

· 综述 ·

塌陷前期股骨头坏死的保头手术治疗的进展

叶奕亨, 陈凯, 金可可, 张一帆, 陈雷

(温州医科大学附属第一医院新院区, 浙江 温州 325000)

【摘要】 股骨头坏死是一种由多种原因引起股骨头血运障碍而导致骨细胞及骨髓成分的死亡, 最终导致股骨头塌陷, 进而影响髋关节功能的难治性疾病。其治疗关键在于早期诊断并治疗, 防止骨塌陷, 延迟或避免髋关节置换手术。该病早期有很多外科手术治疗方法, 至今仍无公认的确切有效的治疗方案。现主流以髓芯减压术为基础, 联合骨移植术、钽棒植入术、骨髓间充质干细胞等方案治疗股骨头坏死。另外也有数种截骨术通过改变负重部位以减轻压力, 延缓股骨头坏死。其中钽棒由于优缺点众多, 其对股骨头坏死的治疗作用仍有争议, 而骨髓间充质干细胞移植法治疗早期股骨头坏死展现出了巨大潜力。

【关键词】 股骨头坏死; 保头手术治疗; 骨髓; 间质干细胞移植; 综述

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2017.03.021

Progress on surgical treatment for femoral head-preserving in the precollapse stage of femoral head necrosis YE Yi-heng, CHEN Kai, JIN Ke-ke, ZHANG Yi-fan, and Chen Lei. The First Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325000, Zhejiang, China

ABSTRACT Osteonecrosis of the femoral head (ONFH), a refractory disease characterized by death of the osteocytes and the bone marrow due to inadequate blood supply caused by various mechanisms, usually leads to the collapse of the femoral head and malfunction of the hip joint. The crux is to diagnose ONFH early in the precollapse stage and prevent subsequent progression of collapsing through early interventions, thus delaying or avoiding the replacement of the hip joint. A number of joint salvaging operation treatments for early stage ONFH are available. However, there has been no consensus with regard to the ideal treatment. The main trend now is to unite core decompression with bone-grafting, tantalum rod, bone marrow mesenchymal stem cell (BMSC) and other treatments. Also there are ways of osteotomy altering the angle of the femoral neck to relocate necrotic tissue from the weight-bearing segment. The implanting of tantalum rod remains controversial and the advent of bone marrow mesenchymal stem cell (BMSC) holds huge potential.

KEYWORDS Femur head necrosis; Femoral head-preserving; Bone marrow; Mesenchymal stem cell transplantation; Review

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2017, 30(3):287-292 www.zggszz.com

股骨头坏死 (osteonecrosis of femoral head, ONFH), 也称股骨头缺血性坏死 (avascular necrosis of the femoral head, AVNFH), 是由于各种不同的原因破坏股骨头的血液循环, 引起骨细胞及骨髓成分的死亡, 最终导致股骨头软骨坏死、股骨头塌陷、髋关节功能障碍的慢性、高致残性疾病。据报道, 美国每年有 1~2 万的新发病例, 其中 5%~12% 需要通过全髋关节置换术治疗; 而国内报道每年有 15~20 万例新发病例, 累计需要治疗者约 750 万, 可见股骨头坏死给国内外均造成了巨大负担。股骨头坏死部分是由于直接原因 (如股骨颈骨折、髋关节脱位、大面积烧伤和血管损伤、堵塞等) 破坏血供引起的, 而绝大多数病例致病机制未明, 目前认为其发生和激素

的应用、酗酒、吸烟、创伤、遗传性疾病 (血红蛋白病、葡糖脑苷脂病) 和各种慢性疾病 (肾脏疾病、痛风、炎症性肠病、高血压、凝血功能障碍和系统性红斑狼疮) 等因素密切相关, 其中激素和酗酒被认为是导致股骨头坏死的高危因素^[1]。股骨头坏死多见于 20~40 岁的中青年患者, 如不及时采取任何措施, 80% 的患者 4 年内将会发生股骨头塌陷。股骨头塌陷则意味着髋关节功能发生了不可逆性的毁损, 人工髋关节置换是其最终的治疗办法^[2]。由于患者大多较年轻, 而人工关节的寿命一般仅为 15~20 年, 过早行关节置换会大大增加髋关节翻修率, 患者将承受着巨大的经济压力和心理负担。因此, 早期诊断出处于塌陷前期的股骨头坏死并及时通过各种治疗手段保留自身股骨头, 从而延缓或避免人工关节置换术是治疗股骨头坏死的绝对目标。尽管现阶段国内外针对早期股骨头坏死的保髋手术方法有很多, 如髓芯减

通讯作者: 陈雷 E-mail: chenlei689595@gmail.com

Corresponding author: CHEN Lei E-mail: chenlei689595@gmail.com

压术、带或不带血管的骨移植、截骨术、钽棒植入和干细胞治疗等均取得一定疗效,然而目前还没有一种具确切疗效的方法获得骨科专家一致认可。本文主要就股骨头坏死早期的保髓手术方法作一综述。

1 髓芯减压术

髓芯减压(core decompression, CD)是最早是由 Ficat 和 Arlet 采用该方法获取坏死骨组织进行组织学检查时发现并提出的,也是目前最常用的治疗早期股骨头坏死的方法。多项研究认为骨内压的升高导致骨组织的低灌注而引起骨坏死。另外,当骨坏死出现时成骨细胞会在坏死骨的基底部形成一层纤维骨痂,将其与活组织隔开,同时也阻止了新生血管爬入坏死组织的可能性。髓芯减压术治疗则可以减轻病变股骨头内的高压,促进坏死区血液再灌注,利于病变部位的成骨成血管活动^[3];髓芯减压过程中的钻孔可以打通正常骨与坏死骨之间的反应性硬化带,为新生血管长入提供可能^[4];另外通过减压孔道彻底刮除坏死组织有利于创造成骨活动所需的微环境而且能有效减轻患者的疼痛感^[5]。髓芯减压较适用于早期未塌陷期股骨头坏死(即 Ficat I 期、II 期),尤其是坏死面积小于 30% 的患者。Mont 等^[6](42 篇文章,1 206 例髓)也发现髓芯减压术对股骨头坏死塌陷前期的治疗满意率高达 71%,而非手术组满意率仅为 34.5%。减压成功率不仅受之前提到的坏死因素影响,同时也与坏死斑的大小与部位有关^[7]。

传统的髓芯减压术是采用直径为 8~10 mm 的空心钻在 X 线透视下自大转子下进入股骨头坏死区钻孔减压,之后进行带或不带血管蒂的骨移植。然而较大直径的钻头在操作时易穿透关节面软骨进入关节间隙,同时会降低股骨颈的生物力学强度,易发生股骨颈骨折。

最近多项报道应用小孔径(3 mm)多通道髓芯减压术治疗股骨头坏死时疗效显著且并发症少^[8-10]。Mont 等^[9]应用 3 mm 斯氏细针对 45 例早期股骨头坏死患者行髓芯减压术,在平均 2 年的随访时间里,总体临床成功率达到了 70%(其中 I 期成功率为 80%,II 期成功率为 57%),而且没有并发症发生。另一项报道中,Song 等^[8]回顾性分析了采用该术式的 163 例早期股骨头坏死,通过至少为期 5 年的随访发现 I、II 期成功率分别为 79% 和 77%。小直径多通道髓芯减压术和传统方法相比可以到达更多的坏死区域,减压更彻底,而且手术创伤更小,由于对股骨头、股骨颈结构影响小因此股骨颈骨折等并发症发生率也更低^[10]。

髓芯减压术的成功有 3 个核心要点:(1)早期诊

断并治疗;(2)股骨头内适宜的减压以改善血运;(3)彻底清除股骨头内坏死组织^[10-11]。单纯的髓芯减压术虽然可以有效延缓股骨头坏死的进程,但并没有解决股骨头坏死区域的修复和关节面力学支撑问题^[3]。因此,近年来很多国内外的学者均是将髓芯减压术做为早期股骨头坏死的基础治疗,而在此基础上再联合具支撑作用的钽棒植入;带或不带血管的骨移植;生长因子如骨形态发生蛋白(bone morphogenetic protein, BMP)^[12-13]、成纤维生长因子(fibroblast growth factor, FGF)^[14]以及骨髓间充质干细胞的应用^[15-16]等。

2 骨移植

2.1 不带血管的骨移植

不带血管的骨移植包括坏死区域坏死骨组织彻底刮除、减压,并以具骨诱导作用和骨传导作用的骨移植(自体骨、同种异体骨或组织工程骨)填充,起机械支撑作用并促进坏死区的修复。通常认为该法通常适用于股骨头坏死 I、II 期或塌陷程度 < 2 mm 和单纯髓芯减压术失败的患者,而当患者塌陷程度较大或者出现关节炎时则预后较差^[17]。尧浩等^[18]通过股骨头钻孔减压联合同种异体腓骨植入股骨头坏死(Steinberg I-III b 期均有)患者病变区域,植入前后采用 Harris 评分评估髋关节功能,并密切观察术后患者股骨头修复及进展情况,通过平均为期 2.3 年的随访发现该治疗办法的总有效率高达 85.6%,其中恶化及失败病例均为 III b 期。牛存良等^[19]则通过自体松质骨带髓植骨治疗 Ficat I、II 期的 15 例股骨头坏死,术后患者疼痛、髋关节活动显著改善, MRI 也未发现一例发生股骨头表面塌陷。也有国内外研究者通过不带血管的骨移植材料合并 BMP 填充髓芯减压后的缺损区,短期随访也获得了满意的临床效果^[20]。尽管上述各种报道在短期随访里均可见无血管骨移植对早期股骨头坏死有效,然而各种骨移植材料生物力学强度不够且有出现吸收现象,促血管化效果不显著,因此尚需更大样本量及更长随访时间的研究来确定其远期疗效。不带血管的骨移植包括转子间、股骨颈减压通道所取的松质骨原位回植^[11],自体髂骨回植^[10],自体腓骨回植^[21]以及同种异体骨移植^[22]和组织工程骨移植等^[23]。

2.2 带血管的骨移植

带血管的骨移植报道最多的是吻合血管的游离腓骨移植,适用于 Ficat II、III 期,是目前疗效相对较确切的手术方法。对股骨头塌陷患者是否适用目前仍有争议,有研究者认为对股骨头存在 2~3 mm 塌陷且尚未累及髋臼者,带血管的骨移植也是一个治疗选择^[21]。该方法的基本原理是在刮除坏死灶后将

腓骨通过骨隧道植入并将附带的血管与周围的旋髂血管通过显微外科技术吻合。这一手术方式不仅可以为坏死区减压、提供血运,同时移植的腓骨也成为了新骨形成的支架并为股骨头软骨表面提供结构性支撑。国内外的多项报道也证实了该治疗方法的有效性。Yoo 等^[24]采用带血管的腓骨移植治疗股骨头坏死患者,通过至少 10 年(10~23.7 年)的随访发现保头率高达 89.5%。Urbaniak 等^[25]通过 5 年随访发现该方法对 II、III 期的保头率分别是 91% 和 77%。田雷等^[21]通过吻合血管游离腓骨移植治疗 Ficat II、III 期股骨头坏死共 361 例(实际随访到 257 例),平均随访时间 11 年,发现术后各期患者术后末次随访和术前相比髋关节临床功能均显著提高,指出采用吻合血管的腓骨移植术是治疗 Ficat II、III 期缺血性股骨头坏死的一种有效办法,能够阻止或延缓病情的发展。吻合血管的游离腓骨移植报道是成功的,且远期疗效也较为肯定,但是该术式也存在不少缺点。首先是该手术技巧要求较高,需要一定的显微外科技术才能得以开展并推广;其次,手术创伤较大、耗时较长、出血较多,与取腓骨相关的并发症也时常发生,如运动无力、下肢疼痛不适感及感觉障碍也时常有报道;最后,所植入的腓骨包含骨膜和软组织,能否最终与骨隧道相融合也存在疑问^[18],另外植入的血管受到骨隧道的挤压、扭曲也将影响着最后的治疗效果。

3 钽棒植入

钽棒具有高度的生物相容性和孔隙率^[26],与骨组织在结构和力学特性上接近,弹性模量介于皮质骨和松质骨之间,植入髓芯减压后的骨隧道内早期可以为股骨头及软骨下骨板提供较强的机械支撑,且其多孔特性有利于血管和新骨的长入,进而达到治疗目的,因此在股骨头坏死的治疗中颇具潜力^[27]。钽棒的使用最早于 1997 年由 Pedersen 提出,于 2005 年开始在临床上流行。Tsao 等^[28]报道了运用钽棒植入技术治疗股骨头坏死 98 例(113 髋),其中 Steinberg II 期患者股骨头 4 年生存率(以髋关节置换为终点)为 70%,随后 2008 年开始进入我国市场并投入临床使用。钽棒植入尤其适用于股骨头坏死中坏死范围较小的 ARCO 分期 I、II 期患者,而对于多灶性的和坏死面积较大的病例,考虑到钽棒只能起到点状支撑作用(直径 10 mm),因此不太适用^[29-30]。国内外钽棒植入治疗早期股骨头坏死的短期疗效满意。Varitimidis 等^[29]应用钽棒治疗早期股骨头坏死,短期随访临床结果显示患者 Harris 评分显著提高,有效延缓或避免了股骨头坏死的进展。Shuler 等^[31]则通过比较钽棒植入术和带血管的腓骨移植术治疗早期股

骨头坏死(Steingberg I 期或 II 期)并随访 2 年,发现治疗效果基本相似,而钽棒植入术组的患者手术时间较短、术中失血较少、住院时间也较短,另外也不存在取腓骨相关的并发症。国内近期也有报道钽棒植入治疗早期股骨头坏死短期疗效满意^[26],也存在部分临床研究显示钽棒植入效果不理想。Floerkemeier 等^[32]通过钽棒植入治疗 19 例股骨头坏死患者(23 髋),平均 1.45 年后,有 13 例需要行髋关节置换术,保头率仅 44%,其效果甚至差于单纯髓芯减压术治疗,因此不建议使用钽棒植入治疗股骨头坏死。另外他们进一步研究发现髓芯减压联合钽棒植入时应力显著升高且 MRI 可见钽棒周围有液体信号,提示钽棒缺乏骨长入^[33]。Tazer 等^[34]对 17 例钽棒植入治疗 Steinberg II 期股骨头坏死失败而行髋关节置换术患者进行回顾性分析,组织病理学检查的 15 例中有 14 例残存骨坏死,并且均发生软骨下骨折;电镜检查则显示其中 13 例存在骨长入,然而骨长入范围平均仅 1.9%。因此失败的病例中大多都存在骨长入不足的问题。另外,钽棒植入的并发症主要是由于在股骨大转子下钻孔会减弱该区域的强度,且螺纹尾部直径达到 15 mm 易引发骨折,这可能与钽棒植入位置及过早负重有关。钽棒的另一个缺点就是它价格昂贵,而且作为一个异物植入,当发生深部组织感染时可能需要二次手术移除,这会大大提高骨折的概率^[3]。因此对于钽棒在股骨头坏死的治疗中的作用仍有争议。

4 截骨术

截骨术治疗早期股骨头坏死的原理是改变负重部位,将坏死部位从负重区移出,而将由健康骨支撑的关节面转移至负重区。该方法通常适用于没有激素使用史的、年龄<45 岁、髋关节屈曲>90°、股骨头坏死面积<30%的患者。常用的截骨术包括经股骨粗隆内翻或外翻截骨和经股骨粗隆旋转截骨。Ito 等^[35]采用了经股骨粗隆内翻截骨术治疗股骨头坏死患者 28 例(34 髋),通过长期随访(平均 18.1 年)有 74% 的患者获得了满意的髋关节功能(Harris 评分 \geq 80),只有 6 例髋需行关节置换术,总体临床效果满意。Gallinaro 等^[36]则进行了 24 例经股骨粗隆旋转截骨术,术后 10 年的成功率也高达 62.5%。Schneider 等^[37]比较了各种不同截骨术发现旋转截骨术具有较高的并发症发生率(55.2%)且其失败率较高,14 年的随访期间,29 例中有 27 例后来行了髋关节置换,他还指出不管哪一种截骨术其成功率均与坏死区域面积相关。目前截骨术并没有成为常规术式,因其手术创伤大、难度大,且其预后具有不确定性,倘若失败也会由于截骨后股骨近端扭曲而增加 II 期髋关节

置换术的手术难度,因此,选择截骨术治疗股骨头坏死时需慎重考虑。

5 干细胞治疗

近年来,应用骨髓间充质干细胞(bone marrow mesenchymal stem cell, BMSC)治疗早期股骨头坏死已逐渐成为研究中的热点^[17]。随着对股骨头坏死发病机制研究的深入,研究者们发现股骨头坏死的发生可能和股骨头内 BMSC 的数量不足、功能不全密切相关^[16]。任何影响到 BMSC 增殖和复制的因素都有可能影响导致骨细胞形成和凋亡之间的失衡,进而导致股骨头坏死的发生,这也为应用 BMSC 治疗股骨头坏死提供了可靠的理论依据。

BMSC 属于成体干细胞,具有多向分化潜能,可以分化为成骨细胞、软骨细胞、血管内皮细胞、成纤维细胞等^[38]。因此,既可以为骨修复提供成骨细胞,也能为促血管化进而改善坏死区的血供提供内皮细胞及血管生成所需的生长因子,是治疗股骨头坏死良好的种子细胞^[39]。学者们在运用 BMSCs 治疗股骨头坏死短期随访效果满意。Hernigou 等^[40]用自体骨髓离心后所得到的单核细胞治疗髓芯减压后的 116 例(189 髌)股骨头坏死患者,通过 5~10 年的随访发现其中 Steinberg I、II 期(共 145 髌)仅 9 髌需再次行髌关节置换术(失败率 6.2%),而塌陷后期(III、IV 期)接受治疗的 44 髌中有 25 髌需再次行髌关节置换术(失败率 56.8%)总体效果满意,因此他指出疗效和分期密切相关,越早期接受治疗效果将越显著。Gangji 等^[41]对 I、II 期 13 例(18 髌)股骨头坏死随机进行单纯髓芯减压(8 髌)和髓芯减压加 BMSCs 移植(10 髌),经过 24 个月的随访,分析比较发现对照组 8 髌中有 5 髌进展到 III 期,而 BMSC 移植组中 10 髌仅有 1 髌进展到 III 期并且疼痛明显改善。Tabatabaee 等^[42]也将 BMSCs 浓缩注射至减压通道内并从 VAS 评分、WOMAC 评分和 MRI 指数上比较,发现随访 2 年共 28 例患者中接受髓芯减压合并 BMSCs 移植的患者与单纯接受髓芯减压的患者相比,从主观和客观角度症状都有明显改善

也有学者采用自体 BMSCs 移植联用其他治疗方法共同治疗股骨头坏死,取长补短,从而提高了治疗效果。刘耀升等^[43]采用髓芯减压结合自体 BMSC 移植羟基磷灰石复合人工骨植入与单纯髓芯减压人工骨植入两种方法治疗 ARCO 分期 I—III A 期的股骨头坏死,术后随访发现 BMSCs 移植组临床成功率(75.4%)显著高于对照组(37.0%)。王金星等^[15]则通过 BMSC 移植联合和不联合钽棒治疗股骨头坏死,经过 2 年的随访比较发现联用钽棒可以明显降低股骨头的塌陷率。除此之外,也有学者通过介入治疗将

BMSC 联合溶栓剂、扩血管药物及骨生长药物和因子直接作用于供应股骨头血运的主要血管(旋股内外侧动脉)发挥成骨和成血管作用,促进股骨头坏死区的骨修复^[44]。

BMSCs 治疗早期股骨头坏死短期随访显示了良好的效果,然而多数研究样本量小、随访时间短、缺乏与其他治疗方法的横向比较,因此其治疗结果有待统计资料进一步完善。坏死区内植入 BMSCs 的最小需求量也仍是未知;另外 BMSCs 分离培养技术要求高,患者手术费用高及潜在 II 期髌关节置换风险也是该治疗办法的缺点。

6 展望

总之,近年来国内外学者对股骨头坏死发病机制的认识逐渐深入,各种外科治疗手段也已初见成效,然而尚需进一步的大型随机对照研究判断其确切疗效。股骨头坏死的治疗效果还依赖于早期诊断,各种方法对塌陷前期的治疗效果均优于后期。另外,具成血管和成骨双重作用的 BMSC 移植从促进骨修复角度治疗早期股骨头坏死,有着巨大潜力。

参考文献

- [1] Seamon J, Keller T, Saleh J, et al. The pathogenesis of nontraumatic osteonecrosis[J]. Arthritis, 2012, 2012; 601763.
- [2] Issa K, Pivec R, Kapadia BH, et al. Osteonecrosis of the femoral head; the total hip replacement solution[J]. Bone Joint J, 2013, 95B (11 Suppl A): 46-50.
- [3] Miao H, Ye D, Liang W, et al. Effect of osteonecrosis intervention rod versus core decompression using multiple small drill holes on early stages of necrosis of the femoral head; a prospective study on a series of 60 patients with a minimum 1-year-follow-up[J]. Open Orthop J, 2015, 9: 179-184.
- [4] 季卫锋, 丁伟航, 马镇川, 等. 三通髓芯钻孔减压加 DBM、自体骨髓干细胞治疗早期股骨头坏死[J]. 中国骨伤, 2008, 21(10): 776-778.
- [5] JI WF, DING WH, MA ZC, et al. Three-tunnels core decompression with implantation of bone marrow stromal cells(bMSCs) and decalcified bone matrix(DBM) for the treatment of early femoral head necrosis[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2008, 21(10): 776-778. Chinese with abstract in English.
- [5] Schaffer JC, Adib F, Cui Q. Intraoperative fat embolism during core decompression and bone grafting for osteonecrosis of the hip; report of 3 cases and literature review[J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2014, 43(6): 275-279.
- [6] Mont MA, Carbone JJ, Fairbank AC. Core decompression versus non-operative management for osteonecrosis of the hip[J]. Clin Orthop Relat Res, 1996, (324): 169-178.
- [7] Zhao DW, Yu XB. Core decompression treatment of early-stage osteonecrosis of femoral head resulted from venous stasis or artery blood supply insufficiency[J]. J Surg Res, 2015, 194(2): 614-621.
- [8] Song WS, Yoo JJ, Kim YM, et al. Results of multiple drilling compared with those of conventional methods of core decompression[J]. Clin Orthop Relat Res, 2007, 454: 139-146.
- [9] Mont MA, Ragland PS, Etienne G. Core decompression of the femoral

- head for osteonecrosis using percutaneous multiple small-diameter drilling[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2004, (429): 131-138.
- [10] 孙景东, 卢云, 陈文, 等. 微创开窗打压植骨联合细针钻孔减压治疗塌陷前期股骨头坏死[J]. *骨科*, 2014, 5(4): 206-209.
SUN JD, LU Y, CHEN W, et al. Treatment of pre-collapse stage femoral head necrosis by minimally invasive fenestration and impacted bone graft and drilling decompression with fine needle[J]. *Gu Ke*, 2014, 5(4): 206-209. Chinese.
- [11] 孙仕华, 席永斌, 王经韬, 等. 髓芯股骨头扩大减压植骨治疗早期股骨头坏死临床研究[J]. *医学信息*, 2015, (3): 37-38.
SUN SH, XI YB, WANG JT, et al. Clinical research of expanded core decompression with bone graft treating osteonecrosis of the femoral head at early stage[J]. *Yi Xue Xin Xi*, 2015, (3): 37-38. Chinese.
- [12] Papanagiotou M, Malizos KN, Vlychou M, et al. Autologous (non-vascularised) fibular grafting with recombinant bone morphogenetic protein-7 for the treatment of femoral head osteonecrosis: preliminary report[J]. *Bone Joint J*, 2014, 96B(1): 31-35.
- [13] 赵建彬, 张洪磊, 魏鑫. 中心减压自体骨与 BMP 植入治疗缺血性股骨头坏死[J]. *中国骨伤*, 2006, 19(2): 83-84.
ZHAO JB, ZHANG HL, WEI X. Analysis of center decompression and autogenous bone and BMP implantation for treating ischemic necrosis of femoral head[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2006, 19(2): 83-84. Chinese with abstract in English.
- [14] 周强, 石国华, 杨柳, 等. BMP 及 TGF- β 复合生物材料治疗股骨头坏死的组织学观察[J]. *第三军医大学学报*, 2002, 24(5): 567-570.
ZHOU Q, SHI GH, YANG L, et al. Histological observation on effects of degradable porous polymer with osteo-inducing factors in healing of femur head necrosis[J]. *Di San Jun Yi Da Xue Xue Bao*, 2002, 24(5): 567-570. Chinese.
- [15] 王金星, 陈勇忠, 卫秀洋. 髓芯减压植骨、钽棒植入联合 BMSCs 治疗早期股骨头坏死疗效观察[J]. *中国医药科学*, 2013, 3(8): 17-19.
WANG JX, CHEN YZ, WEI XY. Early clinical observation of core decompression combined with tantalum rod and implantation of BMSCs for treatment of advanced ONFH[J]. *Zhongguo Yi Yao Ke Xue*, 2013, 3(8): 17-19. Chinese.
- [16] Hernigou P, Trousselier M, Roubigneau F, et al. Stem cell therapy for the treatment of hip osteonecrosis: a 30-year review of progress[J]. *Clin Orthop Surg*, 2016, 8(1): 1-8.
- [17] Banerjee S, Issa K, Pivec R, et al. Osteonecrosis of the hip: treatment options and outcomes[J]. *Orthop Clin North Am*, 2013, 44(4): 463-476.
- [18] 尧浩, 扈文海, 李会杰, 等. 同种异体腓骨植入治疗股骨头坏死 132 髋 2.5 年随访[J]. *中国组织工程研究*, 2013, (18): 86-92.
YAO H, HU WH, LI HJ, et al. Allogeneic fibular implantation for the treatment of femoral head necrosis: Clinical observation of 132 hips during 2.5 years follow-up[J]. *Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu*, 2013, (18): 86-92. Chinese.
- [19] 牛存良, 汪庚申, 刘海军, 等. 髓芯减压并两种不同材料植入治疗早期股骨头坏死的近期疗效观察[J]. *中国医师进修杂志*, 2013, 36(12): 65-66.
NIU CL, WANG GS, LIU HJ, et al. Recent effect observation of core decompression combined with two different implant materias treating osteonecrosis of the femoral head at early stage[J]. *Zhongguo Yi Shi Jin Xue Za Zhi*, 2013, 36(12): 65-66. Chinese.
- [20] Lieberman JR, Conduah A, Urist MR. Treatment of osteonecrosis of the femoral head with core decompression and human bone morphogenetic protein[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2004, (429): 139-145.
- [21] 田雷, 王坤正, 党晓谦, 等. 吻合血管游离腓骨移植治疗股骨头坏死的中期及远期疗效评估[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2012, 6(6): 879-887.
TIAN L, WANG KZ, DANG XQ, et al. Long-term effects of vascularized fibular graft transplantation for avascular necrosis of femoral head[J]. *Zhonghua Guan Jie Wai Ke Za Zhi (Dian Zi Ban)*, 2012, 6(6): 879-887. Chinese.
- [22] 冯宾, 钱文伟, 翁习生, 等. 髓芯减压+同种异体骨打压植骨治疗早期股骨头坏死的疗效观察[J]. *中国医学科学院学报*, 2015, 37(2): 133-139.
FENG B, QIAN WW, WENG XS, et al. Outcome of the Treatment of osteonecrosis of femoral head using the core decompression with bone impaction grafting[J]. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao*, 2015, 37(2): 133-139. Chinese.
- [23] 林志炯, 苏培基, 伍庆, 等. 股骨头髓心减压加异体腓骨移植术治疗股骨头缺血性坏死[J]. *中国骨伤*, 2009, 22(8): 628-630.
LIN ZJ, SU PJ, WU Q, et al. Pith decompression of the femoral head and allograft fibula grafting for treatment of avascular necrosis of femoral head[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2009, 22(8): 628-630. Chinese with abstract in English.
- [24] Yoo MC, Kim KI, Hahn CS, et al. Long-term followup of vascularized fibular grafting for femoral head necrosis[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2008, 466(5): 1133-1140.
- [25] Urbaniak JR, Coogan PG, Gunneson EB, et al. Treatment of osteonecrosis of the femoral head with free vascularized fibular grafting. A long-term follow-up study of one hundred and three hips[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1995, 77(5): 681-694.
- [26] 叶福生, 倪哲吉, 储小兵, 等. 钽棒置入治疗早期股骨头坏死近期疗效分析[J]. *中国骨伤*, 2013, 26(8): 646-650.
YE FS, NI ZJ, CHU XB, et al. Short term curative effects of Tantalum rod treatment in early avascular necrosis[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2013, 26(8): 646-650. Chinese with abstract in English.
- [27] 汤小康, 叶福生, 童培建, 等. 运用钽棒植入术治疗股骨头坏死的研究进展[J]. *中国骨伤*, 2013, 26(7): 617-620.
TANG XK, YE FS, TONG PJ, et al. Progress on tantalum rod implanting for the treatment of femur head necrosis[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2013, 26(7): 617-620. Chinese with abstract in English.
- [28] Tsao AK, Roberson JR, Christie MJ, et al. Biomechanical and clinical evaluations of a porous tantalum implant for the treatment of early-stage osteonecrosis[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87(Suppl 2): 22-27.
- [29] Varitimidis SE, Dimitroulias AP, Karachalios TS, et al. Outcome after tantalum rod implantation for treatment of femoral head osteonecrosis: 26 hips followed for an average of 3 years[J]. *Acta Orthop*, 2009, 80(1): 20-25.
- [30] 罗华云, 陈崇伟. 钽棒植入治疗成人早期股骨头坏死[J]. *中国骨伤*, 2011, 24(6): 482-485.
LUO HY, CHEN CW. Treatment of adult early femur head necrosis with the tantalum screw[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop*

Trauma, 2011, 24(6):482-485. Chinese with abstract in English.

[31] Shuler MS, Rooks MD, Roberson JR. Porous tantalum implant in early osteonecrosis of the hip: preliminary report on operative, survival, and outcomes results [J]. J Arthroplasty, 2007, 22(1):26-31.

[32] Floerkemeier T, Thorey F, Daentzer D, et al. Clinical and radiological outcome of the treatment of osteonecrosis of the femoral head using the osteonecrosis intervention implant [J]. Int Orthop, 2011, 35(4):489-495.

[33] Floerkemeier T, Lutz A, Nackenhorst U, et al. Core decompression and osteonecrosis intervention rod in osteonecrosis of the femoral head: clinical outcome and finite element analysis [J]. Int Orthop, 2011, 35(10):1461-1466.

[34] Tanzer M, Bobynd JD, Krygier JJ, et al. Histopathologic retrieval analysis of clinically failed porous tantalum osteonecrosis implants [J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90(6):1282-1289.

[35] Ito H, Tanino H, Yamanaka Y, et al. Long-term results of conventional varus half-wedge proximal femoral osteotomy for the treatment of osteonecrosis of the femoral head [J]. J Bone Joint Surg Br, 2012, 94(3):308-314.

[36] Gallinaro P, Masse A. Flexion osteotomy in the treatment of avascular necrosis of the hip [J]. Clin Orthop Relat Res, 2001, (386):79-84.

[37] Schneider W, Aigner N, Pinggera O, et al. Intertrochanteric osteotomy for avascular necrosis of the head of the femur. Survival probability of two different methods [J]. J Bone Joint Surg Br, 2002, 84(6):817-824.

[38] Papakostidis C, Tosounidis TH, Jones E, et al. The role of "cell therapy" in osteonecrosis of the femoral head. A systematic review of the literature and meta-analysis of 7 studies [J]. Acta Orthop, 2016, 87(1):72-78.

[39] 李瑞琦, 张国平, 任立中, 等. 骨髓间充质干细胞治疗股骨头坏死的评价 [J]. 中国组织工程研究, 2013, (35):6327-6332.

LI RQ, ZHANG GP, REN LZ, et al. Evaluation of bone marrow mesenchymal stem cells for the treatment of osteonecrosis of femoral head [J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2013, (35):6327-6332. Chinese.

[40] Hernigou P, Beaujean F. Treatment of osteonecrosis with autologous bone marrow grafting [J]. Clin Orthop Relat Res, 2002, (405):14-23.

[41] Gangji V, Hauzeur JP, Matos C, et al. Treatment of osteonecrosis of the femoral head with implantation of autologous bone-marrow cells. A pilot study [J]. J Bone Joint Surg Am, 2004, 86(6):1153-1160.

[42] Tabatabaee RM, Saberi S, Parvizi J, et al. Combining concentrated autologous bone marrow stem cells injection with core decompression improves outcome for patients with early-stage osteonecrosis of the femoral head: a comparative study [J]. J Arthroplasty, 2015, 30(9 Suppl):11-15.

[43] 刘耀升, 刘蜀彬, 周诗国, 等. 髓芯减压 BMMCs 移植羟基磷灰石复合人工骨植入治疗股骨头坏死 [J]. 中华医学杂志, 2013, 93(27):2126-2130.

LIU YS, LIU SB, ZHOU SG, et al. Efficacies of bone-marrow-derived mononuclear cells with a hydroxylapatite composite in the treatment of osteonecrosis of the femoral head [J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2013, 93(27):2126-2130. Chinese.

[44] 杨晓凤, 王红梅, 许忆峰, 等. 经动脉骨髓干细胞移植治疗股骨头坏死 63 例 [J]. 中国临床康复, 2006, 10(13):3-5.

YANG XF, WANG HM, XU YF, et al. Effect of bone marrow stem cell transplantation via artery on femoral head necrosis in 63 cases [J]. Zhongguo Lin Chuang Kang Fu, 2006, 10(13):3-5. Chinese.

(收稿日期:2016-09-20 本文编辑:王玉蔓)

广告目次

1. 曲安奈德注射液(昆明积大制药股份有限公司) (封 2)
2. 腰痛宁胶囊(颈复康药业) (对封 2)
3. 金乌骨通胶囊(贵州盛世龙方制药股份有限公司) (对中文目次 1)