

- medial single compartment osteoarthritis of the knee joint with movable and fixed platform unicompartment[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2020, 24(36):5785-5792. Chinese.
- [34] 范熹微, 曾羿, 吴元刚, 等. 固定平台与活动平台膝关节内侧单髁置换的荟萃分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(7):613-618.
FAN XW, ZENG YI, WU YG, et al. Meta analysis of medial unicompartmental knee arthroplasty with fixed platform and movable platform[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2019, 27(7):613-618. Chinese.
- [35] Kennedy WR, White RP. Unicompartmental arthroplasty of the knee. Postoperative alignment and its influence on overall results[J]. Clin Orthop Relat Res, 1987, (221):278-285.
- [36] Kalra S, Smith TO, Berko B, et al. Assessment of radiolucent lines around the Oxford unicompartmental knee replacement: sensitivity and specificity for loosening[J]. J Bone Joint Surg Br, 2011, 93(6):777-781.
- [37] Hooper GJ, Maxwell AR, Wilkinson B, et al. The early radiological results of the uncemented Oxford medial compartment knee replacement[J]. J Bone Joint Surg Br, 2012, 94(3):334-338.
- [38] Clarius M, Hauck C, Seeger JB, et al. Pulsed lavage reduces the incidence of radiolucent lines under the tibial tray of Oxford unicompartmental knee arthroplasty: pulsed lavage versus syringe lavage[J]. Int Orthop, 2009, 33(6):1585-1590.
(收稿日期:2020-10-20 本文编辑:王玉蔓)

· 综述 ·

Crowe II 和 III 型发育性髋关节发育不良 髋臼重建的研究现状

文兴贵¹, 窦一鸣², 沈先月³, 唐金烁¹, 肖建林¹, 高忠礼¹, 左建林¹

(1. 吉林大学中日联谊医院, 吉林 长春 130033; 2. 天津大学天津医院, 天津 300072; 3. 吉林大学第二医院, 吉林 长春 130041)

【摘要】 发育性髋关节发育不良因其往往造成严重髋关节炎影响髋关节功能而成为目前全髋关节置换手术的一大病因。因其特殊的髋臼形态使得在为此类患者进行全髋关节置换时髋臼的重建成为一直以来讨论的重点问题。尤其是在分型为 Crowe II、III 型的髋臼中, 由于股骨头的脱位造成真臼上方的骨缺损导致在真臼处重建髋臼时白杯的稳定性必将受到影响。许多髋臼重建方法, 如髋臼周围结构植骨、小白杯的使用、髋臼内移、高髋中心技术被用于增加白杯宿主骨覆盖。但各种方法均各有不可忽视的缺点, 以至于目前对于 Crowe II、III 型髋关节发育不良的髋臼重建方法尚未有统一的结论, 本文结合髋关节发育不良的髋臼发育形态对各种重建方法进行总结分析, 并提出今后研究方向。

【关键词】 髋脱位, 先天性; 修复外科手术; 骨移植; 综述

中图分类号: R687.4+2

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.01.015

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research status of acetabular reconstruction in Crowe type II and III developmental dysplasia of the hip WEN Xing-gui, DOU Yi-ming, SHEN Xian-yue, TANG Jin-shuo, XIAO Jian-lin, GAO Zhong-li, and ZUO Jian-lin*. *Department of Orthopaedics, China-Japan Union Hospital of Jilin University, Changchun 130033, Jilin, China

ABSTRACT Developmental dysplasia of the hip (DDH) is a major cause of hip arthritis and ultimately total hip arthroplasty. Due to the dysplastic acetabulum, how to place the acetabular cup becomes a challenge in acetabular reconstruction for such patients. Especially in the acetabula classified as Crowe type II and type III, the dislocation of the femoral head causes bone defects above the true acetabulum, which will affect the stability of the acetabular cup when the acetabular reconstruction is performed at the true acetabulum. Many acetabular reconstruction methods such as bone grafting, the use of small acetabular cups, socket medialization technique, and high hip center technique are used to increase the host bone coverage of the cup. However, each method has its own shortcomings that can not be ignored so that there is no unified conclusion on the acetabular reconstruction methods for Crowe type II and type III hip dysplasia. This article summarized and evaluated various reconstruc-

通讯作者: 左建林 E-mail: zuojl@jlu.edu.cn

Corresponding author: ZUO Jian-lin E-mail: zuojl@jlu.edu.cn

tion methods in combination with the acetabular morphology of DDH, and put forward the research direction in the future.

KEYWORDS Hip dislocation, congenital; Reconstructive surgical procedures; Bone transplantation; Review

发育性髋关节发育不良 (developmental dysplasia of the hip, DDH) 是由于发育异常导致的以股骨头髋臼覆盖不足、真臼发育浅以及髋臼和股骨过度前倾、关节脱位并形成假臼为主要病理改变为特征的疾病。近年来由于假体设计及制作工艺的进步,以及手术技术的越发成熟,使全髋关节置换 (total hip arthroplasty, THA) 成为成人 DDH 有效而标准的治疗方法^[1-3]。尤其针对 Crowe II、III 型股骨头脱出髋臼,无法通过骨盆截骨手术恢复股骨头覆盖的患者,通过 THA 手术可恢复髋关节正常解剖结构 (头臼对位),恢复髋关节功能,解除髋关节疼痛症状,大大改善患者生活质量,且治疗效果显著。然而,由于髋关节和周围软组织的发育异常,DDH 患者的 THA 手术难度大,技术要求高,且存在较高的并发症发生率及手术失败率^[4]。如何重建出生物学性好、最接近生理状态、初始稳定性良好的髋关节,是 DDH 患者行初次全髋关节置换手术中的重点和难点。其中臼杯假体放置的位置对 DDH 患者行 THA 术后功能的恢复及假体长期生存率的影响尤为重要。为了更好地恢复髋关节生物力学性能及尽可能接近正常髋关节,有研究建议在真臼处进行髋臼重建^[4-5]。然而若在真臼处进行髋臼重建,那么臼杯上方的骨缺损则是一个影响生存率的重要因素,尤其是在 Crowe II、III 型的 DDH 患者中^[6-7],大的骨缺损可能导致沿着骨-假体界面的异常应力分布并直接造成臼杯的松动^[4,8-9]。为了给臼杯提供更好的宿主骨支撑,许多方法被用于 DDH 的髋臼重建,如髋臼上方的结构植骨、小白杯的使用、旋转中心内移 (臼杯内陷) 以及目前研究较多的高旋转中心技术均用于增加臼杯的宿主骨覆盖。而到底哪一种重建方式最适合 Crowe II、III 型的 DDH 患者,至今没有统一的结论。本文将对目前常用的几种髋臼重建方法进行介绍。

1 DDH 髋臼的形态学特点

DDH 的基本改变是由于髋臼发育不良 (主要为髋臼浅、外展增大) 导致对股骨头的覆盖减少,股骨头与髋臼的对应关系不良。由于缺乏正常应力刺激,又继发出出现股骨颈前倾角与颈干角的异常改变,股骨头髓腔变窄等一系列关节结构的病理改变。而股骨侧的变化在发育过程中又更加加重了髋臼的畸形。Crowe II、III 型的 DDH 不仅存在真臼发育不良,还在真臼上半部分形成假臼,或真臼上方形成独立于真臼的假臼,使得在为 DDH 患者在行全髋关节置换术时,若要恢复生理功能,需尽可能将髋臼于真臼处进行重建,而这种髋臼上方骨量缺损的形态学特点导

致的臼杯宿主骨覆盖少将直接影响重建后髋关节的初始稳定性及长期生存率。早期在二维平面上对 DDH 髋臼的认识仅认为是单纯的髋臼窝深度发育不良,并不能很好的描述髋臼及其周围的骨质形态。由于 CT 扫描技术的发展及三维重建技术在骨科的应用,越来越多的研究通过 CT 数据重建髋臼形态并进行分析,更加清楚的阐述了发育不良的髋臼形态学特点。

Hartofilakidis 等^[8]最早利用 DDH 患者髋关节三维 CT 重建图像对髋臼形态学进行了分析,得出 Crowe II 型 DDH 存在髋臼发育浅、开口小,髋臼前、后方节段性骨缺损,前倾增大以及髋臼上方的骨储备缺乏等特点。Crowe III 型存在髋臼发育浅、开口小,整个髋臼周缘的节段性骨缺损,前倾过度增大以及髋臼骨储备异常分布于髋臼后上方等特点。有研究^[10-11]表明在 Crowe II 型的髋臼前后柱均有一定骨量,前后壁均有明显增生,髋臼前倾角增大,内壁宽度增加; Crowe III 型髋臼前后柱骨量均有明显减少,前倾角增大较 II 型严重,内壁较 II 型更宽。近几年,越来越多的研究将髋臼三维重建图像与手术模拟相结合,来评价 DDH 髋臼的骨储备量,结果表明 DDH 髋臼的骨储备聚集在真臼上方一定距离内,若在真臼上方骨储备量充足处进行髋臼重建,那么臼杯的初始骨覆盖率较真臼处有很大提高,且中期随访结果令人满意^[12-14]。

2 髋臼结构植骨技术

为了解决在真臼处重建髋臼时臼杯上方骨覆盖不足的问题,早在 1977 年,Haris 等^[15]就报道了通过在髋臼上方进行自体股骨头骨块植骨来增加臼杯骨覆盖的方法为 27 例髋关节进行髋臼重建,几乎没有术后并发症发生,并且在 13 例中随访 1 年无移植骨吸收。结构植骨有以下几个优点: (1) 臼杯可以放置在解剖位置从而可以保持下肢长度的一致性和软组织张力的平衡。 (2) 为臼杯提供骨支撑,保证臼杯的初始稳定性。 (3) 移植骨块与宿主骨融合后能够为以后任何原因的翻修手术提供良好的骨储备。

尽管结构植骨能够提供良好的臼杯骨覆盖及初始稳定性,但经过长期的随访,结构植骨的高移植骨块吸收率、塌陷率和臼杯松动率也被许多研究报道^[16-18]。也有结构植骨结合非骨水泥假体长达 10 年的随访无臼杯松动^[19]或任何方向的移动或臼杯旋转^[20]。但上述研究均较早,其结果可能受各种因素影响而不能作为现在的参考。近年的研究表明,在短到中期的随访结果中,结构植骨能提供满意的结

果^[21-22], Kim 等^[23]及 Saito 等^[24]分别报道了结构植骨结合生物型假体在平均长达 11 年和 18.5 年的随访中,均未发生因移植骨塌陷而导致臼杯的松动,生存率分别为 94%和 94.5%,且所有患者观察到连接移植骨块与宿主骨之间的桥接骨小梁。近 5 年国内关于 Crowe III 型 DDH 行结构植骨的研究也得到了满意的结果^[25-27]。

结合髋臼结构植骨可以带来的优点以及目前研究的积极结果,利用髋臼上方结构植骨为 Crowe II、III 型 DDH 进行髋臼重建是一个可行的方法,但其需要较高的全髋关节置换手术技术及植骨技术,手术医师对于 DDH 的生物力学结构也必须有一个全面的认识。

3 小白杯的使用

由于 Crowe II、III 型 DDH 的髋臼上方的骨缺损,所以在进行髋臼重建时为了达到满意的臼杯覆盖,还可以通过使用小号臼杯(直径 36~42 mm)的方法来获得臼杯的宿主骨覆盖。

使用小号臼杯虽然相对的增加了臼杯覆盖,理论上能得到满意的臼杯初始稳定性。可是使用小号臼杯,自然就将髋关节整体缩小了,将会导致髋关节的活动范围减小,使患者术后生活质量相对健侧下降。缩小髋关节,就会增加关节承受的压强,且有研究表明使用小号臼杯会减少臼杯的使用寿命^[28]。

或许是由于以上缺点,近年来使用超小白杯为 Crowe II、III 型 DDH 患者进行髋臼重建的研究已鲜有报道,更多的是用于 Crowe IV 型高脱位的 DDH 的髋臼重建,且国内近几年的研究表明,生物型小白杯(直径 38~44 mm)为 Crowe IV 型 DDH 患者进行髋臼重建,特别是联合结构植骨时能获得较好的臼杯覆盖及初始稳定性,也能得到满意的临床效果,但令人遗憾的是其术后并发症发生率相对较高^[29-30]。

4 臼杯内移技术

为了解决髋臼上方骨缺损的问题,除了进行结构植骨和使用小白杯以外,还可以使用常规臼杯,在真臼处重建时加深磨锉深度,使髋臼向内侧移位甚至突破骨盆的髋臼内壁来增加臼杯的宿主骨覆盖。

Dunn 等^[31]最早在 1976 年就报道了通过髋臼内壁控制性骨折使臼杯内移提高臼杯的骨覆盖的方法,且得到较好的手术效果。随后 Hartofilakidis 等^[5]也报道了对 42 例 DDH 患者进行髋臼重建时,将臼杯向髋臼内侧放置以达到髋臼中间化,手术效果满意,术后最长 12.5 年的随访结果显示无髋臼翻修。但存在发生非感染并发症的风险,如股神经麻痹、异位骨化等。之后 Dorr 等^[32]报道了对 24 例 DDH(其中 Crowe II 型 7 例、III 型 8 例)进行髋臼重建时将臼杯

向髋臼内侧移动,甚至突破内侧的 Kohler 线(Crowe II 型 7 例、III 型 6 例),结果经过平均 7 年的随访,没有髋臼翻修病例,术后功能、疼痛等评分较术前大大改善。国内也有研究报道为 DDH 患者采用臼杯内移技术行 THA 手术,但需根据不同的分型特点设计不同的手术方案^[33]。

这一技术的优势在于髋臼的位置选择符合 DDH 髋臼内壁的特殊解剖特点,即 DDH 的髋臼内壁较正常增厚,且厚度随着 Crowe 分型的增加而增加^[11]。但该手术由于易出现术中髋臼骨折、术后髋关节撞击等相关并发症,目前鲜有研究报道使用此项技术用于 Crowe II、III 型 DDH 患者初次 THA 的髋臼重建。

5 旋转中心上移

Crowe II、III 型 DDH 患者髋臼重建的另一个方法,也是目前讨论最多的方法是将臼杯放置在真臼水平以上,即将旋转中心向上方移动(亦称高髋中心技术),这样可以不进行结构植骨就能得到较好的臼杯覆盖和初始稳定性,且不会发生如结构植骨带来的移植骨吸收、臼杯松动,臼杯过小造成的髋关节功能受限,以及髋臼内移技术可能带来的髋臼骨折等并发症。许多学者基于 CT 三维重建分析技术提供了旋转中心上移的理论证据,即将旋转中心向真臼上方移动一定距离臼杯的覆盖率可较真臼处显著增加^[12-14]。近年来还有许多关于将生物型髋臼杯放置于真臼上方水平的临床研究,在中期随访后均得到了令人满意的结果^[34-37]。

虽然旋转中心上移技术现已被很多骨科医生接受用于 DDH 患者的髋臼重建,但是对于旋转中心上移的高度仍没有一个统一定论。Hartofilakidis 等^[38]提出真臼上方的磨锉高度是由髋臼上方的骨储备决定的,所以要利用高髋中心技术完成 DDH 的髋臼重建,那么就要确定一个上移高度,使臼杯放置于髋臼上方骨储备最丰富的位置,所以近年来越来越多的学者致力于髋臼上方骨储备量的研究。相对于其他型的 DDH, Crowe II、III 型 DDH 的节段性骨缺损主要位于髋臼的前上、上、后上方,而其内壁厚度显著大^[12]。Xiao 等^[13]在骨盆 CT 三维模型上的研究表明,臼杯顶部放置于真臼顶上方 1 cm 以内都是可以接受的,髌骨的厚度和宽度在髋臼中心上方 25 mm 时达到峰值,而后逐渐减小,所以其能提供的骨储备就在此范围内。

然而有研究提示髋关节旋转中心的位置越高,可能会导致髋关节屈曲和内收范围的相对减小。但结合体内外研究所得的日常生活所需的髋关节活动度范围(屈曲>110°,后伸>30°,内旋>30°,外旋>

30°),在关节活动范围方面,将 DDH 患者的髋关节旋转中心上移至距泪滴连线上 35 mm 时是可以接受的^[39]。这一高度与前述研究中所得的臼杯达到最大覆盖时的高度相近,所以若经过详细、充分的术前设计确定适合的上移高度,完全可以使用旋转中心上移技术使臼杯获得最大骨覆盖的同时还能保证髋关节活动度在可接受范围内。

旋转中心上移技术若结合术前充分的髋臼骨储备评估,确定上移高度,不仅可以获得满意的臼杯覆盖和初始稳定性,且相对于结构植骨不存在可能导致臼杯松动的潜在危险因素。

6 总结

上述各种用于增加臼杯骨覆盖的方法中,小白杯和髋臼内移技术已少有报道,结构植骨技术和旋转中心上移技术仍是讨论较多的。进行结构植骨,将截下的股骨头移植于髋臼上方,不仅可以使臼杯获得满意的初始稳定性,还为后期的翻修带来足够的骨储备。但是,在长期随访结果中移植骨吸收、臼杯早期松动的不良结果却不可忽视。而如果将旋转中心重建在髋臼上方骨量充足的地方,不仅可以重建出接近正常生物力学性能的髋臼,且若术前有充分的骨量评估和手术设计,将会大大缩短手术时间,减少术中损伤。不仅可以获得满意的臼杯骨覆盖以及其带来的相应初始稳定性,又满足快速康复外科倡导的早期下地活动要求,可以很大程度提高患者满意度,且不存在其他技术可能带来的相关并发症。

基于大量髋臼形态学分析研究和手术模拟研究以及中期生存率随访的积极结果,笔者认为旋转中心上移技术是一项能为 Crowe II、III 型 DDH 患者重建出生物力学及功能良好的髋关节的技术。但是现有报道仍缺乏更长期的臼杯生存率及相关并发症的随访结果,今后还应有更有力的证据来证明将旋转中心上移后髋关节功能、生物力学的恢复等均具有优越性才能将此技术进行推广,造福于更多 Crowe II、III 型 DDH 患者。

参考文献

- [1] Yildirim T, Guclu B, Karagüven D, et al. Cementless total hip arthroplasty in developmental dysplasia of the hip with end stage osteoarthritis: 2-7 years' clinical results[J]. Hip Int, 2015, 25(5): 442-446.
- [2] Biant LC, Bruce W J, Assini JB, et al. Primary total hip arthroplasty in severe developmental dysplasia of the hip. Ten-year results using a cementless modular stem[J]. J Arthroplasty, 2009, 24(1): 27-32.
- [3] Sanchez-Sotelo J, Berry DJ, Trousdale RT, et al. Surgical treatment of developmental dysplasia of the hip in adults: II. Arthroplasty options[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2002, 10(5): 334-344.
- [4] Hartofilakidis G, Karachalios T. Total hip arthroplasty for congenital hip disease[J]. J Bone Joint Surg Am, 2004, 86(2): 242-250.
- [5] Hartofilakidis G, Stamos K, Ioannidis TT. Low friction arthroplasty for old untreated congenital dislocation of the hip[J]. J Bone Joint Surg Br, 1988, 70(2): 182-186.
- [6] 章军辉, 冯建翔, 狄正林, 等. 全髋置换术治疗髋关节发育不良的髋臼重建[J]. 中国骨伤, 2008, 21(2): 152-153. ZHANG JH, FENG JX, DI ZL, et al. Total hip replacement for the reconstruction of cotyla in treating hip arthrodysplasia[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2008, 21(2): 152-153. Chinese.
- [7] Rogers BA, Garbedian S, Kuchinad RA, et al. Total hip arthroplasty for adult hip dysplasia[J]. J Bone Joint Surg Am, 2012, 94(19): 1809-1821.
- [8] 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]. J Bone Joint Surg Am, 1996, 78(5): 683-692.
- [9] Chougale A, Hemmady MV, Hodgkinson JP. Severity of hip dysplasia and loosening of the socket in cemented total hip replacement[J]. J Bone Joint Surg Br, 2005, 87(1): 16-20.
- [10] Fujii M, Nakashima Y, Sato T, et al. Acetabular tilt correlates with acetabular version and coverage in hip dysplasia[J]. Clin Orthop Relat Res, 2012, 470(10): 2827-2835.
- [11] Liu RY, Wang KZ, Wang CS, et al. Evaluation of medial acetabular wall bone stock in patients with developmental dysplasia of the hip using a helical computed tomography multiplanar reconstruction Technique[J]. Acta Radiol, 2009, 50(7): 791-797.
- [12] Yang Y, Zuo J, 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.
- [13] Xiao JL, Zuo JL, Liu P, et al. Cross-sectional anatomy of ilium for guiding acetabular component placement using high hip center technique in asian population[J]. Chin Med J (Engl), 2015, 128(12): 1579-1583.
- [14] 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.
- [15] Harris WH, Crothers O, Oh I. Total hip replacement and femoral-head bone-grafting for severe acetabular deficiency in adults[J]. J Bone Joint Surg Am, 1977, 59(6): 752-759.
- [16] 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]. J Bone Joint Surg Am, 1986, 68(8): 1241-1248.
- [17] Gross AE, Catre MG. The use of femoral head autograft shelf reconstruction and cemented acetabular components in the dysplastic hip[J]. Clin Orthop Relat Res, 1994, (298): 60-66.
- [18] Morsi E, Garbus D, Gross AE. Total hip arthroplasty with shelf grafts using uncemented cups: A long-term follow-up study[J]. J Arthroplasty, 1996, 11(1): 81-85.
- [19] Shetty AA, Sharma P, Singh S, et al. Bulk femoral-head autografting in uncemented total hip arthroplasty for acetabular dysplasia: Results at 8 to 11 years follow-up[J]. J Arthroplasty, 2004, 19(6): 706-713.
- [20] Ito H, Matsuno T, Minami A, et al. Intermediate-term results after hybrid total hip arthroplasty for the treatment of dysplastic hips

- [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2003, 85(9): 1725-1732.
- [21] Schofer MD, Pressel T, Schmitt J, et al. Reconstruction of the acetabulum in THA using femoral head autografts in developmental dysplasia of the hip[J]. *J Orthop Surg Res*, 2011, 6: 32.
- [22] 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[J]. *Int Orthop*, 2014, 38(5): 947-951.
- [23] Kim M, Kadowaki T. High long-term survival of bulk femoral head autograft for acetabular reconstruction in cementless THA for developmental hip dysplasia[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2010, 468(6): 1611-1620.
- [24] Saito S, Ishii T, Mori S, et al. Long-term results of bulk femoral head autograft in cementless THA for developmental hip dysplasia[J]. *Orthopedics*, 2011, 34(2): 88.
- [25] 张鹏, 陈经勇, 毕梦娜, 等. 自体骨植骨在治疗髋关节发育不良 Crowe III 型和 IV 型髋臼缺损中的应用研究[J]. *中国骨伤*, 2015, 28(10): 928-931.
- ZHANG P, CHEN JY, BI MN, et al. Applied research on autologous bone graft for acetabular defect of Crowe type III and IV hip dysplasia[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2015, 28(10): 928-931. Chinese with abstract in English.
- [26] 尚小斌, 杨卿, 鲁锐, 等. 人工全髋关节置换联合自体股骨头结构性植骨及转子下截骨治疗 Crowe IV 型髋关节发育不良的短期随访[J]. *骨科*, 2017, 8(1): 39-43.
- SHANG XB, YANG Q, LU R, et al. Short term follow-up of Crowe type IV hip dysplasia treated by total hip arthroplasty combined with autogenous femoral head structural bone graft and subtrochanteric osteotomy[J]. *Gu Ke*, 2017, 8(1): 39-43. Chinese.
- [27] 尹诗九, 钟航, 李锐博, 等. Crowe III 型髋关节发育不良人工全髋关节置换术中自体股骨头结构植骨重建髋臼疗效分析[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2018, 32(1): 20-24.
- YIN JS, ZHONG H, LI R, et al. Effectiveness of autologous femoral head bone graft in total hip arthroplasty for Crowe type developmental dysplasia of hip with acetabular bone defect[J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2018, 32(1): 20-24. Chinese.
- [28] Livermore J, Ilstrup D, Morrey B. Effect of femoral head size on wear of the polyethylene acetabular component[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1990, 72(4): 518-528.
- [29] 徐宁, 孙俊英, 赵锡江, 等. 生物型小白杯在成人 Crowe IV 型髋关节发育不良的应用与疗效[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2016, 30(1): 35-38.
- XU N, SUN JY, ZHAO XJ, et al. Application and efficacy of bio type small mortar cup in adult Crowe type IV hip dysplasia[J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2016, 30(1): 35-38. Chinese.
- [30] 孙俊英, 郝跃峰, 杨沛彦, 等. 采用小白杯置换与髋臼加深行全髋关节置换治疗 Crowe IV 型髋脱位[J]. *中国骨伤*, 2009, 22(6): 407-409.
- SUN JY, HAO YF, YANG PY, et al. Total hip replacement for Crowe type IV dislocation of the hip with small cup replacement and acetabulum deepening[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2009, 22(6): 407-409. Chinese with abstract in English.
- [31] Dunn HK, Hess WE. Total hip reconstruction in chronically dislocated hips[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1976, 58(6): 838-845.
- [32] Dorr LD, Tawakkol S, Moorthy M, et al. Medial protrusion technique for placement of a porous-coated, hemispherical acetabular component without cement in a total hip arthroplasty in patients who have acetabular dysplasia[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1999, 81(1): 83-92.
- [33] 曹寅生, 卢敏, 姚共和, 等. 生物型全髋关节置换术治疗成人髋关节发育不良 29 例回顾性分析[J]. *中国骨伤*, 2013, 26(11): 962-965.
- CAO YS, LU M, YAO GH, et al. Retrospective analysis on total hip arthroplasty for the treatment of developmental dysplasia of the hip in 29 adults[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2013, 26(11): 962-965. Chinese with abstract in English.
- [34] Shen J, Sun J, Ma H, et al. High hip center technique in total hip arthroplasty for Crowe type II-III developmental dysplasia: results of midterm follow-up[J]. *Orthop Surg*, 2020, 12(4): 1245-1252.
- [35] Fukushi J, Kawano I, Motomura G, et al. Does hip center location affect the recovery of abductor moment after total hip arthroplasty[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2018, 104(8): 1149-1153.
- [36] Karaismailoglu B, Kaynak G, Can A, et al. Bilateral high hip center provides gait parameters similar to anatomical reconstruction: a gait analysis study in hip replacement patients with bilateral developmental dysplasia[J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(12): 3099-3105.
- [37] 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.
- [38] 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]. *J Bone Joint Surg Am*, 1998, 80(4): 510-517.
- [39] Komiya 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.

(收稿日期: 2020-10-20 本文编辑: 王玉蔓)