

· 临床论著 ·

髋发育不良全髋置换术后跛行相关因素与预测<sup>△</sup>

吴磊, 张广源, 李克文

(青海大学附属医院关节外科, 青海西宁 810000)

**摘要:** [目的] 探讨发育性髋关节发育不良 (developmental dysplasia of the hip, DDH) 患者全髋置换术 (total hip arthroplasty, THA) 后跛行步态的影响因素。[方法] 选取青海大学附属医院 2019 年 1 月—2023 年 1 月收治的接受 THA 治疗的 DDH 患者 106 例。根据术后 6 个月髋关节 Harris 评分分为跛行组和步态正常组。采用单因素比较和多元逻辑回归分析探索 DDH 患者 THA 后跛行步态的影响因素, 构建风险预测模型。[结果] 106 例 DDH 患者中跛行的发生率为 34.0% (36/106)。跛行组患者的股骨假体置入深度 [(134.7±21.1) mm vs (156.7±23.9) mm,  $P<0.001$ ]、髋关节旋转中心高度 [(9.6±5.8) mm vs (31.0±4.2) mm,  $P<0.001$ ] 均显著小于正常组, 股骨距长度 [(18.7±3.3) mm vs (15.1±2.1) mm,  $P<0.001$ ] 及股骨偏心距 [(36.9±2.5) mm vs (34.8±2.8) mm,  $P<0.001$ ] 均显著大于正常组。逻辑回归表明, 术后股骨假体置入深度大 ( $OR=0.259$ ,  $95\%CI$  0.089~0.759) 是 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的保护因素; 而股骨偏心距大 ( $OR=4.084$ ,  $95\%CI$  1.395~11.947)、术后保留股骨距长度 ( $OR=3.050$ ,  $95\%CI$  1.042~8.922)、髋关节旋转中心高度 ( $OR=2.998$ ,  $95\%CI$  1.025~8.772) 是 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的危险因素。列线图模型预测 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的灵敏度为 0.791 ( $95\%CI$  0.653~0.872), 特异度为 0.847 ( $95\%CI$  0.752~0.936), AUC 为 0.839 ( $95\%CI$  0.791~0.927)。[结论] 术后股骨假体置入深度、术后保留股骨距长度、髋关节旋转中心高度及股骨偏心距是 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的影响因素, 构建风险模型有助于预测术后跛行。

**关键词:** 发育性髋关节发育不良, 全髋置换术, 步态, 预测模型

**中图分类号:** R681.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 24-2234-06

**Related factors and prediction of claudication after total hip arthroplasty for hip dysplasia // WU Lei, ZHANG Guang-yuan, LI Ke-wen. Department of Joint Surgery, Affiliated Hospital, Qinghai University, Xining, Qinghai 810000, China**

**Abstract:** [Objective] To search the related factors and prediction of claudication after total hip arthroplasty (THA) for developmental dysplasia of the hip (DDH). [Methods] A total 106 patients who received THA for DDH were enrolled into this study in Affiliated Hospital of Qinghai University from January 2019 to January 2023. According to whether or not lameness happened after THA and Harris score 6 months after operation, the patients were divided into lameness group and normal gait group. Univariate comparison and multiple logistic regression analysis were used to explore the influencing factors of claudication after THA for DDH, furthermore a prediction model based on the related factors was created and verified. [Results] Of the 106 patients with DDH, lameness happened in 36 patients, accounting for 34.0%. Regarding univariate comparison, the limp group proved significantly less than the normal gait group in terms of depth of femoral component placed [(134.7±21.1) mm vs (156.7±23.9) mm,  $P<0.001$ ], hip rotation center height [(9.6±5.8) mm vs (31.0±4.2) mm,  $P<0.001$ ], while the former was significantly greater than the latter in terms of femoral calar length [(18.7±3.3) mm vs (15.1±2.1) mm,  $P<0.001$ ] and the femoral eccentricity [(36.9±2.5) mm vs (34.8±2.8) mm,  $P<0.001$ ]. As results of logistic regression, the greater depth of femoral component placed ( $OR=0.259$ ,  $95\%CI$  0.089~0.759) was the protective factor for lameness after THA in DDH, while the larger femoral eccentricity ( $OR=4.084$ ,  $95\%CI$  1.395~11.947), the more length of femoral calaris retained ( $OR=3.050$ ,  $95\%CI$  1.042~8.922), and the higher the center of rotation of the hip ( $OR=2.998$ ,  $95\%CI$  1.025~8.772) were the risk factors for claudication after THA in DDH. Based on the factors abovementioned, a nomogram predicting model was created, and verified by ROC analysis, which had sensitivity of 0.791 ( $95\%CI$  0.653~0.872), specificity of 0.847 ( $95\%CI$  0.752~0.936) and AUC of 0.839 ( $95\%CI$  0.791~0.927) for predicting claudication after THA in DDH. [Conclusion] The depth of femoral prosthetic placement, length of preserved femoral calar after surgery, height of hip rotation center and femoral eccentricity are the influencing factors for claudication after THA in DDH, while the prediction model based the factors might be helpful to predict claudication after THA.

**Key words:** developmental hip dysplasia, total hip arthroplasty, gait, predictive model

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.110017

<sup>△</sup>基金项目: 青海省自然科学基金项目 (编号: 2020-ZJ-948Q)

作者简介: 吴磊, 主治医师, 研究方向: 骨关节疾病, (电话) 0971-6162000, (电子信箱) wll13997128142@163.com

发育性髋关节发育不良 (developmental dysplasia of the hip, DDH) 是以髋臼形态异常为解剖学特征, 导致髋关节稳定性受损的疾病<sup>[1, 2]</sup>。由于髋关节不稳定和髋臼发育不良, 常会出现髋关节疼痛及功能障碍, 影响患者的日常生活并加重髋关节的损伤。目前, 全髋置换术 (total hip arthroplasty, THA) 是治疗 DDH 患者髋关节病变的常规术式, 可帮助患者快速恢复髋关节的正常形态和功能, 预防由于长期髋关节不稳定而导致的关节加速退化及其他相关并发症的发生, 疗效显著<sup>[3, 4]</sup>。然而, 术后跛行步态的高发病率成为困扰临床医学家的难点。相关研究认为, DDH 患者 THA 术后跛行步态可能与术后肌力失衡、组织僵硬改变、人工关节异常摩擦等因素有关, 但尚无定论<sup>[5]</sup>。因此, 合理筛查 DDH 患者 THA 术后跛行步态的影响因素, 并建立预测模型综合评估 DDH 患者术后跛行步态的风险, 将有助于识别高风险患者, 改善患者的手术效果及生活质量。基于此, 本研究尝试分析 DDH 患者行 THA 术后跛行步态的影响因素, 构建并验证预测模型对 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的评估效能, 为临床医生制定个体化的治疗方案提供科学依据, 以辅助决策和指导患者的治疗。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 符合 DDH 诊断标准<sup>[6]</sup>, 且 Crowe 分型 I、II 型; (2) 单侧髋关节病变; (3) 符合 THA 手术指征, 并自愿行 THA 手术; (4) 年龄 > 18 岁。

排除标准: (1) 髋关节或下肢关节手术史; (2) 伴有类风湿性关节炎等关节疾病; (3) 严重心、肺疾病; (4) 神经系统疾病; (5) 合并其他可能影响术后髋关节 Harris 评分的关节疾病或内分泌疾病; (6) 妊娠期、哺乳期女性; (7) 晚期股骨头坏死或股骨颈骨折; (8) 既往步态不稳、跛行史。

### 1.2 一般资料

根据上述纳入与排除标准, 2019 年 1 月—2023 年 1 月在本院行 THA 的 106 例 DDH 患者选入本研究。其中男 17 例, 女 89 例, 本研究通过医院医学伦理委员会审批 (编号: P-SL-2021142), 所有患者均知情同意。

### 1.3 手术方法

术前, 拍摄站立位骨盆 X 线片, 测量双侧髋关

节的股骨偏心距、双侧髋关节 X 线片上股骨颈干角及髋关节旋转中心与同侧泪滴下端连线的水平及垂直距离。根据上述参数, 确定髋臼假体的参数信息 (图 1a, 1b)。取侧卧位, 取外侧或前外侧切口, 以利于软组织松懈、术中视野暴露及假体置入为原则。待髋关节囊显露后, 分离关节囊外粘连, 充分暴露关节囊, 下至大转子基底, 上至髋臼边缘, 切除关节囊及滑膜。外旋、内收髋关节, 使股骨头脱位, 切除髋后残余关节囊及滑膜。取出股骨头并清理髋臼, 后置入髋臼假体及股骨头, 常规冲洗、止血后, 放置引流管, 分层缝合, 加压包扎。术后常规抗感染治疗。术后 24 h 拍摄 X 线片, 检查髋臼假体及股骨头位置。术后 2~3 d 指导患者下床, 术后 2~3 周根据患者恢复状况择日拆线。正常恢复状态下, 术后 1 个月, 患者可扶双拐下地行走。术后 2 个月, 可扶单拐下地行走。术后 2 个月后, 基本可弃拐行走。术后恢复过程辅以下肢按摩、物理训练等。术后定期影像检查 (图 1c, 1d)。

### 1.4 评价指标

收集所有受试者的病历资料, 包括人口学资料: 年龄、性别、体质指数、饮酒、吸烟。记录假体类型, 术后股骨假体置入深度、保留股骨距长度、髋关节旋转中心高度、股骨偏心距, 及术后 6 个月髋关节 Harris 评分。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 21 统计软件处理数据。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 采用 *t* 检验, 计数资料以构成比或率 (%) 表示, 采用  $\chi^2$  检验。以是否跛行为因变量, 其他资料为自变量行二元多因素逻辑回归分析。绘制受试者工作特征 (receiver operating characteristic curve, ROC) 曲线证实评估效能。预测模型预测是否跛行的 ROC 分析。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床结果

术后 6 个月, 依据患者是否出现跛行和髋关节 Harris 评分标准<sup>[7]</sup> (涉及疼痛、功能、步态及范围四项维度, 总分值 100 分) 分组。出现跛行, 且 Harris 得分 < 80 分划为跛行组; 而无明显跛行, Harris 评分  $\geq 80$  分, 记划步态正常组。所有患者术后均获随访 6 个月以上, 其中 36 例患者划为跛行组, 占 34.0%; 其余 70 例患者划为步态正常组, 占 66.0%。

### 2.2 是否跛行的单项因素比较

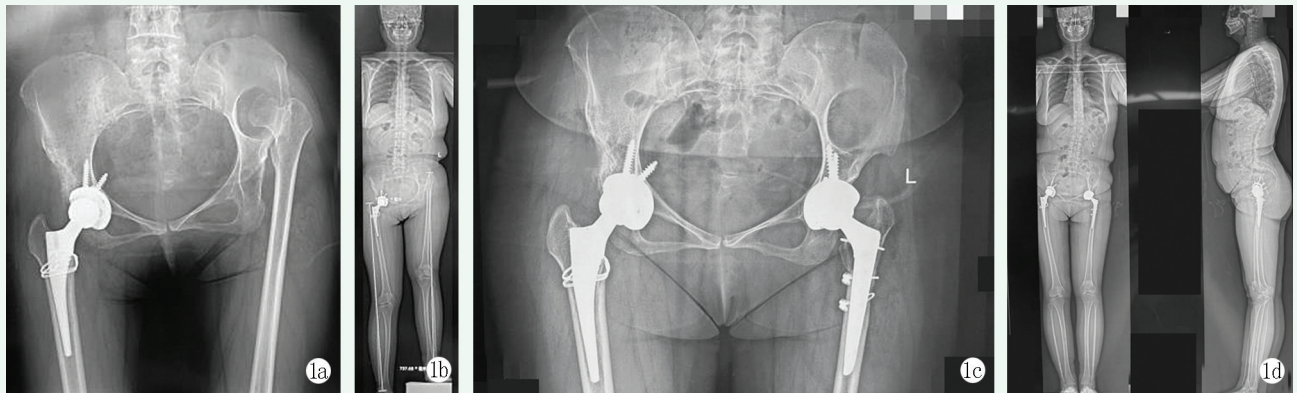


图 1. 患者女性, 42 岁, 双侧发育性髋关节发育不良。1a, 1b: 右侧 THA 术后, 左侧 THA 术前 X 线片显示双侧下肢长度差值 4.4 cm; 1c, 1d: 左侧 THA 术后复查 X 线片双侧下肢长度差值 0.3 cm。

Figure 1. A 42-year-old female suffered from bilateral developmental hip dysplasia. 1a, 1b: Radiographs after right THA and before left THA showed a difference of 4.4 cm in length between the two sides; 1c, 1d: The difference in length between the two sides of the lower limbs was of 0.3 cm after left THA.

是否跛行的单项因素比较见表 1。两组一般资料、术前临床与影像资料、手术相关资料比较差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。跛行组患者的股骨假体置

入深度、髋关节旋转中心高度均显著小于正常组 ( $P<0.05$ ), 股骨距长度、股骨偏心距均显著大于正常组 ( $P<0.05$ )。

表 1. 是否跛行的单项因素比较  
Table 1. Comparison of single factors for limp

指标	跛行组 (n=36)	正常组 (n=70)	P 值
一般资料			
性别 (例, 男/女)	6/30	11/59	0.899
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	37.2±4.1	39.2±5.6	0.056
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	22.5±1.4	22.5±1.0	0.865
吸烟 (例, 有/无)	9/27	13/57	0.439
饮酒 (例, 有/无)	4/32	7/63	0.897
跛行 (例, 有/无)	32/4	59/11	0.520
术前临床与影像资料			
Harris 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	60.1±4.0	59.4±4.4	0.419
Crowe 分型 (髋, I/II)	11/25	14/56	0.225
手术相关资料			
麻醉方式 (例, 全麻/腰醉)	18/18	32/38	0.676
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	71.4±16.9	74.3±20.5	0.459
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	359.2±76.2	327.0±90.1	0.070
假体类型 (髋, 水泥/非水泥)	9/27	18/52	0.936
股骨柄调节 (髋, 可调/不可调)	30/6	62/8	0.451
大转子截骨 (髋, 是/否)	8/28	28/42	0.067
术后影像测量			
髋臼位置 (髋, 原发位/上移)	21/15	39/31	0.797
髋臼前倾角 ( $^\circ$ , $\bar{x} \pm s$ )	23.2±4.0	23.9±3.6	0.363
髋臼外展角 ( $^\circ$ , $\bar{x} \pm s$ )	44.1±3.5	43.2±4.2	0.273
术后股骨假体置入深度 (mm, $\bar{x} \pm s$ )	134.7±21.1	156.7±23.9	<0.001
股骨前倾角 ( $^\circ$ , $\bar{x} \pm s$ )	15.0±3.2	13.9±3.1	0.101
股骨距长度 (mm, $\bar{x} \pm s$ )	18.7±3.3	15.1±2.1	<0.001
髋旋转中心高度 (mm, $\bar{x} \pm s$ )	9.6±5.8	31.0±4.2	<0.001
股骨偏心距 (mm, $\bar{x} \pm s$ )	36.9±2.5	34.8±2.8	<0.001

### 2.3 是否跛行的逻辑回归分析

是否跛行的多因素逻辑回归分析结果见表 2。以 DDH 患者 THA 后发生跛行步态为因变量 (是=1, 否=0), 术后股骨假体置入深度、保留股骨距长度、髋关节旋转中心高度、股骨偏心距为自变量, 均赋值为实测值。经逻辑逐步回归得出 (引入水准为 0.05, 排除水准为 0.10), 术后股骨假体置入深度

( $OR=0.259$ , 95%  $CI$  0.089~0.759) 是 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的保护因素; 股骨偏心距 ( $OR=4.084$ , 95%  $CI$  1.395~11.947)、术后保留股骨距长度 ( $OR=3.050$ , 95%  $CI$  1.042~8.922)、髋关节旋转中心高度 ( $OR=2.998$ , 95%  $CI$  1.025~8.772) 是 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的危险因素 ( $P<0.05$ )。

表 2. 是否跛行的多因素逻辑回归分析结果

Table 2. Analysis of influencing factors on limping gait in DDH patients after THA

自变量	B 值	S.E	Wald $\chi^2$ 值	P 值	OR	95%CI	
						下限	上限
术后股骨假体置入深度	-1.349	0.673	4.018	0.008	0.259	0.089	0.759
术后保留股骨距长度	1.115	0.529	4.443	0.007	3.050	1.042	8.922
术后髋关节旋转中心高度	1.098	0.501	4.803	0.006	2.998	1.025	8.772
术后股骨偏心距	1.407	0.702	4.017	0.008	4.084	1.395	11.947

### 2.4 预测模型的建立与 ROC 分析

以影响 DDH 患者 THA 后跛行步态的因素为预测变量, 建立列线图预测模型。各因素赋分如下: 术后股骨假体置入深度为 96 分, 术后保留股骨距长度为 79 分, 术后髋关节旋转中心高度为 78 分, 术后股骨偏心距为 100 分, 总分范围 78~353 分, 对应风险率范围 0.05~0.80, 总分值越高提示 DDH 患者 THA 后跛行步态的发生风险越高。

### 2.5 预测模型的 ROC 分析

Bootstrap 法验 C-index 指数为 0.749 (95%  $CI$  0.543~0.906), 提示区分度良好。Calibration 曲线提示校正曲线与理想曲线拟合度良好, 经 Hosmer-Lemeshow 检验, 差异无统计学意义 ( $\chi^2=0.406$ ,  $P=0.513$ )。以 DDH 患者 THA 后发生跛行步态为因变量, 风险总分为自变量, ROC 分析得出, 列线图模型预测 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的灵敏度为 0.791 (95%  $CI$  0.653~0.872), 特异度为 0.847 (95%  $CI$  0.752~0.936), AUC 为 0.839 (95%  $CI$  0.791~0.927)。

## 3 讨论

近几年, 随着假体置入技术及假体材料的发展, THA 在 DDH 患者中的应用愈加广泛, 可有效改善患者的髋关节稳定性, 恢复髋部生物力学, 提升生活质量<sup>[8-10]</sup>。然而, 术后双下肢不等长引起的跛行步态成为影响 THA 手术效果的重要因素<sup>[11, 12]</sup>。相关研究表明<sup>[13, 14]</sup>, 术后双下肢长度差异>15 mm 的患者术后发生步态异常的风险更高。此外, 术后双下肢不等长不

仅引起跛行步态, 且随着时间的推移, 可诱发腰(背)痛、神经麻痹、假肢松动, 甚至是神经损伤, 严重影响患者的身体健康<sup>[15-17]</sup>。因此为了降低术后双下肢不等长的发生率, 亟需建立综合性预测模型来甄别早期跛行步态的高风险患者。

目前, 针对 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的影响因素多与髋关节功能的生理解剖结构有关<sup>[18, 19]</sup>。人体髋关节的生物学稳定性由股骨头中心、髂嵴及大转子共同介导, 研究发现, 股骨头中心、髂嵴及大转子的生理解剖结构改变可引起术后髋关节旋转中心高度、股骨偏心距的改变, 与 DDH 患者 THA 后发生跛行步态有关<sup>[20]</sup>。本研究在既往研究基础上, 尝试分析 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的影响因素, 结果显示, 术后股骨假体置入深度、术后保留股骨距长度、髋关节旋转中心高度及股骨偏心距是 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的影响因素。研究分析, 深度置入股骨假体可增加其在股骨髓臼中的固定程度, 提高髋关节的稳定性<sup>[21]</sup>。在行走时, 髋关节稳定性的提高能够更好地承受负荷并保持正常的运动模式, 有助于减少术后跛行的风险。此外, 较深的置入有助于保持肌肉的正常力量矢量<sup>[22]</sup>, 恢复髋关节的肌肉力量平衡, 从而减少由于力量不平衡而导致的跛行步态。股骨距是连接股骨头和髋臼的距离, 较长的股骨距会增加髋关节的滑移及旋转运动, 使得关节的稳定性降低, 可能导致术后出现异常的运动模式, 进而引起跛行步态<sup>[23]</sup>。同时较长的股骨距会改变股骨肌群的力量矢量, 使得股四头肌及臀肌等肌群的力量分配失衡, 增加术后跛行风险。髋关节旋转中心高度是股骨头颈部旋转轴线与水平面的生物力学夹角, 反映了

股骨头颈部的旋转情况。Diaz-Dilemia 等<sup>[24]</sup>研究表明,术后髋关节旋转中心高度是衡量髋部生物力学恢复的关键因素。而在 DDH 患者中,由于先天髋关节发育异常,髋臼深度较浅,髋臼覆盖股骨头的程度不足。在进行 THA 手术后,为了恢复髋关节的稳定性,可能需要调整股骨假体的位置及方向,以达到正常的解剖重建。当术后髋关节旋转中心高度过长,可导致股骨头相对髋臼的覆盖程度减少,从而增加了术后跛行步态的风险。股骨偏心距是指股骨头中心与股骨假体中心之间的距离。在 DDH 患者中,由于髋臼形态异常导致股骨偏心距较大<sup>[25]</sup>。在 THA 手术中,为了恢复髋关节的稳定性及正常运动范围,股骨假体被置入到股骨髁上,并且其中心与股骨头中心之间的距离会相应的改变。当术后股骨偏心距过长时,可导致髋关节力臂的改变,进而影响股骨肌力的传递及运动动力学的改变,增加术后跛行的风险。列线图模型是以图像形式直观展示各项影响因素与事件发生关系的评估方法,通过整体分析多项指标更有助于提高对 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的甄别。本研究中列线图模型经 ROC 分析证实,预测 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的灵敏度为 0.791 (95%CI 0.653~0.872),特异度为 0.847 (95%CI 0.752~0.936),AUC 为 0.839 (95%CI 0.791~0.927),表明本研究列线图模型在预测 DDH 患者 THA 后发生跛行步态中的效能表现良好。

综上所述,术后股骨假体置入深度、术后保留股骨距长度、髋关节旋转中心高度及股骨偏心距是 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的影响因素,建立列线图预测模型对 DDH 患者 THA 后发生跛行步态的预测效能良好。

#### 参考文献

- [1] 符培亮,钱嘉天,李世傲,等.非股骨转子下短缩截骨全髋关节置换术治疗 Crowe IV 型髋关节发育不良[J].中华骨科杂志,2023,43(4):223-229. DOI: 10.3760/ema.j.cn121113-20220613-00337.  
Fu PL, Qian JT, Li SA, et al. Non trochanteric shortening osteotomy for total hip arthroplasty in the treatment of Crowe IV type hip dysplasia [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2023, 43 (4) : 223-229. DOI: 10.3760/ema.j.cn121113-20220613-00337.
- [2] 赵鹏,窦勇,王达成,等.发育性髋关节脱位全髋置换是否股骨截骨比较[J].中国矫形外科杂志,2021,29(23):2124-2129. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.23.03.  
Zhao P, Dou Y, Wang DC, et al. Comparison of femoral osteotomy in total hip replacement for developmental hip dislocation [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29 (23) : 2124-2129. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.23.03.
- [3] 沈昆,张道前,陈晓钢,等.两种微创入路全髋关节置换术比较[J].中国矫形外科杂志,2023,31(12):1087-1091. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.12.06.  
Shen K, Zhang DQ, Chen XG, et al. Comparison of two minimally invasive approaches for total hip arthroplasty [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (12) : 1087-1091. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.12.06.
- [4] 曾羿,杨静,王刚,等.人工全髋关节置换术治疗发育性髋关节发育不良保髋手术后继发重度骨关节炎[J].中国修复重建外科杂志,2021,35(12):1537-1542. DOI: 10.7507/1002-1892.202108062.  
Zeng Y, Yang J, Wang G, et al. Artificial total hip arthroplasty for the treatment of secondary severe osteoarthritis after hip conserving surgery for developmental dysplasia of the hip [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2021, 35 (12) : 1537-1542. DOI: 10.7507/1002-1892.202108062.
- [5] Taha TA, Bejcek C. Robotic arm-assisted total hip arthroplasty to correct leg length discrepancy in a patient with spinopelvic obliquity [J]. Arthroplast Today, 2020, 6 (4) : 784-791. DOI: 10.1016/j.artd.2020.07.010.
- [6] 陈义拳,袁太珍.临床关节病学[M].北京:科学技术文献出版社,2010:431-435.  
Chen YQ, Yuan TZ. Clinical arthrology [M]. Beijing: Science and Technology Literature Publishing House, 2010: 431-435.
- [7] 梁立阳.髋关节发育不良全髋关节置换术重建旋转中心对髋关节功能 Harris 评分和生活质量影响[D].大连:大连医科大学,2018.  
Liang LY. Effects of total hip arthroplasty for hip dysplasia and reconstruction of rotation center on Harris score and quality of life of hip joint function [D]. Dalian: Dalian Medical University, 2018.
- [8] Lan Y, Feng E, Lin B, et al. Direct anterior versus posterolateral approaches for clinical outcomes after total hip arthroplasty in the treatment of severe DDH [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23 (1) : 958. DOI: 10.1186/s12891-022-05759-y.
- [9] 李骏然,罗程,翟婧秀,等.牵引下直接前侧入路全髋关节置换的并发症[J].中国矫形外科杂志,2023,31(20):1902-1905. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.20.16.  
Li JR, Luo C, Zhai JX, et al. Complications of total hip arthroplasty through direct anterior approach under traction [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (20) : 1902-1905. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.20.16.
- [10] 夏天卫,刘星宇,刘金柱,等.人工智能术前规划系统辅助人工全髋关节置换术治疗成人 Crowe IV 型先天性髋关节发育不良的疗效研究[J].中国修复重建外科杂志,2021,35(10):1265-1272. DOI: 10.7507/1002-1892.202106103.  
Xia TW, Liu XY, Liu JZ, et al. A study on the efficacy of artificial intelligence preoperative planning system assisted total hip arthroplasty in the treatment of adult Crowe IV congenital hip dysplasia [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2021, 35 (10) : 1265-1272. DOI: 10.7507/1002-1892-202106103.

- 103.
- [11] 沈俊民, 周勇刚, 孙菁阳, 等. Crowe IV 型髋关节发育不良人工全髋关节置换术后翻修原因及假体选择的研究 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34 (5) : 557-562. DOI: 10.7507/1002-1892.201909015.
- Shen JM, Zhou YG, Sun JY, et al. A study on the reasons for revision and prosthesis selection after Crowe IV type hip dysplasia artificial total hip arthroplasty [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2020, 34 (5) : 557-562. DOI: 10.7507/1002-1892.201909015.
- [12] 汤磊, 陈敏, 李国远, 等. 股骨近端重建联合人工全髋关节置换术治疗 Crowe IV 型先天性髋关节发育不良 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34 (6) : 683-688. DOI: 10.7507/1002-1892.201911073.
- Tang L, Chen M, Li GY, et al. Femoral proximal reconstruction combined with total hip arthroplasty for the treatment of Crowe IV congenital hip dysplasia [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2020, 34 (6) : 683-688. DOI: 10.7507/1002-1892.201911073.
- [13] Sidhu G, Kotecha A, Mulay S, et al. Spontaneous early intraprostatic dislocation of 22 mm skirted femoral head in dual mobility hip prosthesis: a case report [J]. J Orthop Case Rep, 2021, 11 (3) : 6-9. DOI: 10.13107/jocr.2021.v11.i03.2062.
- [14] 万安营, 唐森, 刘忠堂, 等. 高位全髋关节置换治疗 Crowe II 和 III 型成人髋臼发育不良 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (1) : 36-40. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.01.07.
- Wan AY, Tang M, Liu ZT, et al. High position total hip replacement for Crowe II and III type adult acetabular dysplasia [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (1) : 36-40. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.01.07.
- [15] 刘宇博, 马明阳, 杨敏之, 等. Crowe IV 型发育性髋关节发育不良人工全髋关节置换术中三种截骨断端固定方式的比较研究 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35 (12) : 1519-1524. DOI: 10.7507/1002-1892.202107121.
- Liu YB, Ma MY, Yang MZ, et al. A comparative study of three osteotomy fixation methods in Crowe IV developmental hip dysplasia artificial total hip arthroplasty [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2021, 35 (12) : 1519-1524. DOI: 10.7507/1002-1892-202107121.
- [16] 查国春, 吴昊, 包港, 等. 大转子延长与转子下短缩截骨在 Crowe IV 型 DDH 全髋关节置换术中的应用 [J]. 中华骨科杂志, 2023, 43 (20) : 1362-1371. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20230306-00086.
- Zha GC, Wu H, Bao G, et al. The application of greater trochanteric lengthening and subtrochanteric shortening osteotomy in Crowe IV type DDH total hip arthroplasty [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2023, 43 (20) : 1362-1371. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20230306-00086.
- [17] 谭英铨, 高大伟, 陈亮. 髋中心技术在髋关节发育不良患者全髋关节置换术中的应用 [J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31 (5) : 35-39, 44. DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230507.
- Tan YQ, Gao DW, Chen L. Application of high hip center technology in total hip replacement surgery for patients with hip dysplasia [J]. Chinese Journal of Traditional Medical Traumatology & Orthopedics, 2023, 31 (5) : 35-39, 44. DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230507.
- [18] Samborski SA, Quinzi D, Balkissoon R. Total knee arthroplasty with prior ipsilateral hip arthrodesis [J]. Arthroplast Today, 2020, 6 (4) : 830-834. DOI: 10.1016/j.artd.2020.08.004.
- [19] Carlos N, Drain NP, Byrapogu VK, et al. An analysis of radiographic leg length discrepancy and hip offset in patients at risk of developing osteoarthritis [J]. Arthroplast Today, 2023, 22 (1) : 101151. DOI: 10.1016/j.jor.2024.03.004.
- [20] Osawa Y, Hasegawa Y, Seki T. Long-term outcomes of eccentric rotational acetabular osteotomy combined with femoral osteotomy for hip dysplasia [J]. J Arthroplasty, 2020, 35 (1) : 17-22. DOI: 10.1016/j.arth.2019.07.041.
- [21] 张晓倩, 郭磊, 王鹏皓. 高位髋关节旋转中心对髋臼发育不良髋关节置换术后外展肌力及早期康复的影响 [J]. 中国医科大学学报, 2022, 51 (11) : 961-964. DOI: 10.12007/j.issn.0258-4646.2022.11.001.
- Zhang XQ, Guo L, Wang PH. The effect of high hip joint rotation center on abductor muscle strength and early rehabilitation after hip replacement surgery for acetabular dysplasia [J]. Journal of China Medical University, 2022, 51 (11) : 961-964. DOI: 10.12007/j.issn.0258-4646.2022.11-001.
- [22] Khaliq S, Qamar A, Khokhar SK, et al. Morphometric study of acetabular depth and coverage and their clinical importance [J]. Pak J Med Sci, 2022, 38 (8) : 2227-2233. DOI: 10.12669/pjms.38.8.5915.
- [23] Vince KG, Hoskins WT, English M. Alignment and fixation in revision total knee arthroplasty with press-fit, offset, diaphyseal-engaging stem extensions, and eccentric reaming technique [J]. J Arthroplasty, 2023, 38 (6S) : S302-S307. DOI: 10.1016/j.arth.2023.03.090.
- [24] Diaz-Dilernia F, Garcia-Mansilla A, Llano L, et al. Who restores hip biomechanics more effectively after a femoral neck fracture? Comparison of total hip arthroplasties performed by either hip surgeons or orthopaedic residents [J]. Arthroplast Today, 2020, 6 (4) : 736-741. DOI: 10.1016/j.artd.2020.07.027.
- [25] 张雯双. MRI 前方软骨性头臼覆盖率在评价 DDH 治疗后髋关节功能中的价值 [D]. 济南: 山东大学, 2021.
- Zhang WS. The value of MRI coverage of anterior cartilaginous acetabulum in evaluating hip joint function after DDH treatment [D]. Jinan: Shandong University, 2021.

(收稿: 2024-01-05 修回: 2024-09-05)

(同行评议专家: 袁普卫, 车晓明, 王登文)

(本文编辑: 闫承杰)