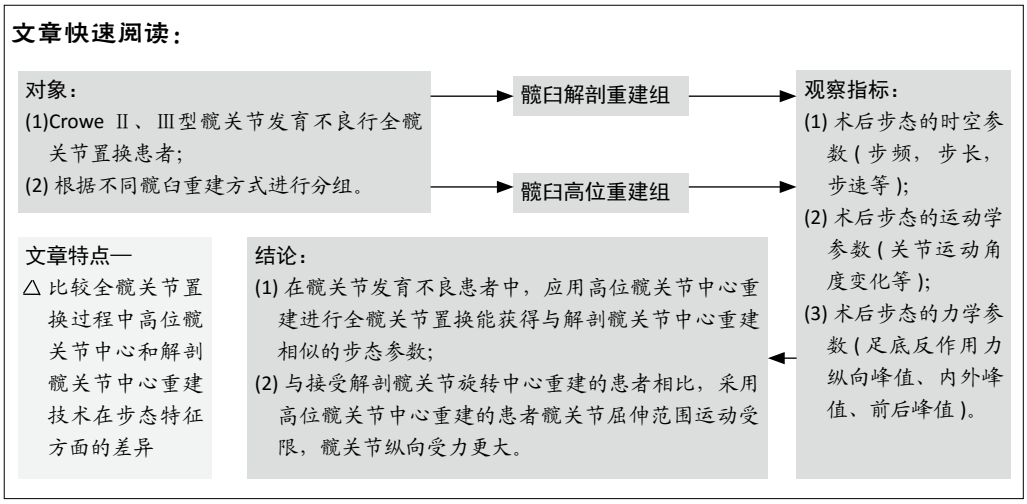
高位髋关节中心全髋关节置换治疗发育性髋关节发育不良后的三维步态评价

https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.2963
投稿日期：2020-03-06
送审日期：2020-03-12
采用日期：2020-04-15
在线日期：2020-07-31
中图分类号：
R459.9；R318.08；R681.1
文章编号：
2095-4344(2021)03-00350-06
文献标识码：A

张 羽，冯 硕，杨 志，张 野，孙健宁，安 伦，陈向阳

文章快速阅读：



文题释义：

全髋关节置换：是以人工合成的髋关节假体代替已损坏的股骨头和髋臼，以恢复髋关节的活动和负重功能的一种手术，被认为是目前改善创伤和终末期退行性关节疾病患者生活质量最成功的骨科重建手术之一。

三维步态分析：能够借助专业设备获取人体时空参数、各个关节的运动学参数及动力学参数，通过专业的分析可以推测出患者步态异常的主要原因，进而对诊疗方案的确定具有非常重要的作用，同时也能够对设计出的治疗方案进行评估，以验证设计的治疗方案是否存在问题。

摘要

背景：对于Crowe Ⅱ、Ⅲ型发育性髋关节发育不良合并重度髋关节骨性关节炎的患者行全髋关节置换，是选择髋臼解剖重建还是高位髋关节旋转中心重建目前仍存在争议。

目的：比较全髋关节置换过程中高位髋关节中心和解剖髋关节中心重建技术在步态特征方面的差异。

方法：选择2014年1月至2017年7月Crowe Ⅱ-Ⅲ型发育性髋关节发育不良继发单侧髋关节病变女性患者40例，均接受全髋关节置换治疗，其中20例术中进行解剖型髋关节中心重建，另20例进行高位髋关节中心重建。置换后随访2年以上，进行步态分析。研究获得徐州医科大学附属医院伦理委员会批准。

结果与结论：①时空参数：两组手术侧和非手术侧的步速、步频、步长、单腿支撑时间、单腿摆动时间、双腿支撑时间相似，两组间手术侧的步速、步频、步长、单腿支撑时间、单腿摆动时间、双腿支撑时间比较差异均无显著性意义($P > 0.05$)；②运动学参数：高位重建组手术侧的髋关节最大伸展度低于非手术侧($P < 0.01$)，两组手术侧的髋关节最大屈曲度和髋关节屈伸范围均低于非手术侧($P=0.01$)；高位重建组手术侧的髋关节最大伸展度、髋关节屈伸范围低于解剖重建组($P < 0.05$)，两组手术侧的髋关节最大屈曲度、膝关节最大屈曲度、膝关节屈伸范围、踝关节最大背屈度、踝关节最大跖屈度、踝关节背跖屈范围比较差异均无显著性意义($P > 0.05$)；③动力学参数：高位重建组手术侧的足底反作用力纵向峰值高于解剖重建组($P < 0.05$)；两组手术侧的足底反作用力内外峰值、前后峰值比较差异均无显著性意义($P > 0.05$)；④结果表明在发育性髋关节发育不良患者中，应用高位髋关节中心重建进行全髋关节置换能获得与解剖髋关节中心重建相似的步态参数，但与接受解剖髋关节旋转中心重建术的患者相比，采用高位髋关节中心重建的患者髋关节屈伸范围运动受限，髋关节纵向受力更大。

关键词：骨；假体；关节；置换；髋关节发育不良；高髋关节中心；三维步态；关节重建

Three-dimensional gait of patients with developmental dysplasia of hip undergoing total hip arthroplasty with high hip center

Zhang Yu, Feng Shuo, Yang Zhi, Zhang Ye, Sun Jianning, An Lun, Chen Xiangyang
Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221002, Jiangsu Province, China
Zhang Yu, Master candidate, Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221002, Jiangsu Province, China

徐州医科大学附属医院骨科，江苏省徐州市 221002
第一作者：张羽，男，1989年生，山东省菏泽市人，汉族，徐州医科大学在读硕士，目前主要从事骨关节外科方面的研究。
通讯作者：陈向阳，博士，主任医师，副教授，硕士生导师，徐州医科大学附属医院骨科，江苏省徐州市 221002
https://orcid.org/0000-0002-9355-8526 (张羽)

引用本文：张羽，冯硕，杨志，张野，孙健宁，安伦，陈向阳 . 高位髋关节中心全髋关节置换治疗发育性髋关节发育不良后的三维步态评价 [J]. 中国组织工程研究，2021，25(3):350-355.

Corresponding author: Chen Xiangyang, MD, Chief physician, Associate professor, Master's supervisor, Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221002, Jiangsu Province, China

Abstract

BACKGROUND: For patients with Crowe II and III developmental dysplasia of hip combined with severe hip osteoarthritis, total hip arthroplasty is still controversial whether to choose acetabular anatomical reconstruction or high hip rotation center reconstruction.

OBJECTIVE: To compare the differences in gait characteristics between the reconstruction technique of the high hip center and the anatomical hip center during total hip arthroplasty.

METHODS: Forty patients with Crowe II–III developmental dysplasia of hip with unilateral hip disease from January 2014 to July 2017 were selected. All patients received total hip arthroplasty, of which 20 cases underwent acetabular anatomical reconstruction, and another 20 patients underwent high hip center reconstruction. The patients were followed up for more than 2 years after arthroplasty for gait analysis. The study was approved by Ethics Committee of Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) Spatiotemporal parameters: The pace, stride frequency, step length, single leg support time, single leg swing time, and double leg support time of the two groups of surgical side and non-surgical side were similar. There was no significant difference in pace, stride frequency, step length, one-leg support time, one-leg swing time, and two-leg support time between the two groups ($P > 0.05$). (2) Kinematic parameters: The maximum extension of the hip joint on the surgical side of the high reconstruction group was lower than that on the non-surgical side ($P < 0.01$). The maximum hip flexion and hip flexion and extension range of the two groups on the surgical side were lower than those on the non-surgical side ($P=0.01$). The maximum extension of the hip joint and hip flexion and extension range in the high reconstruction group were lower than those in the anatomical reconstruction group ($P < 0.05$). The maximum flexion of the hip joint, maximum knee flexion, knee flexion and extension range, and maximum dorsiflexion of the ankle, the maximum plantar flexion of the ankle, and the range of ankle dorsiflexion were not significantly different between the two groups ($P > 0.05$). (3) Kinetic parameters: The longitudinal peak of the plantar reaction force on the surgical side of the high reconstruction group was higher than that of the anatomical reconstruction group ($P < 0.05$). There was no significant difference between the internal and external peaks of the plantar reaction force and the front and back peaks of the two groups on the surgical side ($P > 0.05$). (4) The results show that in patients with developmental dysplasia of hip, total hip arthroplasty using high hip center reconstruction can obtain gait parameters similar to anatomical hip center reconstruction. However, compared with patients undergoing anatomical hip rotation center reconstruction, patients with high hip center reconstruction had limited hip flexion and extension range movement and greater longitudinal force on the hip.

Key words: bone; prosthesis; joint; arthroplasty; developmental dysplasia of the hip; high hip center; three-dimensional gait; joint reconstruction

How to cite this article: *ZHANG Y, FENG S, YANG Z, ZHANG Y, SUN JN, AN L, CHEN XY. Three-dimensional gait of patients with developmental dysplasia of hip undergoing total hip arthroplasty with high hip center. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2021;25(3):350-355.*

0 引言 Introduction

由于髋臼区畸形和骨缺损，全髋关节置换治疗发育性髋关节发育不良在技术上是困难的，尤其在髋臼重建阶段更是如此。与原发性退行性骨关节炎的关节成形术相比，发育性髋关节发育不良行全髋关节置换的并发症发生率更高，临床结果更不可靠[1]。对于Crowe Ⅱ、Ⅲ型发育性髋关节发育不良合并重度髋关节骨性关节炎的患者行全髋关节置换，是选择髋臼解剖重建还是高位髋关节旋转中心重建目前仍存在争议[2]。解剖髋关节中心的重建是为了提供更好的功能，因为它易于获得下肢等长，并且可以恢复正常的髋关节生物力学模式[3]。然而，通常髋臼上方缺少骨性覆盖，臼杯不易获得初始稳定性，这可能需要额外的手术，如臼杯外上方进行大块植骨等，所有这些都会增加手术时间、围术期和术后出血及麻醉药物暴露时间[4]。高髋关节中心技术在文献中经常被报道为一种有价值的替代技术，可用于原发性或翻修中髋臼周围骨缺损的病例[5]，其显著优点包括减少麻醉和手术时间，不需要植骨和缩短截骨术，并确保为可能的翻修保留骨储备[6]。但是，非髋关节解剖旋转中心对髋关节生物力学有一定影响，可能会导致臀中肌效能减低、跛行、关节内应力增加、磨损增加及早期人工关节松动[2]。

步态分析越来越多地被用于定量分析患者的功能恢复情况，如不同髋关节手术入路或不同假体类型等对患者术后步态恢复的影响[7]。患者步态生物力学的差异被认为对患者满意度、跌倒风险和假体存活(如聚乙烯磨损和假体松动)有许多影响，文献中缺乏关于髋关节中心位置对患者步态特性影响的信息。此次研究的目的是比较高位髋关节中心和解剖髋关节中心重建技术在步态特征方面的差异，以确定在步态生物力学方面可能存在的优缺点。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性队列研究。

1.2 时间及地点 试验于2019年7至12月在徐州医科大学附属医院骨科完成。

1.3 对象 选择2014年1月至2017年7月Crowe Ⅱ－Ⅲ型发育性髋关节发育不良继发单侧髋关节病变女性患者40例，均接受全髋关节置换治疗，其中20例术中进行解剖型髋关节中心重建(解剖重建组)，另20例进行高位髋关节中心重建(高位重建组)。研究获得徐州医科大学附属医院伦理委员会批准。

纳入标准：①在徐州医科大学附属医院骨科接受初次全髋关节置换的单侧发育性髋关节发育不良患者；②分型为Crowe Ⅱ、Ⅲ型的发育性髋关节发育不良患者；③Harris评分>85；④随访时间>2年；⑤双下肢长度差异<2 cm。

排除标准：①使用助行器(如手杖、助行器)；②既往行髋臼周围截骨等保髋治疗者；③并发症(假体周围骨折、感染、不稳定、松动、种植体磨损等)；④短距离行走时疼痛(500 m)；⑤存在膝关节畸形或膝关节严重关节炎；⑥合并有脑梗死后遗症等神经系统疾病影响肢体肌力。

根据Crowe分级对患者术前X射线片进行分级[8]，术后X射线片显示髋关节是否处于正常的髋关节旋转中心或高位髋关节中心位置。采用PAGNANO等[9]描述的方法，确定髋关节的正常旋转中心：①通过放射学泪滴的下缘画一条水平线；②平行于第一条线上方，距离骨盆正位片骨盆高度的20%，标记第二条水平线；③Kohler线和泪滴连线交叉点的外侧5 mm处为真正髋臼的内下角，过该点标记一条垂直线；④在垂直线和下水平线交叉点的45°角处向上画一条对角线，与上水平线相交。由这些线包围的三角形区域定义了真正的

髋臼区域。三角形斜边的中点被定义为近似股骨头中心 (O_0)。测量近似股骨头中心和假体股骨头中心 (O_1) 之间的水平和垂直距离 (**图 1**)。高髋关节旋转中心被 PAGNANO 等 [9] 描述为髋关节中心位置超过近似股骨头中心 15 mm。为了能够分析仅仅由于髋关节中心位置引起的行走特征的差异，所有其他可能影响行走模式的变量都尽量被标准化。通过这样可以尝试在体内生物力学环境下分析髋关节中心定位对步态特征的影响。研究表明，全髋关节置换术后 1 年患者的行走步态接近正常人步态，患者术后髋关节功能恢复趋于稳定。对至少随访 2 年的患者进行了术后步态测量，对所有可能影响步态参数的变量进行标准化，使其具有相似的特征。完成至少 2 年随访且临床效果良好 (Harris 髋关节评分 >85)、且术后腿长差异不显著 (< 2 cm) 的患者被纳入研究；有研究表明术后腿长差异不大于 20 mm 不会影响步态参数 [10]。

图注：O_0 为近似股骨头中心，O_1 为假体股骨头中心

图 1 | 高位髋关节旋转中心重建术后 X 射线片

Figure 1 | X-ray film after high hip joint center reconstruction

1.4 材料　假体材料见**表 1**。

表 1 | 全髋关节置换股骨假体材料介绍

Table 1 | Introduction of femoral prosthesis materials for total hip arthroplasty

项目	LINK 经典生物型全髋关节置换股骨假体
生产厂家	德国 LINK(北京威联德骨科技术有限公司)
批准号	国食药监械 (进) 字 2014 第 3460860 号
材质及组成	该产品基体由符合 YY0117.1 标准规定的 Ti6Al4V 合金材料制成，表面经喷砂处理或带有磷酸钙涂层，灭菌包装
适应证	因终末期单侧或双侧髋关节疾病需要实施人工关节置换，且无植入禁忌者。该类疾病包括：①股骨颈骨折；②髋关节原发性或继发性骨性关节炎；③髋关节类风湿性关节炎
生物相容性	具有较好骨整合作用，较好的初始稳定性和长期固定
不良反应	假体松动、磨损、周围感染、金属过敏反应等

1.5 手术方法　所有病例均由同一组医生完成手术，患者全身麻醉、侧卧位，采用髋关节后外侧入路。髋臼以标准的方式制备，髋臼假体于前倾 15°、外展 45° 固定，并用螺钉增强髋臼稳定性。所有病例均使用生物型髋臼假体，并且髋臼周围均未植骨。股骨根据术前计划及术中探查情况装入合适型号的生物型股骨假体。髋关节中心上移的病例，通过增大股骨柄型号或使用加长股骨头，从而增加肢体长度，重建适当的股骨偏心距使外展肌得到适当的张力。两组病例均使用同一厂家生物型股骨假体。

所有患者均采用相同的营养干预、抗生素、血栓预防、围手术期疼痛管理、以及相同的护理与康复锻炼治疗方案。术后立即开始进行股四头肌等长收缩和踝关节屈伸活动锻炼，引流管术后常规夹闭 4 h 后开放，术后 48 h 拔除引流管。常规换药均由同一医师负责，拔管后指导患者利用助步器下床行走，同时告知患者术后的相关注意事项。术后所有患者开始皮下注射低分子肝素，出院后继续口服利伐沙班，抗凝至少 35 d，预防下肢深静脉血栓形成。术后约 14 d 拆线。估计完全能独立安全行走出院。

1.6 主要观察指标　术后随访 2 年以上，在步态实验室中对患者进行步态分析，应用英国 Vicon MX 光学运动捕捉系统 (该系统硬件主要包括红外线反光球、10 台 MX 红外线摄像头、信息转换控制器、计算机等) 和 2 个三维测力板采集，处理、运算测试数据。测量被测试者身高、体质量、下肢长度 (即髂前上棘至内踝的长度)、膝宽 (即膝内外侧的宽度)、踝宽 (内外踝之间的宽度)，将参数输入计算机建立三维模型。然后使用直径 14 mm 反射标记球进行体表标记 (**图 2**)。借助于放置在特定解剖区域 (骨盆、髋部、膝盖、脚踝等) 上的 26 个标记点。在步行平台周围放置了摄像头，并在平台中嵌入了两个测力板。嘱患者在放松状况下沿指定方向行走一个来回，包括转身都必须在指定范围内，否则不能测得数据。使用 10 台摄像机运动分析系统收集标记物的三维轨迹 (**图 3**)。地面反作用力使用嵌入步行平台的两个测力板进行记录。比较了行走过程中的时空参数 (步频、步长、步速等)、运动学参数 (关节运动角度变化等)、力学参数 (足底反作用力纵向峰值、内外峰值、前后峰值)，并研究了测量参数之间是否存在显著差异。

图 2 | 患者步态体表标记点

Figure 2 | Body surface markers of the patient's gait

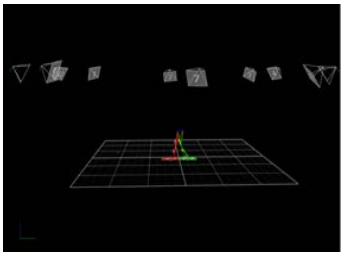


图 3 | 计算机建立三维步态模型

Figure 3 | Three-dimensional gait model established by computer

1.7 统计学分析　数据与图表的分析制作采用 IBM SPSS Statistics 19.0 统计学软件进行处理，服从或近似服从正态分布计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示，两组之间计量资料的比较采用独立样本 t 检验，同一组手术侧与非手术侧比较比较采用配对样本 t 检验，用 Leven 检验进行方差齐性检验，方差不齐时采用 t' 检验，计数资料采用卡方检验或 Fisher 确切概率法。检验水准 α 值取双侧 0.05，以 $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析　40 例患者均进入结果分析。

2.2 试验流程　见**图 4**。

2.3 患者基本情况　所有患者均为女性。两组年龄、体质量指数、术后双下肢长度差和随访时间等资料比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)，见**表 2**。两组患者术后均无跛行，Trendelenburg 征均为阴性。两组患者术前和术后 Harris 评分

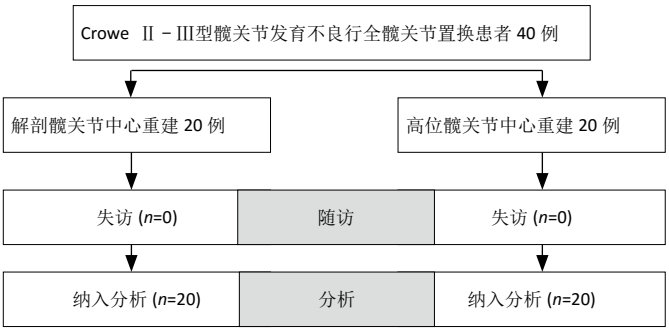


图 4 ｜试验流程图

Figure 4 ｜ **Trial flow chart**

比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)，说明两组术前和术后的功能状态相似，从而将影响步态分析的功能限制降至最低。

2.4 *时空参数评估结果* 在步态分析期间，两组手术侧和非手术侧记录的平均时空参数 (步速、步频、步长、单腿支撑时间、单腿摆动时间、双腿支撑时间) 相似，两组手术侧各时空参数值比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。两组组内手术侧与非手术侧各时空参数值比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)，见**表 3**。

2.5 *运动学评估结果* 两组手术侧髋关节最大屈曲度、膝关节最大屈曲度、膝关节屈伸范围、踝关节最大背屈度、踝关节最大跖屈度、踝关节背跖屈范围比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)；高位重建组手术侧髋关节最大伸展度、髋关节屈伸范围低于解剖重建组 ($P < 0.05$)，见**图 5**；与非手术侧相比，两组手术侧的髋关节最大伸展度均减小，然而仅在高位重建组中这一差异有显著性意义 ($P < 0.01$)；两组手术侧髋关节最大屈曲度和髋关节屈伸范围均较非手术侧明显降低 ($P=0.01$)，见**表 4**。

2.6 *动力学评估结果* 高位重建组手术侧的足底反作用力纵向峰值明显高于解剖重建组 ($P < 0.05$)，见**图 6**；两组手术侧足底反作用力内外峰值、前后峰值参数比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)，见**表 5**。

3 讨论 Discussion

与行解剖髋关节中心重建的患者相比，Crowe Ⅱ－Ⅲ型单侧发育性髋关节发育不良行高位髋关节中心重建全髋关节置换的患者具有更受限的髋关节屈伸范围和更高的髋关节纵向力。

人工全髋关节置换后的临床效果和行走生物力学受假体位置的影响。在一些实验研究中，作者发现高位髋关节中心技术会增加髋关节上的受力，并导致外展肌缺陷 [3, 11-12]。此外一些临床研究表明，高位髋关节中心重建与增加髋关节负荷而增加松动和磨损率有关 [9]。PAGNANO 等 [9] 认为发育性髋关节发育不良患者行高位髋关节重建术后，位于股骨头中心以上 15 mm 处的髋臼部件松动和翻修率增加。相比之下，一些长期的临床研究获得了与解剖髋关节中心重建相似的临床结果 [13-15]。CHRISTODOULOU 等 [13] 报道了采用高髋关节中心技术的髋臼聚乙烯内衬磨损率和髋臼组件存活率与解剖髋关节中心相似，他们的结论是：当达到合适的头 / 颈长度、合适的假体位置和充分的臀中肌张力时，高位髋关节中心产生的临床结果与解剖性髋关节旋转中心相似。KANEUJI 等 [15] 报道了 30 例高位髋臼中心患者平均随访 15 年未发生髋臼松动，临床效果良好。在此次研究中没有比较这两种技术的临

表 2 ｜两组基线资料比较 (n=20)

Table 2 ｜ **Comparison of baseline data of patients of both groups**

项目	解剖重建组	高位重建组	P 值
年龄 ($\bar{x}\pm s$，岁)	52.15±6.71	51.40±6.01	0.71
体质量 ($\bar{x}\pm s$，kg)	68.58±8.22	67.10±7.65	0.56
身高 ($\bar{x}\pm s$，m)	1.62±0.05	1.61±0.03	0.43
体质量指数 ($\bar{x}\pm s$，kg/m^2)	26.10±3.13	25.81±2.33	0.74
随访时间 ($\bar{x}\pm s$，月)	42.20±10.61	54.50±17.85	0.01
术前 Harris 评分 ($\bar{x}\pm s$)	42.10±7.91	41.05±6.82	0.65
术后 Harris 评分 ($\bar{x}\pm s$)	90.30±3.23	88.60±3.94	0.14
髋旋转中心垂直距离 ($\bar{x}\pm s$，cm)	0.21±0.16	1.65±0.29	0.01
双下肢长度差异 ($\bar{x}\pm s$，mm)	3.40±2.64	5.45±3.97	0.09
Crowe Ⅱ / Ⅲ型 (n)	11/9	8/12	0.34

表 3 ｜两组术后步态评估时空参数的比较 ($\bar{x}\pm s$，n=20)

Table 3 ｜ **Comparison of spatiotemporal parameter of gait evaluation between two groups**

项目	解剖重建组		高位重建组	
	手术侧	非手术侧	手术侧	非手术侧
步速 (cm/s)	102.20±7.37	102.70±7.86	100.80±8.61	102.30±8.32
步频 (步 /min)	112.44±6.21	110.84±6.42	111.17±6.47	111.53±6.89
单步长 (cm)	55.15±4.96	54.76±5.63	54.00±6.51	54.62±6.23
单腿支撑期 (%)	62.47±1.75	63.14±1.83	61.89±1.97	62.32±1.88
单腿摆动期 (%)	37.53±1.75	36.86±1.83	38.11±1.97	37.68±1.88
双腿支撑期 (%)	20.12±3.64	20.12±3.64	19.77±4.75	19.77±4.75

表注：两组手术侧各时空参数值比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)，两组组内手术侧与非手术侧各时空参数值比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)

表 4 ｜两组术后步态评估运动学参数的比较 ($\bar{x}\pm s$，n=20，°)

Table 4 ｜ **Comparison of kinematic parameters of gait evaluation between two groups after surgery**

项目	解剖重建组		高位重建组	
	手术侧	非手术侧	手术侧	非手术侧
髋关节最大屈曲	27.71±4.69[a]	31.47±6.57	29.06±6.46[a]	32.51±6.57
髋关节最大伸展	9.04±3.47	11.27±4.01	1.58±4.85[ab]	11.69±4.32
髋关节屈伸范围	36.74±4.49[a]	40.18±7.40	30.64±4.50[ab]	39.27±7.39
膝关节最大屈曲	54.24±8.66	53.72±9.40	52.22±9.40	54.65±9.13
膝关节屈伸范围	53.99±5.51	55.77±5.41	52.77±5.41	55.86±5.33
踝关节最大背屈	13.64±5.33	14.08±5.84	15.08±5.84	14.19±5.28
踝关节最大跖屈	11.17±4.08	10.57±4.29	9.57±4.29	10.87±4.13
踝关节背跖屈范围	24.81±5.31	25.65±5.23	24.65±5.23	25.93±5.45

表注：与非手术侧比较，[a]P <0.05；与解剖重建组比较，[b]P < 0.05

表 5 ｜两组术后手术侧步态评估动力学参数的比较 ($\bar{x}\pm s$，n=20，%)

Table 5 ｜ **Comparison of postoperative dynamic parameters of gait evaluation on the surgical side between two groups**

项目	解剖重建组	高位重建组	P 值
足底反作用力纵向峰值	106.44±5.62	115.23±6.54	0.01
足底反作用力向前峰值	14.31±3.42	13.90±2.91	0.69
足底反作用力向后峰值	14.90±2.83	14.37±2.93	0.56
足底反作用力外侧峰值	5.35±1.91	5.66±1.87	0.61
足底反作用力内侧峰值	5.13±2.40	4.86±2.77	0.74

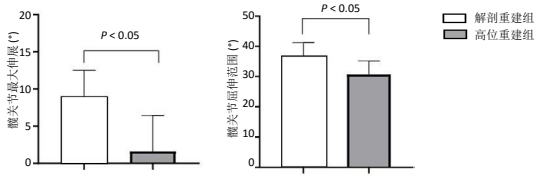


图 5 | 两组术后髋关节最大伸展度、髋关节屈伸范围的比较

Figure 5 | Comparison of postoperative maximum extension of hip joint and the range of flexion and extension of hip joint between the two groups

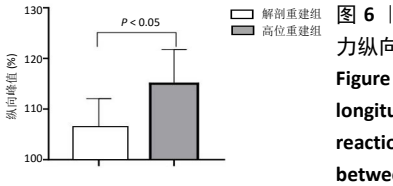


图 6 | 两组术后手术侧足底反作用力纵向峰值的比较

Figure 6 | Comparison of longitudinal peak value of plantar reaction force on the surgical side between two groups

床效果或假体存活率。为了分析髋关节旋转中心位置的单一影响因素，选择了临床效果良好且未发现假体松动或磨损的患者。

尽管有许多研究报告了这些外科技术临床结果之间的差异，但它们无法通过步态分析检测出细微的影响。步态分析是评估运动能力、跌倒风险和治疗效果的重要工具，并提供重要信息[7]。最近，步态分析在研究髋关节置换手术技术对步态参数的影响方面越来越受欢迎。运用步态分析技术，一些研究考察了髋关节置换术中不同手术入路和假体类型对步态参数的影响[16-19]，还有一些研究则考察了肢体长度差异对术后步态的影响[10, 20-21]。然而，髋关节位置对术后步态参数影响的临床证据缺乏。ARDESTANI 等[22]最近的一项研究表明，步态参数是预测金属－聚乙烯假体磨损率比髋关节位置更重要的变量，但是他们没有研究髋关节中心位置对步态参数的影响。FOUCHER 等[23]在对髋关节接触力的步态分析研究中认为，步态参数是影响髋关节受力和假体松动的重要因素。此次研究表明，高位髋关节中心足底反作用力纵向峰值增高导致髋关节力增加，可能是聚乙烯磨损和植入物松动的一个因素。

有学者提出高位髋关节中心是否会存在生物力学上的弊端并导致臀中肌无力、步态异常、跛行或者早期松动。研究表明髋关节后外侧入路对臀中肌的损伤最小，术后步态各项参数更接近于正常水平[17]。此次研究所有患者均采用髋关节后外侧入路，避免术中对臀中肌造成医源性损伤，减少对术后恢复的影响。臀中肌作为髋关节外展肌的主要动力肌，是维持关节稳定性以及决定步态行走的主要因素，外展肌力的恢复对关节周围的软组织平衡、防止脱位和半脱位、恢复近似正常的关节功能及维持长期疗效至关重要。臀中肌损伤会引起臀中肌步态，造成站立时下肢外旋位，不能完全靠拢，行走常有骨盆向患侧移位形成摇摆步态[24]。这种步态是由于患者在支撑相早期和中期骨盆向患侧下移，髋关节凸向患侧，以增加骨盆稳定度；髋关节侧方稳定受到影响，表现为行走中患肢负重支撑时躯干向患侧侧弯，使重力线经过髋关节外侧，以便依靠内收肌的力量来维持髋关节稳定。从此次研究结果中并没有发现因为外展肌效力不足导致的跛行或 Trendelenburg 征阳性。

有一些研究报道步态异常与跌倒风险增加有关[25-26]。在 KISS 等[19]的一项研究中，髋关节最大伸展度的减少是与跌倒风险增加相关的唯一参数。在正常步态生物力学中，在支撑阶段结束时髋关节平均出现 10° 的峰值过度伸展[27]。此次研究中两组都显示了髋关节最大伸展度的减少。与此次研究相类似，CHEN 等[20]的研究发现，与健康受试者相比，因发育性发育性髋关节发育不良而接受全髋关节置换患者的髋关节动态伸展减少。此次研究中，高位重建组患者的髋关节最大伸展度明显低于解剖重建组，这种情况可能导致高位重建组的患者更容易跌倒。跌倒风险的增加会增加术后并发症，如假体周围骨折或假体松动，并降低假体存活率。

以往的步态分析研究表明，在单侧全髋关节置换后的前 6–12 个月步态参数变化最大[28]。尽管这些参数在 1 年内可能恢复正常，但异常可能持续长达 10 年，也可能完全恢复正常以后不会进展[24, 29]。此次研究中至少 2 年的随访病例被纳入，对所有可能影响步态参数的变量进行标准化，使其具有相似的特征 (髋关节旋转中心位置除外)，这样可以清楚地观察到髋关节旋转中心位置对步行参数的影响。

此次研究有一些局限性：首先，回顾性设计是研究的主要缺点，且样本量较小，随访时间相对较短，仍需要前瞻性大样本试验进行进一步论证；此外，接受高位髋关节中心置换患者的随访时间比解剖重建髋关节中心的患者长，这种差异可能会影响结果的可靠性，因为在全髋关节置换术后步行参数的改善可能会持续很多年，然而尽管随访时间较长，但是高位髋关节中心组的步行参数较差；另一个不足是缺乏对假体放置角度 (外展角、前倾角) 和股骨偏心距的分析；此外，这项研究没有包括一组健康的个体，这缺少了与正常行走参数的比较；最后，高位重建组的下肢长度差异略高于解剖重建组，尽管差异无统计学意义。

在发育性髋关节发育不良患者中，应用高位髋关节中心重建进行全髋关节置换能获得与解剖髋关节中心重建相似的步态参数，但是与接受解剖髋关节旋转中心重建术的患者相比，采用高位髋关节中心重建的患者髋关节屈伸范围运动受限，髋关节纵向受力更大。这些发现表明与接受解剖髋关节重建的患者相比，高位髋关节重建可能导致较高的跌倒风险和髋关节负荷。

作者贡献：文章全部作者均参与文章的撰写和评估。第一作者完成初稿写作，最后由通讯作者审校。

经费支持：该文章未接受任何经费支持。

利益冲突：文章的全部作者声明，在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

机构伦理问题：研究获得徐州医科大学附属医院伦理委员会批准。

知情同意问题：所有患者对治疗知情同意，均签署了知情同意书。

写作指南：该研究遵守《非随机对照临床试验研究报告指南》(TREND 声明)。

文章查重：文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

文章外审：文章经小同行外审专家双盲外审，同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

生物统计学声明：该文统计学方法已经徐州医科大学生物统计学专家审核。

4 参考文献 References

[1] JASTY M, ANDERSON MJ, HARRIS WH. Total hip replacement for developmental dysplasia of the hip.Clin Orthop Relat Res.1995; 311(311):40-45.

[2] 任鹏 , 柴伟 , 周勇刚 , 等 . 人工全髋关节置换治疗 Crowe Ⅱ、Ⅲ型发育性髋关节发育不良 - 非骨水泥臼杯高旋转中心安放的短期随访结果 [J]. 中华骨与关节外科杂志 ,2015,8(2):145-150.

[3] DELP SL, WIXSON RL, KOMATTU AV. How Superior Placement of the Joint Center in Hip Arthroplasty Affects the Abductor Muscles.Clin Orthop Relat Res.1996;328(328):137-146.

[4] 查国春 , 孙俊英 , 冯硕 , 等 . 髋臼外上方结构性植骨在髋关节发育不良全髋关节置换术中的应用 [J]. 中华骨科杂志 ,2017,37(23): 1449-1457.

[5] PIZARRO FC, YOUNG SW, BLACUTT JH, et al. Total hip arthroplasty with bulk femoral head autograft for acetabular reconstruction in developmental dysplasia of the hip.J Bone Joint Surg Am.2013; 2013(4):615-621.

[6] GUSTKE KA. Jumbo cup or high hip center:is bigger better?.J Arthroplasty. 2004;19(4 Suppl 1):120-123.

[7] 赵松 , 陈云苏 , 张先龙 . 步态分析技术在人工髋关节置换术中的应用 [J]. 中华骨科杂志 ,2010,30(7):700-703.

[8] CROWE JF, MANI VJ, RANAWAT CS. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip.J Bone Joint Surg.1979;61(1): 15-23.

[9] PAGNANO W, HANSSEN AD, LEWALLEN DG, et al. The effect of superior placement of the acetabular component on the rate of loosening after total hip arthroplasty.J Bone Joint Surg.1996;78(7):1004-1014.

[10] BENEDETTI MG, CATANI F, BENEDETTI E, et al. To what extent does leg length discrepancy impair motor activity in patients after total hip arthroplasty?Int Orthop.2010;34(8):1115-1121.

[11] DOEHRING TC, RUBASH HE , SHELLEY FJ, et al. Effect of superior and superolateral relocations of the hip center on hip joint forces:An experimental and analytical analysis.J Arthroplasty. 1996;11(6): 693-703.

[12] BICANIC G, DELIMAR D, DELIMAR M, et al. Influence of the acetabular cup position on hip load during arthroplasty in hip dysplasia.Int Orthop. 2009;33(2):397-402.

[13] CHRISTODOULOU NA, DIALETIS KP, CHRISTODOULOU AN. High Hip Center Technique Using a Biconical Threaded Zweymüller?Cup in Osteoarthritis Secondary to Congenital Hip Disease.Clin Orthop Relat Res.2010;468(7):1912-1919.

[14] RUSSOTTI GM, HARRIS WH. Proximal placement of the acetabular component in total hip arthroplasty.A long-term follow-up study.J Bone Joint Surg.1991;73(4):587-592.

[15] KANEUJI A, SUGIMORI T, ICHISEKI T, et al. Minimum Ten-Year Results of a Porous Acetabular Component for Crowe I to III Hip Dysplasia Using an Elevated Hip Center.J Arthroplasty.2009;24(2):187-194.

[16] BENNETT D, OGONDA L, ELLIOTT D, et al. Comparison of gait kinematics in patients receiving minimally invasive and traditional hip replacement surgery:A prospective blinded study.Gait Posture. 2006;23(3):382.

[17] MADSEN MS, RITTER MA, MORRIS HH, et al. The effect of total hip arthroplasty surgical approach on gait.J Orthop Res.2004;22(1):44-50.

[18] MONT MA, SEYLER TM, RAGLAND PS, et al. Gait Analysis of Patients with Resurfacing Hip Arthroplasty Compared with Hip Osteoarthritis and Standard Total Hip Arthroplasty.J Arthroplasty.2007;22(1):100-108.

[19] KISS RM, ILLYÉS, ÁRPÁD. Comparison of gait parameters in patients following total hip arthroplasty with a direct-lateral or antero-lateral surgical approach.Hum Mov Sci.2012;31(5):1302-1316.

[20] CHEN G, NIE Y, XIE J, et al. Gait Analysis of Leg Length Discrepancy-Differentiated Hip Replacement Patients With Developmental Dysplasia: A Midterm Follow-Up.J Arthroplasty.2018;33(5):1437-1441.

[21] RENKAWITZ T, WEBER T, DULLIEN S, et al. Leg length and offset differences above 5mm after total hip arthroplasty are associated with altered gait kinematics.Gait Posture.2016;49:196-201.

[22] ARDESTANI MM, AMENÁBAR EDWARDS PP. Prediction of Polyethylene Wear Rates from Gait Biomechanics and Implant Positioning in Total Hip Replacement.Clin Orthop Relat Res.2017;475(8):2027-2042.

[23] FOUCHER KC, HURWITZ DE, WIMMER MA. Relative Importance of Gait vs.Joint Positioning on Hip Contact Forces after Total Hip Replacement. J Orthop Res.2009;27(12):1576-1582.

[24] 赵德伟 , 崔大平 . 全髋关节置换手术前后三维步态分析 [J]. 中华外科杂志 ,2009,47(2):132-135.

[25] IKUTOMO H, NAGAI K, TAGOMORI K, et al. Gait Abnormality Predicts Falls in Women After Total Hip Arthroplasty.J Arthroplasty. 2018;33(10):3215-3219.

[26] HAUSDORFF JM. Gait dynamics,fractals and falls:finding meaning in the stride-to-stride fluctuations of human walking.Hum Mov Sci. 2007;26(4):555-589.

[27] STASZKIEWICZ R, CHWAŁA W, FORCZEK W, et al. Three-dimensional analysis of the pelvic and hip mobility during gait on a treadmill and on the ground.Acta Bioeng Biomech.2012;14(2):83-89.

[28] MIKI H, SUGANO N, HAGIO K, et al. Recovery of walking speed and symmetrical movement of the pelvis and lower extremity joints after unilateral THA.J Biomech.2004;37(4):443-455.

[29] PERRON M, MALOUIN F, MOFFET H. Three-dimensional gait analysis in women with a total hip arthroplasty.Clin Biomech (Bristol, Avon). 2000;15(7):504-515.