

· 临床论著 ·

镜下清理减压术结合冲击波治疗早期股骨头坏死[△]

王耀霆, 安佰京, 王 龙, 宋立琨, 赵 斌, 李春宝, 王明新*, 刘玉杰

(解放军总医院第四医学中心骨科医学部运动医学科, 北京 100853)

摘要: [目的] 探讨关节镜下清理结合术后冲击波治疗股骨头坏死的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2010 年 1 月—2018 年 1 月, 本院收治的成人股骨头坏死 422 例 (642 髋) 患者的临床资料, 所有患者均接受髋关节镜探查清理, 股骨头钻孔减压手术治疗, 术后早期开始冲击波治疗。[结果] 422 例患者 (642 髋) 均顺利手术, 术中无严重并发症。ESW 治疗期无明显不良反应。422 例患者随访 24 个月以上。随访过程中, 16 例 (18 髋) 于术后 8~24 个月, 平均 (14.33±6.21) 个月, 因股骨头塌陷行全髋关节置换术, 占 2.84%。术前至术后 12 个月, 患者静息状态 VAS 评分、行走时 VAS 评分均显著下降 ($P<0.05$), 而屈伸 ROM、内旋-外旋 ROM、内收-外展 ROM 以及 Harris 评分均显著增加 ($P<0.05$); 但是, 与术后 12 个月相比, 末次随访时上述指标的改善均有所丢失, 各指标两时间点间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。影像方面, 术前至术后 12 个月, 642 髋的 ARCO 分级、股骨头骨水肿和关节积液均显著改善 ($P<0.05$), 而髋关节 Tönnis 分期无显著变化 ($P>0.05$)。与术后 12 个月相比, 末次随访时上述各影像指标无显著变化 ($P>0.05$)。[结论] 关节镜下清理结合术后冲击波治疗能够在一定程度上逆转或延缓股骨头坏死的进展, 临床疗效满意。

关键词: 股骨头坏死, 髋关节镜术, 钻孔减压, 体外冲击波

中图分类号: R681.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 05-0421-05

Arthroscopic debridement and drilling decompression combined with extracorporeal shockwave therapy for early-stage femoral head necrosis // WANG Yao-ting, AN Bai-jing, WANG Long, SONG Li-kun, ZHAO Bin, LI Chun-bao, WANG Ming-xin, LIU Yu-jie. Department of Orthopedics, The Forth Medical Center, General Hospital of CPLA, Beijing 100039, China

Abstract: [Objective] To explore the clinical efficacy of arthroscopic debridement and drilling decompression combined with postoperative extracorporeal shock wave therapy for early-stage femoral head necrosis. [Methods] A retrospective study was done on a total of 422 adult patients (642 hips) who received treatment for early-stage femoral head necrosis in our hospital from January 2010 to January 2018. All the patients underwent hip arthroscopic debridement and drilling decompression of the femoral head, and then extracorporeal shockwave therapy postoperatively. [Results] All the 422 patients (642 hips) were successfully operated on without serious complications during perioperative period, and with no obvious adverse reactions during ESW treatment. The follow-up period lasted for more than 24 months. Of them, 16 patients (18 hips) turned to receive total hip arthroplasty due to femoral head collapse in 8~24 months after primary operation, with an average of (14.33±6.21) months, accounting for 2.84%. From time point preoperatively to 12 months postoperatively, the VAS scores in resting state and during walking were significantly decreased ($P<0.05$), while flexion-extension ROM, internal-external rotation ROM and adduction-abduction ROM, as well as Harris score significantly increased ($P<0.05$). However, the improvements in the above item had slight loss at the latest follow-up compared with those at 12 months postoperatively, whereas which were not statistically significant ($P>0.05$). Radiographically, significant improvements were noticed in terms of ARCO classification, femoral head bone edema, and intraarticular effusion from the time preoperatively to 12 months postoperatively ($P<0.05$), whereas the Tönnis classification remained unchanged ($P>0.05$). However, there were no significant changes in these imaging parameters at the latest follow-up compared with those at 12 months postoperatively ($P>0.05$). [Conclusion] The arthroscopic debridement and drilling decompression combined with postoperative shock wave therapy might reverse in some extent, or delay the progression of femoral head necrosis, do achieve satisfactory clinical outcomes.

Key words: osteonecrosis of the femoral head (ONFH), hip arthroscopy, drilling decompression, extracorporeal shock wave

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.05.08

[△]基金项目:解放军总医院临床科研扶持基金(为军服务)项目(编号:2018FC-WJFWZX-1-06)

作者简介:王耀霆,主治医师,研究方向:骨关节训练伤、运动损伤的微创治疗,(电话)15001276880,(电子信箱)mrwytdyx@163.com

*通信作者:王明新,(电话)13911385839,(电子信箱)13911385839@163.com

股骨头坏死 (osteonecrosis of the femoral head, ONFH) 是骨科一种常见的进展性疾病, 由于创伤或非创伤等原因导致的股骨头血液循环的破坏, 因为血供不足导致骨髓组织和骨细胞发生凋亡及修复, 骨组织随之发生坏死, 使股骨头结构发生变化, 造成髋关节疼痛及功能活动受限^[1]。股骨头骨坏死主要累及青壮年人群, 致残率较高, 因此早期股骨头坏死的保髋治疗成为目前研究的热点^[2, 3]。近年来, 关节镜下清理由于创伤较小, 可以有效清除关节腔内增生滑膜及血肿, 术后症状缓解快, 得到了广泛的应用^[4], 髋关节镜是现代保髋手术过程中不可缺少的辅助工具^[5]。体外冲击波技术 (extracorporeal shockwave, ESW) 主要分为发散式、聚焦式, 一般认为发散式局限于浅表部位应用; 聚焦式在特定区域高强度聚集, 可用于深部位^[6, 7]。股骨头坏死的治疗, 应采用聚焦式冲击波。体外冲击波技术相对于髋关节置换手术方法具有非侵入性、花费低、能量可调控等优势^[8, 9], 起到高密度组织裂解、组织粘连松解、扩张血管和血管再生、镇痛及神经末梢封闭、组织损伤再修复和炎症控制等作用^[10, 11]。本文回顾性分析2010年1月—2018年1月本科关节镜探查清理结合术后冲击波治疗股骨头坏死患者的临床资料, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 慢性髋股部疼痛, 有激素服用史或长期饮酒史或有外伤史; (2) 影像检查符合股骨头缺血坏死 ARCO 分期 I、II 期 (图 1a); (3) 理解并自愿接受本治疗; (4) 术后随访 24 个月以上。

排除标准: (1) 影像显示 ARCO 分期 \geq III 期; (2) 既往有髋部手术史; (3) 髋部发育不良; (4) 髋部原发性或转移性肿瘤; (5) 髋部炎性疾病, 如类风湿、强直性脊柱炎; (6) 全身条件差, 不能耐受手术。

1.2 一般资料

2010年1月—2018年1月, 共422例(642髋)成人早期股骨头坏死患者符合上述标准, 纳入本研究, 其中, 男283例, 女139例, 年龄18~62岁, 平均(30.62±10.23)岁。发病原因: 激素性62例, 外伤性177例, 酒精性116例, 特发性67例。所有患者治疗前经X线及MRI检查证实并进行临床

分型 (图 1a)。ARCO 分期为 I 期 132 髋, II 期 510 髋。本研究获医院伦理委员会批准, 所有患者均知情同意。

1.3 手术方法

采用连续硬膜外麻醉, 患者仰卧于牵引床上, 双下肢持续牵引, 髋关节后外侧入路, 置入关节镜, 关节镜监视下建立前外侧工作通道。探查髋关节内病变情况, 关节腔内常有血肿及增生的滑膜组织 (图 1b, 1c), 可使用刨刀或射频清除增生水肿的滑膜组织 (图 1d), 首先清理关节囊周围滑膜组织, 可适当切开发节囊, 便于操作。探查股骨头软骨, 如软骨面有磨损或轻度损伤, 可使用等离子刀及刨刀进行修整。部分患者软骨下发生囊性变, 如软骨面完整, 囊性变较轻, 需保持软骨完整。大量生理盐水冲洗。用 C 形臂透视定位坏死区, 结合术前影像学资料, 在关节镜直视下确定坏死区, 使用导向器自股骨大粗隆下 5 cm 以 2.5 mm 克氏针平行钻入骨坏死区, 进行髓芯减压 (图 1e)。注意避免穿过股骨头软骨面。术后患者保护性部分负重活动至少 6 周。术后定期复查 X 线片及 MRI, 评估股骨头坏死病情进展情况。

1.4 冲击波治疗

术后 1 周, 伤口愈合良好的患者, 以股骨头坏死区域及其周围骨质为靶点进行 ESW 治疗, 结合 MRI 检查所示坏死区域及关节镜下所见, 采用 X 线定位, 确定治疗部位, 隔天一次行能流密度 0.5 mJ/mm², 2 400 脉冲的 ESW 治疗, 4 次为一疗程, 间隔 2~3 个月, 共 3~5 个疗程, 可根据病情适量增加。

1.5 评价指标

记录围手术期资料, 包括术中所见、手术时间、切口总长度、术中透视次数、下地行走时间、住院时间。采用静息与活动状态下疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS); 髋关节活动度 (range of motion, ROM), 包括伸屈 ROM、内旋-外旋 ROM、内收-外展 ROM; Harris 髋关节功能评分评价临床结果。

行影像学检查, 包括 X 线片、CT 和 MRI, 采用骨循环研究会 (Association Research Circulation Osseous, ARCO) 的分级方法评定病变等级, 观察骨水肿累及股骨头的面积百分比、关节积液程度上采用 Tönnis 评级评价髋关节退变程度^[12]。

1.6 统计学方法

使用 SPSS 18.0 软件包对数据进行统计分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 不同时间

点间比较采用单因素方差分析，两两比较采用 *LSD* 法。资料呈非正态分布时，采用 *Friedman* 或 *Kendall*

检验。等级资料采用 *Friedman* 或 *Kendall* 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

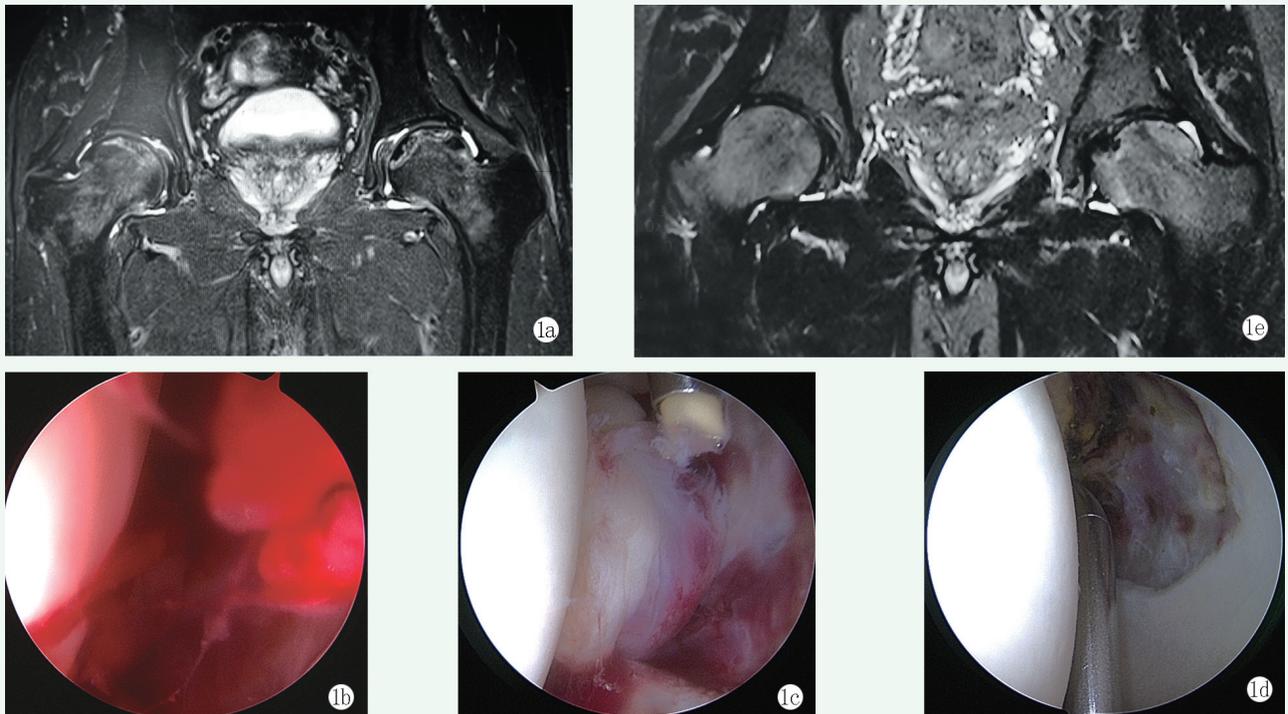


图1 患者，男，42岁，双髋股疼痛10个月 1a: 术前冠状面双髋MRI显示，双侧股骨头坏死，左侧股骨头坏死灶双线征，骨髓充血水肿，滑膜增生，关节腔积液较多，左侧病变面积25%，右侧病变面积15% 1b: 镜下见关节内出血 1c: 清除关节内出血后，可见炎性滑膜增生水肿 1d: 清理切除增生水肿的滑膜组织 1e: 髋关节镜下清创术后，行透视引导下2.5 mm平行克氏针髓心减压术，并行ESW治疗。术后1年MRI示左侧股骨头坏死灶基本消失，骨髓充血水肿及关节腔积液明显改善

2 结果

2.1 临床结果

422例患者(642髋)均顺利手术，术中均未发生主要血管、神经损伤等严重并发症。术后共8侧髋出现会阴部麻痹，经相应处理，均恢复，无严重后果。手术时间(65.34 ± 15.56) min、切口总长度(3.23 ± 1.51) cm、术中透视次数(5.31 ± 1.21)次、下地行走时间(1.45 ± 1.13) d、住院时间(11.32 ± 3.26) d。切口愈合方面，甲级愈合640髋，乙级愈合2髋。所有患者均无关节深部感染，无严重症状性血栓等并发症。ESW治疗期无明显不良反应。

422例患者随访24~120个月，平均随访时间(63.18 ± 11.05)个月。随访过程中，16例(18髋)，分别于术后8~24个月，平均(14.33 ± 6.21)个月，因疼痛加重、功能受限加剧，影像显示股骨头塌陷，行全髋关节置换术，转全髋关节置换率为2.80%，行翻修手术者以再次术前为本研究末次随访点；另外4例继续保守治疗。

422例(642髋)随访结果见表1，术前至术后12个月，患者静息状态VAS评分、行走时VAS评分均显著下降($P < 0.05$)，而屈伸ROM、内旋-外旋ROM、内收-外展ROM以及Harris评分均显著增加($P < 0.05$)；但是，与术后12个月相比，末次随访时上述指标的改善均有所丢失，各指标两时间点间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

至末次随访时，422例中，81例完全无痛，275例活动时轻度疼痛，66例明显疼痛；293例行走正常，无跛行，63例轻度跛行，66例明显跛行；204例下蹲活动正常，152例下蹲活动轻度受限，66例下蹲活动明显受限；204例恢复病前运动和劳动能力，218例未恢复至病前运动劳动能力水平。

2.2 影像评估

642髋影像评估结果见表2。术前至术后12个月，642髋的ARCO分级显著降低($P < 0.05$)，股骨头骨水肿面积百分比显著下降($P < 0.05$)，关节积液征的程度显著下降($P < 0.05$)，而髋关节Tönnis分期无显著变化($P > 0.05$)。与术后12个月相比，末次随访时ARCO分级、股骨头骨水肿面积百分比、关节

积液征和 Tönnis 分期均有所恶化，但是，各影像指标两时间点间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。典型病例影像见图 1。

表 1 422 例患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	末次随访	P 值
静息状态 VAS 评分 (分)	4.46±0.79	2.39±0.36	2.45±0.27	2.27±0.37	0.043
行走状态 VAS 评分 (分)	5.13±0.81	2.63±0.31	2.51±0.35	2.85±0.22	0.037
屈-伸 ROM (°)	80.45±10.32	115.46±11.32	113.21±12.17	109.67±10.43	0.045
内旋-外旋 ROM (°)	46.11±8.23	60.32±9.41	63.14±8.86	60.47±9.17	0.028
内收-外展 ROM (°)	56.41±13.42	67.21±12.28	65.47±11.45	61.11±10.84	0.036
Harris 评分 (分)	56.38 ±7.13	82.23±6.18	83.44±6.47	78.26 ±6.59	0.025

表 2 642 髋影像评估结果与比较

指标	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	末次随访	P 值
ARCO 分级 (例, I/II/III/IV)	132/510/0/0	149/477/16/0	149/462/13/18	149/462/13/18	0.041
骨水肿面积 (例, <15% / 15%~30% / ≥30%)	246/364/32	283/336/23	276/340/26	263/349/30	0.039
关节积液征像 (例, 阴性/阳性/强阳性)	246/364/32	281/338/23	270/344/28	259/349/34	0.033
Tönnis 分期 (例, 0/1/2/3)	246/364/32	132/510/0	132/492/18	132/492/18	0.059

3 讨论

ONFH 保髋治疗的方式包括药物治疗、物理疗法以及手术疗法，需要结合患者的具体病情以及能够达到的医疗技术手段，选择合适的治疗方案，从近年的文献分析，多种手段相结合的综合治疗是普遍采用的治疗方案，取得了较好的疗效^[13]。

ONFH 是一种全关节疾病，除了股骨头骨质的病理改变外，髋关节腔内也会有继发性的病理改变，其中包括大量炎性物质的释放，以及软骨降解微粒等机械摩擦物质，这些物质会引起滑膜的充血水肿等炎症反应^[14]。本研究也发现患者髋关节腔内关节液较为浑浊，经常为血性，少数患者有明显血肿形成。髋关节镜下清理可以改善关节内环境，去除影响关节活动的因素，清理炎症因子及软骨碎屑，阻断炎症过程的恶性循环。此外，由于关节镜能清晰确定坏死区，作者采用导向器定位小孔径髓芯减压，可以使钻孔减压更加精确、简便，缩短了手术时间，减少了放射线对术者和患者的伤害。

Guo 等^[15]在关节镜辅助下股骨头髓芯减压术治疗 35 例 Ficat II 期股骨头坏死患者，认为髋关节镜辅助下钻孔减压更精准，相比于单纯钻孔减压，取得了更好的疗效。Beck 等^[16]以关节镜辅助髓芯减压治疗股骨头坏死并对损伤盂唇进行修整，取得了较好疗效。Theopold 等^[17]使用关节镜辅助导航钻孔减压治疗早期股骨头坏死，术中行软组织松解及滑膜切除，

获得精准减压，同时减少了术中的放射暴露时间。Ellenrieder 等^[18]对 53 例 (56 髋) Steinberg I ~ III 期股骨头无菌性坏死患者进行关节镜下清理，钻孔减压，有效率达到 86%。

近年来的研究证实，ESW 用于治疗股骨头坏死取得了较好的疗效^[19, 20]。但到目前为止，ESW 治疗股骨头坏死的机制仍不清楚^[21]。有研究表明 ESW 可以造成微骨折从而加速骨愈合，同时可以提高疼痛阈值，缓解髋关节疼痛^[22-24]。ESW 可以通过骨生成和血管长入促进坏死区骨愈合，重塑坏死股骨头的骨结构^[25, 26]。

Xie 等^[27]使用 ESW 治疗 39 例 (53 髋) ARCO 分期 I ~ III 期股骨头坏死患者，随访 10 年，患者疼痛及功能均有明显改善，尤其是 I 期和 II 期患者效果更好。Wang 等^[28]的研究表明与单纯钻孔减压相比，ESW 治疗股骨头坏死，疼痛缓解和功能恢复方面具有更好疗效。

有研究认为，骨组织遮挡会明显降低 ESW 能量的传导，进入股骨头坏死区后，能量会损失 50%^[29]。本组研究中，为避免髋臼骨质对 ESW 的遮挡，根据术前影像学检查同时结合髋关节镜术中定位股骨头坏死区，并据此制订个性化的 ESW 治疗方案，通过髋关节的旋转、屈伸活动，将股骨头坏死区域尽量暴露于髋臼外，ESW 焦点精确定位于坏死区域，减少了髋臼的遮挡，提高了 ESW 的治疗效果。关节镜术后，由于骨髓腔内压力的降低以及关节腔内炎性物质的清除，多数患者都有明显的疼痛症状改善，

术后结合多疗程的ESW治疗,可以明显减轻股骨头坏死区周围骨髓水肿,减轻疼痛,改善患髋活动功能。

总之,关节镜手术结合ESW治疗股骨头坏死,具有创伤小、恢复快的优势,能够明显缓解疼痛,改善关节功能,减缓早期股骨头坏死的病程进展。

参考文献

- [1] Kang JS, Moon KH, Kwon DG, et al. The natural history of asymptomatic osteonecrosis of the femoral head [J]. *Int Orthop*, 2013, 37 (3): 379-384.
- [2] Barquet A, Mayora G, Guimaraes JM. Avascular necrosis of the femoral head following trochanteric fractures in adults: a systematic review [J]. *Injury*, 2014, 45 (12): 1848-1858.
- [3] 刘予豪,周驰,陈雷雷,等.基于股骨头坏死围塌陷期理论的保髋术式总结 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2017, 31 (8): 1010-1015.
- [4] Nazal MR, Parsa A, Martin SD. Mid-term outcomes of arthroscopic-assisted Core decompression of precollapse osteonecrosis of femoral head- minimum of 5 year follow-up [J]. *Musculoskeletal Disord*, 2019, 20 (1): 448.
- [5] 韩广弢,张宇标,蔡伟松.髋关节镜应用的适应证和并发症研究进展 [J]. *武警医学*, 2020, 31 (1): 81-84.
- [6] Császár NB, Angstman NB, Milz S, et al. Radial shock wave devices generate cavitation [J]. *PLoS One*, 2015, 10 (10): e0140541.
- [7] Cleveland RO, Chitnis PV, McClure SR. Acoustic field of a ballistic shock wave therapy device [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2007, 33 (8): 1327-1335.
- [8] Russo S, Sadile F, Esposito R, et al. Italian experience on use of ESW therapy for avascular necrosis of femoral head [J]. *Int J Surg*, 2015, 24 (Pt B): 188-190.
- [9] 张庆熙,孙伟,高福强,等.体外冲击波治疗股骨头坏死的临床研究进展 [J]. *实用骨科杂志*, 2015, 21 (8): 714-717.
- [10] Cleveland RO, Mcteer JA. *Physics of shock-wave lithotripsy* [M]. New Jersey: John Wiley & Sons Inc. 2012.
- [11] Moya D, Ramón S, Schaden W, et al. The role of extracorporeal shockwave treatment in musculoskeletal disorders [J]. *J Bone & Joint Surg Am*, 2018, 100 (3): 251-263.
- [12] Kovalenko B, Brenjit P, Fernando N. Classifications in brief: tönnis classification of hip osteoarthritis [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2018, 476 (8): 1680-1684.
- [13] 李林,黄克,梁红锁,等.股骨头坏死保髋治疗的研究进展 [J]. *Minimally Invasive Med*, 2015, 10 (3): 346-349.
- [14] 李冀,李众利,苏祥正.小直径多孔道髓芯减压联合髋关节镜清理治疗早期股骨头缺血性坏死的疗效观察 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2017, 31 (9): 1025-1030.
- [15] Guo HS, Tian YJ, Liu G, et al. Arthroscopy-guided core decompression and bone grafting combined with selective arterial infusion for treatment of early stage avascular necrosis of femoral head [J]. *Zhongguo Gu Shang*, 2018, 31 (1): 56-61.
- [16] Beck DM, Park BK, Youm T. Arthroscopic treatment of labral tears and concurrent avascular necrosis of the femoral head in young adults [J]. *Arthrosc Tech*, 2013, 2 (4): 367-371.
- [17] Theopold J, Armonies S, Pieroh P, et al. Nontraumatic avascular necrosis of the femoral head: arthroscopic and navigation-supported core decompression [J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2020, 32 (2): 107-115.
- [18] Ellenrieder M, Tischer T, Kreuz PC, et al. Arthroscopically assisted therapy of avascular necrosis of the femoral head [J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2013, 25 (1): 85-94.
- [19] Zhang QY, Liu LH, Sun W, et al. Extracorporeal shockwave therapy in osteonecrosis of femoral head [J]. *Med (Baltimore)*, 2017, 96 (4): e5897.
- [20] Li QC, Chen RG, Yu Y, et al. Extracorporeal shockwave therapy combined with multiple drilling and intramedullary drug injection for treating early-stage femur head necrosis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99 (40): e22598.
- [21] Alves EM, Angrisani AT, Santiago MB. The use of extracorporeal shock waves in the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a systematic review [J]. *Clin Rheumatol*, 2009, 28 (11): 1247-1251.
- [22] Gao F, Sun W, Li Z, et al. High-energy extracorporeal shock wave for early stage osteonecrosis of the femoral head: a single-center case series [J/OL]. *Evidence-Based Complementary Alternative Medicine*, 2015. doi: 10.1155/2015/468090.29.
- [23] Vulpiani MC, Vetrano M, Trischitta D, et al. Extracorporeal shock wave therapy in early osteonecrosis of the femoral head: prospective clinical study with long-term follow-up [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132 (4): 499-508.
- [24] Lee JY, Kwon JW, Park JS, et al. Osteonecrosis of femoral head treated with extracorporeal shock wave therapy: analysis of short-term clinical outcomes of treatment with radiologic staging [J]. *Hip Pelvis*, 2015, 27 (4): 250-257.
- [25] d'Agostino C, Romeo P, Lavanga V, et al. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in bone marrow edema syndrome of the hip [J]. *Rheumatol Int*, 2014, 34 (11): 1513-1518.
- [26] Ma H, Zhou D, Li D, et al. A histomorphometric study of necrotic femoral head in rabbits treated with extracorporeal shock waves [J]. *J Physical Ther Sci*, 2017, 29 (1): 24-28.
- [27] Xie K, Mao YQ, Qu XH, et al. High-energy extracorporeal shock wave therapy for nontraumatic osteonecrosis of the femoral head [J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13 (1): 25.
- [28] Wang CJ, Huang CC, Wang JW, et al. Long-term results of extracorporeal shockwave therapy and core decompression in osteonecrosis of the femoral head with eight- to nine-year follow-up [J]. *Biomed J*, 2012, 35 (6): 481-485.
- [29] Wang CJ, Wang FS, Huang CC, et al. Treatment for osteonecrosis of the femoral head: comparison of extracorporeal shock waves with core decompression and bone-grafting [J]. *J Bone Joint Surgery Am*, 2005, 87 (11): 2380-2387.

(收稿:2021-10-01 修回:2021-11-22)
(同行评议专家:曲峰 李海鹏)

(本文编辑:宁桦)