

Crowe III型髋关节发育不良患者THA术中臼杯位置/大小和宿主骨覆盖率的比较

王帅¹ 杜俊炜² 刘广宇¹ 刘帅¹ 张衍¹ 耿硕^{1*}

[摘要] 目的 探讨髋关节发育不良(DDH) Crowe III型患者行THA时在不同位置安放髋臼杯其臼杯的大小和宿主骨覆盖率。方法 通过对纳入的2017年9月至2021年10月于哈尔滨医科大学附属第一医院就诊的20例DDH Crowe III型患者进行骨盆、股骨三维模型重建,分别于真臼位置、假臼位置、真假臼之间骨量最丰富处选择合适尺寸的髋臼杯进行模拟安放,并计算髋臼杯宿主骨覆盖率。得出数据分为真臼组、中间组、假臼组。**结果** 中间组及假臼组重建的臼杯尺寸大于真臼组,真臼组与其他两组的差异均具有统计学意义,中间组与假臼组臼杯尺寸差异无统计学意义。各组的髋臼杯覆盖率均值都在75%以上,其中中间组与假臼组差异具有统计学意义。**结论** 对于DDH Crowe III型患者的THA来说,于假臼或真假臼之间安放髋臼杯可获得较大的臼杯尺寸和满意的宿主骨覆盖率。

[关键词] 髋关节发育不良; 全髋关节置换; 三维模拟; 高旋转中心技术

[中图分类号] R681.1

[文献标识码] B

Comparison of acetabular cup position/size and host bone coverage ratio during THA in patients with Crowe type III hip dysplasia

Wang Shuai¹, Du Junwei², Liu Guangyu¹, Liu Shuai¹, Zhang Yan¹, Geng Shuo¹. 1 Department of Orthopedics, The First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin Heilongjiang, 150000; 2 Department of Bone and Soft Tissue Tumors and Melanoma, Affiliated Tumor Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang, 830000, China

[Abstract] **Objective** To explore the cup size and host bone coverage ratio of acetabular cups at different positions where they are placed in THA for DDH Crowe type III patients. **Methods** 3D models of pelvis and femur of 20 patients with Crowe type III DDH who were treated in the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University from September 2017 to October 2021 were reconstructed. The appropriate cup size was selected for implant simulation at the true acetabulum, the false acetabulum, and the site where the most abundant bone stock between the true and false acetabulum locates, then the acetabular cup host bone coverage ratio was calculated. The data were divided into true acetabulum group, intermediate group, and false acetabulum group. **Results** The mean size of the reconstructed acetabular cup of the intermediate group and false acetabulum group was larger than the true acetabulum group, and the difference between the true acetabulum group and the other two groups were significant, and there was no significant difference in acetabular cup size between the intermediate group and false acetabulum group. The mean host bone coverage ratio in each group was above 75%, and the value of the intermediate group was significantly different from that of the false acetabulum group. **Conclusion** In THA for DDH Crowe type III patients, acetabular cup placement at the false acetabulum or the site between true and false acetabulum can obtain larger acetabular cup size and satisfactory host bone coverage ratio.

[Key words] Hip dysplasia; Total hip arthroplasty; 3D simulation; High hip center technique

成人的发育性髋关节发育不良(developmental dysplasia of hip, DDH)可导致髋关节不同程度的脱位及继发性髋关节骨关节炎的发生,而全髋关节置换术(total hip arthroplasty, THA)是处理该问题的主要手段^[1]。对于DDH Crowe III型而言,因其髋臼上外侧往往存在骨缺损^[2-3],并且于真臼处安放臼杯可能存在坐骨神经损伤、下肢过度延长等问题^[4],

作者单位:1 哈尔滨医科大学附属第一医院,黑龙江哈尔滨,150000;
2 新疆医科大学附属肿瘤医院,新疆乌鲁木齐,830000

髋臼杯的安放位置仍存在争议。有学者提出了行髋臼杯高位安放的可行性,可获得较好的臼杯覆盖率^[5],并且高旋转中心技术在术后随访显示出良好的临床效果^[6-9]。应用高旋转中心技术,目前对于DDH Crowe III型患者的THA而言,其髋臼杯安放可有真臼安放、假臼安放、真假臼之间安放的方案(后两者为高位安放),而其臼杯参数间的差异如何,目前鲜有报道。

借助于THA术前三维规划的准确性^[10-13],运用模拟手

术的方式，应用DDH Crowe III型患者的三维CT数据进行了骨盆及股骨模型的三维重建，基于临床手术的习惯，应用Mimics软件对臼杯在不同位置进行安装模拟，用以探索以下问题：①不同位置安放的合适的臼杯大小如何；②不同位置安放的髋臼杯对应的宿主骨覆盖率。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2017年9月至2021年10月于哈尔滨医科大学附属第一医院诊断为髋关节发育不良的92例患者（137髋）的影像学资料。纳入标准：①单侧DDH Crowe III型患者；②患侧伴有假臼形成且真假臼间有界限；③对侧髋关节形态正常，无变形、脱位、关节炎等表现；④完成骨盆及股骨上段三维CT扫描。排除标准：①对侧髋关节伴有其他病变；②既往骨盆手术史；③影像资料不全或不清晰。通过以上标准共筛选20例纳入研究，男5例，女15例；年龄18~64岁，平均 (48.4 ± 8.7) 岁；身高147~176cm，平均 (162.3 ± 8.6) cm；体重45~80kg，平均 (60.2 ± 8.5) kg；体重指数19~27kg/m²，平均 (23.1 ± 2.2) kg/m²。

1.2 CT扫描与三维模型重建

骨盆及股骨的三维CT数据通过菲利普仪器扫描获得（120kVp, 320mA, 512×512矩阵, 0.5mm切片厚度）。患者在扫描时取仰卧位，髌骨朝向天花板，扫描范围至少包括双侧髂嵴至包含小转子的股骨上段。CT数据以DICOM格式保存和传输。而后将CT数据导入Mimics 19.0软件（比利时Materialise公司），在软件界面的3个窗口中分别展示其冠状面、水平面及矢状面。生成蒙版并将骨盆与股骨分离后，将患侧骨盆骨板内的空腔进行填充以获得实心，而后行骨盆及股骨三维模型重建。将双侧髂前上棘

与耻骨联合三点连接建立骨盆前平面（anterior pelvic plane, APP），于髋关节中心处选择一冠状面连接双侧泪滴下缘生成泪滴连线（interteardrop line, ITL）作为水平参考线，作为臼杯安放的参照^[14-15]。

1.3 髋臼杯模拟安放

应用Solidworks 21.0软件（法国Dassault Systemes公司）制作了一系列髋臼杯模型，髋臼杯的外径为36~60mm，每两个相邻髋臼杯之间的外径差值为2mm，所有髋臼杯厚度均为4mm。对于每一个尺寸的髋臼杯，同时另制作了与其外径相同但髋臼杯厚度为0.01mm的“蛋壳杯”。这些髋臼杯文件以stl格式保存并导入Mimics软件。

髋臼杯分别在真臼、真假臼之间骨量最充足处（真假臼交界处其前后中心的CT冠状面可见的骨最突出处）、假臼位置进行模拟安放。髋臼杯大小以能适应髋臼前后壁距离为宜，若前后壁较厚可假定增加磨挫来放置较大尺寸臼杯，各位置髋臼杯可适度内移增加宿主骨覆盖但不突破髋臼内侧壁。所有髋臼杯均参照ITL和APP以外展45°，前倾20°安放（见图1、图2）。

1.4 髋臼杯覆盖率测量

在髋臼杯的位置确定后，导入与现有髋臼杯相同外径的“蛋壳杯”，将其移动至现有臼杯位置，在Mimics冠状面、水平面、矢状面三个窗口进一步精细调整“蛋壳杯”的位置和角度，使其轮廓与现有髋臼杯外部轮廓完全重合（见图3）。而后运用Mimics软件的布尔运算功能计算出“蛋壳杯”与宿主骨的重叠区域（见图4）。髋臼杯覆盖率=重叠区域表面积/“蛋壳杯”表面积×100%。

以上步骤得出的臼杯尺寸大小和宿主骨覆盖率数据按髋臼杯模拟安放的3个位置分为真臼组、中间组和假臼组。

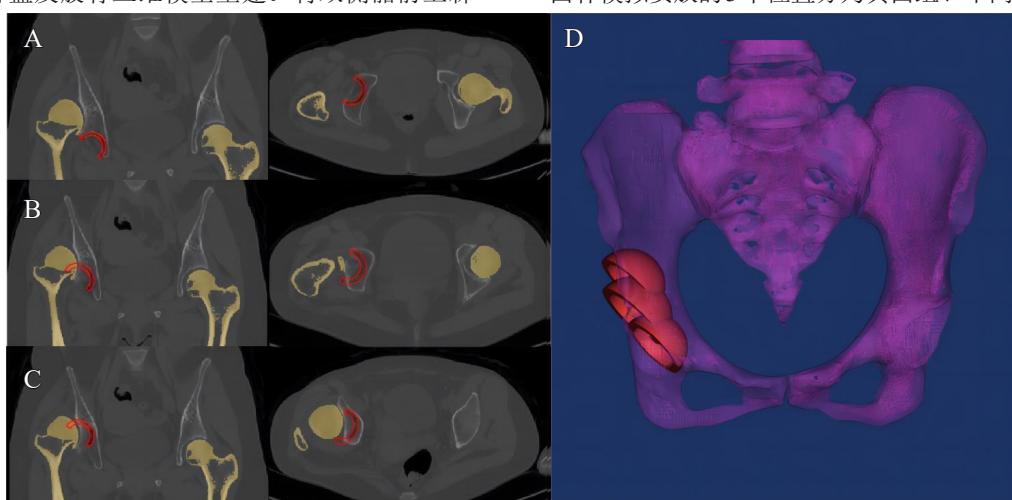


图1 不同位置模拟安放臼杯：A. 真臼位置；B. 中间位置；C. 假臼位置；D. 3D视图效果

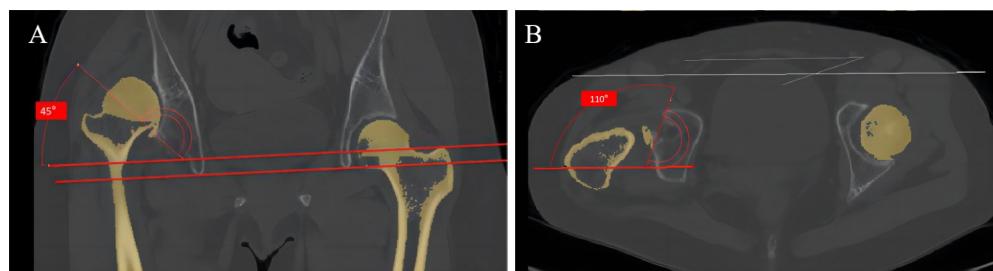


图2 调整髋臼杯角度: A. 髋臼杯的外展角参照ITL调整为45°; B. 髋臼杯的前倾角参照APP调整为20° (110°-90°)

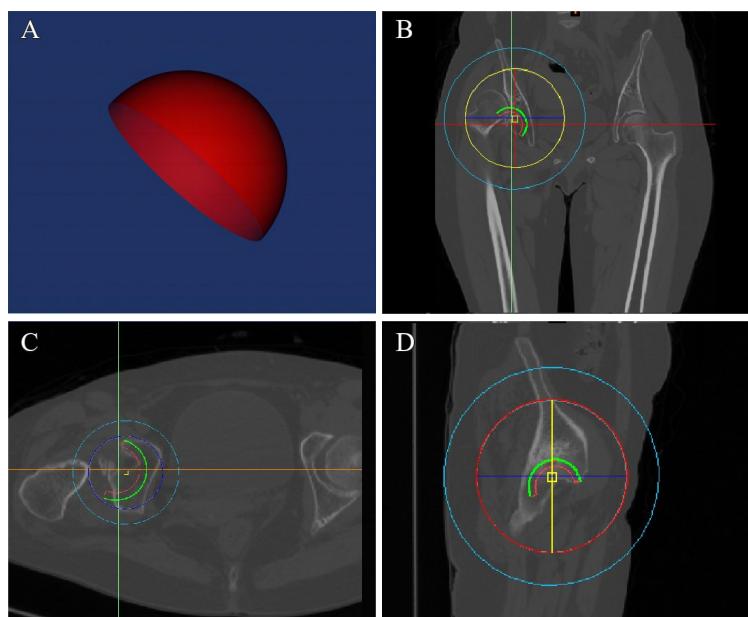


图3 A. 导入“蛋壳杯”; B-D. 在冠状面、水平面、矢状面调整其位置使其与相应臼杯的外轮廓完全重合

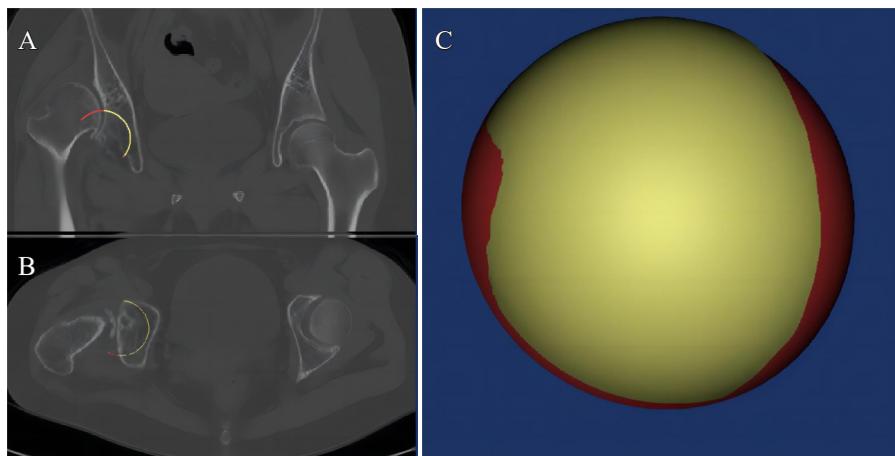


图4 布尔运算计算出“蛋壳杯”与骨盆模型的重叠区域(黄色部分): A. 冠状面重叠区域视图; B. 水平面重叠区域视图; C. 三维重叠区域视图

1.5 统计学方法

以上操作由2名经验丰富的外科医生各间隔1个月独立完成以评估观察者间可信度与观察者内可信度, 组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)用来计算观

察者间和观察者内影响。数据采用SPSS 26.0进行统计学处理, 数据均以均值 \pm 标准差表示。相关样本不同组数据差异性采用相关样本傅莱德曼双向按秩方差分析, 两两数据多重比较采用傅莱德曼双因素按秩ANOVA检验, 通过

Bonferroni校正法调整显著性值。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 髋臼杯大小

真臼组重建的髋臼杯外径大小为 $36\sim50\text{ mm}$, 平均 $(41.2\pm4.12)\text{ mm}$; 中间组为 $36\sim52\text{ mm}$, 平均 $(44.2\pm4.94)\text{ mm}$; 假臼组为 $38\sim52\text{ mm}$, 平均 $(44.7\pm5.34)\text{ mm}$ 。真臼组与中间组、真臼组与假臼组髋臼杯的大小比较, 差

异具有统计学意义; 而中间组与假臼组髋臼杯的大小比较, 差异无统计学意义(见表1)。

2.2 髋臼杯覆盖率

真臼组重建的髋臼杯的宿主骨覆盖率为 $80\%\pm7\%$ $(69\%\sim93\%)$, 中间组为 $78\%\pm5\%$ $(69\%\sim89\%)$, 假臼组为 $85\%\pm8\%$ $(69\%\sim99\%)$ 。真臼组与中间组、真臼组与假臼组髋臼杯的覆盖率之间的差异无统计学意义, 中间组与假臼组髋臼杯的覆盖率差异具有统计学意义(见表1)。

表1 不同位置安放的髋臼杯的参数

评估指标	真臼组	中间组	假臼组	傅莱德曼方差分析P值	多重比较P值
臼杯外径大小 (mm)	41.2 ± 4.12	44.2 ± 4.94	44.7 ± 5.34	<0.001	真-中 0.005 真-假 0.004 中-假 1.000 真-中 0.342 真-假 0.342 中-假 0.005
臼杯覆盖率 (%)	80 ± 7	78 ± 5	85 ± 8	0.006	

2.3 可重复性

单因素随机效应模型ICCs评估观察者内可信度, 各个参数的可信度都在良好范围($0.82\sim0.91$)。而观察者间ICCs范围在 $0.77\sim0.86$, 均提示了良好的可重复性。

3 讨论

初次全髋关节置换术的术后脱位率会随着人工股骨头的尺寸增加明显降低^[16-18], 而较大的髋臼杯往往匹配相应较大尺寸的人工股骨头。对于大多数髋关节假体产品而言, 较小的臼杯尺寸会限制陶瓷摩擦界面的使用, 从而影响假体的使用寿命。在上述方面, 本研究提示臼杯高位安放相对于真臼位置安放具有优势。

髋臼杯假体良好的宿主骨覆盖是保证臼杯初始稳定性、避免假体无菌性松动以及促进骨长入的重要因素之一^[19]。既往研究提出髋臼覆盖率应至少达到 60% ^[20]。查国春等^[21]的研究则提出, 臼杯覆盖率应达到 70% 以上才能获得足够的初始稳定性。Xu等^[22]通过对DDH Crowe II型及III型患者THA术后髋臼杯的二维和三维覆盖率测量的对比发现, 二维测量会低估髋臼杯的覆盖率。本研究同样运用了三维测量的方法计算了各个位置模拟安放髋臼杯的覆盖率, 发现各个位置安放髋臼杯均可获得较满意的宿主骨覆盖, 其中假臼位置具有明显优势。不同位置的髋臼杯覆盖率虽然存在差异, 但覆盖率均值都在 75% 以上。而关于臼杯三维覆盖率应达到什么程度为宜, 目前尚无明确标准。

然而, 随着旋转中心位置的提高, 虽然能够安放较大的髋臼杯和股骨头, 一些其他问题也会随之出现。一项电脑模拟研究提示, 随着髋关节旋转中心的提高, 髋关节的屈曲和内旋活动度会降低^[23]。在另一项研究中, 高旋转中

心技术虽然能够获得更多的骨覆盖, 但是同样会降低髋关节的屈曲和内旋活动度, 能接受的旋转中心垂直高度(距泪滴连线)为 35 mm , 大致位于正常旋转中心上 20 mm ^[24], 而较高的旋转中心同样与术后脱位率的增加有关^[25]。张羽等^[26]研究发现, 高位重建与解剖重建虽然术后步态无明显差异, 但是高位重建组的术侧髋关节屈伸活动范围受限并且髋关节纵向受力较大。在临床效果方面, 最新的文献提示, 虽然高旋转中心与脱位率增加有关, 却能降低神经系统的并发症风险, 高位重建与解剖重建在术后功能评分和翻修率方面比较, 差异无统计学意义^[27]。国内关于高旋转中心技术的临床研究也均提示了较满意的效果^[8-9,25]。高旋转技术中心运用得当, 如选择耐磨的摩擦界面, 对髋关节偏距、股骨颈长度、股骨前倾角进行精准重建等, 可获得满意效果^[7]。然而, 目前国内多数术者因考虑真臼位置可能具有的良好的生物力学与骨质量, 仍倾向于在真臼位置安放臼杯。本研究验证了高旋转中心技术的优势, 结合文献提示的临床效果, 笔者认为高旋转中心技术在临床实践中是可行的, 而该技术完善和改进仍需要进一步的研究。

本研究有几点不足: ①样本量较少, 并且纳入的均为单侧髋关节发育不良的患者; ②数据来自电脑手术模拟, 在真实手术过程中由于术者手术风格的差异, 术后结果可能存在差异; ③因为是模拟研究, 未能进行术后功能随访。尽管如此, 通过髋臼杯的电脑模拟不同的术式, 比较了不同位置安放的髋臼杯的参数特点, 这在临床样本量有限和术者固定术式偏好的条件下是很难做到的。得益于髋关节置换术前三维规划的准确性, 本研究结果对于DDH Crowe III型的患者全髋关节置换的术前决策具有一定的参考意义。

综上而言，对于DDH Crowe III型患者的THA来说，于假臼或真假臼之间安放髋臼杯可获得较大的臼杯尺寸和满意的宿主骨覆盖率，证明了高旋转中心技术的优势和可行性。

参考文献

- [1] Jin SY, Jin JY, Cheon JH, et al. Survival analysis of total hip arthroplasty for high hip dislocation secondary to developmental dysplasia or septic arthritis of the hip[J]. *J Arthroplasty*, 2021, 36(5): 1671-1677.
- [2] Okuzu Y, Goto K, Kawata T, et al. The relationship between subluxation percentage of the femoroacetabular joint and acetabular width in Asian women with developmental dysplasia of the hip[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2017, 99(7): e31.
- [3] Greber EM, Pelt CE, Gililand JM, et al. Challenges in total hip arthroplasty in the setting of developmental dysplasia of the hip[J]. *J Arthroplasty*, 2017, 32(Suppl 9): S38-S44.
- [4] 安庆, 刘国雄, Bikash Kumar Sah, 等. 人工全髋关节置换术后神经损伤[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2019, 13(1): 105-108, 72.
- [5] Liu B, Gao YH, Ding L, et al. Computed tomographic evaluation of bone stock in patients with Crowe type III developmental dysplasia of the hip: Implications for guiding acetabular component placement using the high hip center technique[J]. *J Arthroplasty*, 2018, 33(3): 915-918.
- [6] Galea VP, Laaksonen I, Donahue GS, et al. Developmental dysplasia treated with cementless total hip arthroplasty utilizing high hip center reconstruction: A minimum 13-year follow-up study[J]. *J Arthroplasty*, 2018, 33(9): 2899-2905.
- [7] Montalti M, Castagnini F, Giardina F, et al. Cementless total hip arthroplasty in Crowe III and IV dysplasia: High hip center and modular necks[J]. *J Arthroplasty*, 2018, 33(6): 1813-1819.
- [8] 王振江, 强晓军, 刘涛. Crowe III型发育性髋关节发育不良全髋关节置换术中臼杯高位和解剖位安放的临床疗效对比分析[J]. 中国骨伤, 2018, 31(10): 922-926.
- [9] 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.
- [10] Inoue D, Kabata T, Maeda T, et al. Value of computed tomography-based three-dimensional surgical preoperative planning software in total hip arthroplasty with developmental dysplasia of the hip[J]. *J Orthop Sci*, 2015, 20(2): 340-346.
- [11] 芮敏, 顾家烨, 张云庆, 等. 数字化三维重建技术在髋关节发育不良全髋关节置换术中的应用[J]. 临床骨科杂志, 2019, 22(2): 165-168.
- [12] Schiffner E, Latz D, Jungbluth P, et al. Is computerised 3D templating more accurate than 2D templating to predict size of components in primary total hip arthroplasty?[J]. *Hip Int*, 2019, 29(3): 270-275.
- [13] 徐征宇, 杜俊炜, 姜瑶, 等. 三维数字规划和二维胶片模板测量辅助全髋关节置换的效果比较[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2021, 18(2): 17-22.
- [14] 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]. *J Bone Joint Surg Am*, 2017, 99(17): e92.
- [15] Bayraktar V, Weber M, von Kunow F, et al. Accuracy of measuring acetabular cup position after total hip arthroplasty: Comparison between a radiographic planning software and three-dimensional computed tomography[J]. *Int Orthop*, 2017, 41(4): 731-738.
- [16] Singh SP, Bhalodiya HP. Head size and dislocation rate in primary total hip arthroplasty[J]. *Indian J Orthop*, 2013, 47(5): 443-448.
- [17] Rowan FE, Benjamin B, Pietrak JR, et al. Prevention of dislocation after total hip arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2018, 33(5): 1316-1324.
- [18] Zijlstra WP, De Hartog B, Van Steenbergen LN, et al. Effect of femoral head size and surgical approach on risk of revision for dislocation after total hip arthroplasty[J]. *Acta Orthop*, 2017, 88(4): 395-401.
- [19] Apostu D, Lucaci O, Berce C, et al. Current methods of preventing aseptic loosening and improving osseointegration of titanium implants in cementless total hip arthroplasty: A review[J]. *J Int Med Res*, 2018, 46(6): 2104-2119.
- [20] Fujii M, Nakashima Y, Nakamura T, et al. Minimum lateral bone coverage required for securing fixation of cementless acetabular components in hip dysplasia[J]. *Biomed Res Int*, 2017, 2017: 4937151.
- [21] 查国春, 冯硕, 马桥桥, 等. 髋关节发育不良全髋关节置换术中髋臼覆盖率对臼杯初始稳定性的影响[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(19): 1215-1221.
- [22] Xu J, Qu X, Li H, et al. Three-dimensional host bone coverage in total hip arthroplasty for Crowe types II and III developmental dysplasia of the hip [J]. *J Arthroplasty*, 2017, 32(4): 1374-1380.
- [23] Sakemi Y, Komiyama K, Yoshimoto K, et al. How does anteroposterior cup placement affect bone coverage and range of motion in primary total hip arthroplasty for hip dysplasia?[J]. *J Orthop Sci*, 2019, 24(2): 269-274.
- [24] Komiyama K, Nakashima Y, Hirata M, et al. Does high hip center decrease range of motion in total hip arthroplasty? A computer simulation study[J]. *J Arthroplasty*, 2016, 31(10): 2342-2347.
- [25] Komiyama K, Fukushi JI, Motomura G, et al. Does high hip centre affect dislocation after total hip arthroplasty for developmental dysplasia of the hip?[J]. *Int Orthop*, 2019, 43(9): 2057-2063.
- [26] 张羽, 冯硕, 杨志, 等. 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.
- [27] Stirling P, Viamont-Guerra MR, Strom L, et al. Does cup position at the high hip center or anatomic hip center in THA for developmental dysplasia of the hip result in better Harris hip scores and revision incidence? A systematic review[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2021, 479(5): 1119-1130.

[作者简介] 王帅(1995-)男,硕士,住院医师。研究方向:关节外科。

*[通信作者] 耿硕(1984-)男,博士,副主任医师。研究方向:关节外科。

(收稿日期:2022-02-24)

本文引用格式:

王帅,杜俊炜,刘广宇,等. Crowe III型髋关节发育不良患者THA术中臼杯位置/大小和宿主骨覆盖率的比较[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2022, 19(6): 21-25.