012)22-04062-05

收稿日期: 2011-10-16
修回日期: 2011-11-14
(20110916001/W · G)

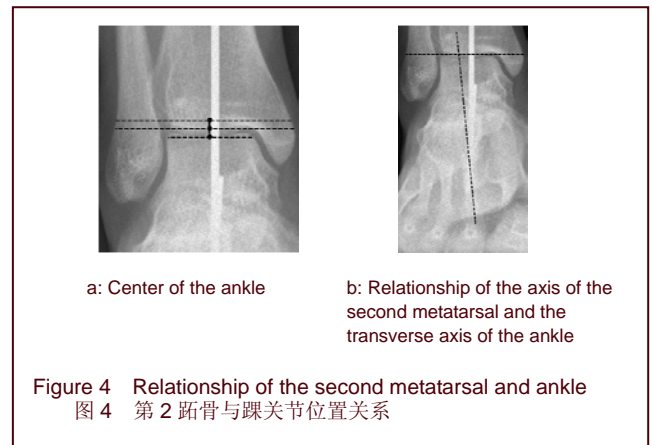
X射线拍片: 将入组90位自愿者分为3组, 每组30人, 每位自愿者均照片2次。第1组实验对象前后两次试验均由同一操作者进行皮肤标记, 指导照片体位。第2组实验对象前后2次试验由不同操作者进行皮肤标记, 指导照片体位。第3组为对照组, 使用常规方法投照X射线片, 即不进行皮肤标记, 站立位照射下肢全长正位片, 照正位片时嘱实验对象髌骨向前。所有实验对象两次照片间隔至少2周。

在X射线球管上放置一个激光器, 发出和水平面垂直的激光面, 此激光面代表了X射线的方向。假设上述建立的小腿冠状面上的常用的胫骨轴线的体表线与水平面垂直, 然后进行小腿前后位X射线照片。实验对象光足站在平台上, 身后放置300 mm×900 mm底片盒, 佩戴激光护目镜和X射线防护服, 双足与肩等宽, 髌骨向前, 见图2。用钢珠标记胫骨结节中内1/3点。将第1根标记克氏针贴在胫前标记线上, 第2根标记克氏针贴在足背标记线上, 第3根标记克氏针一端与第1根标记克氏针近端连接, 另一端与第2根标记克氏针远端连接, 此3根标记克氏针组成一个矢状面三角。调整小腿位置, 使激光器发出的激光面同时通过3根标记克氏针, 此时小腿矢状面与X射线方向一致, 照前后位小腿全长片, 见图3a。在所得X射线片上, 3根标记克氏针重迭成为一条直线, 见图3b。曝光时间60 ms, 65~80 kV电压, 以取得足够曝光。



根据《国际放射防护委员会2007年建议书》剂量控制要求, 没有照射股骨和髌关节, 只照射小腿。所有实验对象在相隔至少2周后重复步骤1、2。第1组实验对象前后2次试验均由同一操作者进行皮肤标记, 指导照片体位。第2组实验对象前后2次试验由不同操作者进行皮肤标记, 指导照片体位。第3组为对照组, 使用常规方法投照X射线片, 即不进行皮肤标记, 站立位照射下肢全长正片, 照正位片时嘱实验对象髌骨向前。

X射线片测量: 根据Tang等^[28]的方法确定踝关节中心是以下2点的中心: ①在胫骨踝关节面软骨下骨平面处内外踝外侧皮质的中点。②在距骨关节面软骨下骨平面处距骨的中点。确定通过踝关节中心, 与踝关节线平行并且与踝关节内外侧骨皮质边缘相交的线段为踝关节横轴, 见图4a。根据Akagi等^[9]的方法, 在X射线片上确定第2跖骨近、远端干骺端, 连接近、远端干骺端中点的轴线为第2跖骨干轴线。延长第2跖骨干轴线与踝关节横轴相交, 测量交点到踝关节横轴外侧端点的距离和交点到踝关节横轴内侧端点的距离, 见图4b。所有照片测量均在影像学工作站中进行(Annet PACS 2.0.4.15 Annet Information System, Shenzhen, China)。



主要观察指标: ①新照片方法与常规照片方法可重复性比较。②新照片方法第2跖骨干轴线通过踝关节的位置。

统计学分析: 根据Yoo等^[29]的方法评估在照片上测量的一致性, 随机选出30位实验对象的照片, 由3位骨科医生分别测量, 每位医生1周后再次重复测量, 所有测量结果观察者间和观察者内一致性比较ICC值大于0.80, 一致性好后续数据分析均采用一位测量者的结果。分别计算每位实验对象前后两次照片中的距离比值, 两次照片中比值的差值并取差值绝对值, 对3个组的差值绝对值进行单因素方差分析并进行多个样本均数的两两比较。计算第1组, 第2组前后两次照片距离比值的平均值。所有数据均为双尾, $P < 0.05$ 作为差异有显著性意义的指标。所有数据分析均由SPSS 12.0软件完成。

2 结果

2.1 参与者一般情况 共入组90位自愿者, 分为3组, 按意向性处理分析, 全部进入结果分析。

2.2 各组基线资料比较 3组间各指标均值方差分析差异无显著性意义($P > 0.05$)。见表1。

表1 各组基线资料比较
Table 1 Basic data in each group

Item	Same tester	Different testers	Routine	P
n	30	30	30	
Male/female (n)	15/15	14/16	16/14	
Age (yr, $\bar{x}\pm s$)	22.3 \pm 1.4	22.4 \pm 1.9	21.8 \pm 0.7	0.190
Height ($\bar{x}\pm s$, cm)	165.3 \pm 7.2	166.6 \pm 8.8	169.1 \pm 5.0	0.119
Body mass ($\bar{x}\pm s$, kg)	54.3 \pm 8.0	55.4 \pm 8.5	57.3 \pm 3.2	0.259
Body mass index ($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	19.8 \pm 1.5	19.8 \pm 1.7	20.1 \pm 1.4	0.746

2.3 新照片方法与常规照片方法可重复性比较 三组两次照片中距离比值的差值绝对值之间单因素方差分析差异有显著性意义($P=0.036$), 进一步进行多个样本均数的两两比较, 第1组和第2组之间差异无显著性意义($P=0.729$), 第1组和第3组之间差异有显著性意义($P=0.017$), 第2组和第3组之间差异有显著性意义($P=0.040$)。第1组两次照片差值绝对值为0.46 \pm 0.37, 第2组两次照片差值绝对值为0.50 \pm 0.44, 第3组两次照片差值绝对值为0.73 \pm 0.49。第1组和第2组两次照片差值绝对值比第3组小, 第1组和第2组两次照片重复性比第3组高。

2.4 新照片方法第2跖骨干轴线通过踝关节的位置 使用新照片方法, 在踝关节线水平第2跖骨干轴线到踝关节外缘的距离和到踝关节内缘的距离比值为1.060 \pm 0.882。在临床上可以认为第2跖骨干轴线经过踝关节中点。

3 讨论

假体对位对线良好是全膝关节置换术手术成功的重要因素之一。已经有研究表明导致全膝关节置换翻修的最常见原因是手术失误, 因为假体很微小的位置改变就可以引起一系列置换后的病理改变^[30]。目前作为股骨假体对位的参照比较公认为髌上连线, 因为髌上连线代表了膝关节屈伸的轴线^[31]。但是对于胫骨假体而言, 对位、对线的参照却没有统一, 包括胫骨平台后髌连线, 胫骨结节中内1/3点, 胫骨结节内缘, 胫骨前缘骨嵴, 内外踝最突出点连线, 第2跖骨干轴线等^[32-34]。所以用可重复方法定量评估各种胫骨参照标志的准确性, 得到一种或几种最佳的胫骨假体对位、对线参照具有重要的

临床意义。

膝关节骨性关节炎患者很大部分存在髌股关节骨性关节炎, 其所占比例甚至超过了胫股关节骨性关节炎^[35], 在髌股关节骨性关节炎病例中存在髌骨对线不良^[36], 在这种情况下用“髌骨向前”作为照片体位时, 下肢将会出现旋转^[37], 并不能得到真正意义上的前后位片。

本实验用到的体表标志受膝关节骨性关节炎影响很小, 可以减少照片时下肢的旋转误差。实验采用胫骨结节中内1/3点作为体外标志点^[38], 通过合理的触摸方法, 可以减小两次照片的不一致性。体外定位踝关节中点方法繁多^[16,18-19]。实验考虑到内踝偏前, 外踝偏后, 如果直接用外卡钳接触内外踝体表最突出点, 可出现卡钳上的激光笔照射方向相对小腿矢状面外旋, 所以加上F夹, F夹是两个夹持面, 而不是夹持点, 这样可以消除内踝偏前, 外踝偏后带来的影响。第2跖骨干中点容易确定, 以第2跖骨干中点为参照, 放置F夹和带激光笔的外卡钳, 可以使F夹方向最大程度的与下肢矢状面方向一致, 减小因为F夹钳夹方向不同带来的两次照片的不一致性。

在前后位X射线片上, Moreland等^[3]认为踝关节的中点是以下3点的中心: ①在胫骨踝关节面软骨下骨平面处内外踝外侧皮质的中点。②在距骨关节面软骨下骨平面处距骨的中点。③在胫骨踝关节面软骨下骨平面处内外踝软组织边缘的中点。Tang等^[28]对此方法进行了改进, 舍弃了用软组织边缘确定踝关节的部分。本实验采用了Tang等的方法, 因为作者同样认为软组织边缘变化太大, 缺乏可重复性。故本实验在拍照片时所有受试者均光足, 而不是像Moreland等和Tang等研究中的穿平常的鞋子, 作者认为光足更加符合人体本来的生理状况。

在Akagi等^[9]的研究中, 对健康日本自愿者进行CT扫描, 受试者仰卧位进行CT扫描, 在CT片上, 股骨髌上连线在胫骨平台上的投影线作为胫骨平台的横轴, 通过后交叉韧带附着处的中点并且和胫骨平台横轴垂直的线作为胫骨平台的前后轴。胫骨平台的前后轴与第2跖骨干轴线的夹角为(5.2 \pm 10) $^{\circ}$, 在男性为(2.4 \pm 9.9) $^{\circ}$, 在女性为(8 \pm 9.5) $^{\circ}$ 。实验显示使用新照片方法, 在实验对象站立位情况下, 第2跖骨干轴线到踝关节外缘的距离和到踝关节内缘的距离比值为1.060 \pm 0.882, 在临床上可以认为第2跖骨干轴线处于踝关节中点处。

总之, 实验确立了一种新的激光瞄准定位可重复的标准体位下肢X射线照片方法, 以此方法研究正常中国南方汉族青年人第2跖骨干轴线在踝关节的位置时, 新方法比常规方法重复性高, 新方法得出第2跖骨干轴线到踝关节外缘的距离和到踝关节内缘的距离比值为1.060 \pm 0.882, 在临床上可以认为第2跖骨干轴线处于踝关节中点处。

4 参考文献

- [1] Miller MC, Berger RA, Petrella AJ, et al. Optimizing femoral component rotation in total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2001;(392):38-45.
- [2] Berend ME, Ritter MA, Meding JB, et al. Tibial component failure mechanisms in total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2004;(428):26-34.
- [3] Moreland JR, Bassett LW, Hanker GJ. Radiographic analysis of the axial alignment of the lower extremity. J Bone Joint Surg Am. 1987;69(5):745-749.
- [4] Teeter MG, Naudie DDR, McErlain DD, et al. In vitro quantification of wear in tibial inserts using microcomputed tomography. Clinical orthopaedics and related research. 2011;469(1):107-112.
- [5] Barrack RL, Schrader T, Bertot AJ, et al. Component rotation and anterior knee pain after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2001;(392):46-55.
- [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. Clinical orthopaedics and related research. 1993;(286):40-47.
- [7] Churchill DL, Incavo SJ, Johnson CC, et al. The transepicondylar axis approximates the optimal flexion axis of the knee. Clin Orthop Relat Res. 1998(356):111-118.
- [8] Hollister AM, Jatana S, Singh AK, et al. The axes of rotation of the knee. Clin Orthop Relat Res. 1993;(290):259-268.
- [9] Akagi M, Mori S, Nishimura S, et al. Variability of extraarticular tibial rotation references for total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2005;(436):172-176.
- [10] Akagi M, Oh M, Nonaka T, et al. An anteroposterior axis of the tibia for total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2004;(420):213-219.
- [11] Tao K, Cai M, Li SH. The anteroposterior axis of the tibia in total knee arthroplasty for chinese knees. Orthopedics. 2010; 33(11):799.
- [12] Moreland JR. Mechanisms of failure in total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 1988;(226):49-64.
- [13] Yoshioka Y, Siu DW, Scudamore RA, et al. Tibial anatomy and functional axes. J Orthop Res. 1989;7(1):132-137.
- [14] Dalury DF. Observations of the proximal tibia in total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2001;(389):150-155.
- [15] Miyanishi K, Nagamine R, Murayama S, et al. Tibial tubercle malposition in patellar joint instability: a computed tomography study in full extension and at 30 degree flexion. Acta Orthop Scand. 2000;71(3):286-291.
- [16] Schneider M, Heisel C, Aldinger PR, et al. Use of palpable tendons for extramedullary tibial alignment in total knee arthroplasty. The Journal of arthroplasty. 2007;22(2):219-226.
- [17] Dennis DA, Channer M, Susman MH, et al. Intramedullary versus extramedullary tibial alignment systems in total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 1993;8(1):43-47.
- [18] Siston RA, Daub AC, Giori NJ, et al. Evaluation of methods that locate the center of the ankle for computer-assisted total knee arthroplasty. Clinical Orthopaedics Related Res. 2005; 439:129-135.
- [19] Nofrini L, Slomczykowski M, Iacono F, et al. Evaluation of accuracy in ankle center location for tibial mechanical axis identification. J Invest Surg. 2004;17(1):23-29.
- [20] Paley D, Herzenberg JE, Tetsworth K, et al. Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. Orthop Clin North Am. 1994;25(3):425-465.
- [21] Choi WC, Lee S, An JH, et al. Plain Radiograph Fails to Reflect the Alignment and Advantages of Navigation in Total Knee Arthroplasty. J Arthroplasty. 2011;26(5):756-764.
- [22] Talmo CT, Cooper AJ, Wuerz T, et al. Tibial component alignment after total knee arthroplasty with intramedullary instrumentation: a prospective analysis. The Journal of arthroplasty. 2010;25(8):1209-1215.
- [23] Wang Y, Zeng Y, Dai K, et al. Normal lower-extremity alignment parameters in healthy Southern Chinese adults as a guide in total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 2010;25(4):563-570.
- [24] Harrison MM, Cooke TD, Fisher SB, et al. Patterns of knee arthrosis and patellar subluxation. Clin Orthop Relat Res. Dec 1994(309):56-63.
- [25] Guichet JM, Javed A, Russell J, et al. Effect of the foot on the mechanical alignment of the lower limbs. Clin Orthop Relat Res. 2003;(415):193-201.
- [26] Shi D, Nakamura T, Dai J, et al. Association of the aspartic acid-repeat polymorphism in the asporin gene with age at onset of knee osteoarthritis in Han Chinese population. J Hum Genet. 2007;52(8):664-667.
- [27] Wang YH, Zhu GY, Ying CL, et al. The trend of epiphyseal development of knee and ankle joints in teenagers and age estimation. Fa Yi Xue Za Zhi. 2010;26(2):91-96.
- [28] Tang WM, Zhu YH, Chiu KY. Axial alignment of the lower extremity in Chinese adults. J Bone Joint Surg Am. 2000; 82-A(11):1603-1608.
- [29] Yoo JH, Chang CB, Shin KS, et al. Anatomical references to assess the posterior tibial slope in total knee arthroplasty: a comparison of 5 anatomical axes. J Arthroplasty. 2008;23(4):586-592.
- [30] Stulberg SD, Loan P, Sarin V. Computer-assisted navigation in total knee replacement: results of an initial experience in thirty-five patients. J Bone Joint Surg Am. 2002;84-A Suppl 2:90-98.
- [31] Aglietti P, Sensi L, Cuomo P, et al. Rotational position of femoral and tibial components in TKA using the femoral transepicondylar axis. Clin Orthop Relat Res. 2008;466(11):2751-2755.
- [32] Lutzner J, Krummenauer F, Gunther KP, et al. Rotational alignment of the tibial component in total knee arthroplasty is better at the medial third of tibial tuberosity than at the medial border. BMC musculoskeletal disorders. 2010;11:57.
- [33] Rossi R, Bruzzone M, Bonasia DE, et al. Evaluation of tibial rotational alignment in total knee arthroplasty: a cadaver study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010;18(7):889-893.
- [34] Ikeuchi M, Yamanaka N, Okanou Y, et al. Determining the rotational alignment of the tibial component at total knee replacement: a comparison of two techniques. J Bone Joint Surg Br. 2007;89(1):45-49.
- [35] Szebenyi B, Hollander AP, Dieppe P, et al. Associations between pain, function, and radiographic features in osteoarthritis of the knee. Arthritis and rheumatism. 2006;54(1):230-235.
- [36] Hinman RS, Crossley KM. Patellofemoral joint osteoarthritis: an important subgroup of knee osteoarthritis. Rheumatology (Oxford). 2007;46(7):1057-1062.
- [37] Wright JG, Treble N, Feinstein AR. Measurement of lower limb alignment using long radiographs. J Bone Joint Surg Br. 1991; 73(5):721-723.
- [38] Lutzner J, Krummenauer F, Gunther KP, et al. Rotational alignment of the tibial component in total knee arthroplasty is better at the medial third of tibial tuberosity than at the medial border. BMC Musculoskelet Disord. 2010;11:57.

来自本文课题的更多信息--

基金声明: 中山大学“5010”临床科研基金项目 (2010005)。

作者贡献: 实验设计为第一、二作者, 实施为第一、三作者, X射线片测量评估为第一、三、四作者, 未采用盲法评估。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

伦理要求: 文中所涉及志愿者均签署知情同意书, 实验方案获得医院伦理委员会批准进行(伦审[2011]58号)。

本文创新性: 作者检索 Pubmed 数据库及中国期刊全文数据库 2001/2011 的相关文献, 目前还没有专门研究站立位负重状态下第 2 跖骨干轴线与踝关节中心关系的相关报道。实验使用一种新的激光瞄准定位可重复的标准体位下肢 X 射线照片方法, 并以此方法研究正常中国南方汉族青年人第 2 跖骨干轴线与踝关节中心的关系, 结果表明在临床上可以认为第 2 跖骨干轴线处于踝关节中点处。