




# 不同位置髋臼杯修复髋臼发育不良的稳定性

赵 阳, 陈世荣(重庆医科大学附属第二医院骨科, 重庆市 400010)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.2340

ORCID: 0000-0001-7378-3833(赵阳)

文章快速阅读:

 <p>收集 8 例髋臼发育不良(Crowe III型)患者的骨盆 CT 影像成像资料</p>	<p>文章特点—</p> <p>(1)通过数字软件重建患者骨盆和髋臼杯图像;</p> <p>(2)根据患者自身髋臼大小在真臼及真臼上方位置安装合适的髋臼假体;</p> <p>(3)分析髋臼假体的稳定性。</p>
 <p>使用 Mimics 和 Solidworks 软件重建患者骨盆和髋臼杯图像,通过数字骨科技术模拟全髋关节置换,将髋臼杯固定在不同位置</p>	
 <p>比较不同高度放置髋臼假体的有效 CE 角和髋臼杯覆盖率</p>	

赵阳,男,1992年生,四川省宜宾市人,汉族,重庆医科大学在读硕士,医师,主要从事关节外科、数字骨科方面的研究。

通讯作者:陈世荣,主任医师,重庆医科大学附属第二医院骨科,重庆市400010

文献标识码:A

投稿日期:2020-02-10

送审日期:2020-02-20

采用日期:2020-03-14

在线日期:2020-05-20



文题释义:

**有效 CE 角:** 髋臼上缘点通过髋臼假体与髋臼缘的交点确定,髋臼旋转中心即髋臼假体旋转中心点,通过旋转中心的垂线与旋转中心到髋臼上缘交点连线所成的角即为有效 CE 角,白杯的有效 CE 角表示髋臼白杯上方的骨质覆盖情况,反映白杯外上方骨量,显示白杯的稳定情况。

**髋臼杯覆盖率:** 即白杯覆盖面积与白杯总表面积的比值,实验将白杯视为一壳体,白杯上移至所确定的位置时,通过对骨盆及白杯行布尔运算计算白杯覆盖率。

摘要

**背景:** 在全髋关节置换治疗严重髋臼发育不良的过程中,将髋关节假体白杯置于真臼位置处还是非真臼位置处仍存在争议。

**目的:** 通过数字骨科模拟全髋关节置换过程,分析不同位置髋臼杯的稳定性。

**方法:** 收集 8 例髋臼发育不良(Crowe III型)患者的骨盆 CT 影像成像资料,使用 Mimics 和 Solidworks 软件重建患者骨盆和髋臼杯图像,根据患者自身髋臼大小在真臼的位置安装合适的髋臼假体,并以 2 mm 的增量将合适大小的白杯假体逐级递增至移至 20 mm,比较不同高度放置髋臼假体的有效 CE 角和髋臼杯覆盖率。

**结果与结论:** ①当髋臼杯上移至真臼上方 14 mm 处时,测得的有效 CE 角最大(28.90±1.31)°,此时对应的髋臼杯直径为(42.00±1.94) mm;与髋臼杯上移至真臼上方 16, 18, 20 mm 处测得的有效 CE 值比较差异无显著性意义(P > 0.05),其余组间比较差异有显著性意义(P < 0.05);②当髋臼杯上移至真臼上方 12 mm 时,测得的髋臼杯覆盖率最大(93.16±1.04)%,此时对应的髋臼杯直径为(43.00±1.73) mm,与上移至真臼上方 14, 16, 18 mm 处测得的髋臼杯覆盖率比较差异无显著性意义(P > 0.05),其余组间比较差异有显著性意义(P < 0.05);③相关性分析显示,随髋臼杯位置上移,有效 CE 角与髋臼杯覆盖率变化呈正相关;④结果表明在不使用结构性骨移植的情况下,于全髋关节置换术中通过适当上移旋转中心治疗髋臼发育不良(CroweIII)将获得更稳定的髋臼杯。

关键词:

骨; 关节置换; 假体; 髋臼; 髋臼杯; 数字骨科; 影像; 3D

中图分类号: R459.9; R318; R445

## Stability of the acetabular cup in different positions to repair acetabular dysplasia

Zhao Yang, Chen Shirong (Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China)

Abstract

**BACKGROUND:** In the treatment of severe acetabular dysplasia with total hip arthroplasty, it is still controversial whether the cup of the hip prosthesis should be placed in the true acetabulum or not.

**OBJECTIVE:** To analyze the stability of acetabular cup in different positions by simulating the process of total hip arthroplasty with digital orthopedics.

**METHODS:** Pelvic CT imaging data of eight patients with acetabular dysplasia (Crowe III) were collected. The pelvic and acetabular cups of patients were reconstructed using Mimics and Solidworks software. According to the size of the patient's own acetabulum, a suitable acetabular prosthesis was installed at the position of the true

Zhao Yang, Master candidate, Physician, Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China

Corresponding author: Chen Shirong, Chief physician, Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China

acetabulum. The acetabular cup prosthesis was moved up to 20 mm in increments of 2 mm in order to compare the effective CE angle and the coverage of acetabular cup with different heights of acetabulum prosthesis.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) When the acetabular cup was moved up to 14 mm above the true acetabulum, the maximum effective CE angle was  $(28.90 \pm 1.31)^\circ$  and the corresponding acetabular cup diameter was  $(42.00 \pm 1.94)$  mm. There was no significant difference between the effective CE measured at 16, 18 and 20 mm above the true acetabulum ( $P > 0.05$ ); there was significant difference between the other groups ( $P < 0.05$ ). (2) When the acetabular cup was moved up to 12 mm above the true acetabulum, coverage rate of the acetabular cup was highest  $(93.16 \pm 1.04)\%$ . At this time, the corresponding acetabular cup diameter was  $(43.00 \pm 1.73)$  mm, and there was no significant difference in the coverage rate of the acetabular cup measured at 14, 16, and 18 mm above the true acetabulum ( $P > 0.05$ ); there was significant difference between the other groups ( $P < 0.05$ ). (3) The correlation analysis showed that the effective CE angle was positively correlated with the coverage rate of acetabular cup as the position of acetabular cup moved up. (4) The results showed that the more stable acetabular cup would be obtained in the total hip arthroplasty by appropriately moving up the rotation center to treat acetabular dysplasia (Crowe III) without using structural bone transplantation.

**Key words:** bone; joint replacement; prosthesis; acetabulum; acetabular cup; digital orthopedics; imaging; 3D

## 0 引言 Introduction

严重髋臼发育不良将导致髋臼畸形和髋关节骨性关节炎的形成<sup>[1]</sup>。HARTOFILAKIDIS等<sup>[2]</sup>阐述了髋臼发育不良的形态学改变通常表现为:髋臼上方骨缺损,同时继发于关节炎的髋臼变浅。其中,高脱位型如Crowe III和IV型存在整个髋臼周缘的缺损、髋臼浅、开口小、前倾过度增大及髋臼骨储备分布异常<sup>[3]</sup>。髋臼发育不良的真正髋臼扁平,骨质有限,尤其是Crowe II型和III型髋臼,在髋臼发育不良Crowe III型中,髋臼形态呈壳状,上部较宽<sup>[4]</sup>。

全髋关节置换常被用于治疗严重髋臼发育不良,但在术前设计和术中判定时髋关节假体臼杯应置于真臼位置处还是非真臼位置处仍存在争议。多数学者证实了将髋臼杯置于真臼以外的位置,将导致较高的髋臼杯松动率<sup>[5]</sup>。对于行解剖复位髋臼旋转中心的患者而言,恢复其机械解剖传导结构,使髋关节外展肌的机械力臂增长及张力恢复,从而改善髋关节的外展功能,提升髋关节的稳定性及功能性<sup>[6]</sup>。然而也有部分学者认为,将高脱位的患肢强行复位到解剖旋转中心位置可能会导致术中复位困难、相应的神经及血管的损伤<sup>[7]</sup>、手术时间长、手术创面过多暴露、过多的解剖及软组织剥离。因此适当上移旋转中心的高度,不仅可以缓和肢体神经、血管的过度牵拉,也可获得良好的术后随访结果<sup>[8-9]</sup>。在长期随访中,上移髋臼假体旋转中心固定仍可获得良好的假体生存率<sup>[10]</sup>。

实验以Mimics、Solidworks等软件为基础,通过数字骨科技术模拟髋臼发育不良Crowe III型患者行全髋关节置换,将髋臼组件恢复到真正的髋臼,并以2 mm的增量于真臼处开始向上移动,通过对有效CE角度及臼杯覆盖率进行比较,确定最佳的髋臼放置位置。

## 1 材料和方法 Materials and methods

1.1 设计 骨盆CT图像及植入物建模。

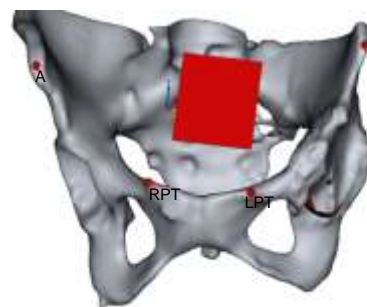
1.2 时间及地点 实验于2019年5至9月在重庆医科大学附属第二医院骨科完成。

1.3 材料 骨盆CT扫描图像来自2013年3月至2019年7

月重庆医科大学附属第二医院收治的8例Crowe III型患者,其中男3例,女5例。选择的患者具有完整的髋臼结构,所研究的髋臼既往未行手术,收集所有8例患者的骨盆CT扫描图像进行重建。患者对实验知情同意。

### 1.4 实验方法

1.4.1 骨盆的三维重建 使用sie-mens 64排螺旋CT机进行CT扫描,扫描参数:扫描层厚度为0.1 mm,管电压为120 kV,管电流为200 mA。CT扫描平面是从髂骨翼至股骨远端的1/3。所有图像扫描和分析均于重庆医科大学附属第二医院的工作站上进行。所有CT扫描图像均以DICOM格式保存,并导入到模拟软件中进行3D重建。在开始测量之前,为了消除由于骨盆倾斜和旋转引起的测量误差,将骨盆前平面作为参考平面<sup>[11]</sup>。骨盆的前平面由双侧髂前上棘和耻骨结节确定(图1)。



图注: A点为右侧髂前上棘点; B点为左侧髂前上棘点; LPT: 左侧耻骨结节; RPT: 右侧耻骨结节

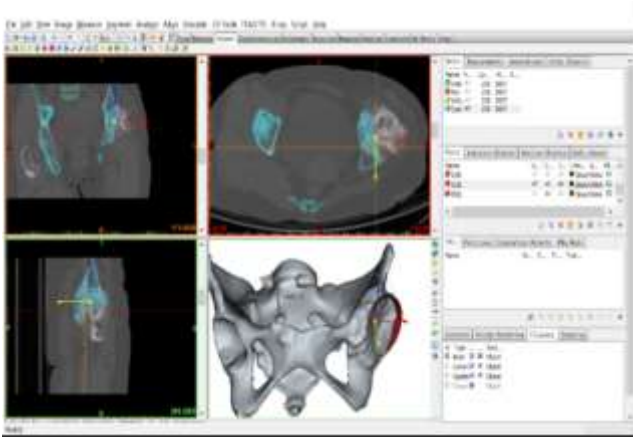
图1 骨盆前平面图示

Figure 1 Anterior pelvic plane

1.4.2 髋臼杯假体的建模及植入 通过Solidworks软件构造了一个厚度为0.01 mm的半球形虚拟髋臼杯组件,并且杯的外径为36-56 mm,其相继间隔为4 mm。杯子以STL格式导入到Mimics软件中(图2)。髋臼杯的外展角为 $50^\circ$ ,前倾角为 $20^\circ$ ,模拟植入患侧真臼位置处<sup>[12]</sup>。髋臼假体的边缘以真实的髋臼范围为边界,并尽可能保留患侧的骨量。为了达到最大的臼杯覆盖率,每次上移臼杯时臼杯边缘都与髋关节内侧皮质边界相切。在臼杯向上移动过程中,应防止臼杯穿透骨盆的内侧壁。

在确定真臼的旋转中心时结合患者术前骨盆平片,以双侧泪滴下缘连线为基准线,以健侧旋转中心到泪滴连线

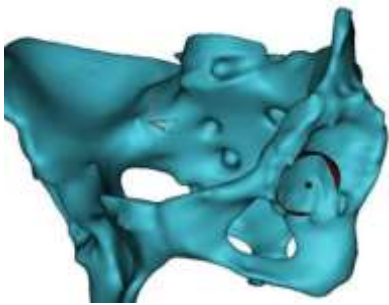
的距离确定患侧真臼旋转中心的高度，髋臼杯下缘位于髋臼切迹的远端<sup>[12-13]</sup>(图3)，根据真臼处周围边界确定髋臼杯安放位置。



图注：骨盆 CT 及臼杯假体导入 Mimics 中建模，图示分别为冠状位图像、轴位图像、矢状位图像及三维重建图像

图 2 Mimics 工作站界面图

Figure 2 Mimics workstation interface



图注：髋臼杯下缘以髋臼切迹为界，以真臼边界为范围

图 3 髋臼杯模拟植入髋臼

Figure 3 Simulated implantation of the acetabular cup

将髋臼杯放置在真臼上方时，应根据髋臼杯的前缘和后缘选择髋臼杯的直径。髋臼假体以 2 mm 的增量上移至 20 mm<sup>[14-15]</sup>。在每个位置选择一个最佳直径的髋臼杯(图 4)，以评估有效 CE 角和髋臼杯覆盖率。

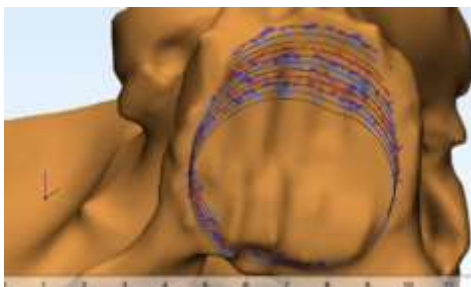


图 4 髋臼杯上移截骨图示

Figure 4 Illustration of osteotomy with acetabular cup upward

1.4.3 相关定义及测量 髋臼杯的有效 CE 角表示髋臼杯上方的骨质覆盖情况，反映臼杯外上方骨量，显示髋臼杯的稳定情况。通过测量髋臼杯覆盖率来评估髋臼假体的稳定性。测量有效 CE 角时，以骨盆前平面为测量参考平面，髋臼上缘点通过髋臼假体与髋臼缘的交点确定，髋臼旋转

中心即髋臼假体旋转中心点，通过旋转中心的垂线与旋转中心到髋臼上缘交点的连线所成角即有效 CE 角(图 5)。测量髋臼杯覆盖率时，髋臼杯视为一壳体。髋臼杯上移至所确定的位置时，通过对骨盆及臼杯行布尔运算计算髋臼杯覆盖率值。髋臼杯覆盖率=髋臼杯覆盖面积(S)-髋臼杯总表面积(St)×100%。

同时为对髋臼杯外表面覆盖情况简化计算，髋臼杯厚度忽略不计<sup>[16]</sup>(图 6)。模拟复位髋臼杯时根据髋臼前后缘确定臼杯直径大小，髋臼杯均已相同的前倾角及外展角固定于真臼处及真臼上方 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 mm 处测量有效 CE 角及髋臼杯覆盖率值。



图注：过髋臼杯假体旋转中心做一垂线，臼杯旋转中心至髋臼上缘与臼杯假体相交点的连线，两线交角为有效 CE 角

图 5 髋臼杯有效 CE 角的测量

Figure 5 Measurement of effective CE angle of acetabular cup

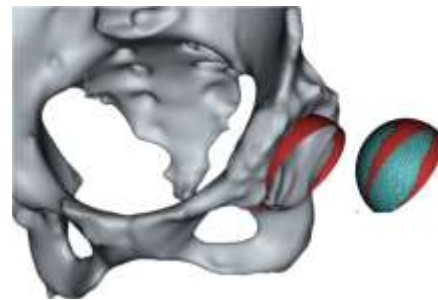


图 6 髋臼杯与骨盆行布尔运算后显示臼杯覆盖面积

Figure 6 Coverage area of the acetabular cup after Boolean operation between acetabular cup and pelvis

1.5 主要观察指标 各模型有效 CE 角及臼杯覆盖率情况。

1.6 统计学分析 为了保证此次研究评估、测量的准确性，测量均由 2 名熟悉数字骨科软件的医师独立完成，完成测量后相互比较及校正测量结果。同时为了使此次测量结果可靠，首次测量完成 1 个月后，2 名测量医师行重复测量一次，统计学分析采用 SPSS 16.0 软件，组间比较使用单因素方差分析。上移后测得的相关数据以  $\bar{x} \pm s$  表示。

## 2 结果 Results

2.1 Crowe III 型髋臼发育不良髋臼的形态 通过对骨盆进行三维重建可进一步明确髋臼形态(Crowe III 型)，Crowe III 型髋臼发育不良髋臼上方骨质缺损，于真臼处固定初始稳定性不足，真臼处平坦，骨量少，髋臼缘骨质缺

损严重,特别是髋臼上方区域,这与ZHANG等<sup>[4]</sup>所了解的髋臼形态情况相符。

**2.2 各模型有效CE角及白杯覆盖率情况** 随髋臼杯位置的上移即髋臼旋转中心上移,通过测量所得数据可以看出,所有位置的有效CE角始终 $>0^\circ$ ,所有髋臼杯覆盖率值均 $>70\%$ ,见图7,由于髋臼真臼上方前后缘不断增宽,所选髋臼杯大小不断增大。

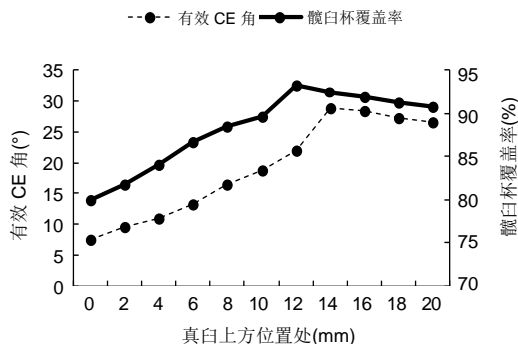


图7 不同位置处髋臼杯的有效CE角及髋臼杯覆盖率  
Figure 7 Effective CE angle and coverage rate of acetabular cup at different positions

当髋臼杯上移至14 mm处时,此时测得的有效CE角最大,为 $(28.90 \pm 1.31)^\circ$ ,此时对应髋臼杯的直径为 $(42.00 \pm 1.94)$  mm,与上移16, 18, 20 mm处测得的有效CE值比较差异无显著性意义( $P > 0.05$ ),其余组间比较差异有显著性意义( $P < 0.05$ );当髋臼杯上移至12 mm时,此时测得的髋臼杯覆盖率最大,为 $(93.16 \pm 1.04)\%$ ,此时对应的髋臼杯直径为 $(43.00 \pm 1.73)$  mm,与上移14, 16, 18 mm处测得的髋臼杯覆盖率比较差异无显著性意义( $P > 0.05$ ),其余组间比较差异有显著性意义( $P < 0.05$ ),见表1。此次模拟中,所用白杯最大为44 mm,最小为36 mm。在不采取自体骨移植的情况下,于真臼处测得的髋臼杯覆盖率值及有效CE角为最小值。

表1 不同位置处髋臼杯的有效CE角及髋臼杯覆盖率比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 1 Comparison of effective CE angle and coverage rate of acetabular cup at different positions

真臼上方位置处	有效CE角(°)	髋臼杯覆盖率(%)
0 mm	7.57±1.09	79.99±0.93
2 mm	9.66±0.72	81.80±1.20
4 mm	10.93±1.32	83.99±1.14
6 mm	13.30±1.24	86.61±1.56
8 mm	16.36±1.45	88.43±0.98
10 mm	18.75±1.19	89.58±0.40
12 mm	21.87±1.34	93.16±1.04
14 mm	28.90±1.31	92.42±0.80
16 mm	28.40±2.12	92.00±1.07
18 mm	27.19±2.14	91.31±1.34
20 mm	26.51±1.53	90.76±1.11

表注:髋臼杯上移至14 mm与上移16, 18, 20 mm的有效CE角比较差异无显著性意义( $P > 0.05$ ),其余组间比较差异有显著性意义( $P < 0.05$ );髋臼杯上移至12 mm与上移14, 16, 18 mm的髋臼杯覆盖率比较差异无显著性意义( $P > 0.05$ ),其余组间比较差异有显著性意义( $P < 0.05$ )

**2.3 有效CE角及髋臼杯覆盖率的相关性分析** 做了关于有效CE角及髋臼杯覆盖率的相关性分析(Pearson系数)。从图8可以看出,有效CE角及髋臼杯覆盖率值存在正相关关系,髋臼杯覆盖率随有效CE角的增大而增大。因此表明随髋臼杯位置的上移,有效CE角与髋臼杯覆盖率变化情况呈正相关。

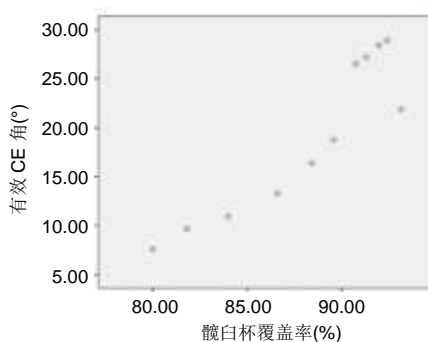


图8 有效CE角与髋臼杯覆盖率的相关性分析(Pearson系数)  
Figure 8 Correlation analysis of effective CE angle and coverage rate of acetabular cup (Pearson coefficient)

### 3 讨论 Discussion

NAWABI等<sup>[10]</sup>报道髋臼发育不良患者旋转中心上移与解剖位置旋转中心固定术后白杯磨损情况无明显差异,但旋转中心上移组患者髋臼杯外侧磨损率相对较高,对于髋臼发育不良高脱位髋臼壁缺损严重患者,许多人坚持髋臼白杯假体上方行大块骨植骨螺钉内固定,虽然其全髋关节置换后中期随访情况尚且满意<sup>[17]</sup>,但长期随访情况有待进一步观察,行髋臼上方骨移植全髋关节置换患者的髋臼杯翻修率较高<sup>[18-19]</sup>。部分学者提倡对高脱位患者行转自下截骨,以减少患肢过度延长。但结合髋臼发育不良患者行全髋关节置换较高的术后感染率<sup>[20]</sup>,其发生感染的主要原因可能与手术时间过长,手术创面的过多暴露、过多的解剖及软组织的剥离有关,尽量缩短手术时长也是需要考虑的一个方面。

此次模拟研究中,在髋臼杯上移过程中若出现髋臼杯穿破骨盆内侧骨皮质,即调整髋臼杯位置,向外侧移动髋臼杯,确保骨盆内侧壁骨质完整的同时可获得良好的测量结果。同时,实验中向后方移动髋臼杯也能保证髋臼杯不穿破髋臼内侧壁,这也证实了部分学者认为髋臼后上方区域骨量较多的结论,对于髋臼发育不良高脱位的患者而言,后上方放置髋臼杯将实现髋臼杯的最大覆盖化<sup>[21-22]</sup>,但对于髋臼上方骨质严重缺损的患者而言,上移髋臼杯过程中应注意避免使髋臼杯上移过多而穿破髋臼上壁,此时有效CE角将明显较小,甚至 $<0^\circ$ ,因此部分学者认为髋臼上方行自体骨植骨将会补充髋臼杯上方的骨质,保证髋臼杯足量的骨覆盖。同时旋转中心上移较多,出现全髋关节置换术后脱位的风险将增大,在非骨水泥髋臼杯固定的情况下,旋转中心上移距离 $>23.9$  mm是髋臼发育不良患者全髋关节置换术后发生脱位的危险因素<sup>[23]</sup>。此次模拟测量与复位

至真臼处相比最大上移位移为20 mm, 一些学者发现高旋转中心固定髋臼杯(22-35 mm)的10年髋臼杯生存率仍可达到97%<sup>[9]</sup>。甚至有学者证实, 以组配式假体行高旋转中心固定髋臼杯(>30 mm)仍能取得良好的术后随访结果<sup>[24-25]</sup>。使用较大直径髋臼杯的同时可以选择较大直径的股骨头假体, 较大直径的股骨头假体能增加患髋关节活动度, 减少撞击发生<sup>[26]</sup>。通过采用大直径的髋臼杯及股骨头假体之间的轴承关系, 减少髋关节假体脱位发生的可能性, 全髋关节置换术后较大的股骨头假体可有效降低术后假体不稳定的风险<sup>[27]</sup>。有学者通过研究髋臼发育不良患者髋臼前后缘形态得出, 髋臼前后缘形态倒置与股骨头覆盖率下降相关, 而与冠状面上外侧CE角无明显关系<sup>[28]</sup>, 因此髋臼缘形态可能也是需要考虑与髋臼稳定性相关的一个因素。MAHIEU等<sup>[29]</sup>通过对亚洲女性髋臼形态进行研究得出, 髋臼发育不良对股骨的影响仅限于股骨近端, 随股骨头覆盖率下降, 异常会明显增加。此次模拟实验通过髋臼切迹确定真臼处髋臼杯下缘位置, 结合髋臼前后缘确定髋臼杯真臼处位置, 术前可以结合患者骨盆片健侧髋臼情况, 以双侧泪滴连线结合髋臼CE角大致确定真臼位置, 术中通过最小号的髋臼锉寻找月状窝中的软组织确定真臼位置。

目前关于髋臼形态特征的研究越来越趋于创新化。对于髋臼发育不良尤其是Crowe III型和IV型高脱位者, 前外侧缺损和过度前倾, 其广泛的骨质缺损及高脱位的特征是全髋关节置换的难点<sup>[30]</sup>。YANG等<sup>[31]</sup>通过数字骨科软件分析了有关Crowe I-IV型的髋臼解剖结构。通过数字骨科技术观察髋臼的形态并模拟全髋关节置换假体植入, 在CT导航系统的基础上根据3-D模型确定髋臼杯的位置<sup>[32]</sup>。一些学者通过快速成型技术(RP技术)模拟再现了骨折情况, 并根据特定患者骨面情况及骨折断端情况模拟制作了相应的内固定钢板<sup>[33]</sup>。

在不使用大块骨植骨的情况下, 全髋关节置换治疗髋臼发育不良Crowe III型患者, 采用旋转中心适当上移可获得最佳的髋臼杯覆盖率和有效CE角, 从而获得一个更稳定的髋臼假体。于真臼上方固定髋臼杯不仅可防止过多的牵拉复位导致相应的并发症, 同时术中更易复位并减少手术时间和软组织损伤。同时结合其他学者对高旋转中心术后优良的随访情况, 可进一步深入探讨旋转中心上移治疗髋臼发育不良的疗效。

实验仍存在一些不足: 首先, 由于Crowe III和IV型髋臼发育不良的发病率较低, 样本量相对较小; 其次, 实验的重点是患者的骨骼状况, 因此忽略了髋部软组织对实验结果的影响; 第三, 忽略了种族、体型和患者体质量的差异, 这些因素可能会影响髋臼的形态和骨质情况; 此外, 没有关于股骨特别是股骨头如何影响髋臼的相关研究; 同时, 数字测量具有一定的主观性, 尽管此次测量结果是由多人并在不同时间进行分析的, 但这种错误是不可避免的; 最后, 此实验是通过数字骨科技术进行的模拟, 因此缺少

对旋转中心上移患者的术后随访, 这也是需要进行的下一项研究。

**作者贡献:** 赵阳及陈世荣进行实验设计, 实验实施为赵阳, 实验评估为赵阳及陈世荣, 资料收集为赵阳, 赵阳成文, 陈世荣及赵阳审核。

**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。

**写作指南:** 该研究遵守《观察性临床研究报告指南》(STROBE指南)。

**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重庆医科大学生物统计学专家审核。

**文章版权:** 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

**开放获取声明:** 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

## 4 参考文献 References

- [1] HARRIS WH. Etiology of osteoarthritis of the hip. Clin Orthop and Relat Res. 1986; 21(3): 20-23.
- [2] HARTOFILAKIDIS G, STAMOS K, KARACHALIOS T, et al. Congenital hip disease in adults Classification of acetabular deficiencies and operative treatment with acetabuloplasty combined with total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 1996; 78(5): 683-692.
- [3] CROWE JF, MANI VJ, RANAWAT CS. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip. J Bone Joint Surg Am. 1979; 61(1): 15-23.
- [4] ZHANG H, ZHOU JS, GUAN JZ, et al. How to restore rotation center in total hip arthroplasty for developmental dysplasia of the hip by recognizing the pathomorphology of acetabulum and Harris fossa? J Orthop Surg Res. 2019; 14(1): 1-8.
- [5] PAGNANO MW, HANSEN 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 Am. 1996; 78(7): 1004-1014.
- [6] DANDACHLI W, NAKHLA A, IRANPEUR F, et al. Can the acetabular position be derived from pelvic frame of reference? Clin Orthop Relat Res. 2009; 467(4): 886-893.
- [7] CAMERON HU, EREN OT, SOLOMON M. Nerve injury in the prosthetic management of the dysplastic hip. Orthopedics. 1998; 21(9): 980-981.
- [8] 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.

- [9] MURAYAMA T, OHMISHI H, OKABE S, et al. 15-year comparison of cementless total hip arthroplasty with anatomical or high cup placement for Crowe I to III hip dysplasia. *Orthopedics*.2012;35(3):313-318.
- [10] NAWABI DH, MEFTAH M, NAM D, et al. Durable fixation achieved with medialized, high hip center cementless THAs for Crowe II and III dysplasia. *Clin Orthop Relat Res*. 2014; 472(2):630-636.
- [11] DIGIOIA AM, HAFEZ MA, JARAMAZ B, et al. Functional pelvic orientation measured from lateral standing and sitting radiographs. *Clin Orthop Relat Res*.2006;45(3):272-276.
- [12] SARIALI E, BOUKHELIFA N, CATONNE Y, et al. Comparison of Three-Dimensional Planning-Assisted and Conventional Acetabular Cup Positioning in Total Hip Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2016; 98(2):108-116.
- [13] VANDENBUSSCHE E, SAFFARINI M, TAILLIEU F, et al. The asymmetric profile of the acetabulum. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466(2):417-423.
- [14] SCHUTZER SF, HARRIS WH. High placement of porous-coated acetabular components in complex total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*.1994;9(4):359-367.
- [15] FUKUI K, KANEUJI A, SUGIMORI T, et al. How far above the true anatomic position can the acetabular cup be placed in total hip arthroplasty? *Hip Int*.2013;23(2):129-134.
- [16] XU J, XU C, MAO Y, et al. Posterosuperior placement of a standard-sized cup at the true acetabulum in acetabular reconstruction of developmental dysplasia of the Hip with high dislocation. *J Arthroplasty*.2016;31(6):1233-1239.
- [17] ZAHAR A, PAPIK K, LAKATOS J, et al. Total hip arthroplasty with acetabular reconstruction using a bulk autograft for patients with developmental dysplasia of the hip results in high loosening rates at mid-term follow-up. *Int Orthop*. 2014; 38(5):947-951.
- [18] GERBER SD, HARRIS WH. Femoral head autografting to augment acetabular deficiency in patients requiring total hip replacement. A minimum five-year and an average seven-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68(8): 1241-1248.
- [19] MULROY RD, HARRIS WH. Failure of acetabular autogenous grafts in total hip arthroplasty. Increasing incidence:a follow-up note. *J Bone Joint Surg Am*.1986;72(10): 1536-1540.
- [20] ENER N, REMZI T, AK M. Femoral shortening and cementless arthroplasty in high congenital dislocation of the hip. *J Arthroplasty*.2002;17(1):41-48.
- [21] HARTOFILAKIDIS G, STAMOS K, KARACHALIOS T. Treatment of high dislocation of the hip in adults with total hip arthroplasty. Operative technique and long-term clinical results. *J Bone Joint Surg Am*.1998;80(4):510e7.
- [22] XU JW, XU C, MAO YQ, et al. Posterosuperior placement of standard-sized cup at the true acetabulum in acetabular reconstruction of developmental dysplasia of the hip with high dislocation. *J Arthroplasty*.2016;31(6):1233e9.
- [23] KOMIYAMA K, FUKUSHI JI, MOTOMURA G, et al. Does high hip centre affect dislocation after total hip arthroplasty for developmental dysplasia of the hip?. *Int Orthop*.2019;43(9): 2057-2063.
- [24] TRAINA F, DE FM, BIONDI F, et al. The influence of the centre of rotation on implant survival using a modular stem hip prosthesis. *Int Orthop*.2009;33(6):1513-1518.
- [25] TRAINA F, DE FM, TASSINARI E, et al. Modular neck prostheses in DDH patients: 11-year results. *J Orthop Sci*. 2011;16(1):14-20.
- [26] BARTZ RL, NOBEL PC, KADAKIA NR, et al. The effect of femoral component head size on posterior dislocation of the artificial hip joint. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82(9): 1300-1307.
- [27] COOPER HJ, DELLA VALLE CJ. Large diameter femoral heads is bigger always better?. *Bone Joint J*. 2014;96-B(11 Suppl A):23-26.
- [28] KOHNO Y, NAKASHIMA Y, FUJII M, et al. Acetabular retroversion in dysplastic hips is associated with decreased 3D femoral head coverage independently from lateral center-edge angle. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019. doi:10.1007/s00402-019-03277-6.
- [29] MAHIEU P, HANANOUCHE T, WATANABE N, et al. Morphological abnormalities of the femur in the dysplastic hip. Relation between femur en acetabulum. *Acta Orthop Belg*. 2018;84(3):307-315.
- [30] ROGERS BA, GARBEDIAN S, KUCHINAD RA, et al. Total hip arthroplasty for adult hip dysplasia. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(19):1809-1821.
- [31] YANG YH, ZUO JL, LIU T, et al. Morphological Analysis of True Acetabulum in Hip Dysplasia (Crowe Classes I-IV) Via 3-D Implantation Simulation. *J Bone Joint Surg Am*. 2017; 99(17):e92.
- [32] TSUTSUI T, GOTO T, WADA K, et al. Efficacy of a computed tomographybased navigation system for placement of the acetabular component in total hip arthroplasty for developmental dysplasia of the hip. *J Orthop Surg Res*. 2017; 25(3):1-7.
- [33] BAGARIA V, DESHPANDE S, RASALKAR DD, et al. Use of rapid prototyping and three- dimensional Reconstruction modeling in the management of complex fractures. *Eur J Radiol*.2011;80(3):814-820.