

Crowe IV 型髋关节发育不良的全髋关节置换术： 术中股骨短缩截骨的文献回顾

刘宇博^{1,2,3,4} 孔祥朋^{2,3,5} 柴伟^{2,3,5}

【摘要】 全髋关节置换术是治疗成人 Crowe IV 型发育性髋关节发育不良的有效治疗方法,术中股骨短缩截骨是避免神经损伤、降低复位难度所采取的常规手段。股骨短缩截骨主要分为转子间截骨、转子下截骨和股骨干截骨。其中,转子间截骨可分为大转子截骨和小转子截骨;转子下截骨包括横行截骨、斜行截骨、双“V”形截骨、阶梯形截骨和股骨近端长斜截骨等。本综述通过回顾分析既往股骨短缩截骨的相关研究,从手术目的、术式分类、手术效果与并发症、截骨固定方式等方面进行论述,以评价不同截骨术式的手术效果。

【关键词】 发育性髋关节发育不良;全髋关节置换术;短缩截骨;固定方式

发育性髋关节发育不良 (developmental dysplasia of the hip, DDH) 是最常见的先天性畸形之一,导致 DDH 形态学异常的病理生理学和病因目前仍不明^[1]。人工全髋关节置换术 (total hip arthroplasty, THA) 是对病人生活质量进行改善的有效治疗方式。

Crowe 分型^[2]的概念在 1979 年被提出,Crowe IV 型 DDH 是指股骨头的移位大于股骨头高度的 100%,或超过骨盆高度的 20%,是 DDH 中最严重的类型。

一、文献检索策略

本文通过英文检索词“developmental dysplasia of the hip”、“high dislocation”、“femoral osteotomy”、“total hip arthroplasty”,中文检索词“髋关节发育不良”、“先髋”、“高脱位”、“股骨短缩截骨”在 PubMed、Web of Science、中国知网、维普数据库等数据库进行检索,共检索到文献 328 篇。去除重复及无法获得全文文献,最终依据纳入及排除标准纳入文献 25 篇与著作 1 篇(图 1)。文献纳入标准为:①已正式发表的期刊文献或著作;②文献内容与 Crowe IV 型 DDH、THA 及股骨短缩截骨密切相关。排除标准为:①非英文的外文文献;②学位论文、会议文献、回复信件等非论著文献;③无法获得全文的文献。

二、股骨短缩截骨的目的及作用

股骨短缩截骨的主要目的及作用在于降低复位难度、恢

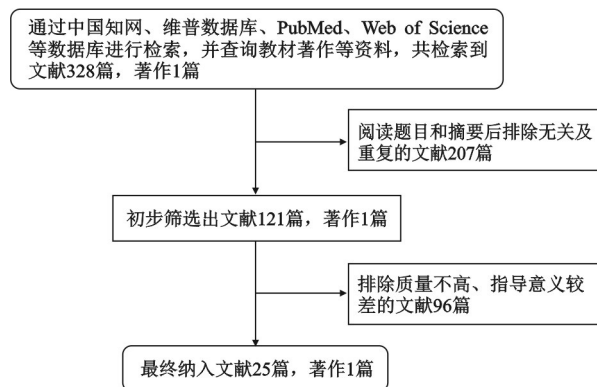


图 1 文献纳入流程图

复肢体长度,避免神经损伤,矫正股骨前倾,以及重获外展肌的功能。对于 Crowe IV 型病人,股骨长度是个棘手问题。若要将臼杯置于真臼内,股骨必然要向远端移动数厘米。股骨短缩截骨术可以不用广泛地松解软组织而将股骨头复位于髋臼内^[3]。

坐骨神经和股神经损伤是髋关节高脱位病人行 THA 的重要并发症^[3,4]。据报道,THA 后神经损伤的患病率为 0.3%~3.7%,可能的病因包括压迫及血肿形成、牵引、缺血、撕裂伤与热损伤等^[5,6]。与无髋关节高脱位的 THA 相比,Crowe IV 型 DDH 病人由于需要将股骨头向远端复位,其神经损伤的发生率要更高。而股骨短缩截骨可以在一定程度上避免神经的过度紧张,从而降低损伤的发生率^[3]。

DDH 病人的股骨颈短且窄,常伴有不同程度的前倾增大。THA 中植入股骨假体时,股骨颈的显著前倾会起误导作用,从而造成关节前方不稳定,尤其是髋臼假体放置在较大前倾位时^[3]。一些截骨术式如转子下横行截骨在完成股骨短缩的同时,还可以调整前倾角,以纠正下肢力线,减少假体的应力,降低脱位的风险^[7]。

髋关节高脱位也使得外展肌的发育更差、行走更水平。

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.04.019

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81772320);解放军总医院医疗大数据与人工智能研发项目(2019MDA-041)

作者单位:1. 南开大学医学院,天津 300071;2. 中国人民解放军总医院骨科医学部,北京 100048;3. 国家骨科与运动康复临床医学研究中心,北京 100853;4. 中国人民解放军总医院第一医学中心,北京 100853;5. 中国人民解放军总医院第四医学中心,北京 100048

通信作者:柴伟, E-mail: chawei301@163.com

刘宇博、孔祥朋为本文共同第一作者

内收肌、髂腰肌、腘绳肌、股直肌常短缩^[3]。股骨短缩截骨配合以多余关节囊的切除,有助于恢复外展肌的功能。

三、股骨短缩截骨的历史与演变

股骨短缩截骨术主要包括近端截骨和股骨干截骨。近端短缩截骨又分为转子间和转子下截骨术。

1976年,Dunn等^[8]创造性地提出将大转子与股骨近侧干骺端进行截骨来完成复位,从而避免坐骨神经的过度紧张,减少股骨干骨折的风险。1988年,Sponseller等^[7]首先报道了转子下短缩截骨,并通过股骨假体实现了髓内固定。该法同时矫正了股骨的过度前倾与大转子后移畸形,保护了近端股骨干骺端的结构,并矫正了大转子和外展肌的方向。从此,越来越多的股骨短缩截骨术式被提出和描述,为Crowe IV型DDH病人带来了越来越多可供选择和个性化的治疗方案。

(一) 转子间截骨

1. 大转子截骨

Dunn等^[8]在1976年对22例髋关节高脱位的病人应用大转子截骨并将股骨近侧干骺端切除2~3 cm,不仅利于关节复位,同时也避免了坐骨神经的过度紧张和股骨干的骨折。先将大转子截下,形成一大骨块,以利于再固定,并增加外展肌力臂。他们将干骺端每次切除骨质0.5 cm,反复试行复位,直到能将股骨头复位而又不使软组织紧张过高。最终所有病人的疼痛都有所缓解,步态也有所改善。

1990年Paavilainen等^[9]报道了在DDH病人THA中股骨近端短缩手术的创新方法,将股骨经大转子顶端远端7~10 cm的干骺端截开,并切除近端内侧的一半。带着完整附着的臀中肌和股外侧肌的大转子被向前拉伸,以利其很好地进入髋臼。然后对股骨干进行截骨,其长度根据髋部肌肉的松紧度进行调整。髋关节假体复位后,大转子及其肌肉附着体向远端移动足以收紧外展肌,并用2至4枚螺钉固定。当髋关节广泛外展时,大转子的前移和固定更容易。总的来说术后效果较好。

该改良方法可以有效矫正股骨和骨盆的严重畸形,如既往舒氏截骨造成的股骨弯曲畸形,同时还可以避免由当时技术受限所引起的多种并发症。在当时被认为适用于各种畸形和高脱位髋关节的置换。

2. 小转子截骨

小转子截骨术代表了小转子水平上进行性股骨短缩的方法,目的是为DDH病人提供解剖中心臼杯的最佳位置^[10]。2013年,Bao等^[11]提出了小转子截骨的方法,对28例在THA中采用小转子截骨术的Crowe IV型DDH病人进行了有效性和安全性的评价,平均随访时间为55.3个月。单侧THA病人术后平均腿长差异为8 mm。改良的Merle D'Aubigne评分从术前的9.3提高到术后的15.9。其中2例髋被确诊为坐骨神经麻痹,但6个月后完全康复。末次随访,2例髋的Trendelenburg征呈阳性。整个随访过程中病人都无需翻修手术。

这种手术的主要优点是大转子保持完整,从而提供更好的结果和较低的并发症发生率^[11]。但当小转子截骨中牺牲过多的近端结构时,无骨水泥假体旋转不稳定的风险可能增

加;并且由于多种原因,小转子截骨术后发生外展肌无力的风险通常更高^[11]。

(二) 股骨转子下截骨

股骨转子下截骨是DDH中最常用的股骨短缩手术。股骨转子下截骨采用如横行截骨、阶梯形截骨、斜形截骨或双“V”形截骨等手术方法,除缩短外,还可进行角度和旋转矫正。

1. 横行截骨术

Sponseller等^[7]在1988年首先描述了股骨转子下短缩截骨。他们对一位27岁的左髋关节发育不良病人进行了小转子下方的横行截骨,并将前倾调整为20°。因为在近端骨碎片中形成了裂纹,所以采用钢丝环扎进行保护。病人在术后10个月回到工厂上班。该成功案例说明在THA中,股骨转子下截骨与髓内固定治疗股骨前倾过度的疗效值得肯定。与其他的前倾矫正方法相比,转子下截骨术最大限度地保留了骨量,不需要额外的切口和多余的材料。

Yasgur等^[12]在1997年介绍了使用横行截骨来进行股骨转子下短缩和治疗股骨脱位的手术技术。其作为转子下横行和去旋转截骨术的改进技术,具有增强的扭转稳定性。通过旋转截骨碎片来实现前倾,并在需要时使用异体骨板和钛缆捆扎来增强扭转稳定性,以及采用非骨水泥的多孔涂层股骨柄压配固定。但是在复杂的THA中横行截骨可能并不稳定^[13]。

Masonis等^[14]在2003年对21例Crowe III或IV型DDH继发骨关节炎的病人行初次THA,采用转子下横行截骨术,病人平均年龄为48.2岁、平均随访时间为5.8年。Masonis等对截骨部位的愈合标准进行了定义:①截骨部位有骨痂;②前后或侧位片上近端和远端股骨之间的皮质连续性恢复;③截骨部位无进展移位或缝隙。91%的股骨截骨术后无并发症,2例术后骨不连需要翻修,2例因错位和聚乙烯磨损而行髋臼翻修,3例病人术后脱位,1例骨水泥股骨假体因松动而翻修,没有发现神经损伤。Harris髋关节评分从32.5分提高到73.6分。60%的病人跛行有所改善,40%的病人对辅助行走装置的依赖有所改善。他们认为,转子下横行截骨术是一种安全、可预测的修复高位先天性髋关节脱位的方法,但这些病人的并发症发生率高于因骨关节炎行初次THA的病人。

Kawai等^[15]在2011年对Crowe IV型DDH病人进行了股骨转子下横行截骨的骨水泥THA,在截骨部位用切除的骨块移植进行覆盖,用环扎钢丝固定。短期结果良好,没有明显的并发症。Kawai等^[16]在2020年的研究中表示,股骨横行截骨的长度越短,延迟愈合的风险越高。因为更长的切除可以得到更长的骨片固定,可能有助于增强截骨部位的稳定性。但该研究的证据级别较低,骨片长度对截骨部位愈合的有效性还需要进一步研究。

转子下横行截骨的截骨线位置一般为转子下2~3 cm,以保持转子区域的完整来保证足够的强度。另外,若截骨线过高,处于股骨向远端移行变窄的区域,会使近端和远端股骨的接触面积差异较大,增加固定的不稳定因素;若截骨线过

低,远离干骺端,相对并不丰富的血供和股骨柄远端较差的压配固定都同样不利于愈合。截骨的长度视情况而定,不仅要以术后期望下肢长度作为参考,也应通过患侧软组织的张力进行充分的判断以避免术后脱位的发生。

2. 斜行截骨术(短斜截骨)

Huo 等^[17]在 1995 年提出了一种斜行截骨技术,用于纠正股骨近端畸形和解决困难的翻修手术。这项前瞻性研究对 25 名病人进行 26 次截骨手术,最小随访期为 3 年,平均随访时间为 50 个月。虽然在困难的股骨重建中,斜行截骨术是一种有用的辅助手术技术,但在该研究中,近 25% 的髌在中期随访检查中失败或松动。该技术在术中穿孔和骨折的风险较大,且计划进行非骨水泥重建的情况下,选择行斜向截骨可以促进显露,最大程度地对齐和匹配假体,并能实现截骨愈合和满意的临床结果。

Yildiz 等^[18]采用伺服液压试验装置进行轴向和扭转加压对斜行截骨和阶梯形截骨进行生物力学研究。但最后的对比结果没有显著性,不足以得出一种截骨术优于另一种的结论。

短斜截骨或阶梯形截骨可以比横行截骨提供更好的旋转稳定性,但操作难度增加^[3]。

3. 双“V”形截骨术

由于认为横行截骨会使短缩后的股骨倾向于扭转性不稳定,加上股骨前外翻的增加会使股骨假体的放置复杂化,如果不加以纠正,可能导致术后不稳定和假体脱位,Becker 等^[13]对 7 例髌进行了一种新技术的尝试,在 DDH 中,THA 联合股骨转子下短缩去旋的双“V”截骨术。7 例完全脱位髌的 THA 均取得了成功,这项技术也被认为提供了一种安全有效的手段,实现了全髌关节置换的“所有目标”。

Li 等^[19]对双“V”形截骨术进行了改进,首先进行横行截骨,然后旋转对线以矫正前外翻,随后在垂直力线对齐后,在先前的横截骨部位行双“V”截骨术。他们在 2000 年 1 月至 2006 年 2 月间,对 18 例病人(22 例髌)实施了此手术。平均随访时间为 5.6 年。股骨转子下短缩截骨的平均值为 38 mm。平均 Harris 髌关节评分从术前的 47 分提高到末次随访时的 88 分。在 22 例髌中有 12 例 Trendelenburg 征从阳性纠正为阴性。在随访期间,髌臼或股骨无松动或翻修需求。所有截骨部位在 3~6 个月内全部愈合,无并发症。采用改良的双“V”形转子下截骨术的非骨水泥 THA 在 22 例 Crowe IV 型髌关节脱位中,短期内均取得了良好的效果。此外,其恢复了髌关节的解剖中心和肢体长度,有助于纠正跛行。

双“V”形截骨有利于截骨部位固定的稳定性,但可能需要复杂和详细的术前计划。

4. 阶梯形截骨

股骨转子下阶梯形截骨术被认为可以保留股骨近端解剖结构,并通过提供扭转稳定性,方便非骨水泥股骨假体的放置^[20]。

Ozden 等^[21]为评估非骨水泥 THA 在高位髌脱位合并股骨近端截骨病人中的长期临床和放射学结果,在 1993 年~

2008 年对平均年龄为 42 岁的 21 名病人采用股骨转子下阶梯形截骨术,平均随访 12 年。最终受试者的平均 Harris 髌关节评分由 39.5 分提高到 88.7 分,单侧病例的下肢长度平均差异由 54.5 mm 减小到 12.3 mm,股骨缩短量平均为 37 mm,平均愈合时间为 3.5 个月,无延迟愈合和不愈合发生。股骨转子下阶梯形截骨 THA 被认为是改善股骨近端畸形青年病人髌关节功能和重建肢体长度差异的一种成功技术。

Cascio 等^[22]在对比各种截骨方式的生物力学试验中报道了阶梯形截骨模型在截骨线的边角处形成了裂缝,并认为阶梯形截骨是一种不太理想的结构,会使应力升高,可能会产生不均匀的压力分布。

5. 股骨近端长斜截骨术(尚氏截骨术)

Chen 等^[23]在 2019 年介绍了一种股骨近端的长斜截骨术以双环钢丝环扎的股骨近端重建方法。首先,股骨近端干骺端血管供应远大于转子下区域,是截骨部位愈合的生物学基础;其次,截骨碎片的大小较转子截骨大,增加了接触面积,有利于骨愈合;第三,采用多根双环环扎钢丝将截骨后的骨块重新附着于股骨干,力学稳定性对骨愈合至关重要。Chen 等在 2006 年至 2015 年间,对 26 名病人 33 例髌的初次 THA 采用了股骨近端重建方法(PFR 组),对 13 名病人 16 例髌采用了转子下横行截骨(STO 组)。PFR 组平均随访 4.2 年,STO 组平均随访 5.9 年。在末次随访时,对 PFR 组的 33 例髌和 STO 组的 15 例髌(16 例中有 1 例失访)的临床评分和影像学结果进行了评估。两组术后的 Harris 髌关节评分和假体位置的差异无统计学意义。PFR 组股骨近端长斜截骨线平均长度为 6.9 cm。PFR 组术后 6 个月内骨愈合率为 72.7%(24 例髌),STO 组为 60.0%(9 例髌)。PFR 组术后出现了 3 例并发症,1 例术后 2 周复发性脱位的病人采用增加股骨柄颈长的方法进行翻修以稳定髌关节;1 例是髌关节股骨柄下陷和力线的逐渐内翻,假体无菌性松动的主要原因是早期完全负重和术中股骨峡部内侧皮质骨折继发的远端固定长度不足;1 例病人因浴室失足跌倒而发生 Vancouver C 型股骨假体周围骨折,被予以切开复位内固定治疗。STO 组 1 例髌关节出现内侧股骨距的骨侵蚀,但是由于无痛而未行翻修。

作者认为,与转子下横行截骨相似,股骨近端重建技术在 THA 中对于 DDH 病人(Hartofilakidis C 型)是一种可靠的解决方案。该截骨术作为一种折中方法,适用于除 S-Rom、Wagner Cone 等本身具有去旋功能外的其他股骨柄,同样由于其难度大、所造成的创伤大、软组织拮抗大以及大转子不稳定等原因,临床推广意义有限。

(三)股骨干截骨

Koulouvaris 等^[24]认为股骨近端和股骨转子下截骨术要求较高,容易引起股骨髓腔变形和骨不连,并可能增加股骨干的应力。他们报道了一种联合手术,在术前 3D CT 扫描作为术前规划的基础上,对 24 例病人使用定制的股骨植入物,将 THA 与严重畸形髌的股骨远端短缩结合。首先,采用解剖位安放臼杯,然后在股骨远端行股骨短缩术。钢板的一个螺孔与股骨柄的距离大于 2 cm,采用 LC-DCP 股骨钛板固

定股骨截骨。该研究共报告 24 例病人,随访时间为 4.5 年,只有 1 例延迟愈合,9 个月后导致畸形愈合。技术的主要优点之一是可以对同侧膝关节外翻畸形进行联合矫正,只需改变截骨碎片的形状即可完成。这样,对外翻膝关节截骨术进行常规固定即可。股骨远端短缩截骨术被认为是对发育不良和难以复位的髋关节 THA 的一种补充^[10]。

四、截骨后的固定方式

(一)仅靠假体支撑连接的髓内压配固定

由于机械性松动和伴有骨水泥碎裂的广泛骨丢失等问题,生物固定型股骨假体的应用在数十年来取得了长足的进展。不论何种位置与形状的股骨截骨术式,生物固定需要满足两个先决条件,即手术时假体获得即刻稳定,以及假体表面与活性宿主骨取得密切接触^[3]。

(二)单纯线缆固定

在 THA 中,股骨短缩截骨额外固定的最常用方法是单纯使用线缆固定,如钢丝、钛缆等材料。单纯线缆固定一般用于在扩髓前对近端股骨或远端股骨进行预防性捆绑防止骨折。

(三)线缆联合骨块固定

近年来,线缆联合自体或异体骨块固定的方法被越来越多术者所尝试和推荐。具体方法是在短缩截骨后,将异体骨块或截骨片像“翻书”一样打开后扣在截骨部位,然后用线缆捆绑进行固定。截骨处的骨片覆盖对截骨部位的愈合是否有促进作用还需要进一步的研究。

(四)钢板螺钉固定

钢板螺钉固定在 DDH 的短缩截骨中应用较少。Koulouvaris 等^[24]对严重畸形髋的股骨远端进行短缩截骨后,使用 LC-DCP 股骨钛板对截骨部位进行固定。术后 6 个月,24 例病人中只有 1 例延迟愈合,没有翻修、机械性失败、无菌松动和异位骨化发生。

Çağlar 等^[25]首次报道了使用肱骨近端钢板固定 Crowe IV 型 DDH 的股骨转子下短缩截骨。肱骨近端钢板的设计初衷是为了增加肱骨近端松质骨的旋转和轴向稳定性,多方向锁定螺钉用于骨质量差的病人^[26]。股骨转子区松质骨含量与肱骨近端相似。Çağlar 等^[25]回顾性评估了 2014 年 1 月至 2018 年 6 月间接受股骨近端短缩的 THA 和肱骨近端钢板固定的 30 名女性病人,平均年龄为 49.8 岁,平均随访时间为 28 个月,平均愈合时间为 106 d,截骨近端平均固定皮质数量为 6.2,远端平均固定皮质数量为 4.0。无病人出现假体刺激或假体植入失败,只观察到 1 例骨不连,骨不连率为 3.3%。

五、总结

综上所述,通过对以上文献进行系统分析及评价,我们发现 Crowe IV 型 DDH 病人所应采取的截骨方式,选择的挑战性在于对病人病情的个性化分析。最常用的截骨及固定方法当属横行截骨联合线缆固定,这种方式在文献报道中取得了较好的临床结果——包括愈合率高、并发症发生率低、较易矫正股骨前倾畸形等。同时手术操作相对简便,较易按照术前计划进行截骨。但对截骨高度的选择、所截长度的把握

等手术技术和细节的要求较高,而其会对术后功能和恢复效果产生密切影响。斜行截骨、双“V”形截骨和阶梯形截骨的手术术式复杂,出血量大,且很难改变旋转角度,难以纠正股骨前倾畸形。同时由于其较难按照术前计划进行精确操作,临床应用较少。

本综述的局限性包括以下几点:①没有讨论各研究中的假体种类及固定方式因素;②新文献较少;③尽管研究对象都是 Crowe IV 型 DDH,但不同研究中病人的脱位程度、软组织张力、矢状位畸形的差异也会影响手术效果。

参 考 文 献

- [1] Dezateux C, Rosendahl K. Developmental dysplasia of the hip [J]. *Lancet*, 2007, 369(9572): 1541-1552.
- [2] Crowe JF, Mani VJ, Ranawat CS. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1979, 61(1): 15-23.
- [3] Azar FM, Canale ST, Beatty JH. *Campbell's Operative Orthopaedics* [M]. Amsterdam: Elsevier Health Sciences, 2017.
- [4] Kong X, Chai W, Chen J, et al. Intraoperative monitoring of the femoral and sciatic nerves in total hip arthroplasty with high-riding developmental dysplasia [J]. *Bone Joint J*, 2019, 101-B(11): 1438-1446.
- [5] Farrell CM, Springer BD, Haidukewych GJ, et al. Motor nerve palsy following primary total hip arthroplasty [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87(12): 2619-2625.
- [6] Fleischman AN, Rothman RH, Parvizi J. Femoral nerve palsy following total hip arthroplasty: incidence and course of recovery [J]. *J Arthroplasty*, 2018, 33(4): 1194-1199.
- [7] Sponseller PD, McBeath AA. Subtrochanteric osteotomy with intramedullary fixation for arthroplasty of the dysplastic hip. A case report [J]. *J Arthroplasty*, 1988, 3(4): 351-354.
- [8] Dunn HK, Hess WE. Total hip reconstruction in chronically dislocated hips [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1976, 58(6): 838-845.
- [9] Paavilainen T, Hoikka V, Solonen KA. Cementless total replacement for severely dysplastic or dislocated hips [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1990, 72(2): 205-211.
- [10] Bicanic G, Barbaric K, Bohacek I, et al. Current concept in dysplastic hip arthroplasty: techniques for acetabular and femoral reconstruction [J]. *World J Orthop*, 2014, 5(4): 412-424.
- [11] Bao N, Meng J, Zhou L, et al. Lesser trochanteric osteotomy in total hip arthroplasty for treating Crowe type IV developmental dysplasia of hip [J]. *Int Orthop*, 2013, 37(3): 385-390.
- [12] Yasgur DJ, Stuchin SA, Adler EM, et al. Subtrochanteric femoral shortening osteotomy in total hip arthroplasty for high-riding developmental dislocation of the hip [J]. *J Arthroplasty*, 1997, 12(8): 880-888.
- [13] Becker DA, Gustilo RB. Double-chevron subtrochanteric shortening derotational femoral osteotomy combined with total hip arthroplasty for the treatment of complete congenital dislocation of the hip in the adult. Preliminary report and description of a new surgical technique [J]. *J Arthroplasty*, 1995, 10(3): 313-318.
- [14] Masonis JL, Patel JV, Miu A, et al. Subtrochanteric shortening and derotational osteotomy in primary total hip arthroplasty for patients with severe hip dysplasia: 5-year follow-up [J]. *J Arthroplasty*, 2003, 18(3 Suppl 1): 68-73.
- [15] Kawai T, Tanaka C, Ikenaga M, et al. Cemented total hip arthro-

- plasty with transverse subtrochanteric shortening osteotomy for Crowe group IV dislocated hip[J]. *J Arthroplasty*, 2011, 26(2): 229-235.
- [16] Kawai T, Goto K, Kuroda Y, et al. Total hip arthroplasty combined with subtrochanteric transverse shortening osteotomy: factors associated with delayed union at the osteotomy site[J]. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*, 2020, 4(8): e20.00056.
- [17] Huo MH, Zatorski LE, Keggi KJ. Oblique femoral osteotomy in cementless total hip arthroplasty. Prospective consecutive series with a 3-year minimum follow-up period[J]. *J Arthroplasty*, 1995, 10(3): 319-327.
- [18] Yıldız F, Kılıçoğlu ÖI, Dikmen G, et al. Biomechanical comparison of oblique and step-cut osteotomies used in total hip arthroplasty with femoral shortening[J]. *J Orthop Sci*, 2016, 21(5): 640-646.
- [19] Li X, Sun J, Lin X, et al. Cementless total hip arthroplasty with a double chevron subtrochanteric shortening osteotomy in patients with Crowe type-IV hip dysplasia[J]. *Acta Orthop Belg*, 2013, 79(3): 287-292.
- [20] Ozden VE, Dikmen G, Beksac B, et al. Tapered stems one-third proximally coated have higher complication rates than cylindrical two-third coated stems in patients with high hip dislocation undergoing total hip arthroplasty with step-cut shortening osteotomy[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2017, 103(4): 569-577.
- [21] Ozden VE, Dikmen G, Beksac B, et al. Total hip arthroplasty with step-cut subtrochanteric femoral shortening osteotomy in high riding hip dislocated patients with previous femoral osteotomy[J]. *J Orthop Sci*, 2017, 22(3): 517-523.
- [22] Cascio BM, Thomas KA, Wilson SC. A mechanical comparison and review of transverse, step-cut, and sigmoid osteotomies[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2003(411): 296-304.
- [23] Chen M, Luo Z, Zhu C, et al. A reliable femoral osteotomy in total hip arthroplasty for hartofilakidis type C developmental dysplasia of the hip: proximal femoral reconstruction[J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(6): 1162-1167.
- [24] Koulouvaris P, Stafylas K, Sculco T, et al. Distal femoral shortening in total hip arthroplasty for complex primary hip reconstruction. A new surgical technique[J]. *J Arthroplasty*, 2008, 23(7): 992-998.
- [25] Çağlar Ö, Özdemir E, Tokgözoğlu AM, et al. Use of proximal humerus plates for the fixation of the subtrochanteric femoral shortening osteotomy during total hip arthroplasty for Crowe type IV developmental dysplasia of the hip patients[J]. *Jt Dis Relat Surg*, 2020, 31(2): 306-311.
- [26] Konrad G, Bayer J, Hepp P, et al. Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Surgical technique[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2010, 92 Suppl 1 Pt 1: 85-95.

(收稿日期: 2020-12-20)

(本文编辑: 龚哲妮)

引用格式

刘宇博, 孔祥朋, 柴伟. Crowe IV型髋关节发育不良的全髋关节置换术: 术中股骨短缩截骨的文献回顾[J]. *骨科*, 2021, 12(4): 384-388. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.04.019.