doi:10.11659/jjssx.08E020103

·临床研究·

膜诱导技术一期应用不同固定方式治疗胫骨远端创伤后骨髓炎的疗效比较

李 洋,胡 适,喻胜鹏,沈 杰,谢 肇 (陆军军医大学第一附属医院骨科,重庆 400038)

[摘 要] **目的** 比较膜诱导技术一期应用锁定钢板内固定与锁定加压钢板外固定治疗胫骨远端创伤后骨髓炎的疗效。**方法** 回顾性分析应用膜诱导技术治疗的39例胫骨远端创伤后骨髓炎患者的临床资料,其中一期应用锁定钢板内固定23例(钢板内置组),应用锁定加压钢板外固定16例(钢板外置组),2组患者二期植骨均应用髓内钉内固定。比较2组患者的感染控制率、骨愈合率、愈合时间和术后美国足踝外科学会(AOFAS)踝关节功能评分等。**结果** 术后随访30~86个月,2组患者术后感染控制率、骨愈合率、愈合时间、AOFAS踝关节功能评分比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 膜诱导技术一期应用锁定钢板内固定与锁定加压钢板外固定治疗胫骨远端创伤后骨髓炎均可取得比较满意的疗效,一期采用内固定作为稳定方式并不会增加感染的复发率。

[关键词] 胫骨;创伤;骨髓炎;膜诱导技术;稳定方式

[中图分类号] R681.2 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-08-20

Different fixation methods with induced membrane technique in first-stage treatment of distal tibial post-traumatic osteomyelitis

LI Yang, HU Shi, YU Sheng-peng, SHEN Jie, XIE Zhao (Department of Orthopedics, First Hospital Affiliated to Army Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To compare the effects of locking plate internal fixation and locking compression plate external fixation with induced membrane technique in the first-stage treatment of distal tibial post-traumatic osteomyelitis. **Methods** The clinical data of 39 patients with distal tibial post-traumatic osteomyelitis treated with induced membrane technique were retrospectively analyzed. Among

[基金项目] 军队后勤科研课题(AWS173004-02-05)

[通信作者] 谢 肇,E-mail:xiezhao54981@163.com

[7] 国家中医药管理局.中医病症诊断疗效标准[M].南京:南京大学出版社,1994:53.

[8] 蒋 宇.外剥内扎加后正中括约肌部分切断术治疗环状混合痔的临床疗效[J].江苏医药,2015,41(15):2205-2206.

[9] 王兴明.外剥内扎术加消痔灵注射治疗环状混合痔的临床观察[J].中国现代普通外科进展,2015,18(8):648-651.doi:10.3969/j.issn.1009-9905.2015.08.018.

[10] 杨晓东,黄晓珺.痔的外科治疗现状[J].临床外科杂志,2018,26(4):265-266.doi:10.3969/j.issn.1005-6483.2018.04.008.

[11] 冷明敏.环状混合痔行交错内痔套扎、弧形切除外痔保留齿线术治疗的临床应用研究[J].吉林医学,2019,40(9):2096-2097.doi:10.3969/j.issn.1004-0412.2019.09.086.

[12] 李天煜,蔡伟杰,陆浩林,等.基于齿状线保护的TST+分段外痔切除术治疗重度环状混合痔的临床效果观察[J].结直肠肛门外科,2019,25(5):548-552.doi:10.19668/j.cnki.issn1674-0491.2019.05.012.

[13] 苏永红,李忠华,刘丛丛,等.肛管复位隧道式外剥内悬吊术治疗肛管下垂型环状混合痔[J].山东大学学报(医学版),2019,57(3):75-79.doi:10.6040/j.issn.1671-7554.0.2018.1195.

[14] 沈彬慧,郭修田.环状混合痔手术治疗现状[J].辽宁中医药大学学报,2018,20(4):131-133.doi:10.13194/j.issn.1673-842x.2018.04.035.

[15] 胡恩伟,赵宝明,李玉峰,等.痔上黏膜环形切除术与外剥内扎术治疗重度环状混合痔的疗效对比[J].临床和实验医学杂志,2018,17(23):2563-2565.doi:10.3969/j.issn.1671-4695.2018.23.031.

[16] 张新红.PPH术与外剥内扎术治疗环状混合痔的临床疗效及安全性比较[J].河北医学,2014,20(7):1148-1150.doi:10.3969/j.issn.1006-6233.2014.07.032.

[17] 余成栋,吕小平.不同切口设计对混合痔外剥内扎术后并发症的影响[J].山东医药,2015,55(45):59-61.doi:10.3969/j.issn.1002-266X.2015.45.022.

[18] 白云冲,王崇伟.外剥内扎加部分内括约肌切断术治疗环状混合痔疗效观察[J].中国肛肠病杂志,2019,19(6):16-17.doi:10.3969/j.issn.1000-1174.2019.06.009.

[19] 陈 龑,张少军,阚 丽,等.外剥内扎联合弧形皮内连续缝合术治疗环状混合痔临床观察[J].中国中西医结合外科杂志,2019,25(4):478-481.doi:10.3969/j.issn.1007-6948.2019.04.012.

[20] 李廷江,田洋平,杨勇军.改良痔外剥内扎术治疗环状混合痔的临床效果观察[J].中国普外基础与临床杂志,2020,27(8):1-5.doi:10.7507/1007-9424.201912119.

(编辑:贺绍梅)

them,23 patients were treated with locking plate internal fixation in the first stage (internal fixation group),16 patients were treated with locking compression plate external fixation (external fixation group),and both groups were treated with intramedullary nail internal fixation in the second stage of bone graft. The infection control rate,bone healing rate,healing time and postoperative ankle function score of the American Society of Foot and Ankle Surgery (AOFAS) were compared between the two groups. **Results** All patients were followed up for 30 to 86 months,there was no statistically significant difference in postoperative infection control rate,bone healing rate,healing time,and ankle joint function score of AOFAS between the two groups($P>0.05$). **Conclusion** The induced membrane technique can achieve satisfactory curative effect in the treatment of distal tibial osteomyelitis after trauma by using locking plate internal fixation and locking compression plate external fixation,which does not increase the recurrence rate of infection by using locking plate internal fixation in the first stage surgery.

Keywords: tibia;trauma;osteomyelitis;induced membrane technique;stabilization method

胫骨远端由于其解剖特点,局部软组织菲薄,血供相对较差,外伤后一旦发生感染则治疗非常棘手[1]。骨搬运是胫骨远端创伤后骨髓炎常用的治疗方法,但是其存在带架时间长、钉道感染、关节僵硬、关节疼痛等问题[2-3]。传统的开放植骨、一期植骨等治疗方法,愈合率有限,且不适用于大于 4 cm 的骨缺损[4-5]。膜诱导技术目前被广泛应用于骨感染领域,是对创伤后骨髓炎分两期进行手术,一期彻底清创后采用抗生素骨水泥填充骨缺损控制感染,待骨水泥周围形成诱导膜,二期在诱导膜内植骨重建[6]。其中一期术中需对清创后遗留骨缺损进行稳定,而传统理念认为感染清创后进行内固定复发风险高,采用外固定作为稳定方式更合适,但外固定存在携带不便、钉道感染等缺点,因此,对于部分病例,本中心采用锁定钢板内置稳定,并与锁定钢板外置病例进行比较研究,分析两种稳定方式在感染控制率、骨愈合率、愈合时间、踝关节功能恢复等方面的差异,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2013 年 4 月至 2018 年 7 月在我院应用膜诱导技术治疗的 39 例胫骨远端创伤后骨髓炎患者的临床资料,其中男 37 例,女 2 例,根据一期稳定方式分为钢板内置组和钢板外置组。钢板内置组 23 例,年龄 24 ~ 64 岁,骨缺损长度为 2.0 ~ 9.0 cm。钢板外置组 16 例,年龄 27 ~ 55 岁;骨缺损长度为 2.0 ~ 9.7 cm。2 组患者的年龄、开放性骨折、骨缺损长度、既往手术次数、Cierny-Mader 分型等基本资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。纳入标准:①明确为胫骨远端感染性骨缺损,有明确病史、创伤史或手术史;②采用膜诱导技术治疗,其中一期使用锁定钢板内固定或锁定加压钢板外固定;③术后随访 1 年以上。排除标准:①随访资料不全;②合并严重周围神经或/和血管损伤者;③伴有严重心、肺、肝、肾等内科疾病或糖尿病。本研究经我院伦理委员会批准(审批号:KY201878),患者均签署手术知情同意书。

表 1 患者基本资料

项目		钢板内置组 ($n=23$)	钢板外置组 ($n=16$)	P
年龄/岁		43.5 ± 9.9	39.3 ± 8.7	0.178
性别/例	男	21	16	0.503
	女	2	0	
开放性骨折/例	是	13	10	0.752
	否	10	6	
骨缺损/cm		5.48 ± 2.26	5.56 ± 2.29	0.917
既往手术次数/次		2.04 ± 1.22	1.69 ± 1.30	0.390
吸烟/例	是	9	10	0.200
	否	14	6	
Cierny-Mader 分型/例	Ⅲ型	13	9	1.000
	Ⅳ型	10	7	
感染持续时间/月*		2,15	1,19	

*为四分位数(p25,p75)

1.2 手术方法

手术分两期进行,一期彻底清创,植入抗生素骨水泥形成诱导膜;感染控制后 6 ~ 8 周,二期植骨重建骨缺损。

一期手术:患者麻醉后,取仰卧位,止血带结扎于大腿根部,常规消毒、铺巾。若有窦道,沿窦道口梭形切除,术中彻底清除坏死或感染的骨组织、软组织,打通髓腔,直至出现断端渗血。取深部组织做细菌培养及病理学检查,反复使用双氧水、碘伏、生理盐水冲洗。更换术中使用的手术器械,重新消毒、铺巾,更换手套。钢板内置组患者清创后,选用长度合适的锁定钢板固定,每 40 g 含庆大霉素的骨水泥中加入 5 g 万古霉素,填塞骨缺损处,同时骨水泥覆盖钢板,螺钉口涂上骨蜡防止取出困难,骨水泥发热时使用冰生理盐水降温。钢板外置组患者清创后,选用长度合适的锁定加压钢板放置于胫骨远端前内侧,距离皮肤 1 ~ 2 cm,调整对位、对线,两端各打入 2 ~ 3 枚螺钉固定,并用骨水泥填充骨缺损。8 例患者采用皮瓣修复创面,其中局部皮瓣转移 7 例,带蒂皮瓣转移 1 例。术后第 1 天即开始行踝关节功能锻炼,并静滴第三代头孢菌素治疗,根据细菌培养及药物敏感性试验结果选择敏感抗生素治疗,共 14 d,如细菌培养结果为阴性,则应用第三代头孢菌素经验性治疗。伤口留置引流管 10 ~ 14 d。如感

染复发,则需重复行一期手术。

二期手术:一期清创 6~8 周后,当患者无感染症状及体征,白细胞、红细胞沉降率及 C-反应蛋白恢复正常,局部软组织覆盖良好,则开始行二期骨重建。术前通过 CT 预估骨重建所需骨量,骨源取自髂骨 24 例,15 例自体骨量不足者采用混合同种异体骨植骨。二期术中沿原手术切口切开,取出骨水泥,保护诱导膜。清理骨缺损断端去皮质化,术中行病理学快速冰冻检查排除感染复发后,依次采用碘伏、生理盐水冲洗切口,然后植入髓内钉固定,诱导膜内充分植骨,放置负压引流管,关闭手术切口。参照一期细菌培养及药物敏感性试验结果应用抗生素 1 周,负压引流持续 10~14 d。积极行踝关节非负重功能锻炼,根据骨愈合情况逐渐负重下地行走,影像检查显示骨愈合后行完全负重锻炼。

1.3 随访及疗效评价

患者术后前 4 个月每个月随访 1 次,此后每 2 个月随访 1 次直至临床骨愈合,之后每年随访 1 次,行症状体征检查、影像学检查及实验室检查。影像学愈合标准为正侧位 X 射线片示植骨区三面连续性骨痂。统计感染控制率、骨愈合率、愈合时间,踝关节功能采用美国足踝外科协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society,AOFAS)踝与后足评分量表进行评价。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。患者年龄、骨缺损长度、愈合时间、踝关节功能评分等计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较采用 t 检验,性别、Cierny-Mader 分型、复发率、感染控制率、骨愈合率等计数资料以率(%)表示,比较用 *Fisher* 精确检验。检验水准 α 值取双侧 0.05,$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 随访结果

所有患者均随访 30~86 个月,平均 55.3 个月。本组 39 例患者中,一期术后 7 例感染复发再次行清创手术,其中钢板内置组 3 例,钢板外置组 4 例,再次清创后感染均得到控制,一期术后钢板外置组 2 例发生钉道感染,予及时钉道换药、护理治愈。二期手术植骨后,钢板内置组感染复发 2 例,钢板外置组感染复发 2 例,均予再次清创,永久骨水泥填充。钢板内置组二期术后骨愈合率 91.3%(21/23),影像学愈合时间 3~8 个月。钢板外置组二期术后骨愈合率 81.3%(13/16),影像学愈合时间 4~8 个月,其中 1 例发生无菌性骨不连,经再次手术植骨后愈合。2 组患者一期术后感染控制率、二期术后感染控制率、骨愈合率、愈合时间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 2。术后踝关节背伸平均 3.8°,跖屈 25.3°,4 例行踝关节融合术,其中钢板内置组 1 例,钢板外置组 3 例。2 组 AOFAS 踝关节功能评分比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

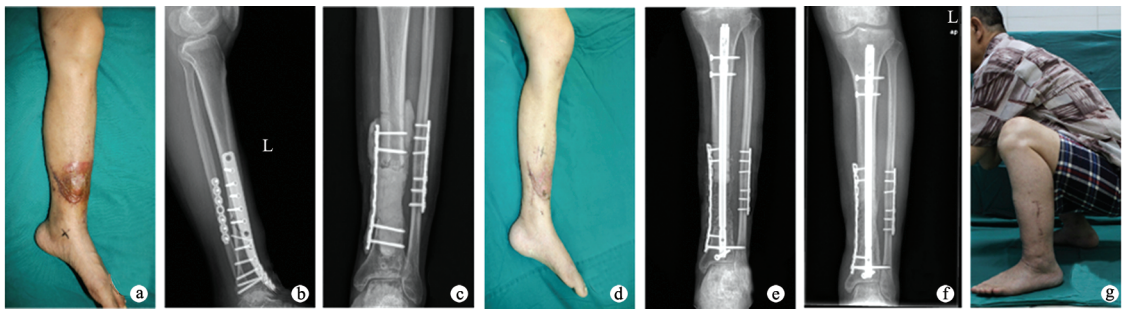
2.2 典型病例

钢板内置组典型病例:患者,男,54 岁,因左胫腓骨开放性骨折术后 4 个月余,切口红肿、流脓伴窦道形成 2 个月余入院,诊断为左胫骨远端创伤后骨髓炎,一期手术清创,骨缺损填塞骨水泥,抗生素骨水泥覆盖钢板内固定,二期手术植骨,髓内钉固定,见图 1。

钢板外置组典型病例:患者,男,47 岁,因左小腿骨折术后患肢肿痛、流脓 3 个月入院,诊断为左胫骨远端创伤后骨髓炎,一期手术清创,骨缺损填塞骨水泥,锁定加压钢板外固定,二期手术植骨,髓内钉固定,见图 2。

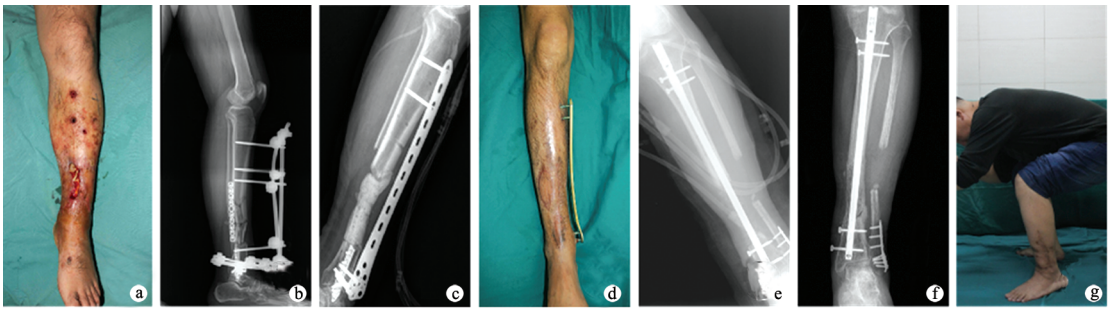
表 2 患者术后随访结果比较

组别	n	感染控制/例(%)		骨愈合/例(%)	愈合时间/月	AOFAS 踝与后足评分/分
		一期	二期			
钢板内置组	23	20(87.0)	21(91.3)	21(91.3)	5.5±1.5	90.5±5.6
钢板外置组	16	12(75.0)	14(87.5)	13(81.3)	5.6±1.0	91.3±5.2
P		0.415	1.000	0.631	0.768	0.640



a:术前外观照;b:术前 X 射线片;c:一期术后 X 射线片;d:一期术后外观照;e:二期术后 X 射线片;f:二期术后 12 个月 X 射线片;g:二期术后 12 个月外观照

图 1 钢板内置组典型病例影像资料



a:术前外观照;b:术前 X 射线片;c:一期术后 X 射线片;d:一期术后外观照,e:二期术后 X 射线片;f:二期术后 12 个月 X 射线片;g:二期术后 12 个月外观照

图 2 钢板外置组典型病例影像资料

3 讨论

胫骨远端创伤后骨髓炎的发生率为 2.6% ~ 11.1%,常造成患者感染、关节僵硬、肢体活动障碍等严重后果[6-8]。导致胫骨远端创伤后骨髓炎的原因较多,如肌肉软组织缺乏、骨外露、粉碎性骨折、大量骨缺损、术中固定不充分等。胫骨远端创伤后骨髓炎的治疗目标是骨髓炎的治愈和骨的愈合。通过非手术方法和全身应用抗生素难以治愈,原因在于感染病灶区域血运不足,抗生素难以达到有效浓度发挥作用,并且病灶内细菌以生物膜的形式存在,即使局部抗生素浓度较高,也难以对膜内细菌发挥良好作用,因此,必须通过手术彻底清除感染病灶,才能控制感染[9]。膜诱导技术的作用主要体现在局部高浓度抗生素的释放可以杀灭清创后残存的浮游细菌,为感染的控制创造条件,同时,形成的诱导膜具有较丰富的血管组织及生长因子,可以为二期手术植骨创造良好的植骨环境,从而实现骨缺损的重建。但一期膜诱导技术要实现骨感染的控制,在彻底清创的前提下,尚需遵守局部稳定和皮肤有效覆盖的基本原则。因为感染骨切除后会产生不同程度的骨缺损,导致缺损骨端的不稳定。局部稳定有利于微血管的形成和组织的修复,有利于实现骨感染的最终控制[10]。

膜诱导技术中一期清创后应用内固定过去一直被视为禁忌,这是因为即使对感染部位进行了彻底清创,仍会有残存的浮游细菌,而浮游细菌极易聚集于内置物表面形成细菌生物被膜,导致感染复发[11]。而使用传统外固定架虽然可避免手术部位存在异物,但其存在携带不便、针道感染发生率高、影响踝关节活动、导致关节僵硬等问题。因此,有学者受锁定钢板外置技术治疗胫骨骨折的启发,将膜诱导技术一期清创后锁定钢板外置作为固定方法。相比于跨踝外固定架对关节功能的影响,锁定钢板应用于胫骨远端可使患者更早地进行功能锻炼,并可获得良好的踝关节功能。锁定钢板更小巧的外形可使患者行走及其他日常活动更方便[12]。而在生物力学研究方面,Ang 等[13]将锁定钢板外置与单边外固定架进行对比发现,相同骨面距离(20 mm)下,轴向压缩和扭转强度无统计学差异。本研究使用锁定钢板作为胫骨远端感染性骨缺损膜诱导技术一期外固定的材料,未发生断裂、畸形等并发症,踝关节功能较治疗前改善,说明锁定钢板外置可以达到外固定架的固定效果。但与内固定方式相比,锁定钢板外置仍存在钉道感染、携带不便的缺点。

能否采用内固定作为骨感染清创后的固定方式,一直是临床争论的问题,其关键是在彻底清创的前提下,如何预防浮游细菌在内置物表面形成生物被膜。有实验表明,用抗生素骨水泥包被内置物可以起到隔离作用,可防止细菌黏附于内置物表面,同时骨水泥释放的局部高浓度抗生素能杀灭周围组织的细菌,为内固定钢板提供“屏蔽性”和“自净性”,从而规避细菌生物被膜的形成。在既往研究中,已经有学者将抗生素骨水泥被覆的内固定材料成功用于骨感染的治疗中,并取得了良好的效果[14-15]。部分学者使用抗生素骨水泥覆盖的钢板在股骨感染性骨缺损中作为一期临时内固定,避免了细菌定植于钢板表面,提高了感染控制率,且未增加感染复发率[16-17]。本研究将抗生素骨水泥覆盖的锁定钢板作为内固定方式应用于胫骨远端,提高了患者的舒适性,且保留了更好的关节活动度,与钢板外置组相比,并未增加感染率,2 组的骨愈合率、愈合时间、踝关节功能恢复等方面无显著差异。

对于胫骨远端创伤后骨髓炎,尽管膜诱导技术中一期清创后锁定钢板内置效果较为满意,但仍需注意:①彻底清创是前提条件,也是感染控制的核心原则;②必须应用抗生素骨水泥完全覆盖钢板,将钢板包裹于骨髓内;③当清创后胫骨骨缺损远端部分过于靠近踝关节,内置钢板固定后不能实现缺损端的基础稳定

性时,仍需采用锁定钢板外置的方式;④清创后皮肤的有效覆盖也是实现感染控制的基本原则,有助于诱导膜的形成,而钢板内置会增加手术区域内的容积,因此,当皮肤不能缝合时,仍需采取锁定钢板外置作为稳定方式。

膜诱导技术治疗胫骨远端创伤后骨髓炎,二期在明确感染控制的情况下,可以进行骨重建手术,本组病例均选用髓内钉作为二期手术的固定材料,这是因为在一期手术实现了感染控制的基础上,二期使用髓内固定可以有效减少植骨量,更好地维持下肢力线[18]。需要指出的是,本研未纳入骨缺损处靠近关节面以至于无法应用髓内钉固定的患者,此类患者二期手术予钢板内固定或跨关节固定疗效更佳。

综上所述,膜诱导技术一期应用抗生素骨水泥覆盖锁定钢板内固定与锁定加压钢板加压外固定治疗胫骨远端创伤后骨髓炎,均取得了较满意的疗效,感染控制率、骨愈合率、愈合时间、踝关节功能无明显差异,一期采用内固定作为稳定方式并没有增加感染的复发率。

[参考文献]

[1] Reed LK, Mormino MA. Distal tibia nonunions[J]. Foot Ankle Clin, 2008,13(4):725 - 735. doi:10.1016/j.fcl.2008.09.001.

[2] Sanders DW, Galpin RD, Hosseini M, et al. Morbidity resulting from the treatment of tibial nonunion with the Ilizarov frame[J]. Can J Surg, 2002,45(3):196 - 200.

[3] Schottel PC, Muthusamy S, Rozbruch SR. Distal tibial periarticular nonunions: ankle salvage with bone transport[J]. J Orthop Trauma, 2014, 28(6):e146 - 152. doi:10.1097/BOT.0000000000000011.

[4] 黄 雷,李 兵,刘 沂,等. 开放植骨治疗感染性骨折不愈合[J]. 中华骨科杂志,2005,25(1):30 - 34. doi:10.3760/j.issn:0253 - 2352.2005.01.007.

[5] Wu CC. Single-stage surgical treatment of infected nonunion of the distal tibia[J]. J Orthop Trauma, 2011, 25(3):156 - 161. doi:10.1097/BOT.0b013e3181eaaa35.

[6] Zelle BA, Bhandari M, Espiritu M, et al. Treatment of distal tibia fractures without articular involvement: a systematic review of 1125 fractures [J]. J Orthop Trauma, 2006, 20(1):76 - 79. doi:10.1097/01.bot.0000202997.45274.a1.

[7] Joveniaux P, Ohl X, Harisboure A, et al. Distal tibia fractures: management and complications of 101 cases[J]. Int Orthop, 2010, 34(4):583 - 588. doi:10.1007/s00264 - 009 - 0832 - z.

[8] Piątkowski K, Piekarczyk P, Kwiatkowski K, et al. Comparison of different locking plate fixation methods in distal tibia fractures[J]. Int Orthop, 2015,39(11):2245 - 2251. doi:10.1007/s00264 - 015 - 2906 - 4.

[9] 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. doi:10.3760/cma.j.issn.0253 - 2352.2018.09.002.

[10] Schmidt AH, Swiontkowski MF. Pathophysiology of infections after internal fixation of fractures[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2000, 8(5): 285 - 291. doi:10.5435/00124635 - 200009000 - 00002.

[11] Stoodley P, Ehrlich GD, Sedghizadeh PP, et al. Orthopaedic biofilm infections[J]. Curr Orthop Pract, 2011, 22(6):558 - 563. doi:10.1097/BCO.0b013e318230efcf.

[12] Tulner SA, Strackee SD, Kloen P. Metaphyseal locking compression plate as an external fixator for the distal tibia[J]. Int Orthop, 2012, 36(9):1923 - 1927. doi:10.1007/s00264 - 012 - 1585 - 7.

[13] Ang B, Chen JY, Yew A, et al. Externalised locking compression plate as an alternative to the unilateral external fixator: a biomechanical comparative study of axial and torsional stiffness[J]. Bone Joint Res, 2017,6(4):216 - 223. doi:10.1302/2046 - 3758.64.2000470.

[14] Liporace FA, Yoon RS, Frank MA, et al. Use of an "antibiotic plate" for infected periprosthetic fracture in total hip arthroplasty[J]. J Orthop Trauma, 2012, 26(3): e18 - 23. doi: 10.1097/BOT.0b013e318216dd60.

[15] Scolaro JA, Mehta S. Stabilisation of infected peri-articular nonunions with an antibiotic impregnated cement coated locking plate: technique and indications[J]. Injury, 2016, 47(6):1353 - 1356. doi:10.1016/j.injury.2016.03.010.

[16] Yu X, Wu H, Li J, et al. Antibiotic cement-coated locking plate as a temporary internal fixator for femoral osteomyelitis defects[J]. Int Orthop, 2017, 41(9):1851 - 1857. doi:10.1007/s00264 - 016 - 3258 - 4.

[17] Diefenbeck M, Mückley T, Hofmann GO. Prophylaxis and treatment of implant-related infections by local application of antibiotics[J]. Injury, 2006, 37(Suppl 2):S95 - S104. doi:10.1016/j.injury.2006.04.015.

[18] Olesen UK, Eckardt H, Bosemark P, et al. The Masquelet technique of induced membrane for healing of bone defects. A review of 8 cases [J]. Injury, 2015, 46(Suppl 8):S44 - S47. doi:10.1016/S0020 - 1383(15)30054 - 1.

(编辑:刘 艺)