·临床研究·

生物陶瓷棒治疗股骨颈骨折术后股骨头坏死的临床疗效

梁大伟 张蕾蕾 裴佳 陈献韬

【摘要】 **目的** 研究采用微创多孔生物陶瓷棒治疗股骨颈骨折空心钉内固定术后未取出内固定装置前发生股骨头坏死患者的临床疗效。**方法** 回顾性分析2016年6月至2018年6月河南省洛阳正骨医院股骨头坏死科治疗的29例(29髋)患者的临床资料,患者均为股骨颈骨折空心钉内固定术后未取出内固定装置发生股骨头坏死者,均行微创多孔生物陶瓷棒打压植骨术治疗。采用Harris评分系统评估治疗前、后髋关节功能,术后3个月、6个月、12个月及以后每年定期复查X线片,CT或MRI。**结果** 29例患者均获随访,随访时间18～42个月,平均(25.0±5.6)个月。研究对象中男19例,女10例,平均年龄(43.0±14.6)岁。手术时间(86.9±12.8)min,术中出血量(113.8±39.8)mL。至末次随访时,有6例患者(6髋)进行了全髋关节置换术,髋关节生存率为79.3%;髋关节Harris评分(80.7±10.37)分,较术前有显著差异[(65.0±12.30)分,$P=0.000$]。术后髋关节影像学表现稳定,植骨区密度增高,新骨生成,多孔生物陶瓷棒及陶瓷颗粒骨降解。**结论** 微创多孔生物陶瓷棒打压植骨,能有效治疗股骨颈骨折空心钉内固定术后未取出内固定时发生的股骨头坏死,改善髋关节功能。

【关键词】 股骨头坏死;股骨颈骨折;生物陶瓷;骨移植;微创

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2020.03.009

Clinical efficacy of minimally invasive porous bioceramic rod in treatment of femoral head necrosis following femoral neck fractures

LIANG Dawei[1], *ZHANG Leilei*[1], *PEI Jia*[2], *CHEN Xiantao*[1]. *Department of Osteonecrosis of the Femoral Head*[1], *Department of Quality Management*[2], *Henan Province Luoyang Orthopedic Traumatological Hospital (Henan Provincial Orthopedic Hospital)*, *Luoyang* 471000, *China*

Corresponding author: *Chen Xiantao* *E-mail*: *luoyangzhenggu@163.com*

【**Abstract**】 **Objective** To investigate the clinical outcome of minimally invasive porous bioceramic rod in the treatment of osteonecrosis of femoral head following internal fixation of femoral neck fractures with cannulated screws. **Methods** Clinical data of twenty-nine patients (29 hips) treated at the Henan Province Luoyang Orthopedic Traumatological Hospital from June 2016 to June 2018 were analyzed. These 29 cases of osteonecrosis of femoral head following fixation of femoral neck fracture before removal of implants were treated with minimally invasive porous bioceramic rod. Harris scoring system was used to assess the function of hip joint before and after treatment. The X-ray films, CT or MRI were re-examined at 3 months, 6 months, 12 months and afterwards every year for imaging evaluation. **Results** Twenty nine patients were followed up for 18 to 42 months, with an average of (25.0±5.6) months. Among the 29 patients, 19 were males and 10 females, with a mean age of (43.0±14.6) years old at the surgical treatment of osteonecrosis. Operation lasted (86.9±12.8) min, with intraoperative blood loss of (113.8±39.8) mL. At the end of the last follow-up, total hip arthroplasty was performed in 6 hips, with a hip joint survival rate of 79.3%. The postoperative Harris scores of hip joint (80.7±10.37) were significantly higher than that before operation (65.0±12.30) ($P=0.000$). Postoperative hip imaging showed stable support, increased bone graft density, new bone formation, and gradual degradation of porous bioceramic rod and ceramic particles. **Conclusion** Minimally invasive porous bioceramic rod can effectively treat osteonecrosis of the femoral head after internal fixation of femoral neck fractures, prevent the development of necrosis, and improve the hip function.

【**Key words**】 Osteonecrosis of femoral head; Femoral neck fracture; Bioceramics; Bone grafting; Minimal invasive

近年,股骨颈骨折发病率在欧美国家略呈下降趋势,但在我国则快速上升[1-2]。由于股骨近端血供和解剖的特殊性,创伤后股骨头坏死发生率高达30%～40%,而后续的关节置换给患者带来巨大经济负担以及心理和身体损伤[3-5]。目前,有关非创伤性股骨头坏死治疗时机和治疗方法的研究报道较

基金项目:2016年洛阳市科技计划医疗卫生项目(1603004A-8)

作者单位:471000, 河南省洛阳正骨医院(河南省骨科医院)股骨头坏死科(梁大伟、张蕾蕾、陈献韬)、质量管理部(裴佳)

通信作者:陈献韬 E-mail: luoyangzhenggu@163.com

多[6-9]，但对于创伤后股骨头坏死早期保髋方法却鲜有研究报道。本研究对采用微创多孔生物陶瓷棒打压植骨术治疗的创伤后股骨头坏死患者的临床资料进行总结，探讨早期干预治疗的临床价值。

1　资料与方法

1.1　一般资料

选取 2016 年 6 月至 2018 年 6 月河南省洛阳正骨医院股骨头坏死科采用微创多孔生物陶瓷棒打压植骨术治疗的创伤后股骨头坏死患者的临床资料。纳入标准：①股骨颈骨折空心钉内固定术后未取出内固定者；②符合股骨头坏死诊断标准。排除标准：①股骨颈骨折未愈合者；②确诊创伤后股骨头坏死，但无保髋手术指征；③已拆除内固定装置后发现的股骨头坏死；④全身情况较差或基础疾病较多无法耐受手术者。患者及家属对治疗方案均知情同意，自愿选择手术方式及植骨材料。

依据以上标准共纳入 29 例(29 髋)患者为研究对象，其中男 19 例，女 10 例，年龄(43.0±14.6)岁(28～56 岁)。参照国际骨循环研究协会(ARCO)骨坏死分期标准[10]：ARCO Ⅱ期 17 例，ARCO Ⅲ期 12 例。

1.2　手术方法

生物陶瓷棒治疗系统由陶瓷颗粒、棒、塞组成，主要成分为 β-磷酸三钙。

采取全身麻醉或腰硬联合麻醉。患者取仰卧位，患侧臀部垫高，常规消毒铺巾。于术侧髂前上棘取半皮质髂骨骨板，修剪成不大于 5 mm 的骨粒备用，骨面以骨蜡封闭止血。沿原术区切口切开，分离皮下组织，暴露空心钉钉尾。X 线透视下于大腿外侧平齐小转子水平打入 1 枚 3.0 mm 克氏针，导针在髋关节正位和蛙式位均处于股骨头中心，取出空心钉。皮肤套筒保护下铰刀自股骨外侧皮质缓慢向股骨头方向钻入，至股骨头软骨下 5 mm。收集股骨转子间区及股骨颈部的骨泥及骨髓液，并混合生物微孔陶瓷颗粒骨及陶瓷棒备用。潜行刮刀清除坏死区死骨，植骨漏斗插入输液管，高压冲洗坏死骨碎屑，X 线透视下确认死骨清除满意。以植骨漏斗将骨泥、骨粒与生物微孔陶瓷骨按照 1∶1 比例植入坏死区，采用“持续缓进推挤法”进行植骨棒坏死区植骨，X 线透视下确认骨粒充分植入股骨头，陶瓷棒植入股骨头及股骨近端通道内。

术中注意，先予 2.0 mm 克氏针插入原空心钉内作为参考，再打入 3.0 mm 定位导针，最后取出空心钉。由于先取出空心钉可造成股骨头内部取钉隧道的干扰，使导针无法顺利定位，增加手术时间及出血量，而目前的操作方法可避免这种情况发生。见图 1。

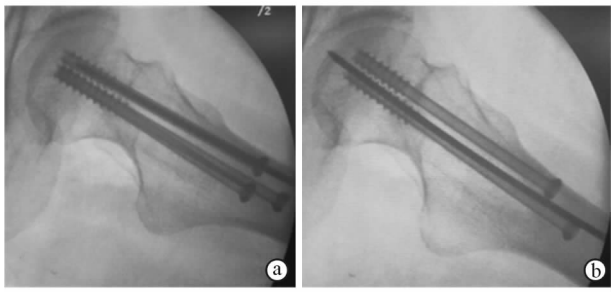


图 1　多孔生物陶瓷棒打压植骨术中影像学图像　a. 以进入空心钉内克氏针作为参考　b. 导针定位

1.3　术后处理

患者术后常规使用抗生素，不进行牵引或制动。术后第 1 天即可开始术肢股四头肌等肌群的等长收缩功能锻炼，术后第 2 天进行等速肌力训练机辅助的髋关节屈伸功能锻炼。术后第 1 个 6 周患肢负重不超过 1/3 自身体质量，第 2 个 6 周患肢负重为 50％自身体质量，第 3 个 6 周患肢负重增至 75％自身体质量，第 4 个 6 周患者可在拐杖保护下负重行走，术后 1 年内应避免剧烈活动。

1.4　随访复查及疗效评价

随访方式为电话或门诊复诊，术后 3 个月、6 个月、12 个月及以后每年定期复查。随访时，评估患者的髋关节功能，拍摄 X 线骨盆正位片和蛙式位片，行 CT 或 MRI 检查。

临床疗效评估：以髋关节 Harris 评分(HHS)对患髋功能进行评价，HHS 评分＜70 分为差，70～79 分为可，80～89 分为良，≥90 分为优[11]。影像学评价：观察股骨头外形，有无塌陷或新月征；植骨区成骨密度，是否有新骨生成，有无骨吸收囊变缺损，植入物降解吸收情况等。

1.5　统计学分析

应用 SPSS 软件 18.0 进行数据的统计学分析。计量资料以均数 ± 标准差表示，同一组间比较采用配对 t 检验，不同组间比较采用独立样本 t 检验，计数资料比较采用卡方检验，$P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2　结果

2.1　手术与随访情况

所有患者均顺利完成手术，没有输血治疗。手术时间为 60～120 min，平均(86.9±12.8)min；术

中出血量70～200 mL，平均(113.8±39.8)mL。患者平均住院天数(12.1±1.7)d，随访时间18～42个月，平均(25.0±5.6)个月。患者术后伤口均一期愈合，未发生排异反应、伤口感染、神经损伤及股骨颈再发骨折等并发症。

2.2 临床疗效评价

患者末次随访时HHS为(80.7±10.37)分，与术前评分[(65.0±12.30)分]比较有明显改善(t=5.272，P=0.000)。术后HHS评分优24.1%(7例)，良41.4%(12例)，可10.3%(3例)，差24.1%(7例)，优良率为65.5%。

接受人工全髋关节置换术的患者被认为是保髋失败病例。本研究中保髋失败者共6例，其中ARCO Ⅱ期1例，ARCO Ⅲ期5例。本研究中患者的保髋生存率为79.3%，其中ARCO Ⅱ期患者为94.1%，ARCO Ⅲ期患者为58.3%，两者间存在差异(χ^2=5.490，P=0.021)。

治疗前，ARCOⅡ期患者的HHS评分为(66.4±14.12)分，ARCO Ⅲ期患者为(62.9±9.35)分，两者间无差异(t=0.795，P=0.434)。末次随访时，ARCOⅡ期患者HHS评分为(84.15±9.76)分，ARCO Ⅲ期患者为(75.8±9.51)分，前者明显高于后者(t=2.297，P=0.031)。

2.3 影像学评价

随访结果显示，患者术后影像学表现稳定，植骨区多孔生物陶瓷骨颗粒明显，多孔生物陶瓷棒清晰。术后随访影像学检查可见，多孔陶瓷棒系统逐步降解，植骨区密度增高，多孔生物陶瓷骨与周围的自身骨质结合紧密，被自体骨逐渐替代。末次随访时观察到，术后10髋(34.5%)坏死面积改善；13髋(44.8%)股骨头外形保持原状，坏死面积维持稳定；6髋(20.7%)临床治疗效果较差，病情进展。ARCOⅡ期患者中，7髋(41.2%)坏死面积改善，8髋(47.1%)坏死面积维持稳定，2髋(11.8%)病情进展；ARCO Ⅲ期患者中，3髋(25.0%)坏死面积改善，5髋(41.7%)坏死面积维持稳定，4髋(33.3%)病情进展，两组间比较无差异(χ^2=2.161，P=0.339)。典型病例见下页图2。

3 讨论

随着社会经济发展，高能量损伤导致的股骨颈骨折发生率逐渐增高。对于超过65岁的老年股骨颈骨折患者，治疗首选关节置换术。而对于年轻患者，多采用闭合复位或切开复位经皮空心钉内固定术。股骨头坏死是股骨颈骨折术后常见并发症，其可使患者髋关节功能受限，影响日常生活[12]。股骨头坏死治疗的目的在于，阻止坏死进程，防止股骨头塌陷，保留自身关节，避免或延缓实施人工关节置换术。

目前，股骨头坏死治疗中保留股骨头的手术方法较多，但其均有不足之处。髓芯减压术可降低骨内压，缓解症状，减轻疼痛，但其缺少有效生物力学支撑，可能导致股骨头继发塌陷的发生[13]。带或不带血管骨移植术，可为股骨头提供结构支撑，修复坏死骨质，适用于股骨头坏死中期患者，但存在手术时间较长，可引起供区并发症等缺点[14-16]。股骨近端截骨术是将股骨头已塌陷坏死部位转移至非负重区，这样可有效避免坏死区继续塌陷，建立新的力学支撑，但该术式需要有足够范围的正常股骨头转移到髋臼顶的负重区，对手术技术要求高，创伤大，可能造成患肢下肢短缩，并增加未来关节置换的难度[17]，尤其对于股骨颈骨折术后有坏死内固定遗留的患者难度极大。钽棒植入手术的植骨材料与自体骨的相容性差，不利于骨长入，并存在后期置换时不易取出，增加术中出血，金属长期存留体内可能造成不良影响等不足[18-19]。因此，对于股骨颈骨折内固定遗留的创伤后股骨头坏死，其治疗时机和治疗方法的选择与非创伤性股骨头坏死有明显不同，β-磷酸三钙多孔生物陶瓷棒技术为其治疗提供了新思路。

β-磷酸三钙多孔生物陶瓷骨是优良的植骨材料，可用于治疗股骨头坏死，其具有以下优点：①化学成分接近人体骨的无机成分，生物相容性好，其降解产物Ca^{2+}和PO_4^{3-}为进一步成骨创造了有利条件；②无过敏反应、炎症反应、致癌等不良反应；③其特殊的空隙率结构，既有利于血管的爬行和替代来改善坏死区血运，又有利于骨整合[20-21]。孙伟等[22]的研究显示，经股骨颈头颈交界开窗病灶清除打压植骨，结合磷酸三钙多孔生物陶瓷和自体骨植入治疗早期股骨头坏死，具有良好临床效果。Mont等[23]的研究显示，采用磷酸三钙多孔生物陶瓷治疗早、中期股骨头坏死具有良好的远期疗效，髋关节生存率达到80%以上。Lapczyna等[24]报道，磷酸三钙多孔生物陶瓷植骨区成骨后，其骨骼强度高于自体骨，表明磷酸三钙多孔生物陶瓷具有修复股骨头缺损的能力。Li等[25]通过生物力学三维有限元分析表明，β-磷酸三钙陶瓷棒系统植入后可支撑软骨

下骨，增强骨支撑强度，降低股骨头塌陷发生的风险。

国内外多篇文献报道，运用多孔生物陶瓷棒治疗非创伤性股骨头坏死的临床效果显著[6,26-28]。我们的回顾性分析研究中，患者均为股骨颈骨折空心钉内固定术后内固定装置未取出前发现股骨头缺血性坏死，均采用多孔生物陶瓷棒进行治疗，治疗的初步结果满意。



图 2　女性患者，48 岁，创伤后股骨头坏死治疗前后影像学表现　a. 治疗前 MRI 平扫 T1 图像，见股骨头坏死　b. 治疗前双髋 X 线正位片（左图）和蛙式位片（右图）显示，右侧股骨颈骨折术后股骨头密度不均　c. 术后 5 d 双髋 X 线正位片（左图）和蛙式位片（右图）显示，股骨头内密度升高，植骨充分　d. 治疗后 28 个月 X 线双髋正位片（左图）和蛙式位片（右图）显示，股骨头内密度增高，成骨明显，陶瓷颗粒及陶瓷棒已降解

在治疗中，首先去除内固定，通过粗通道减压释放骨内压，减轻髋关节疼痛。利用铰刀刮除坏死骨组织，生理盐水反复冲洗隧道及股骨头内部，清除坏死骨组织；取自体髂骨混合多孔生物陶瓷骨粒植入，为软骨下骨提供一定的力学支撑。多孔生物陶瓷棒通过将大转子区域及股骨颈部的良好血运输送至股骨头内部，为坏死区修复提供基本条件。随着多孔生物陶瓷棒系统的降解及自体成骨形成，股骨头骨密度逐步提升，达到力学支撑。末次随访时，患者的 HHS 评分较术前明显提高，优良率为 65.5%。股

骨头修复满意，保髋生存率为79.3%，其中ARCOⅡ期患者保髋生存率为94.1%，ARCOⅢ期患者为58.3%。末次随访时ARCOⅡ期患者的HHS评分和保髋生存率均高于ARCOⅢ期患者。接受关节置换的病例，1例为ARCOⅡ期患者，5例为ARCOⅢ期患者，说明术前存在新月征、股骨头塌陷或软骨剥脱者，预后较差。术后随访时，所有病例均未发现排异反应、感染、再发骨折等并发症。

综上所述，对于股骨颈骨折术后未取出内固定时发现股骨头坏死的患者，采用微创多孔生物陶瓷棒治疗可缓解疼痛，修复股骨头坏死，改善髋关节功能，延缓或阻止股骨头坏死进程。具有手术时间短，出血少，并发症少等特点，是可行的治疗方法。

本研究的不足之处：①本研究为回顾性研究，未设立对照组。②随访时间较短，病例数较少。③缺少对相关风险因素的分析，如股骨颈骨折分型、骨折复位质量等。鉴于以上几点，本研究存在一定局限性。

参 考 文 献

[1] Panteli M, Rodham P, Giannoudis PV. Biomechanical rationale for implant choices in femoral neck fracture fixation in the non-elderly[J]. Injury, 2015, 46(3): 445-452.

[2] Xia WB, He SL, Xu L, et al. Rapidly increasing rates of hip fracture in Beijing, China[J]. J Bone Miner Res, 2012, 27(1): 125-129.

[3] 王瑞，薛栋，甘洪全，等. 股骨颈骨折空心钉固定术后股骨头坏死相关因素分析[J]. 实用骨科杂志，2018，24(11)：982-986.

[4] Wang T, Sun JY, Zha GC, et al. Analysis of risk factors for femoral head necrosis after internal fixation in femoral neck fractures[J]. Orthopedics, 2014, 37(12): e1117-e1123.

[5] Seeley MA, Georgiadis AG, Sankar WN. Hip vascularity: a review of the anatomy and clinical implications[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2016, 24(8): 515-526.

[6] 鲁亚杰，王臻，卢胄，等. 生物陶瓷系统微创治疗ARCOⅡ、Ⅲ期股骨头坏死[J]. 中国修复重建外科杂志，2019(10)：1291-1298.

[7] Chen X, Tan X, Gao S, et al. Sartorius muscle-pedicle bone graft for osteonecrosis of the femoral head[J]. Int Orthop, 2016, 40(7): 1417-1425.

[8] Zhang L, Fan Y, Zhang Y, et al. Comparison of sartorius muscle-pedicle and circumflex iliac deep bone flap grafts in the treatment of early non-traumatic osteonecrosis of femoral head in young adults[J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2019, 53(4): 255-259.

[9] 陈献韬，谭旭仪，刘又文，等. 微创减压植骨配合金属骨小梁重建系统植入治疗早中期股骨头坏死的应用研究[J]. 中国骨伤，2015，28(5)：422-425.

[10] Sugano N, Atsumi T, Ohzono K, et al. The 2001 revised criteria for diagnosis, classification, and staging of idiopathic osteonecrosis of the femoral head[J]. J Orthop Sci, 2002, 7(5): 601-605.

[11] Frihagen F, Grotle M, Madsen JE, et al. Outcome after femoral neck fractures: a comparison of Harris Hip Score, Eq-5d and Barthel Index[J]. Injury, 2008, 39(10): 1147-1156.

[12] 唐路平，李伟军，熊炎，等. 65岁以下股骨颈骨折术后股骨头坏死的多因素分析[J]. 中国矫形外科杂志，2013，21(6)：538-541.

[13] Hua KC, Yang XG, Feng JT, et al. The efficacy and safety of core decompression for the treatment of femoral head necrosis: a systemati c review and meta-analysis[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 306.

[14] Cui G, Wei R, Hou C, et al. Transplantation of iliac bone flaps pedicled with sartorius muscular fascia around superficial circum flex iliac vessels in the treatment of osteonecrosis of the femoral head[J]. Exp Ther Med, 2016, 11(6): 2201-2208.

[15] 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.

[16] Rosenwasser MP, Garino JP, Kiernan HA, et al. Long term followup of thorough debridement and cancellous bone grafting of the femoral head for avascular necrosis[J]. Clin Orthop Relat Res, 1994, 306: 17-27.

[17] Sonoda K, Yamamoto T, Motomura G, et al. Outcome of transtrochanteric rotational osteotomy for posttraumatic osteonecrosis of the femoral head with a mean follow-up of 12.3 years[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2015, 135(9): 1257-1263.

[18] 钟贵华. 髓芯减压植骨与多孔钽棒植入修复非创伤性股骨头坏死[J]. 中国组织工程研究，2012，16(29)：5501-5505.

[19] 罗笆卡，王展，魏亦兵，等. 多孔钽棒治疗早期股骨头坏死[J]. 国际骨科学杂志，2014，35(3)：159-160.

[20] Gao P, Zhang H, Liu Y, et al. Beta-tricalcium phosphate granules improve osteogenesis in vitro and establish innovative osteo-regen erators for bone tissue engineering in vivo[J]. Sci Rep, 2016, 6: 23367.

[21] Xiao X, Wang W, Liu D, et al. The promotion of angiogenesis induced by three-dimensional porous beta-tricalcium phosphate scaffold with different interconnection sizes via activation of PI3K/Akt pathways[J]. Sci Rep, 2015, 5: 9409.

[22] 孙伟，李子荣，高福强，等. 磷酸三钙多孔生物陶瓷修复股骨头坏死[J]. 中国组织工程研究，2014，18(16)：2474-2479.

（下转第192页）

a double-blind, randomized controlled trial[J]. J Arthroplasty, 2016, 31(5): 1022-1026.

[21] Drakos A, Raoulis V, Karatzios K, et al. Efficacy of local administration of tranexamic acid for blood salvage in patients undergoing intertrochanteric fracture surgery[J]. J Orthop Trauma, 2016, 30(8): 409-414.

[22] Gillespie R, Shishani Y, Joseph S, et al. Neer Award 2015: a randomized, prospective evaluation on the effectiveness of tranexamic acid in reducing blood loss after total shoulder arthroplasty[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2015, 24(11): 1679-1684.

[23] Huang F, Wu D, Ma G, et al. The use of tranexamic acid to reduce blood loss and transfusion in major orthopedic surgery: a meta-analysis[J]. J Surg Res, 2014, 186(1): 318-327.

(收稿:2019-10-28)

(本文编辑:富饶)

(上接第169页)

[23] Mont MA, Jones LC, Seyler TM, et al. New treatment approaches for osteonecrosis of the femoral head: an overview [J]. Instr Course Lect, 2007, 56: 197-212.

[24] Lapczyna H, Galea L, Wüst S, et al. Effect of grain size and microporosity on the in vivo behaviour of β-tricalcium phosphate scaffolds[J]. Eur Cell Mater, 2014, 28: 299-319.

[25] Li B, Hu R, Sun L, et al. A CARE-compliant article: biomechanics of treating early-stage femoral-head osteonecrosis by using a β-tricalcium phosphate bioceramic rod system: a 3-dimensional finite-element analysis [J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(25): e10808.

[26] Lu Y, Lu X, Li M, et al. Minimally invasive treatment for osteonecrosis of the femoral head with angioconductive bioceramic rod[J]. Int Orthop, 2018, 42(7): 1567-1573.

[27] 汪冉, 钱金黔, 叶有晨. 多孔生物陶瓷棒置入术治疗早期股骨头缺血性坏死的近期疗效分析[J]. 中华临床医师杂志: 电子版, 2015, 9(16): 55-57.

[28] 武圣超, 贺自克, 刘又文, 等. 微创置入陶瓷棒联合口服益肾消痛丸治疗早中期股骨头坏死的临床研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(8): 826-828.

(收稿:2020-01-19)

(本文编辑:杨晓娟)