

· 指南与规范 ·

股骨头坏死保髋治疗指南（2016 版）

中华老年骨科与康复电子杂志编辑委员会

股骨头坏死（osteonecrosis of the femoral head, ONFH）又称缺血性坏死（avascular necrosis, AVN）或无菌性坏死（aseptic necrosis, ASN），是造成青壮年髋关节残疾的最常见原因之一^[1]。根据其诱发因素，可分为创伤性 ONFH 和非创伤性 ONFH，糖皮质激素的使用和饮酒是非创伤性 ONFH 的最常见诱因^[1-3]。ONFH 的根本病理机制目前尚未完全阐明，近年研究发现，ONFH 具有一定的遗传易感性；其最终通路是股骨头的缺血及骨形成相关细胞损害，进而造成骨形成动态平衡体系破坏。病理上，病变股骨头软骨下骨中有功能的微血管密度下降、血管通透性异常、血管新生能力变差；骨形成相关细胞凋亡增加，前体细胞增殖和成骨分化能力减弱；脂肪细胞肥大、炎症细胞浸润等改变。骨形成体系失衡会进一步表现为骨小梁的稀疏、断裂和微骨折，大体病理可观察到软骨和软骨下骨的剥离。ONFH 的血管病变和骨形成失衡相互影响^[4-6]。

即使是无症状 ONFH，自然病程研究揭示约 60% 最终会进展为影像学上的股骨头塌陷、髋关节骨关节炎，临床表现从髋关节疼痛、活动受限至严重的行走能力丧失^[7]。塌陷是股骨头软骨下骨力学属性失败的最重要特征，是传统意义上决定 ONFH 治疗方案最重要的因素。一般来说，青壮年塌陷前期的 ONFH 具有保髋指征，而塌陷后的患者则应行人工髋关节置换术^[8]。虽然目前人工髋关节置换术为骨科学领域最成功的手术之一，但与之相关的并发症（包括感染、假体松动、脱位、假体周围骨折等）日益凸显。关节假体寿命有限、费用昂贵等问题限制了其广泛应用。因而，对于青壮年 ONFH 患者，如何进行合理有效的保髋治疗是骨科医师亟需解决的问题^[9-10]。本指南从 ONFH 的诊断和分期着手，重点介绍 ONFH 的保髋治疗方法。

一、诊断和分期

（一）诊断

典型 ONFH 的诊断需基于病史、症状、体征以及辅助检查结果。

1. 病史：创伤性 ONFH 多有股骨颈骨折、股骨头骨折或髋关节脱位病史，而非创伤性 ONFH 的最常见诱因即为使用糖皮质激素和酗酒，其发生与糖皮质激素使用的最大剂量和累计剂量均存在一定关系，但与酒精使用量的关系尚不明确。与 ONFH 相关的病史可能还包括：镰刀细胞性贫血、妊娠、减压病、红斑狼疮、高脂血症、凝血功能异常等。无相关基础病史的 ONFH 可称为特发性 ONFH（idiopathic ONFH）。

2. 症状和体征：早期或极小病灶的 ONFH 可无任何症状，典型的 ONFH 可表现为髋部疼痛，是患者就诊的最常见原因。疼痛常局限于髋关节周围，无放射痛、夜间痛，休息或口服镇痛药物可缓解。髋关节作屈曲、外展、外旋（“4”字试验）时会诱发或加剧疼痛。查体可发现腹股沟中点压痛，若疾病进展，可伴下肢轴向叩击诱发髋部疼痛、髋关节活动范围受限及行走受限、跛行等。若股骨头塌陷，可伴下肢短缩畸形、骨盆代偿性倾斜。

3. 辅助检查：ONFH 辅助检查主要是基于影像学方法。骨盆正位和蛙式位，早期 ONFH 可见股骨头内密度不均匀，硬化骨和囊性变同时存在；可进展为股骨头下新月征；终末期 ONFH，可见股骨头塌陷、扁平，直至髋关节间隙狭窄、髋臼累及等典型特征。CT 对 ONFH 的诊断和鉴别诊断均具有重要价值。MRI 是目前诊断早期 ONFH 的金标准，早期可见股骨头内水肿信号，坏死区 T1 相呈带状低信号、T2 相呈双线征。其他影像学方法还包括骨扫描、超声检查等。

（二）分期

ONFH 分期与影像学诊断方法密切相关，早期采用基于 X 线方法的 Ficat 分期，而后基于髋部 MRI 的 Steinberg 分期（又称 Pennsylvania 大学分期）逐渐被广泛应用，ARCO 分期综合考虑了 ONFH

的诊断方法、坏死范围等因素,临床应用逐年广泛。此外,日本 ONFH 研究协会分期、中日友好医院分型方法也具有很大的临床应用价值^[11]。良好的 ONFH 分期法不仅可以指导治疗方案的选择,还可判断其预后疗效。

1.Ficat 分期:又称为 Ficat-Arlet 分期,上世纪 60 年代提出,经反复改良,目前常用的 Ficat 分期法包括 0~IV 期,见表 1。

2.Steinberg 分期:Steinberg 分期起源于上世纪 80 年代,目前使用的 Steinberg 分期方法细则见表 2。

3.ARCO 分期:在 Ficat 分期、Steinberg 分期和日本 ONFH 研究协会分期的基础上,骨循环研究协会(Association Research Circulation Osseous, ARCO)在上世纪 90 年代构建了 ARCO 分期方法。它将 ONFH 分为 0~IV 共五期,具体见表 3。

二、保髓理论及依据

保髓治疗策略经过了漫长的演变和进化历程,从临床手术治疗来看,股骨头髓芯减压术(core decompression, CD)是较为经典的手术方法,之后的保髓治疗方案均将其列为研究对照。其理论基础是 ONFH 早期,股骨头内骨髓间质水肿、循环障碍的恶性循环造成股骨头压力上升,因而需要“减压”^[12]。在此基础上,近年来形成了更为先进的经多个小孔减压术,可降低股骨头塌陷的风险^[13]。髓芯减压形成的骨性隧道为广义的植骨术提供了方便路径,植骨的术式多种多样,植入的材料包括骨形成前体细胞、脱矿化的骨基质(demineralized bone matrix, DBM)、自体或同种异体骨、骨替代物和多孔金属材料等。此外,各种类型的髋部截骨术也是保髓治疗的重要措施,它可将坏死的负重区域调整至非负重区域,进而规避了股骨头塌陷的风险。非手术治疗的方式包括减少负重、控制体重

等生活方式的改变,药物治疗,体外高能震波治疗,高压氧治疗等。这些保守治疗策略的共同理论基础是,减少危险因素的暴露,改善全身和髋部血运状态,促进骨形成能力,进而达到纠正骨形成失衡、避免股骨头力学失败的目的。

从现有的 ONFH 发病机制研究结论来看,ONFH 是局部骨和血管动态维系体系失衡的病理表现,以股骨头生物力学的最终失败为结局。若要中止或逆转 ONFH 的自然进程,需同时兼顾生物学和力学,详见表 4。

三、保髓适应症的个体化原则

ONFH 保髓治疗目的是缓解疼痛、重建髋关节功能,避免或延迟行人工髋关节置换术。因而,ONFH 保髓治疗的适应症是相对的,主要体现在两个方面:(一)早期的 ONFH 更适宜保髓治疗;(二)年轻的患者尤其是青少年更适宜保髓治疗。当 ONFH 范围非常广泛、风险因素持续存在(如持续大剂量激素治疗)或患者预期寿命较短时,需综合考虑患者的个体化因素,全面评价“保髓”和“换髓”的优缺点后,采取合适的治疗措施。

四、保髓方法

本指南将保髓治疗的策略分为非手术和手术两大类,介绍每种策略的适应症,并对每种治疗方法的疗效进行简要评价。虽然在 Mont MA 等^[1]的治疗建议中,将非手术治疗归类为 I 级(insufficient evidence, 证据不足),但其作为补充的治疗方式,仍值得积极尝试。

(一)非手术的保髓策略

1.生活方式改变:生活方式的改变主要包括控制体重、使用手杖或双拐减少患髋负重、戒酒、减少激素使用、控制脂代谢异常、治疗与骨代谢异常有关的原发病等。虽然改变生活方式很少作为单独

表 1 ONFH Ficat 分期法

	分期	临床表现	影像学表现	血流动力学	骨显像	不经穿刺活检确定诊断
早期	0 临床前期	0	0	+	摄取减少	不能
	I 影像学前期	+	0	++	摄取增加	不能
	II 股骨头扁平或死骨形成前期	+	散在的硬化和囊性变	++	+	很大可能
转变期			股骨头扁平或新月征			
晚期	III 塌陷	++	股骨头轮廓改变	+/- 正常	+	确诊
	IV 骨关节炎	+++	股骨头扁平、关节间隙正常 / 股骨头塌陷、关节间隙减小	+	+	关节炎

注: ONFH 为股骨头坏死

的保髓治疗策略,但将其和其他保髓方式联合应用,已被大多数患者和医师接受。

2. 药物治疗: 保髓策略的药物治疗方案涉及的药物非常广泛, 目前尚无一种药物被广泛认可。从临床研究报道看来, 调节破骨细胞功能的二磷酸盐类(如阿仑膦酸钠)、调节脂类代谢异常药物(如阿托伐他汀)、调节出凝血功能药物(如肝素)、

参与氧化应激类药物(如维生素 E)、参与骨代谢药物(如 1, 25-(OH)₂-D₃, 维生素 K)等均对 ONFH 有防治作用^[3, 14], 部分研究尚在临床前期试验中。药物治疗对于 Ficat I/II 期或 Steinberg I/II/III 期 ONFH 具有一定的治疗作用, 也可作为其他保髓治疗方案的补充。中药对于 ONFH 的治疗作用也日益受到重视^[15-17]。

3. 生物物理治疗方式: 目前应用较广泛的生物物理治疗方式主要包括体外高能震波和高压氧, 此类非侵入性的治疗方式容易被患者接受, 可作为较早期 ONFH 的保髓治疗方式^[18-19]。研究证实, 体外震波可促进股骨头内血管形成相关因子、改善微循环及骨前体细胞的增殖和成骨分化的能力。

(二) 手术保髓策略

1. CD: CD 较早地被应用于 ONFH 保髓治疗, 目前仍是治疗 Ficat I 期和 Steinberg I/II 期 ONFH 的金标准。对于进展期 ONFH, 若减压孔径较大, 可能会损害股骨头力学支撑结构, 造成医源性塌陷, 故而近年来又发展成为多枚小孔径股骨头减压术。对于进展期 ONFH, CD 术目前已很少单独使用, 可联合植骨术等进行治疗。

2. 前体细胞植入技术: 通过体外定位技术, 建立骨髓隧道至坏死病灶, 行坏死病灶清除后, 植入自体来源的前体细胞(常用骨髓抽取物、骨髓来源的单个核细胞和体外培养的骨髓间充质干细胞等)可补充股骨头内有活力细胞的数量, 其进一步分化成为骨细胞可达到骨坏死修复的结果^[20]。进行前体细胞植入技术治疗特定的疾病, 需要获得监管部门的许可。目前在欧洲多国已有长期的随访报告^[21], 我国也有散在报道^[22-23]。前体细胞治疗 ONFH 需关注以下几个问题: (一) 如何提升细胞治疗效率;

表 2 ONFH Steinberg 分期法

分期	判断标准
0	影像学平片、骨扫描和 MRI 均正常
I	平片正常, 骨扫描和 / 或 MRI 异常 A: 轻微 —— < 15% 股骨头累及 B: 中等 —— 15% ~ 30% 股骨头累及 C: 重度 —— > 30% 股骨头累及
II	股骨头内囊性变和硬化灶 A: 轻微 —— < 15% 股骨头累及 B: 中等 —— 15% ~ 30% 股骨头累及 C: 重度 —— > 30% 股骨头累及
III	股骨头软骨下骨塌陷、新月征、股骨头未扁平 A: 轻微 —— < 15% 股骨头累及 B: 中等 —— 15% ~ 30% 股骨头累及 C: 重度 —— > 30% 股骨头累及
IV	股骨头扁平 A: 轻微 —— < 15% 股骨头面积或塌陷 < 2 mm B: 中等 —— 15% ~ 30% 面积或塌陷 2 ~ 4 mm C: 重度 —— > 30% 股骨头或塌陷 > 4 mm
V	关节间隙狭窄、髌臼累及 A: 轻微 B: 中等 C: 重度
VI	髌臼严重退行性改变

注: ONFH 为股骨头坏死

表 3 ONFH ARCO 分期法

分期	发现	检查技术	亚型
0	所有的检查技术均阴性	X 线 / CT / 骨显像 / MRI	无
I	X 线和 CT 正常, 骨显像 / MRI 异常	骨显像 / MRI; MRI 可定量	IA: 股骨头受累 < 15% IB: 股骨头受累 15% ~ 30% IC: 股骨头受累 > 30%
II	无“新月征”。异常 X 线表现为硬化、局灶性骨溶解	X 线 / CT / 骨显像 / MRI; MRI 和 X 线均可定量	IIA: 股骨头受累 < 15% IIB: 股骨头受累 15% ~ 30% IIC: 股骨头受累 > 30%
III	X 线示“新月征”, 或股骨头关节面扁平	X 线 / CT; X 线可定量	IIIA: 新月征 < 15% 或股骨头塌陷 < 2 mm IIIB: 新月征 15% ~ 30% 或股骨头塌陷 2 ~ 4 mm IIIC: 新月征 > 30% 或股骨头塌陷 > 4 mm
IV	骨关节炎表现。关节间隙狭窄、髌臼累及、关节破坏	仅 X 线	无

注: ONFH 为股骨头坏死

表 4 ONFH 不同保髋方法的生物学和力学效应

保髋方法	生物学效应	力学效应	影响髋关节置换
吻合血管游离腓骨移植	++	++	忽略不计
带血管或肌蒂的骨搬运	++	+	忽略不计
不带血管的骨移植	无	+	忽略不计
CD	+	—	无
多孔金属棒植入术	无	++	+
截骨术	无	++	++
物理治疗方法	+	无	无
FVFG plus	+++	++	忽略不计

注：CD 为髓芯减压术；FVFG plus 指在吻合血管游离腓骨移植之外，合并采用植骨术、干细胞移植术等其他技术方法；ONFH 为股骨头坏死

（二）规范体外扩增或诱导分化细胞技术；（三）关注前体细胞植入技术可能诱发产生的严重并发症。

3. 非结构性植骨术：非结构性植骨术为广义概念，植入材料可包含自体松质骨、同种异体骨、DBM、骨替代物如磷酸钙以及含细胞因子（如 BMP-2）的植入材料等。植骨不仅可填充坏死病灶清理后的空腔，还能临时性担任软骨下的支撑结构，通过骨诱导或骨形成等方式，促进新骨生成^[24-25]。非结构性植骨技术可广泛应用于 Ficat I/II 期和 Steinberg I/II/III 期 ONFH，对于有轻微塌陷、尚未累及髋臼的患者，该植骨术可支撑复位后的塌陷病灶。非结构性植骨技术既可单独应用，也可与其他治疗方法联合应用。

4. 不带血管的骨移植术：已有的研究多为不带血管的腓骨移植术，不带血管的腓骨获取简易，通过建立骨隧道，在坏死病灶清除后，腓骨可以对坏死部位提供有力的支撑，恢复其力学稳定性。但由于腓骨无血运，与受区的相互愈合存在一定风险。已有研究证实，不带血管的腓骨移植治疗 ONFH 疗效不如带血管的腓骨移植，在没有显微外科技术条件的地区，其可以用于 Steinberg I/II/III 期 ONFH^[26-28]。

5. 带血管蒂或肌蒂的骨瓣转移术：髋部血运丰富，通过将原本不是股骨头血供来源的血管或肌蒂骨瓣转运至坏死病灶，可以改善股骨头内循环，促进骨生成。但其没有力学支撑作用，且由于转运的骨量较少需联合植骨术同时进行。大转子骨瓣和髂骨瓣是最常采用的骨瓣，缝匠肌、股直肌、股方肌等均可作为肌蒂，而最常采用的血管是旋股外侧动脉和旋髂深动脉^[29-30]。其技术优势是无需行血管吻合。

6. 吻合血管游离骨移植术：多指吻合血管的游离腓骨术（free vascularized fibular grafting, FVFG），国际上采用的术式主要以杜克大学 Urbaniak JR 和上海市第六人民医院张长青倡导的技术为主^[31-32]。吻合血管的游离腓骨技术，不仅可以给 ONFH 部位提供有力的力学支撑，预防股骨头塌陷，还可改善股骨头内循环、提供有活力的骨形成细胞，起到骨诱导和骨发生的作用。迄今为止，唯有带血管的游离腓骨技术可以从根本上针对 ONFH 发展的病理机制，预防疾病进展^[33]。对于 Ficat I/II 期或 Steinberg I/II/III 期股骨头尚未塌陷时，FVFG 治疗的患者经 10 年以上随访，自体髋关节保留率可超过 80%。对于青少年 ONFH，即使已发生塌陷，也可尝试采用 FVFG 技术进行保髋治疗^[34-36]。腓骨供区的并发症发生率较低，但也需引起重视^[37]。FVFG 对显微外科技术要求较高，目前只在国内外不多的几家治疗机构进行。

7. 髋部截骨术：多指 1978 年日本学者 Sugioka^[38]创建的经转子旋转截骨术（transtrochanteric rotational osteotomy, TRO），适用于日本 ONFH 研究标准 III 期之内，对于 I-C 和 II 期，Lauenstein 位摄片的健康股骨头面积不少于 36%^[38-39]。通过在髋部截骨，将健康的股骨头旋转至髋关节负重区，同时将坏死区移出负重区，故该技术并未改变 ONFH 的病理过程。来自日本的研究结果显示，TRO 能够缓解髋部疼痛、改善患髋功能，是青壮年保髋的有效方法之一。髋部内外翻截骨以及骨盆 Ganz 截骨术应用于保髋治疗也有少数报道，但其长期疗效和手术适应症仍需进一步明确。

8. 多孔金属棒植入术：多孔金属是一类特殊的材料，它特有的孔隙率能够诱导新骨生成。临床常用的多孔金属是钽，将其制成的钽棒近十年来

被应用于青壮年 ONFH 的保髓治疗。它可以提供 ONFH 区域力学支撑,对于塌陷前的 ONFH 有一定治疗作用,早期随访满意^[40]。但也有研究显示,钽棒不能终止 ONFH 的病理进程,其疗效并不优于 CD,应引起重视^[41-42]。本指南认为对于钽棒治疗 ONFH 需持非常谨慎的态度。

公告和免责声明

本指南仅仅包括基于专家临床经验和多中心研究结果的观测建议,不是制定医疗实践决定的唯一准则,本指南不应被用作为惩戒医师的法规依据。本指南的全部陈述和建议主要基于部分专家的意见,并非全部为科学证实的资料。本指南不包含未表达或隐含的内容,同时本指南也不保证适用于各种特殊目的。本指南所涉及内容不承担医患双方及任何第三方依据本指南制定及履行过程中的任何决定所产生的任何损失的赔偿责任。本指南也不赋予医患双方依据本指南提供的医疗建议所引发的使用者与患者或使用者与任何其他人构成医患法律纠纷处理的法律地位。

参与本指南编写的专家组名单

组长: 张长青 (上海市第六人民医院)

组员 (按姓氏笔画): 于秀淳 (济南军区总医院); 王坤正 (西安交通大学第二附属医院); 吕龙 (内蒙古自治区人民医院); 余斌 (南方医科大学南方医院); 郑秋坚 (广东省人民医院); 赵德伟 (大连大学附属中山医院); 翁习生 (北京协和医院); 唐佩福 (解放军总医院)

参 考 文 献

- Mont MA, Cherian JJ, Sierra RJ, et al. Nontraumatic osteonecrosis of the femoral head: where do we stand today? A ten-year update [J]. J Bone Joint Surg Am, 2015, 97: 1604-1627.
- 中华医学会骨科分会显微修复学组. 中国修复重建外科专业委员会骨缺损及骨坏死学组. 成人股骨头坏死诊疗标准专家共识 (2012 年版) [J]. 中华骨科杂志, 2012, 32(6): 606-610.
- Zalavras CG, Lieberman JR. Osteonecrosis of the femoral head: evaluation and treatment [J]. J Am Acad of Orthop Surg, 2014, 22(7): 455-464.
- Powell C, Chang C, Gershwin ME. Current concepts on the pathogenesis and natural history of steroid-induced osteonecrosis [J]. Clin Rev Allergy Immunol, 2011, 41(1): 102-113.
- Tingart M, Beckmann J, Opolka A, et al. Analysis of bone matrix composition and trabecular microarchitecture of the femoral metaphysis in patients with osteonecrosis of the femoral head [J]. J Orthop Res, 2009, 27(9): 1175-1181.
- Jones LC, Hungerford DS. The pathogenesis of osteonecrosis [J]. Instr Course Lect, 2007, 56: 179-196.
- Nam KW, Kim YL, Yoo JJ, et al. Fate of untreated asymptomatic osteonecrosis of the femoral head [J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90(3): 477-484.
- Lavernia CJ, Villa JM. Total hip arthroplasty in the treatment of osteonecrosis of the femoral head: then and now [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2015, 8(3): 260-264.
- Joint Surgery Group of the Orthopaedic Branch of the Chinese Medical Association. Guideline for diagnosis and treatment of osteonecrosis of the femoral head [J]. Orthop Surg, 2015, 7(3): 200-207.
- Parsons SJ, Steele N. Osteonecrosis of the femoral head: Part 2-Options for treatment [J]. Curr Orthop, 2008, 22(5): 349-358.
- Steinberg ME, Steinberg DR. Classification systems for osteonecrosis: an overview [J]. Orthop Clin North Am, 2004, 35(3): 273-283, vii-viii.
- Lieberman JR. Core decompression for osteonecrosis of the hip [J]. Clin Orthop Relat Res, 2004 (418): 29-33.
- Pierce TP, Jauregui JJ, Elmallah RK, et al. A current review of core decompression in the treatment of osteonecrosis of the femoral head [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2015, 8(3): 228-232.
- Agarwala S, Shah S, Joshi VR. The use of alendronate in the treatment of avascular necrosis of the femoral head: follow-up to eight years [J]. J Bone Joint Surg Br, 2009, 91(8): 1013-1018.
- 王荣田, 林娜, 陈卫衡, 等. 股骨头坏死的证素辩证初步研究 [J]. 北京中医药大学学报, 2011, 34(7): 495-499.
- Xie XW, Pei FX, Wang HY, et al. Icarin: a promising osteoinductive compound for repairing bone defect and osteonecrosis [J]. J Biomater Appl, 2015, 30(3): 290-299.
- Wang YS, Yin L, Li YE, et al. Preventive effects of puerarin on alcohol-induced osteonecrosis [J]. Clin Orthop Relat Res, 2008, 466(5): 1059-1067.
- Wang CJ, Yang YJ, Huang CC. The effects of shockwave on systemic concentrations of nitric oxide level, angiogenesis and osteogenesis factors in hip necrosis [J]. Rheumatol Int, 2011, 31(7): 871-877.
- Koren L, Ginesin E, Melamed Y, et al. Hyperbaric Oxygen for stage I and II femoral head osteonecrosis [J]. Orthopedics, 2015, 38(3): 200-205.
- Gao YS, Zhang CQ. Cytotherapy of osteonecrosis of the femoral head: a mini review [J]. Int Orthop, 2010, 34(6): 779-782.
- Hernigou P, Beaujean F. Treatment of osteonecrosis with autologous bone marrow grafting [J]. Clin Orthop Relat Res, 2002 (45): 14-23.
- Zhao D, Cui D, Wang B, et al. Treatment of early stage osteonecrosis of the femoral head with autologous implantation of bone marrow-derived and cultured mesenchymal stem cells [J]. Bone, 2012, 50(1): 325-330.
- Mao Q, Wang W, Xu T, et al. Combination treatment of biomechanical support and targeted intra-arterial infusion of peripheral blood stem cells mobilized by granulocyte-colony stimulating factor for the osteonecrosis of the femoral head: a randomized controlled clinical trial [J]. J Bone Miner Res, 2015, 30(4): 647-656.
- Civinini R, De Biase P, Carulli C, et al. The use of an injectable Calcium sulphate/Calcium phosphate bioceramic in the treatment of osteonecrosis of the femoral head [J]. Int Orthop, 2012, 36(8): 1583-1588.
- Feng Y, Wang S, Jin D, et al. Free vascularised fibular grafting with OsteoSet®2 demineralised bone matrix versus autograft for large osteonecrotic lesions of the femoral head [J]. Int Orthop, 2011, 35(4): 475-481.
- Kim SY, Kim YG, Kim PT, et al. Vascularized compared with nonvascularized fibular grafts for large osteonecrotic lesions of the

- femoral head [J]. J Bone Joint Surg Am, 2005, 87(9): 2012-2018.
- 27 Plakseychuk AY, Kim SY, Park BC, et al. Vascularized compared with nonvascularized fibular grafting for the treatment of osteonecrosis of the femoral head [J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85-A(4): 589-596.
- 28 Pierce TP, Elmallah RK, Jauregui JJ, et al. A current review of non-vascularized bone grafting in osteonecrosis of the femoral head [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2015, 8(3): 240-245.
- 29 Chen CC, Lin CL, Chen WC, et al. Vascularized iliac bone-grafting for osteonecrosis with segmental collapse of the femoral head [J]. J Bone Joint Surg Am, 2009, 91(10): 2390-2394.
- 30 Baksi DP, Pal AK, Baksi DD. Long-term results of decompression and muscle-pedicle bone grafting for osteonecrosis of the femoral head [J]. Int Orthop, 2009, 33(1): 41-47.
- 31 Urbaniak JR, Coogan PG, Gunneson EB, et al. Treatment of osteonecrosis of the femoral head with free vascularized fibular grafting [J]. A long-term follow-up study of one hundred and three hips. J Bone Joint Surg Am, 1995, 77(5): 681-694.
- 32 Gao YS, Chen SB, Jin DX, et al. Modified surgical techniques of free vascularized fibular grafting for treatment of the osteonecrosis of femoral head: results from a series of 407 cases [J]. Microsurgery, 2013, 33(8): 646-651.
- 33 Zhang CQ, Gao YS, Zhu ZH, et al. Why we choose free vascularized fibular grafting for osteonecrosis of the femoral head? [J]. Microsurgery, 2011, 31(5): 417-418.
- 34 Ding H, Gao YS, Chen SB, et al. Free vascularized fibular grafting benefits severely collapsed femoral head in concomitant with osteoarthritis in very young adults: a prospective study [J]. J Reconstr Microsurg, 2013, 29(6): 387-392.
- 35 Zhang CQ, Sun Y, Chen SB, et al. Free vascularised fibular graft for post-traumatic osteonecrosis of the femoral head in teenage patients [J]. J Bone Joint Surg Br, 2011, 93(10): 1314-1319.
- 36 Berend KR, Gunneson EE, Urbaniak JR. Free vascularized fibular grafting for the treatment of postcollapse osteonecrosis of the femoral head [J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85-A(6): 987-993.
- 37 Gaskill TR, Urbaniak JR, Aldridge JM. Free vascularized fibular transfer for femoral head osteonecrosis: donor and graft site morbidity [J]. J Bone Joint Surg Am, 2009, 91(8): 1861-1867.
- 38 Sugioaka Y, Hotokebuchi T, Tsutsui H. Transtrochanteric anterior rotational osteotomy for idiopathic and steroid-induced necrosis of the femoral head. Indication and long-term results [J]. Clin Orthop Relat Res, 1992 (277): 111-120.
- 39 Hasegawa Y, Sakano S, Iwase T, et al. Pedicle bone grafting versus transtrochanteric rotational osteotomy for avascular necrosis of the femoral head [J]. J Bone Joint Surg Br, 2003, 85(2): 191-198.
- 40 Veillette CJ, Mehdian H, Schemitsch EH, et al. Survivorship analysis and radiographic outcome following tantalum rod insertion for osteonecrosis of the femoral head [J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 88 Suppl 3: 48-55.
- 41 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.
- 42 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.

(收稿日期: 2016-04-14)

(本文编辑: 吕红芝)

中华老年骨科与康复电子杂志编辑委员会. 股骨头坏死保髋治疗指南 (2016 版) [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2016, 2(2): 65-70.