

# 股骨髓腔粗大患者行髋关节置换股骨假体柄选择

刘军, 甄平, 李旭升

(解放军联勤保障部队 940 医院全军骨科中心, 甘肃 兰州 730050)

关键词 关节成形术, 置换, 髋; 髋假体; 股骨髓腔

中图分类号: R687.4; R684.3; R687.3

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.09.001

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Selection of femoral prosthesis stem for hip replacement in patients with femoral massive medullary cavity** LIU Jun, ZHEN Ping, and LI Xu-sheng. Department of Joint Surgery, Institute of Orthopaedics, the 940th Hospital of PLA Joint Logistics Support Force, Lanzhou 730050, Gansu, China

**KEYWORDS** Arthroplasty, replacement, hip; Hip prosthesis; Femur medullary cavity



(甄平教授)

全髋关节置换术(total hip arthroplasty, THA)的目的是缓解疼痛、恢复关节活动度和改善功能,同时恢复并重建髋关节正常的生物力学。手术需要实现以下目标:(1)精确重建股骨近端解剖结构,使得应力分布更加符合生理要求。(2)最大限度地保留髋关节原有的骨与软组织生理结构,术后

关节活动能力更加接近正常功能水平。(3)最大程度保留骨质,以应对日后面临的翻修问题。因此,临床上进行初次全髋关节置换时,获得一个良好稳定的髋关节至关重要。尤其对生物型髋关节置换,要求假体柄与股骨近端髓腔紧密压配以获得即刻初始稳定,在此基础上依靠骨整合长入来实现假体永久稳定性。因此,假体柄几何形状与股骨髓腔形态的精确匹配尤为重要,应针对不同患者的股骨髓腔形态,术前在假体选择上需要进行周密测量并多角度考虑不同个体的髋关节结构与功能,以实现人工关节的初始与长期稳定性。

## 1 股骨近端髓腔形态不同分型释义

正常股骨髓腔解剖形态是从近端向远端逐渐变小呈不规则的类似喇叭状,并在髓腔中上段存在最狭窄处(峡部)。不同人群的股骨近端髓腔形状可存在明显差异<sup>[1-6]</sup>。影响股骨近端髓腔形状的原因包括年龄<sup>[5]</sup>、性别<sup>[7]</sup>、种族<sup>[8]</sup>、生活方式等诸多先天及后天

因素<sup>[9]</sup>,其中随着年龄增长所引发的生理性骨质疏松症可导致股骨皮质骨厚度减少且髓腔峡部内径扩大,股骨近端髓腔形态从年轻时的“椭圆形”变成老年人的“圆形”<sup>[5,10]</sup>。而强直性脊柱炎、类风湿性关节炎等疾病并发的病理性骨质疏松更可导致股骨髓腔形态发生较大改变<sup>[2-3]</sup>,其中以骨皮质变薄、峡部变宽以及髓腔呈直立烟囱状形态最为常见<sup>[4,6]</sup>。

经典的股骨近端髓腔形态描述多采用 Dorr 等<sup>[5]</sup>分型, Noble 等<sup>[6]</sup>对髓腔形态与假体设计与选择的关联性进行了相关研究,通过髓腔开口指数(canal flare index, CFI)将股骨近端髓腔形态分为 3 型:香槟杯型(CFI>4.7)、正常型(CFI=3.0~4.7)和烟囱型(CFI<3),并据此指导临床上股骨假体形状及大小的选择。其中烟囱状股骨髓腔属 Dorr C 型,临床相对较为少见<sup>[5-6,11]</sup>,而更有甚者除髓腔形态呈烟囱状外,股骨全段骨皮质变得异常菲薄,同时髓腔内径变得粗大并伴随髓腔峡部消失。

## 2 股骨 Dorr C 型烟囱状髓腔的假体柄型选择

根据股骨近端参数选择适配的股骨假体已成为髋关节置换的基本要素。由于股骨近端髓腔的形状及大小与人工髋关节假体设计、柄型选择以及术后股骨柄的存活率有密切关系<sup>[1-6]</sup>,故无论骨水泥型还是非骨水泥型股骨假体均需要假体柄部与股骨近端髓腔有良好的形态匹配<sup>[12]</sup>,其中非骨水泥型股骨柄更要求假体柄与股骨近端髓腔的精确匹配以实现柄体在髓腔内的填充、生物压配和锁定效果<sup>[1,3,4,6]</sup>。

粗大的烟囱状髓腔给髋关节置换的股骨假体选择带来极大挑战<sup>[3-4,6,11]</sup>。目前临床上用于初次髋关节置换的假体柄均以正常人的股骨髓腔形态学分布特点来设计,其中大多无法与异常粗大的烟囱状髓腔实现良好的形态匹配<sup>[4,11,13]</sup>。部分老年人尚可采用宽

容性较大骨水泥型假体柄以获得即刻的固定效果<sup>[12]</sup>,但异常粗大的烟囱状髓腔需要大剂量的骨水泥进行充填,这对高龄患者的心肺功能及血液动力学影响较大<sup>[14]</sup>,术中麻醉及血容量准备不充分时极易诱发过度应激反应甚至死亡<sup>[15]</sup>,而对年轻患者选择骨水泥型假体会给以后的关节翻修带来极大困扰<sup>[11,16]</sup>。相关研究结果显示骨水泥假体柄术后 3 年生存率要优于非骨水泥型,然而,在 3 年之后二者的生存曲线趋于融合。

随着材料学、摩擦学及医用制造技术的进步所带来的生物型假体的持续革新,多种生物型假体均尝试在全髋关节置换中应用,诸多学者均对此进行了深入探讨<sup>[1-4]</sup>,甚至在老年人初次关节置换<sup>[2,4,17]</sup>以及复杂翻修病例上均取得了满意的中远期效果<sup>[18]</sup>。与骨水泥型股骨柄假体的固定方式不同,生物型假体的长期稳定依赖于坚强的初始压配固定和良好的假体金属表面骨长入,要求假体与骨面的接触缝隙 $<1\text{ mm}$ <sup>[19]</sup>,因此假体与股骨上段髓腔的匹配性至关重要<sup>[1,3-4,6,19]</sup>。只有股骨柄假体的形状与股骨髓腔的近端或远端达到紧密压配,才能实现柄体的初始稳定并获得接近正常的股骨应力和应变模式。不同形状的股骨髓腔需选择与髓腔形态精确匹配的假体柄型,但人工髋关节股骨柄都是参考正常人的股骨形态参数所设计,忽略年龄及疾病等生理、病理因素所造成股骨髓腔形态改变的影响,尤其对病理状态下极端粗大的烟囱型髓腔,临床上大多数股骨生物柄很难达到个性化的精确匹配<sup>[3-4,11]</sup>。

### 3 粗大髓腔患者置换术前假体评估方法

目前对于术前假体选择评估方面,标准术前 X 线片、CT 及计算机辅助导航技术应用较多,其中 CT 具有普及性广、使用方便、性价比高及测量误差明显小于标准股骨摄片方法等优点<sup>[3]</sup>,因此试验前瞻性利用 CT 精确测量股骨近端及股骨峡部横断面的髓腔内径,通过与股骨假体柄相比较选择假体型号的方法应用越来越多。

此基础上,CT 三维成像技术使术者对股骨近端髓腔形态有了更精确的把握。利用 CT 三维重建股骨近端形态来精确测量股骨颈截面髓腔长径大小和股骨干峡部最小髓腔内径大小,具有克服 X 线片局部组织重叠、肢体旋转以及放大率不一致的不足,同时进一步提高了测量的精度和客观性。

在运用 CT 平扫及三维重建在初次全髋关节置换术中重建髋关节旋转中心及偏心距的测量方面,证实可比较精确对旋转中心、髋臼的外展角及前倾角、股骨头旋转中心、股骨颈前倾角、股骨偏心距、股骨的近端髓腔大小等数据进行分析。在髋关节置换

术中,对复杂患者,例如 Crowe IV 型的髋关节发育不良、晚期类风湿关节炎或者强直性脊柱炎等患者骨盆位置的变化以及髋臼的形态的精确定位,是临床工作者急需重点解决的另一个关键问题。

### 4 粗大髓腔患者行髋关节置换术假体类型

目前用于初次髋关节置换的生物型股骨假体的柄型主要包括锥形柄、解剖形柄及柱形柄<sup>[1,3-4]</sup>。锥形柄是目前临床初次髋关节置换中应用最广泛的生物型假体<sup>[11,13]</sup>,无论二锥度设计还是三锥度设计的锥形柄均可良好适用于 Dorr A 型、B 型髓腔<sup>[20]</sup>以及部分 Dorr C 型烟囱型髓腔<sup>[4,11,13]</sup>。锥形柄主要是通过干骺端的箍应力获得初始固定,同时通过峡部髓腔内壁对假体的力学限制作用以减少假体微动来获得骨组织长入。用于初次置换的锥形生物柄其几何形状均为近端宽大远端细小,与骨皮质菲薄、异常粗大且峡部消失的烟囱型髓腔严重不匹配,甚至最大尺寸的锥形柄也不能满足粗大髓腔的有效充填与三点固定,同时没有峡部对锥形柄的限制作用可使假体柄失去柄体在髓腔内的坐实效果,极易导致假体松动与下沉,故大多数初次置换生物型股骨柄假体置入烟囱状髓腔后其存活率及远期临床效果均不理想<sup>[4]</sup>。临床上解剖形柄适用于有正常股骨前弓的髓腔,而粗大烟囱状髓腔的解剖前弓消失,因此带解剖弧度的解剖柄在术中插入直桶状髓腔时易发生置入困难。与解剖柄相似,远端髓腔固定型的柱形柄在侧位上也设计有前弓弧度并需要远端皮质骨至少 5~7 cm 的压配固定<sup>[18]</sup>,故手术中常见的并发症为股骨穿孔和股骨远端骨折,同时大腿痛的发生率较高<sup>[21]</sup>。

年轻患者 Dorr C 型烟囱型髓腔行髋关节置换时,可选择髋关节表面置换以规避股骨柄与股骨髓腔匹配不良的问题<sup>[22]</sup>,或采用生物型短柄以保留股骨近端局部骨量来应对将来面临的关节翻修<sup>[23-25]</sup>。但类风湿关节炎及强直性脊柱炎等疾病合并严重骨质疏松病理状态下的 Dorr C 型烟囱状髓腔,除股骨全段骨皮质变得较为菲薄外,股骨颈及干骺端髓腔内的骨质与骨量均较差,髋关节表面置换并非良好选择<sup>[26]</sup>。而需要股骨颈或干骺端支撑的干骺端固定型短柄假体能否在病理情况下的 Dorr C 型髓腔中获得牢固的生物固定尚存较大疑虑<sup>[4]</sup>,同时各种类型的短柄假体临床上的随访时间大多不超过 10 年<sup>[27]</sup>。因此,短柄假体在干骺端严重骨质不良时其生物支撑效果和远期关节生存率更有待于进一步观察。

### 5 圆锥柱状生物型翻修柄与极端粗大烟囱状髓腔的适配性

目前临床应用的大多数初次髋关节置换的生物型假体柄其最大型号的柄体远端直径 16~17 mm<sup>[28-29]</sup>,

对股骨峡部直径接近或超过 20 mm 的异常粗大的烟囱状髓腔,无论在柄型与大小尺寸上均不能满足基本的生物充填与压配的需要<sup>[30]</sup>。在目前计算机辅助设计制造(CAD/CAM)的个体化假体尚未在临床上普遍应用的情况下,寻找与粗大的烟囱状髓腔相匹配的假体柄至关重要。临床上髌关节置换术后松动进行翻修手术时,原股骨假体柄取出后大多会遗留较为粗大的股骨髓腔,尤其骨水泥型假体柄及骨水泥袖套取出后,股骨髓腔呈粗大的直桶状髓腔形态且髓腔内壁骨活性不良,采用生物型股骨翻修柄植入可获得有效的髓腔充填效果且大多数均能获得良好生物骨整合与骨长入<sup>[31]</sup>。受此启发,笔者发现目前在临床上应用较为广泛的圆锥柱形 Wagner SL 生物翻修柄无论在假体柄型与髓腔形态匹配,以及大小尺寸上均能良好地满足 Dorr C 型烟囱状粗大髓腔的充填与生物固定要求<sup>[32]</sup>。2° 锥度设计的第 3 代 Wagner SL 生物翻修柄<sup>[33-35]</sup>其圆柱状柄体可充分地充填粗大的烟囱状髓腔并能有效地防止假体柄下沉,8 条侧棱嵴(fluted tapered stem)可以提供良好的旋转稳定性,其假体柄拥有 190~305 mm 的不同柄长及 14~25 mm 的假体远端直径,可最大程度地满足 Dorr C 型异常粗大的烟囱状股骨髓腔的充填固定要求,在股骨近段和远段髓腔内均可获得理想的充填和生物压配<sup>[31-32]</sup>。假体柄整体粗糙金刚砂表面处理可提供广泛的假体-骨接触面以保证良好的骨整合与骨长入,同时柄体和颈部的一体化设计可方便调整股骨头颈的前倾角、假体颈长及偏心距,并有效避免了组配式假体在假体锥度连接处存在产生微动磨损与折断等弊端<sup>[36]</sup>。

Wagner SL 生物翻修柄在极端粗大烟囱状髓腔中植入时需要注意的手术技术要点:(1)术前仔细评估正、侧位 X 线片的股骨髓腔形态并测量髓腔峡部直径,尤其需要注意个别病例在侧位片上髓腔直径小于正位片上呈烟囱型粗大髓腔直径。(2)术前股骨髓腔 CT 扫描可精确测量股骨近端及股骨峡部横断面上髓腔的模径与前后径,测量多平面股骨峡部的髓腔长径及宽径对置换前预测对选择假体的近、远端部件型号有很大的帮助<sup>[37]</sup>,测量误差明显小于标准的股骨 X 线平片。(3)Wagner SL 生物翻修柄术中使用的是锥形髓腔铰刀对股骨近端髓腔进行旋转扩髓,对异常菲薄的股骨骨皮质进行旋转扩髓时谨防股骨骨折。(4)普通生物柄的置入深度是以股骨距截骨平面为参照,而 Wagner SL 生物翻修柄的植入深度是以假体柄上端与大粗隆平齐为参考。

## 6 结论

圆锥形生物翻修柄可良好地匹配异常粗大的

Dorr C 型烟囱状股骨髓腔,假体表面金刚砂粗糙面全涂层处理可保证有效的生物固定长度。但该翻修柄是通过增加假体柄的长度和直径来实现在 Dorr C 型烟囱状髓腔内的充填压配效果,势必增加了假体柄与髓腔的接触面积和界面长度,这对股骨髓腔骨壁骨质干扰较重,故对预期会有关节翻修的相对年轻患者应慎重使用,此类患者建议采用对股骨近端髓腔骨质干扰较少的生物型短柄假体<sup>[4]</sup>,通过储备更多的髓腔骨质应对将来面临的翻修。

## 参考文献

- [1] Nakamura Y, Mitsui H, Kikuchi A, et al. Total hip arthroplasty using a cylindrical cementless stem in patients with a small physique [J]. J Arthroplasty, 2011, 26(1): 77-81.
- [2] Ogino D, Kawaji H, Kontinen L, et al. Total hip replacement in patients eighty years of age and older [J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90(9): 1884-1890.
- [3] Laine HJ, Puolakka TJ, Moilanen T, et al. The effects of cementless femoral stem shape and proximal surface texture on "fit-and-fill" characteristics and on bone remodeling [J]. Int Orthop, 2000, 24(4): 184-190.
- [4] Kim YH, Park JW, Kim JS. Is diaphyseal stem fixation necessary for primary total hip arthroplasty in patients with osteoporotic bone (Class C bone) [J]. J Arthroplasty, 2013, 28(1): 139-146.
- [5] Dorr LD, Faugere MC, Mackel AM, et al. Structural and cellular assessment of bone quality of proximal femur [J]. Bone, 1993, 14(3): 231-242.
- [6] Noble PC, Alexander JW, Lindahl LJ, et al. The anatomic basis of femoral component design [J]. Clin Orthop Relat Res, 1988, (235): 148-165.
- [7] Casper DS, Kim GK, Parvizi J, et al. Morphology of the proximal femur differs widely with age and sex: relevance to design and selection of femoral prostheses [J]. J Orthop Res, 2012, 30(7): 1162-1166.
- [8] Khang G, Choi K, Kim CS, et al. A study of Korean femoral geometry [J]. Clin Orthop Relat Res, 2003, (406): 116-122.
- [9] 李永恩, 赖玉树, 郑诚功. 近端股骨髓腔几何形状的改变对人工髌关节置换术后存活率的影响 [J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2009, 3(4): 420-426.  
LEE YE, LAI YS, ZHENG CG. The effect of the change of proximal canal geometry on the survivorship after hip replacement [J]. Zhonghua Guan Jie Wai Ke Za Zhi (Dian Zi Ban), 2009, 3(4): 420-426. Chinese.
- [10] Takeuchi S, Kageyama I, Awatake T, et al. Enlargement of the femoral marrow cavity with aging [J]. Kaibogaku Zasshi, 1998, 73(3): 259-264.
- [11] Dalury DF, Kelley TC, Adams MJ. Modern proximally tapered uncemented stems can be safely used in Dorr type C femoral bone [J]. J Arthroplasty, 2012, 27(6): 1014-1018.
- [12] Corten K, Bourne RB, Charron KD, et al. What works best, a cemented or cementless primary total hip arthroplasty: minimum 17-year followup of a randomized controlled trial [J]. Clin Orthop Relat Res, 2011, 469(1): 209-217.
- [13] Mulliken BD, Bourne RB, Rorabeck CH, et al. A tapered titanium femoral stem inserted without cement in a total hip arthroplasty. Radiographic evaluation and stability [J]. J Bone Joint Surg Am,

- 1996, 78(8): 1214-1225.
- [14] Christie J, Burnett R, Potts HR, et al. Echocardiography of transarterial embolism during cemented and uncemented hemiarthroplasty of the hip[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1994, 76(3): 409-412.
- [15] 彭伟雄, 梁洁红. 骨水泥型人工股骨头置换术中严重骨水泥反应的临床分析[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2011, 5: 451-455.
- PENG WX, LIANG JH. Clinical analysis on severe cement reaction in cemented femoral head replacement[J]. *Zhonghua Guan Jie Wai Ke Za Zhi(Dian Zi Ban)*, 2011, 5: 451-455. Chinese.
- [16] Goetz DD, Smith EJ, Harris WH. The prevalence of femoral osteolysis associated with components inserted with or without cement in total hip replacements. A retrospective matched-pair series[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1994, 76(8): 1121-1129.
- [17] 甄平, 李旭升, 田琦, 等. 高龄陈旧性股骨颈骨折合并头颈吸收缩短的人工髋关节置换[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2015, 30(2): 113-116.
- ZHEN P, LI XS, TIAN Q, et al. Treatment of old femoral neck fractures with Cementless Hip arthroplasty in the elderly[J]. *Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Zai Zhi*, 2015, 30(2): 113-116. Chinese.
- [18] Ovesen O, Emmeluth C, Hofbauer C, et al. Revision total hip arthroplasty using a modular tapered stem with distal fixation: good short-term results in 125 revisions[J]. *J Arthroplasty*, 2010, 25(3): 348-354.
- [19] Unnanuntana A, Wagner D, Goodman SB. The accuracy of preoperative templating in cementless total hip arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2009, 24(2): 180-186.
- [20] 刘宏伟, 顾卫东, 孙俊英. 应用矩形截面锥形股骨假体行人工全髋关节置换的中期疗效[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2013, 27(5): 594-598.
- LIU HW, GU WD, SUN JY. Medium-term effectiveness of total hip arthroplasty with straight tapered rectangular femoral prosthesis[J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Zai Zhi*, 2013, 27(5): 594-598. Chinese.
- [21] Mertl P, Philippot R, Rosset P, et al. Distal locking stem for revision femoral loosening and peri-prosthetic fractures[J]. *Int Orthop*, 2011, 35(2): 275-282.
- [22] Tan TL, Ebraamzadeh E, Campbell PA, et al. Long-term outcome of a metal-on-polyethylene cementless hip resurfacing[J]. *J Arthroplasty*, 2014, 29(4): 802-807.
- [23] Falez F, Casella F, Panegrossi G, et al. Perspectives on metaphyseal conservative stems[J]. *J Orthop Traumatol*, 2008, 9(1): 49-54.
- [24] Khanuja HS, Banerjee S, Jain D, et al. Short bone-conserving stems in cementless hip arthroplasty[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(20): 1742-1752.
- [25] Kim YH, Kim JS, Park JW, et al. Total hip replacement with a short metaphyseal-fitting anatomical cementless femoral component in patients aged 70 years or older[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2011, 93(5): 587-592.
- [26] Nunley RM, Della Valle CJ, Barrack RL. Is patient selection important for hip resurfacing[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2009, 467(1): 56-65.
- [27] van Oldenrijk J, Molleman J, Klaver M, et al. Revision rate after short-stem total hip arthroplasty: a systematic review of 49 studies[J]. *Acta Orthop*, 2014, 85(3): 250-258.
- [28] 闵令田, 翁文杰. 骨盆旋转对全髋关节置换术中髋臼假体安放角度的影响[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(9): 797-801.
- MIN LT, WENG WJ. Effect of pelvic rotation on the placement angle of acetabular prosthesis in total hip arthroplasty[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32(9): 797-801. Chinese with abstract in English.
- [29] 梅晓亮, 张震祥, 童健, 等. 两种全髋关节置换术治疗成人单侧 Crowe IV 型髋关节发育不良[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(9): 792-797.
- MEI XL, ZHANG ZX, TONG J, et al. Two different kinds of total hip arthroplasty for unilateral Crowe IV developmental dysplasia of the hip in adults[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32(9): 792-797. Chinese with abstract in English.
- [30] 刘军, 屈涛, 李旭升, 等. 骨保留型股骨柄假体在年轻患者 Dorr C 型股骨髓腔中的应用[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(9): 785-791.
- LIU J, QU T, LI XS, et al. Application of bone-retaining femoral stem prosthesis in young patients with Dorr C femoral medullary cavity[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32(9): 785-791. Chinese with abstract in English.
- [31] Chu X, Liu F, Huang J, et al. Good short-term outcome of arthroplasty with Wagner SL implants for unstable intertrochanteric osteoporotic fractures[J]. *J Arthroplasty*, 2014, 29(3): 605-608.
- [32] 甄平, 李旭升, 田琦, 等. 圆锥形生物翻修柄髋关节置换治疗 90 岁以上高龄患者 Dorr C 型股骨髓腔的髋部骨折[J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24(18): 1633-1638.
- ZHEN P, LI XS, TIAN Q, et al. Hip arthroplasty with uncemented Wagner SL revision stem in treatment of hip fractures with stovepipe-shaped femoral canals in elderly patients[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Zai Zhi*, 2016, 24(18): 1633-1638. Chinese.
- [33] Grünig R, Morscher E, Ochsner PE. Three- to 7-year results with the uncemented SL femoral revision prosthesis[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 1997, 116(4): 187-197.
- [34] Regis D, Sandri A, Bonetti I, et al. Femoral revision with the Wagner tapered stem: a ten- to 15-year follow-up study[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2011, 93(10): 1320-1326.
- [35] Böhm P, Bischel O. Femoral revision with the Wagner SL revision stem: evaluation of one hundred and twenty-nine revisions followed for a mean of 4.8 years[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2001, 83(7): 1023-1031.
- [36] Krych AJ, Howard JL, Trousdale RT, et al. Total hip arthroplasty with shortening subtrochanteric osteotomy in Crowe type-IV developmental dysplasia: surgical technique[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2010, 92(Suppl 1 Pt 2): 176-187.
- [37] 李毅中, 李建龙, 林金矿, 等. 股骨近段 CT 扫描与全髋关节置换的术前计划[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2011, 15(9): 1536-1540.
- LI YZ, LI JL, LIN JK, et al. CT scan of proximal femur in preoperative plan of total hip arthroplasty[J]. *Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu Yu Lin Chuang Kang Fu*, 2011, 15(9): 1536-1540. Chinese.

(收稿日期: 2019-07-23 本文编辑: 王玉蔓)