全髋关节置换术中维持双下肢等长的方法

赵波，徐海斌

（新乡医学院第一附属医院骨外科，河南 卫辉 453100）

**【摘要】 目的** 通过设计、研究得出一种科学实用的方法来解决在全髋关节置换术中维持双下肢等长。**方法** 回顾性分析在新乡医学院第一附属医院2018年6月至2019年6月间行全髋关节置换术的28例单侧髋关节骨性关节炎的患者，通过在术中标准侧卧位双足跟对齐膝关节屈曲90°时保持两髌骨上极距离为10mm来指导双下肢等长。术后≧6个月的随访，术前、术后测量双下肢长度差记录术后是否恢复双下肢等长，观察患者术后是否重建股骨偏心距。记录髋关节Harris评分来评估患者髋关节功能恢复情况。与其他术中均衡双下肢等长的方法比较。**结果**（1）所有病例术后双下肢恢复等长；（2）术后6个月的髋关节Harris、髋关节活动度均有明显改善，有统计学意义（*P*＜0.05）；（3）所有病例术后股骨偏心距得到重建。（4）与其他术中均衡双下肢等长方法相比具有简便、省时、经济等优势。**结论** 通过在标准侧卧位双足跟对齐膝关节屈曲90°时保持两髌骨上极距离为10mm对指导全髋关节置换术中维持双下肢等长有较好临床意义。

**关键词** 全髋关节置换，双下肢不等长，髌骨差;

**Method of maintaining the length of both legs in total hip replacement**

**ZHAO Bo,XU Hai-bin**

**【Abstract】** **Objective** Through design and research, a scientific and practical method was developed to maintain the length of both lower limbs in total hip arthroplasty.**Methods** A retrospective analysis was performed on 28 patients with unilateral osteoarthritis of the hip who underwent total hip arthroplasty in the first affiliated hospital of xinxiang medical college from June 2018 to June 2019.The equal-length of the lower limbs was guided by keeping the upper pole of the patella at a distance of 10mm during 90° knee flexion with the alignment of the heel in the standard lateral position. Postoperative follow-up is greater than or equal to 6 months, Preoperative and postoperative measurement of the difference in the length of both lower extremities recorded whether the length of both lower extremities was restored after surgery, and whether the femoral eccentricity was reconstructed after surgery was observed.The hip Harris score was recorded to assess hip function recovery. It was compared with other methods of equalizing the length of lower limbs.**Results** (1) All lower limbs recovered to the same length after surgery;(2) The hip joint Harris and hip joint range of motion were significantly improved 6 months after the operation, with statistical significance (*P*<0.05).(3) Femoral eccentricity was reconstructed in all cases.(4) Compared with other methods of equalizing the length of lower limbs, it has the advantages of simplicity, time saving and economy.**Conclusion** It is of great clinical significance to maintain the equal length of the lower limbs during total hip arthroplasty by keeping the distance of the upper pole of the patella to 10mm when the knee flexes 90° with the alignment of the heel in the standard lateral position.

**Key words**  Total Hip Arthroplasty，Leg Length Discrepancy，Patellar difference

髋关节骨性关节炎（hip osteoarthritis）是骨科常见疾病之一，包括原发性髋关节骨性关节炎和继发性骨性关节炎，其特点是关节软骨变性，并在软骨下及关节周围有骨赘形成，主要临床表现为髋关节疼痛、僵硬和活动受限，从而导致患者生活质量严重下降。全髋关节置换术（total hip arthroplasty，THA）是缓解髋关节骨性关节炎疼痛和残疾的有效方法,被广泛认为是现代医学中最成功的外科手术之一，但是它并非没有风险。全髋关节置换(THA)术后双下肢不等长(leg-length discrepancy，LLD)非常常见，超过10mm的长度差异可以明显引起患者的不适、跛行、下腰部疼痛及假体松动[1]。

为了尽量减少这种长度差异，避免术后并发症的发生，不同的临床医师会采用不同的方法。在手术前后，双下肢长度差可通过临床查体及影像学检查可靠地测量，但通过在术中评估却困难得多。经过长期临床工作经验总结出一种较为实用的术中控制双下肢等长的方法，通过术中保持侧卧位双足跟对齐膝关节屈曲90°时两髌骨上极差为10mm时（以下位髌骨上极为参考，上位髌骨上极远于下位髌骨上极约10mm）对指导术中维持双下肢等长有较好的临床指导意义。

1. 资料与方法

1.1.一般资料

回顾性分析在新乡医学院第一附属医院2018年6月至2019年6月期间行全髋关节置换术的28例单侧髋关节骨性关节炎的患者，男性 16例，女性 12例，共28例；年龄：（58.04±8.0）岁，身高:（168.39±1.8）cm，体重:（67.4±18.20）kg,BMI:（23.43±1.20）kg/m2。术前患肢短缩（0～10）mm 9例，（10～20mm）14例，短缩（20～30）mm 5例；包括原发性髋关节骨性关节炎（19例）、继发性髋关节骨性关节炎（9例）。

1.2纳入及排除标准

纳入的标准：（1）单侧髋骨性关节炎初次行全髋关节置换术的患者（既往无髋关节手术史），包括原发性髋关节骨性关节炎、继发性髋关节骨性关节炎。（2）术前有明显症状、影响生活质量、保守治疗后无效要求行手术的患者。（3）手术均由同一高年资主任医师进行，选用的人工关节假体为同一公司的生物型假体。（4）术前、术后临床资料完整，能够配合完成随访要求。排除标准是：（1）髋关节周围骨折、髋关节发育不良(3-4期)、既往有髋关节手术史、双侧髋关节疾病、下肢膝、踝关节畸形以及存在严重高血压、心脏病、感染等手术禁忌症的患者。（2）术前、术后资料不完整，不能配合完成随访要求的患者。

1.3 治疗方法

（1）手术过程

均采用全身麻醉,侧卧位手术（体位要求：取侧卧位，髋床固定，前柱放置于耻骨联合、后柱放置于骶骨固定，约束带辅助固定使身体于髋床垂直）。体位固定后术者测量双足跟对齐膝关节屈曲90°时测量两髌骨上极的差值。行Harding切口,依次切开皮肤、皮下、阔肌膜张肌，沿止点切断部分臀中肌，切开前方关节囊，切除增生滑膜，显露股骨头，将股骨头脱位并松解周围软组织及关节囊，沿转子间线于小转子上1.5cm处截骨，取出股骨头。切除髋臼盂唇，必要时切除增生骨赘，用髋臼锉依次打磨髋臼，锉至髋臼软骨下骨质均匀渗血，安放髋臼假体（参考位置：外展40°±10°，前倾15°±10°）[2]，检查臼杯牢固无松动，安装相应内衬。行股骨近端开髓，依次髓腔锉扩髓，安装合适股骨柄假体。选择球头假体试模，将髋关节复位，固定体位后，再次测量两髌骨上极的差值，调整差值距离为合适距离（以下位髌骨上极为参考，上位髌骨上极远于下位髌骨上极约10mm），综合调整后选择合适型号球头假体复位，检查假体位置、松紧度、活动度良好。仔细止血、清点器械、辅料无误后，生理盐水冲洗切口，放置1根引流管后缝合臀中肌止点，逐层关闭切口，经引流管关节腔注射氨甲环酸1g并暂时夹闭（2小时后打开），无菌辅料包扎固定。

（2）术后处理

术后第1天观察切口引流量，无异常后拔出切口引流管，留取引流管尖端行细菌学培养。术后予以预防感染、抗凝、预防深静脉血栓形成、镇痛、指导功能锻炼等，拍摄双侧髋关节正位片。记录所有患者术后1天、1个月、2个月、3个月、6个月双侧髋关节正位片双下肢长度差值、双侧股骨偏心距、侧卧位两髌骨上极的差值以及仰卧位双下肢长度差值。记录术前、术后1、2、3、6个月的髋关节Harris评分，来评估髋关节功能。

1.4 观察指标

术前、术后1天、1个月、2个月、3个月、6个月对所有患者拍摄双侧髋关节正位片测量并记录双下肢长度差值、双侧股骨偏心距，直接测量并记录仰卧位时双下肢长度差值，记录髋关节Harris功能评分及髋关节活动度范围。

方法为：（1）双侧髋关节正位片测量双下肢长度差值：在双髋关节正位片上以双侧泪滴水平（或双侧坐骨结节最低点水平）连线为基准,分别测量双侧小转子与该水平线之间的垂直距离,结合比例尺折算并记录相对差值作参考记录双下肢肢体长度差异[3]。

（2）直接测量是指患者取仰卧位，双下肢伸直中立位，测量双侧髂前上棘至内踝尖距离；标准侧卧位双足跟对齐膝关节屈曲90°时测量两髌骨上极的差值并记录（为尽量减少误差，让3位医师分别测量，取其平均值）。

（3）测量股骨偏心距：把股骨头看做球形，确定股骨头旋转中心（即为球心），在X线片上使用“双弦法”确定股骨头或股骨头假体的旋转中心，即圆心O，然后做两侧股骨干（或股骨柄假体）的纵轴线，做圆心O到该纵轴线的垂线，垂足为A，股骨偏心距即为线段OA的长度。将术后患侧股骨偏心距测量值与正常侧对比，若差值小于4mm，则认为股骨偏心距得到重建[4]（图3）。

（4）髋关节Harris评分方法：内容包括疼痛、功能、活动范围、畸形四个方面，各项指标分值为44分、47分、5分、4分，总分100分。优：≥90分，良：80—89分，中：70—79分，差：＜70分[5，6]。

（5）髋关节活动度范围：包括前屈（130°—140°）、后伸（10°—15°）、外展（30°—45°）、内收（20°—30°）、内旋（40°—50°）、外旋（30°—40°）6个活动方向角度的总和。

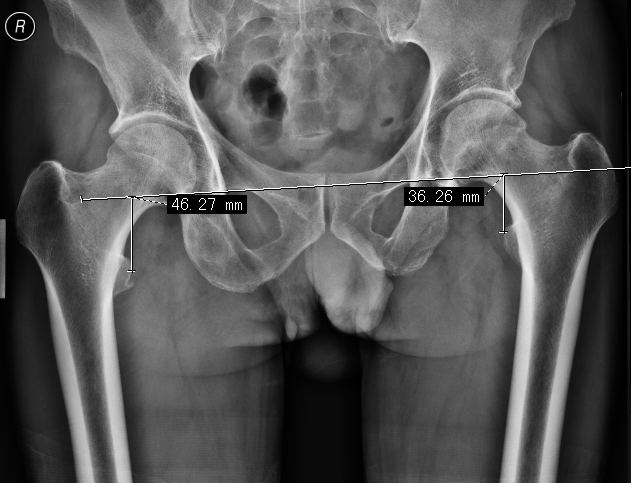
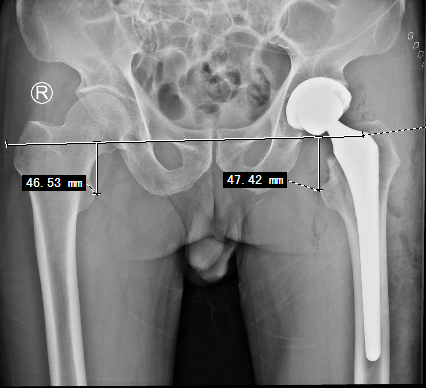
1.5 统计学处理

采用SPSS23.0软件进行统计学分析，符合正态分布的计量资料以均数±标准差（*‾x±s*）表示，采用配对*t*检验；不符合正态分布的计量资料以中位数及四分位间距[*M*(*QL*,*QU*)]表示，两独立样本比较采用非参数检验*Mann-Whiney U*检验，两组间配对样本采用*Wilcoxon*检验，以*P*<0.05为有统计学意义。

2.结果

2.1双下肢恢复等长情况

术后患者LLD可导致背部疼痛、腰椎退行性变或膝、髋骨关节炎、人工假体松动、人工假体脱位等。虽然对LLD可能引起症状的阈值没有一个定性的标准，但是大多数学者认为超过10mm的LLD可以导致并发症的出现，并且随着LLD的增加而增加。患侧术后下肢长度变化可能会受髋关节负重的影响，但是一般在术后6月已趋于稳定。本组所有病例术后双下肢恢复等长（术后LLD≤5mm视为双下肢等长）[7]。术前髌骨高度差值与正常人髌骨高度差值有统计学意义（*Z*=-7.348；*P*<0.05）；术后髌骨高度差值与正常人髌骨高度差值无统计学意义（*Z*=-1.742；*P*>0.05）。（见表1、图1、2）

图片1：术前双下肢肢体长度差约为10mm

Picture 1: preoperative limb length difference between lower limbs was about 10mm

图片2：术后双下肢肢体恢复等长

Picture 2: postoperative recovery of the limbs of both lower limbs was equal in length 10mm

表1 术前与术后6月双下肢长度差、两髌骨上极差的比较

Table 1 comparison between preoperative and postoperative 6 months of lower limb length difference and superior patella range difference

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 术前 | 术后6月 | *Z* | *P* |
| 双下肢长度差（mm） | 18.00（15.00，22.75） | 0.00（0.00，1.50） | -4.466 | <0.05 |
| 两髌骨上极差（mm） | 25.00（20.00，25.75） | 10.00（10.00，11.00） | -4.476 | <0.05 |

2.2术后髋关节功能恢复情况

术后双下肢等长可以有助于恢复髋关节外展肌力臂和改善髋关节活动度。从而使髋关节获得最大外展功能，这对维持骨盆平衡、稳定性髋关节及提高患者生活质量起到了重要的作用。本组所有病例术后6个月的髋关节活动度和髋关节Harris评分较术前有明显改善，有统计学意义。(见表2)。

表2 术前与术后6月Harris评分及髋关节活动度比较

Table 2 comparison of preoperative and postoperative Harris scores and hip joint mobility at 6 months

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 术前 | 术后6月 | *t* | *P* |
| Harris评分（分） | 57.79±4.44 | 84.04±3.18 | -25.43 | <0.05 |
| 髋关节活动度（°） | 77.61±7.33 | 179.90±11.30 | -40.66 | <0.05 |

2.3术后股骨偏心距重建情况

术后双下肢等长可以有助于重建股骨偏心距，重建患髋股骨偏心距具有缓解患者疼痛、恢复日常活动、改善行走步态及增加行走距离等优势，还可以减少假体无菌性松动及假体脱位的风险。在适当范围内增加股骨偏心距可以提高髋关节Harris评分，改善髋关节功能。本组病例在术后均获得股骨偏心距的重建。(见表3)。

表3 术前及术后恢复股骨偏心距的比较

Table 3 comparison of preoperative and postoperative recovery of femoral eccentricity

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 患侧股骨偏心距 | 健侧股骨偏心距 | *t* | *P* |
| 术前（mm） | 31.86±2.85 | 37.82±3.12 | 16.68 | <0.05 |
| 术后（mm） | 37.11±3.94 | 37.82±3.12 | 1.947 | >0.05 |

2.4与其他术中均衡双下肢等长的方法比较

THA术中均衡双下肢等的方法有很多，我们采用与克氏针定位测量法[8]、术前模板联合术中透视法[9]、术中测量股骨头中心到小转子距离法[10]以及机器人手术[11]进行了比较，通过分析发现，这五种方法在术后均获得了满意结果（术后LLD≤5mm），腿长差异分析无统计学意义（*P*<0.05）。（见表4）。与其他方法相比较，在能够确保双下肢等长以及重建股骨偏心距的情况下，本研究方法具有简便、经济、辐射暴露低以及减少对骨组织侵入性操作等优势。

表4 术中均衡双下肢等长的方法及比较

Table 4 Comparison of intraoperative equalization methods for the length of lower limbs

|  |  |
| --- | --- |
| 术中均衡双下肢等长方法 | 术后平均LLD（mm） |
| 术中克氏针定位测量法 | 1.3 |
| 术前模板联合术中透视法 | 4.0 |
| 测量股骨头中心到小转子距离法  机器人辅助手术法 | 3.9  0.8 |

3. 讨论

全髋关节置换术（THA）是缓解晚期髋关节骨性关节炎疼痛及改善生活质量的有效方法，经过多年的改进、发展，人工关节假体的稳定性及耐用性也得到了不断改良，但它并非没有风险[12-14]。下肢不等长（LLD）是全髋关节置换术全髋关节置换术的常见并发症之一，也是影响术后病人步态和髋关节功能恢复的常见原因，可导致步态异常、腰背痛、坐骨神经麻痹等症状[15-17]。随着人工关节假体工艺技术的改革及外科微创手术技术的发展，THA越来越被广泛的接受和推广。随着预期寿命的增加，全世界进行的THA的数量预计在未来几十年内会增加[18]。为减少双下肢不等长引起的并发症，提高患者满意度及减轻患者及社会经济负担，要求我们外科医生更加完善全髋关节置换技术。

3.1 THA术后双下肢不等长对患者的影响

大量研究表明THA术后LLD可导致背部疼痛、腰椎退行性变、继发膝（髋）骨关节炎、假体无菌性松动、关节假体脱位、神经损伤等并发症。尽管全髋关节置换术后引起症状的LLD标准不同，但是大多数学者认为LLD≥10mm即可直接引起疼痛、跛行和降低患者满意度，并且随着LLD的增加并发症也随之增加。术后LLD会导致髋关节生物力学的改变，导致髋部及腰背部疼痛，通常是因为多种因素共同作用的结果，会给患者的生理及心理上带来极大的痛苦，影响手术治疗效果及术后髋关节功能的恢复[19,20]。由于一侧肢体的短缩导致的结构腿长差异，会导致下肢关节、骨盆和脊柱的位置发生改变。Betsch通过模拟研究发现在小于15mm的模拟LLD情况下会引起骨盆的倾斜，但是脊柱的位置没有发生改变；在大于15mm的模拟LLD情况下会引起功能性的脊柱侧弯；当超过20mm的模拟LLD情况下会导致骨盆倾斜和旋转明显增加同时伴有脊柱侧弯和椎体旋转增加[21,22]。早期的功能性改变可以通过纠正姿势、采用增高鞋垫等方法来缓解症状改善预后，如果功能性的改变持续存在则可能进一步发展成为不可逆的退行性改变。术后过度延长患肢会导致下肢神经受周围软组织牵拉而造成神经损伤，但一般都是一过性损伤，通过康复理疗及休息后都能逐渐恢复功能，双下肢肌电图可确定有无神经损伤及损伤程度，同时还可以监测神经再生及恢复情况。THA术后产生无菌性松动的机制较为复杂，通常是机械性力学因素及生物力学因素共同导致的假体周围产生骨溶解、骨吸收最终导致假体松动，Visuris认为术后肢体延长是导致假体无菌性松动的最重要因素。成功THA的目标是尽可能大的无撞击活动范围，重建适当的股骨偏心距，并使肢体长度差异相等[23]。股骨偏心距的重建可增加髋关节外展肌力臂，恢复肢体长度，增加髋关节的稳定性、改善髋关节的功能。术后肢体过度延长会导致股骨偏心距增大,导致软组织的张力和关节的压力增加,患者关节功能受限并加快假体的磨损,最终缩短假体的使用寿命。术后肢体短缩会导致髋关节周围软组织松弛、撞击风险增加以及脱位的风险[24-26]。

3.2 THA处理双下肢等长的要点分析

术者在安装髋臼假体时,可结合术前X线片，对假体放置的位置及其可能带来的肢体变化要有充分考虑,安放股骨柄假体时,可通过股骨头的中心与大转子的顶点在同一水平线为基准,参考髋臼的相对位置,选择相应长短的球头假体。在术中术者通常触摸骨性解剖标志来评估是否恢复双下肢等长，通过长期的临床工作经验发现，在侧卧位手术时由于骨盆倾斜、肢体的内收及麻醉后肌肉松弛等因素导致两髌骨上缘并非在同一水平线上，而是上位髌骨远于下位髌骨上极约10mm。因此在术中通过对比髌骨上缘来均衡双下肢等长时，应该是上位髌骨上极远于下位髌骨上极约10mm，如果测量发现两髌骨上极对齐或下位髌骨上极远于上位髌骨上极则提示可能存在肢体短缩，可通过更换长颈股骨假体或球头假体来调整；如果上位髌骨上级远于下位髌骨上级>10mm则提示可能存在肢体延长，可重新扩髓将股骨假体向远侧进一步置入或重新截骨。调整之后行Shuck试验、稳定试验等综合评估肢体长度、髋关节周围软组织张力及关节稳定性。需要注意的是：肢体的长度主要应通过股骨截骨位置的高低、保留股骨矩的多少来调整，而不应单纯依靠增加股骨假体颈长或股骨头假体的长度来调整，以避免增加股骨假体的力矩。需要注意的是虽然全髋关节置换术可以解决肢体长度的差异和畸形，但是其矫正程度受周围软组织牵拉和坐骨神经麻痹等并发症的限制，对于手术时通过全髋关节置换术可以获得的安全长度一般共识是40mm[27]，术中仔细的操作、避免暴力牵拉、复位肢体等可以避免神经损伤，还可以进行神经电生理监测了解有无神经损伤。在任何情况下，髋关节稳定性的建立必须优先于肢体长度的均衡和股骨偏心距的恢复，手术医师必须告知患者存在术后肢体不等长的可能性[28]。有些患者在术前已存在较大的结构差异，在术中不能因过度追求双下肢等长而导致关节假体不稳定，从而发生更多的并发症。

3.3 THA术中处理双下肢等长方法的比较

THA术中均衡双下肢等的方法有很多，也能取得满意的治疗效果，但是也存在一些危险因素。克氏针定位测量法通过克氏针固定在骨骼上作为参考点，测量假体安装前后的距离来调整患肢长度，但是是一项有创操作增加了骨折以及损伤血管神经的风险；术前模板联合术中透视法精准定位并且可以及时调整，但是术中透视增加了手术时间、增加辐射暴露并且设备的移动可能会增加感染风险；术中测量股骨头中心到小转子距离法虽然操作简单，但是容易受到手术视野暴露及手术医师经验影响；机器人手术可以提高手术的准确性和精准度，但是由于购买设备及维护设备花费昂贵、手术医师学习曲线陡峭以及增加手术时间，目前难以在国内推广应用[29]。

虽然全髋关节置换术后的腿长差异无法完全消除，但可将问题最小化。包括术前对患者详细的体格检查、全面的影像学资料评估以及术中的综合处理（包括术中测量及术中试验）做好各环节工作[30]。该方法操作简便，重复性及实用性强，可在术前术中多次对比，通过综合处理后达到满意的结果，对指导全髋关节置换术中维持双下肢等长有较好的指导意义。

参考文献：

[1] 陶冶,赵新友,邵士元.全髋关节置换术后双下肢长度不等长对髋关节功能的影响[J].实用骨科杂志,2016,22(04):310-312.

[2] Ronen D , Evyatar S , Ornit C , et al. Acetabular cup orientation and postoperative leg length discrepancy in patients undergoing elective total hip arthroplasty via a direct anterior and anterolateral approaches[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2018, 19(1):188-196.

[3] Meermans G , Malik A , Witt J , et al. Preoperative Radiographic Assessment of Limb-length Discrepancy in Total Hip Arthroplasty[J]. Clinical Orthopaedics & Related Research®, 2011, 469(6):1677-1682.

[4] Cinotti G，Sessa P，Ｒipani FＲ，et al．Correlation between posterior offset of femoral condyles and sagittal slope of the tibial platea[J]．Anat，2012，221( 5) : 452－458．

[5] 郭鹏飞,周敬杰,范静,等.股骨偏心距变化对全髋关节置换后关节疼痛及功能的影响[J].中国组织工程研究,2015, 19(44): 7059-7064.

[6] Chamnongkich S, Asayama I, Kinsey TL, *et al*. Difference in hip prosthesis femoral offset affects hip abductor strength and gait characteristics during obstacle crossing[J]. Orthop Clin North Am, 2012, 43(5):48-58.

[7] 韦良臣,谢笑宸,张晟.利用Bryant三角标志术中均衡下肢长度预防全髋关节置换术下肢不等长[J].临床骨科杂志,2010,13(03):269-270.

[8] Paul Grosso, Matthew Snider, Jeffrey M. Muir. A Smart Tool for Intraoperative Leg Length Targeting in Total Hip Arthroplasty: A Retrospective Cohort Study[J]. Open Orthopaedics Journal, 2016, 10(1):490-499.

[9] 应锦河,郑荣宗,吴伟东.术前精确测量及术中透视调整在预防全髋关节置换术双下肢不等长中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2012,027(010):914-915.

[10] Nam D, Sculco PK, Abdel MP, Alexiades MM, Figgie MP, Mayman DJ. Leg-length inequalities following THA based on surgical technique[J].Orthopedics. 2013;36(4):e395–e400.

[11] Chen X, Xiong J, Wang P, et al. Robotic-assisted compared with conventional total hip arthroplasty: systematic review and meta-analysis.Postgrad Med J. 2018;94(1112):335–341.

[12] Bingham JS,Spangehl MJ,Hines JT,et al.Does Intraoperative Fluoroscopy Improve Limb-Length Discrepancy and Acetabular Component Positioning During Direct Anterior Total Hip Arthroplasty[J].Arthroplasty 2018;33(9):2927-2931.

[13] Mancuso CA,Jout J,Salvati EA.Fulfillment of patients' expectations for total hip arthroplasty[J].The Journal of bone and joint surgery. American volume,2009,91(9):2073-2078.

[14]肖程程,王昌耀,夏长所.人工全髋关节置换术中三种下肢长度测量方法的比较[J].中华临床医师杂志,2015,9(12):2335-2339.

[15] Desai A S , Asterios Dramis , et al. Leg length discrepancy after total hip arthroplasty: a review of literature.[J]. Current Reviews in Musculoskeletal Medicine, 2013, 6(4):336-341.

[16] 朱均,章淼锋,俞学中.全髋关节置换术下肢不等长的临床分析及对策[J]. 浙江临床医学,2017(7)：1233-1235.

[17] Li J, Mcwilliams A B, Jin Z,et al. Unilateral total hip replacement patients with symptomatic leg length inequality have abnormal hip biomechanics during walking[J]. Clinical Biomechanics, 2015, 30(5):513-519.

[18] Kurtz S M , Ong K L , Lau E , et al. Impact of the Economic Downturn on Total Joint Replacement Demand in the United States[J]. The Journal of Bone and Joint Surgery, 2014, 96(8):624-630.

[19] Maloney W J , Keeney J A . Leg length discrepancy after total hip arthroplasty[J]. Journal of Arthroplasty, 2004, 19(4-supp-S1):108-110.

[20] Benedetti M G,Catani F,Benedetti E,et al. To what extent does leg length discrepancy impair motor activity in patients after total hip arthroplasty[J]. International Orthopaedics, 2010, 34(8):p.1115-1121.

[21] Betsch M, Wild M, Grosse B, Rapp W, Horstmann T. The effect of simulating leg length inequality on spinal posture and pelvic position: a dynamic rasterstereographic analysis[J].Eur Spine.2012;21(4):691–697.

[22] Young R S , Andrew P D , Cummings G S . Effect of simulating leg length inequality on pelvic torsion and trunk mobility[J]. Gait & Posture, 2000, 11(3):217-223.

[23]Sculco P K , Cottino U , Abdel M P , et al. Avoiding Hip Instability and Limb Length Discrepancy After Total Hip Arthroplasty[J]. Orthopedic Clinics of North America, 2016, 47(2):327-334.

[24] 袁涛,翁文杰.全髋关节置换术下肢不等长的术中对策[J].中国矫形外科杂志,2009,17(07):548-549.

[25] 陈亚辉,黄媛霞,徐海斌.股骨偏心距重建对人工全髋关节置换术后髋关节功能的影响[J].新乡医学院学报,2018,35(10):902-906.

[26] Charles M N , Bourne R B , Davey J R , et al. Soft-tissue balancing of the hip: the role of femoral offset restoration[J]. Journal of Bone & Joint Surgery-american Volume, 2005, 86(5):131-141.

[27] Elizabeth, Harkin, S, et al. Total hip arthroplasty and femoral nail lengthening for hip dysplasia and limb-length discrepancy[J]. Arthroplasty today, 2018 May 3;4(3):279-286..

[28] Flecher X , Ollivier M , Argenson J N . Lower limb length and offset in total hip arthroplasty[J]. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2016,102(1 Suppl):S9-20.

[29] Babar Kayani,Sjith Konan， et al. The current role of robotics in total hip arthroplasty[J]. EFORT open reviews,2019,4(11):618-625.

[30] 谢德平,董军峰,郑之和.全髋关节置换双下肢等长的控制策略[J].中国组织工程研究与临床康复,2008,12(9):1655-1658.