

· 临床研究 ·

## 膜诱导技术治疗 Cierny-Mader IV型股骨慢性骨髓炎<sup>△</sup>

张 虎, 杨晓勇, 陈星宇, 张曦娇, 岳正华, 梅良斌, 周 智, 徐永清, 石 健\*

(中国人民解放军联勤保障部队第九二〇医院骨科, 云南昆明 650032)

**摘要:** [目的] 探讨膜诱导技术治疗 Cierny-Mader IV型股骨慢性骨髓炎的临床疗效。[方法] 2016年1月—2019年12月, 对42例IV型股骨骨髓炎患者行两阶段手术, 第一阶段彻底清创后采用膜诱导技术结合内固定治疗, 第二阶段手术植骨并调整内固定, 观察围手术期、随访及影像资料。[结果] 一期手术后骨缺损长度5~16 cm, 平均(8.24±1.16) cm, 一期手术时伤口均闭合。二期手术间隔6~16周, 平均(9.21±1.83)周, 二期手术后伤口均闭合。平均随访时间(24.71±3.13)个月, 随时间推移, 髋、膝伸屈活动度、Harris和HSS评分均显著增加( $P<0.05$ ), Paley骨缺损愈合评级显著改善( $P<0.05$ )。末次随访时, 所有患者均获得影像骨折缺损愈合, 愈合时间为6~16个月。[结论] 彻底清创后采用膜诱导技术结合内固定治疗 Cierny-Mader IV型股骨慢性骨髓炎能够有效控制感染, 达至骨缺损愈合。

**关键词:** 股骨, 慢性骨髓炎, 膜诱导技术, 骨缺损, 内固定

**中图分类号:** R681.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 21-2003-04

**Membrane induction technique for Cierny-Mader type IV chronic osteomyelitis of the femur // ZHANG Hu, YANG Xiao-yong, CHEN Xing-yu, ZHANG Xi-jiao, YUE Zheng-hua, MEI Liang-bin, ZHOU Zhi, XU Yong-qing, SHI Jian. Institute of Orthopedic and Traumatology of PLA, The 920<sup>th</sup> Hospital, Joint Logistics Support Force of PLA, Kunming 650032, China**

**Abstract:** [Objective] To investigate the clinical efficacy of membrane induction technique in the treatment of Cierny-Mader type IV chronic osteomyelitis of the femur. [Methods] From January 2016 to December 2019, 42 patients with Cierny-Mader type IV osteomyelitis of the femur were treated with two stages of surgery. In the first stage a thorough debridement followed by antibiotic bone cement filling combined with internal fixation were conducted, while in the second stage bone grafting and internal fixation adjustment were performed secondary to bone cement removal. The documents regarding to clinical setting and imaging were observed. [Results] The length of bone defect ranged from 5 to 16 cm with an average of (8.24±1.16) cm after the thorough debridement in the first stage with well wound closure. The interval between the two stages of surgery was 6~16 weeks, with an average of (9.21±1.83) weeks, and the incision healed well after the second stage of surgery. As time went during the follow-up time lasted for (24.71±3.13) months, the range of motions (ROMs) of both hip and knee, as well as Harris and HSS scores significantly increased ( $P<0.05$ ), and Paley grade for bone defect healing significantly improved ( $P<0.05$ ). At the latest follow-up, all patients achieved radiographic fracture healing with healing time ranging from 6 to 16 months. [Conclusion] This membrane induction technique combined with internal fixation is an effective treatment for Cierny-Mader type IV chronic osteomyelitis of the femur with a benefit of high-efficient control of infection to achieve bone healing.

**Key words:** femur, chronic osteomyelitis, membrane induction technique, bone defect, internal fixation

Cierny-Mader IV型慢性骨髓炎是一种严重的骨骼肌肉系统感染, 外科手术是主要的治疗手段<sup>[1, 2]</sup>。由于这类感染侵犯广泛, 单纯采用开窗灌洗、死骨清除等传统治疗手段往往无法彻底清除病灶, 造成感染反复发作。对感染骨段及软组织彻底清创是避免感染复发的有效手段, 然而清创后造成的大段骨缺损成为治

疗的难点<sup>[3]</sup>。近年来膜诱导技术在治疗各种原因引起的骨缺损过程中显示出感染控制彻底、操作简单、骨缺损愈合快以及骨缺损的愈合时间独立于骨缺损的长度等优势<sup>[4, 5]</sup>, 因此特别适合大段骨缺损的修复。而内固定应用于股骨骨缺损断端可以减少对膝关节的影响, 加速康复, 提高生活质量<sup>[6]</sup>。但目前采用膜诱导

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.21.18

<sup>△</sup>基金项目: 云南省创伤骨科临床医学中心项目(编号: ZX20191001); 云南省科技厅-昆明医科大学应用基础研究联合专项项目(编号: 202101AY070001-294); 联勤保障部队第九二〇医院科技计划发展项目(编号: 2019YGB07)

作者简介: 张虎, 主治医师, 研究方向: 骨感染、修复重建, (电话)18064807001, (电子信箱)zhanghu-1982@163.com

\* 通信作者: 石健, (电话)13888461536, (电子信箱)doctorshijian920@sina.com

技术结合内固定治疗 Cierny-Mader IV型股骨慢性骨髓炎的报道较少。本研究回顾性分析膜诱导技术在治疗股骨 Cierny-Mader IV型慢性骨髓炎的临床疗效, 现报告如下。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

回顾性分析 2016 年 1 月—2019 年 12 月本科收治的 Cierny-Mader IV型股骨骨髓炎 42 例患者的临床资料。所有患者均为股骨干慢性骨髓炎, Cierny-Mader 解剖学分型为 IV 型, 清创后骨缺损长度 >4 cm。其中, 男 33 例, 女 9 例; 年龄 14~59 岁, 平均 (34.62±5.85) 岁; 血源性骨髓炎 14 例, 创伤性骨髓炎 28 例, 包括开放性骨折 19 例, 闭合性骨折 9 例; 位于股骨上段 8 例, 中段 23 例, 下段 11 例; 本研究获医院伦理委员会批准, 所有患者均知情同意。

### 1.2 手术方法

第一阶段手术: 清除所有失活软组织、节段切除感染骨质, 直至皮质出现“辣椒征”, 冲洗后锁定钢板固定骨断端, 使用万古霉素 PMMA 骨水泥填充骨缺损并包裹钢板全长, 放置 2~3 根引流管后紧密缝合。

第二阶段手术: 在一期手术后 6~16 周 [平均 (9.21±1.83) 周] 进行, 沿原切口纵行切开诱导膜, 到达骨水泥, 取出骨水泥及内固定物, 冲洗后选择髓内钉和 (或) 锁定钢板固定, 然后将预先从髂后上嵴取下的松质骨剪成细小颗粒, 填入骨缺损区域内, 若自体骨质不够, 可补充同种异体骨。

### 1.3 评价指标

记录围手术期情况资料。采用恢复完全负重活动时间, 髋关节、膝关节伸屈活动度 (range of motion, ROM)、Harris 髋关节功能评分、美国特种外科医院膝关节评分 (Hospital for Special Surgery, HSS) 和 Paley 感染性骨缺损骨愈合评级标准评价临床效果。Paley 标准优为骨折愈合, 无复发感染, 局部畸形 <

7°, 肢体不等长 <2.5 cm; 良为骨折愈合, 再加上上述后三者的任意 2 个; 可为骨折愈合, 再加上上述后三者的任意 1 个; 差为骨折未愈合或再骨折, 或以上三者均不满足。

行影像学检查, 观察骨缺损愈合时间。

### 1.4 统计学方法

应用 SPSS 23.0 统计软件进行分析和处理。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 资料符合正态分布, 采用单因素方差分析。等级资料采用 Krushal-Wallis H 检验。计数资料比较采用  $\chi^2$  或校正  $\chi^2$  检验,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围手术期资料

42 例患者行一期手术清创后节段性骨缺损长度 5~16 cm, 平均 (8.24±1.16) cm。一期手术时伤口均闭合, 未行皮瓣治疗。术后深部组织培养 28 例阳性, 其中金黄色葡萄球菌 17 例, 大肠埃希菌 5 例, 铜绿假单胞菌 5 例, 白色葡萄球菌 1 例。根据培养结果静脉滴注敏感抗生素 10~14 d, 之后口服抗生素 4 周; 一期手术后, 6 例感染复发, 经再次清创后, 感染控制, 伤口愈合。2 例 8 周时钢板断裂。

二期手术间隔 6~16 周, 平均 (9.21±1.83) 周, 二期手术后伤口均闭合, 5 例出现髂后上棘取骨处感染, 经反复换药引流后, 伤口愈合。3 例髂后上棘供骨区疼痛, 经对症处置后逐渐缓解。

### 2.2 随访结果

所有患者均获随访, 随访时间 18~39 个月, 平均 (24.71±3.13) 个月。随访过程中无感染复发, 无翻修手术。完全负重时间 (9.42±2.53) 个月。末次随访时, 血常规、CRP 和 ESR 均正常。随访资料见表 1, 随时间推移, 患者髋关节、膝关节伸屈 ROM、Harris 评分和 HSS 评分均显著增加 ( $P < 0.05$ ), Paley 评级逐渐改善 ( $P < 0.05$ )。

表 1 42 例患者临床及影像结果与比较

指标	术后 6 个月	术后 12 个月	末次随访	P 值
髋伸屈 ROM (°, $\bar{x} \pm s$ )	99.17±9.56	100.48±8.96	101.67±8.61	<0.001
膝伸屈 ROM (°, $\bar{x} \pm s$ )	76.19±15.17	84.52±17.81	92.61±18.32	<0.001
Harris 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	59.48±1.85	71.13±5.08	86.17±3.15	<0.001
HSS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	73.69±9.41	77.33±8.21	81.14±8.32	<0.001
Paley 评级 (例, 优/良/差)	16/15/11	28/10/4	38/4/0	<0.001
骨折缺损愈合 (例, 是/否)	31/11	38/4	42/0	<0.001

### 2.3 影像评估

至末次随访时，所有患者均获得影像骨折缺损愈合，愈合时间为 6~16 个月。末次随访时，与健侧相

比，患侧肢体短缩 4 例，短缩长度 3~5 cm，无局部畸形。典型病例影像见图 1。



图 1 患者，男，26 岁，右股骨骨折中上段创伤性骨髓炎，采用膜诱导技术分期手术治疗 1a: 术前右股骨侧位 X 线片示右股骨中上段 Cierny-Mader IV 型慢性骨髓炎 1b: 一期手术清创后予以节段性切除感染骨段，形成 11 cm 长骨缺损 1c: 一期手术后右股骨正位 X 线片示内固定钢板及骨缺损内填充的抗生素骨水泥 1d: 一期手术后感染控制，伤口愈合良好 1e: 8 周后行二期手术取出骨水泥间质体，可见形成完整的诱导膜，植骨加髓内钉固定 1f: 二期术后 20 个月复查右股骨侧位 X 线片示钢板已取出，骨缺损愈合良好，髓内钉位置好

### 3 讨论

彻底清创是治疗慢性骨髓炎控制感染的关键<sup>[7]</sup>。Simpson 等<sup>[8]</sup>通过临床随机对照研究发现清创时超过正常软组织 2 mm 的切除和超过正常骨组织 5 mm 的切除范围，能较彻底地清除骨感染病灶，远期随访复发率显著下降。本研究通过术前影像学检查结果确定清创范围，采用类似良性骨肿瘤切除的方法整段切除感染的骨段，同时进行软组织的彻底清创，最终本组病例所有患者感染都得到了控制，印证了彻底清创对感染控制的重要性。

对于 Cierny-Mader IV 型骨髓炎，彻底清创后必然导致大段的骨质缺损，给骨质重建带来难题。近年来，膜诱导技术已逐步成为治疗骨缺损最常用的手段之一<sup>[2-6, 9, 10]</sup>。膜诱导技术分两期进行：第一期清创、骨缺损部位放置骨水泥间质体，刺激局部组织形成诱导膜；第二期取出间质体，在诱导膜腔内植入自体松质骨颗粒<sup>[11]</sup>。植入颗粒状的松质骨，利于植入骨再血管化及爬行替代，且可形成网状通道为组织液渗入提供途径，构成多点骨再生形式，因此相对于其他植骨方式愈合更具优势<sup>[12]</sup>。诱导膜通过分泌生长因子而发挥其生物学活性，促进骨质矿化，实现骨愈合。一般在一期手术后 4~6 周其生物学活性达到峰

值，此后逐步下降<sup>[13]</sup>。因此多数学者选择 6~8 周作为两期手术之间的间隔。在本研究中，大多数患者也在此期间内（6~8 周）进行二期植骨手术，但少量患者由于其他疾病发作、感染控制需要以及经济困难等原因无法按时进行二期手术，因此推迟了手术时间。从目前随访结果看，推迟手术没有造成骨愈合延迟等问题。以往有个案报道在一期手术后 8 年才进行第二次手术，并且依然实现了植骨愈合<sup>[14]</sup>。作者推测可能是由于诱导膜的生物学作用并没有随着时间推移而完全消失，但具体原因尚需进一步研究。

传统观点认为内固定无法应用于慢性骨髓炎的治疗。但一期清创后应用抗生素骨水泥覆盖的锁定钢板进行内固定临时稳固断端，并不会增加感染复发率<sup>[15]</sup>。而二期使用髓内钉进行内固定，除了可以稳定骨断端外，还可以占据部分植骨空间，减少植骨量<sup>[16]</sup>。本研究两期手术中均采用内固定固定骨断端，内固定提供的稳定的力学环境，可以促进骨折愈合；同时患者早期即可以进行功能锻炼，能够避免关节强直。通过与术前对比，发现髌关节和膝关节活动范围及功能较术前均有明显改善，为患者重返社会奠定了基础。

综上所述，彻底清创后采用膜诱导技术结合内固定治疗 Cierny-Mader IV 型股骨慢性骨髓炎能够有效控制感染，骨愈合迅速，并发症少，有利于患肢功能

恢复。

参考文献

[1] Cierny G 3<sup>rd</sup>, Mader JT, Penninck JJ. A clinical staging system for adult osteomyelitis [J]. Clin Orthop, 2003, 414 (414): 7-24.

[2] 吴宏日, 贾硕, 傅景曙, 等. En bloc 切除结合膜诱导技术分期治疗长骨 Cierny-Mader IV 型创伤后骨感染 [J]. 中华创伤杂志, 2017, 33 (2): 147-152.

[3] 谢肇. 对骨感染控制瓶颈问题的思考 [J]. 中华骨科杂志, 2018, 38 (9): 519-522.

[4] Masquelet AC, Fitoussi F, Begue T, et al. Reconstruction of the long bones by the induced membrane and spongy autograft [J]. Ann Chir Plast Esthet, 2000, 45 (3): 346-353.

[5] Masquelet AC. The induced membrane technique [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2020, 106 (5): 785-787.

[6] 石健, 杨晓勇, 陈星宇, 等. 膜诱导技术结合内固定分期治疗股骨感染性骨不连 [J]. 中华创伤杂志, 2021, 37 (6): 555-561.

[7] 田永福, 李阳阳, 卢博, 等. 载抗生素磷酸钙与外固定架治疗长骨创伤后骨髓炎 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (3): 277-280.

[8] Simpson A, Deakin M, Latham J. The effect of the extent of surgical resection on infection-free survival [J]. J Bone Joint Surg Br, 2001, 83 (3): 403-407.

[9] 石健, 吕乾, 陈星宇, 等. Masquelet 技术结合小腿皮瓣治疗胫骨

感染性骨缺损伴广泛软组织缺损的疗效分析 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2021, 23 (1): 62-67.

[10] Giannoudis PV. Treatment of bone defects: bone transport or the induced membrane technique [J]. Injury, 2016, 47 (2): 291-292.

[11] Masquelet AC. Induced membrane technique: pearls and pitfalls [J]. J Orthop Trauma, 2017, 31 (Suppl 5): S36-S38.

[12] 时培晟, 张瑜, 樊晓海, 等. 分期手术治疗胫骨慢性感染性骨缺损 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (21): 2001-2004.

[13] Wang X, Wei F, Luo F, et al. Induction of granulation tissue for the secretion of growth factors and the promotion of bone defect repair [J]. J Orthop Surg Res, 2015, 10: 147.

[14] Masquelet A, Kanakaris NK, Obert L, et al. Bone repair using the masquelet technique [J]. J Bone Joint Surg Am, 2019, 101 (11): 1024-1036.

[15] Jia C, Wang X, Yu S, et al. An antibiotic cement-coated locking plate as a temporary fixation for treatment of infected bone defects: a new method of stabilization [J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15 (1): 44.

[16] Luo F, Wang X, Wang S, et al. Induced membrane technique combined with two-stage internal fixation for the treatment of tibial osteomyelitis defects [J]. Injury, 2017, 48 (7): 1623-1627.

(收稿:2021-07-01 修回:2022-06-29)  
(同行评议专家: 舒衡生 郑学建)  
(本文编辑: 郭秀婷)

(上接 2002 页)

[10] 葛腾辉, 吴静晔, 李观清, 等. 斜外侧椎间融合术联合后路固定治疗退行性腰椎滑脱对手术节段力线的影响 [J]. 中华骨科杂志, 2021, 41 (3): 141-148.

[11] Yang SW, Langrana NA, Lee CK. Biomechanics of lumbosacral spinal fusion in combined compression-torsion loads [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1986, 11 (9): 937-941.

[12] 俞海明, 姚学东, 李毅中. 脊柱内镜辅助斜外侧椎间融合术治疗腰椎退变性疾病 [J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27 (3): 268-272.

[13] 邓东海, 吴锐辉, 赵建新, 等. 斜向腰椎椎间融合术治疗腰椎退

行性疾病的早期疗效观察 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33 (9): 966-968.

[14] 甘锋平, 谭海涛, 江建中, 等. 直接外侧入路椎间融合术治疗腰椎退变性疾病疗效观察 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2016, 30 (6): 716-720.

[15] 邓梦娟, 邝磊, 王冰, 等. 前外侧腰椎间融合术与后路经椎间孔腰椎间融合术治疗 L<sub>4/5</sub> I 度退变性腰椎滑脱的疗效比较 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28 (5): 389-396.

(收稿:2021-04-01 修回:2022-05-15)  
(同行评议专家: 黄 勇)  
(本文编辑: 闫承杰)