

# 环形外固定架在膝关节融合术治疗膝关节感染中的应用

靳国强, 韩宗昌, 赵蕾, 谭红略

(河南省洛阳正骨医院/河南省骨科医院, 河南 洛阳 471002)

**摘要 目的:**探讨环形外固定架在膝关节融合术治疗膝关节感染中的应用价值及安全性。**方法:**2016 年 3 月至 2017 年 7 月收治 8 例膝关节感染患者,男 3 例、女 5 例;年龄 58~78 岁,中位数 69 岁;膝关节感染时间 6~45 个月,中位数 25 个月;4 例为开放性膝关节周围骨折术后发生骨折处及膝关节感染;2 例为骨关节炎行膝关节置换术后发生慢性感染,经反复非手术疗法治疗后无效;2 例无明显原因发生膝关节化脓性关节炎;均有窦道形成;2 例膝关节假体明显松动伴有骨质破坏,6 例股骨远端及胫骨近端均存在骨质破坏和不同程度的骨质缺损;金黄色葡萄球菌感染 3 例,铜绿假单胞菌感染 2 例,未培养出细菌 3 例。所有患者均行膝关节融合术,并应用环形外固定架固定,其中 2 例行胫骨上段微创截骨骨搬移术、6 例行直接加压融合术。术后观察切口愈合、关节融合处愈合、患肢短缩、感染复发及并发症发生情况。**结果:**住院时间 28~50 d,中位数 34 d;拔除引流管时间为术后 4~10 d,中位数 7 d;切口均甲级愈合;术后 16~18 d 拆线。所有患者均获随访,随访时间 15~24 个月,中位数 18 个月。关节融合处均获骨性愈合。拆除外固定架时间为术后 12~15 个月,中位数 13 个月。患肢短缩 1.6~2.0 cm,中位数 1.8 cm。末次随访时,所有患者均可以不扶拐行走;关节感染均未复发。1 例行骨搬移者,术后出现腓总神经损伤症状,主要表现为足踝趾不能主动背伸、第一趾蹼感觉减退,未给予任何处理,6 个月后自行恢复;所有患者均有不同程度的针孔感染,经对症处理后感染得到控制而未形成骨髓炎。**结论:**采用膝关节融合术治疗膝关节感染时应用环形外固定架固定,关节融合率高,有利于控制感染,且感染不易复发,并发症少。

**关键词** 膝关节;感染;关节融合术;外固定器;骨延长术

膝关节融合术曾是严重骨关节炎、创伤性关节炎、关节感染晚期的主要治疗手段,但随着全膝关节置换术的日益广泛应用及其确切的疗效<sup>[1]</sup>,该术式的适应证变得越来越窄,主要适应于膝关节感染晚期骨质破坏严重者。由于膝关节存在感染,髓内针、钛板、螺钉等内固定的应用受到限制。为解决此问题,2016 年 3 月至 2017 年 7 月,我们采用膝关节融合术治疗膝关节感染时应用环形外固定架固定,并对其疗效和安全性进行了观察,现报告如下。

## 1 临床资料

本组 8 例,均为河南省洛阳正骨医院(河南省骨科医院)的住院患者。男 3 例,女 5 例;年龄 58~78 岁,中位数 69 岁;膝关节感染时间 6~45 个月,中位数 25 个月;4 例为开放性膝关节周围骨折术后发生骨折处及膝关节感染;2 例为骨关节炎行膝关节置换术后发生慢性感染,经反复非手术疗法治疗后无效;2 例无明显原因而发生膝关节化脓性关节炎;8 例患者均有窦道形成。影像检查结果:2 例膝关节假体明显

松动伴有骨质破坏;6 例股骨远端及胫骨近端均存在骨质破坏和不同程度的骨质缺损,其中 2 例 MRI 检查显示膝关节周围存在软组织脓肿。细菌培养结果:金黄色葡萄球菌感染 3 例,其中 1 例为耐甲氧西林金黄色葡萄球菌感染;铜绿假单胞菌感染 2 例;未培养出细菌 3 例。

## 2 方法

**2.1 术前准备** 术前完善各项检查,确定感染范围及有无软组织脓肿。应用我院自制的骨髓炎二号方(其药物组成:苦参 20 g、川牛膝 30 g、赤芍 30 g、土茯苓 40 g、红花 20 g、黄柏 30 g 等)行中药熏洗。根据细菌培养结果静脉滴注敏感抗生素;未培养出细菌者,则联合应用抗生素,覆盖革兰氏阳性菌及阴性菌。治疗 1 周后肿胀缓解、窦道渗出减少,则行手术治疗。根据患肢的粗细、长短,术前组装不同长短及周径的环形外固定架备用。行直接加压融合者,大腿远端安装 2 个环、小腿安装 2 个环,2 个环分别用 4 个螺纹杆相连,2 组环之间用 4 根加压杆连接;行骨搬移者,采用经典 5 环构型;2 种构型的环形外固定架均要求小腿最远侧环位于胫骨远端,组装后套入肢体,使皮肤距离外架保持 2 cm 的距离,若患肢由于屈曲畸形而

基金项目:国家自然科学基金项目(U1804189)

通讯作者:谭红略 E-mail:hnlc.love@163.com

无法套入,则套入健侧肢体作为参照。

**2.2 手术方法** 采取腰硬联合阻滞麻醉,患者取仰卧位,大腿上气囊止血带,常规消毒铺巾。从窦道口打入稀释的无菌美兰,使感染组织染色,为手术提供示踪作用。取膝关节前正中切口;曾行手术者,沿原切口切开。

行直接加压融合术者,于髌前正中纵形切开髌前腱膜至骨质表面,紧贴骨质剥离腱膜组织,游离并切除髌骨;于髌上囊处纵形切开髌腱至滑膜层,注意不切开滑膜,沿滑膜外向两侧分离;于髌骨两侧支持带的深层与关节滑膜表面之间分离,直至滑膜的后侧;再沿滑膜后缘切至骨质,沿骨质表面向前侧游离,将髌上及髌骨两侧的滑囊整体切除,并切除双侧髌下脂肪垫;屈曲膝关节,切除内外侧半月板及前后交叉韧带。截骨参照膝关节置换的方法进行,膝关节屈曲 $90^{\circ}$ ,将胫骨向前侧完全脱位,使胫骨垂直于水平面固定;胫骨截骨面以胫骨内外侧平台较低的一侧为参考(一般为内侧平台),在冠状面上垂直于胫骨、在矢状面略后倾;用摆锯锯除胫骨近端软骨面及薄层软骨下骨,将骨膜剥离器插入胫骨近端后侧,以防摆锯损伤后侧血管神经。伸直膝关节,适当牵引,加大膝关节间隙;与胫骨截骨平面平行,垂直用摆锯锯除股骨远端关节面及薄层软骨下骨;膝关节屈曲 $90^{\circ}$ ,胫骨向后侧脱位,锯除股骨髌面及股骨内外髁的后部,注意不能锯除骨面太厚,以防伤及股骨远端的前后侧皮质。截骨完成后,伸直膝关节,适当牵引,保持下肢正确力线下,判断股骨远端及胫骨近端的截骨面是否平行,必要时进行修整;若由于骨质破坏较深,截骨后仍残留骨感染病灶,则用刮匙彻底清理,直至所有骨端断面呈点状均匀出血为止。截骨完成后,注意清理膝关节后侧的感染组织;伴有软组织脓肿者,根据术前定位,找到脓肿并行囊内刮除;用刮匙沿窦道壁四周进行搔刮。注意在不同部位的炎性肉芽组织表面及骨质破坏区内分别取 2~3 份组织标本做细菌培养和药敏试验;清理出的病变组织做病检。创面用双氧水和生理盐水交替冲洗 3 遍、一次性脉冲冲洗器冲洗及 0.5% 的碘伏浸泡 10 min 后,对合股骨及胫骨断端,交叉穿入直径 3.0 mm 的克氏针临时固定;使膝关节稍屈曲 $0^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 、外旋 $10^{\circ}$ 、稍外翻 $5^{\circ}\sim 8^{\circ}$ <sup>[2]</sup>,从髌前上棘到第 1、2 足趾之间拉线,经过膝关节内侧,观察下肢力线满意并术中透视见股骨远端与胫骨近端对

合良好后,套入环形外固定架;使股骨和胫骨在环的中心,每个环交叉穿入 2 枚直径 2 mm 的克氏针,拉张后折弯;拔除临时固定克氏针,冲洗切口,将混有抗生素的磷酸钙骨粉颗粒填塞于骨缺损灶内及对合骨端周围;放置引流管,用可吸收线缝合关节囊的纤维层,并将髌骨上下端的髌腱和髌韧带拉拢缝合后,逐层缝合切口。

行骨搬运术者,取出假体后,按上述方法进行清创、截骨,注意彻底清除感染骨质,在下肢力线正确的情况下使股骨远端和胫骨近端的截骨面平行;套入外固定架,适当牵引,并保持下肢力线,上下 4 个环分别穿入 2 枚克氏针,中间的搬运环水平穿入 1 枚克氏针,并垂直钻入 1 枚螺钉作为方向盘;同一切口显露上胫腓关节,切开上胫腓关节囊,凿除部分关节对应的骨质,破坏上胫腓连接,注意保护腓总神经,在胫骨上段微创截骨;于关节间隙及胫骨假体柄取出后的骨缺损处植入混合抗生素的硫酸钙骨粉颗粒;最后,冲洗切口,逐层缝合。

**2.3 术后处理** 术后继续静脉滴注敏感抗生素,2 周后改为口服抗生素,继续服用 4 周<sup>[3]</sup>;若口服药物选择利福平,则需联合使用一种其他的广谱抗生素<sup>[4-5]</sup>,以免单独使用利福平而导致细菌快速产生耐药性。待引流管内无引流物流出后拔除引流管。行直接加压融合术者,术后 7 d 开始缩短加压杆,每天 1 mm,分 4 次完成;行骨搬运术者,术后 7 d 开始搬运,每天 1 mm,分 4 次完成;待加压或搬运较为费力、胫骨近端环上的克氏针出现弧度时,停止加压或搬运。术后 24 h 行主动和被动功能锻炼。定期复查 X 线片,待关节融合处及骨搬运牵开段骨质愈合满意后去除外固定架。

### 3 结 果

住院时间 28~50 d,中位数 34 d;拔除引流管时间为术后 4~10 d,中位数 7 d;切口均甲级愈合;术后 16~18 d 拆线。所有患者均获随访,随访时间 15~24 个月,中位数 18 个月。关节融合处均获骨性愈合。拆除外固定架时间为术后 12~15 个月,中位数 13 个月。患肢短缩 1.6~2.0 cm,中位数 1.8 cm。末次随访时,所有患者均可以不扶拐行走;关节感染均未复发。1 例行骨搬运者,术后出现腓总神经损伤症状,主要表现为足踝趾不能主动背伸、第一趾蹼感觉减退,未给予任何处理,6 个月后自行恢复;所有患者均

有不同程度的针孔感染,经对症处理后感染得到控制而未形成骨髓炎。典型病例图片见图 1 至图 3。

#### 4 讨论

目前,膝关节融合术的适应证<sup>[6]</sup>主要包括:①膝关节置换术后失败者,尤其是由感染造成的失败者,且此类患者不愿意承受膝关节翻修术带来的较高费用及风险;②行膝关节置换翻修术后仍存在顽固感染、伸膝装置已破坏、全身抵抗力差、多重耐药且毒力较强的细菌感染<sup>[7]</sup>、感染严重以及危及生命者<sup>[8]</sup>;③外伤造成膝关节处骨量丢失较多或韧带损伤引起膝关节不稳者,尤其是同时伴有感染者;④较为年轻或经济困难而不适合或不愿意行膝关节置换术的化脓性膝关节炎患者;⑤Charcot 关节病患者。笔者认为对膝关节感染者行膝关节融合术,主要是解决两方面

的问题:一是控制感染;二是消除疼痛及关节不稳,进而可以负重行走。

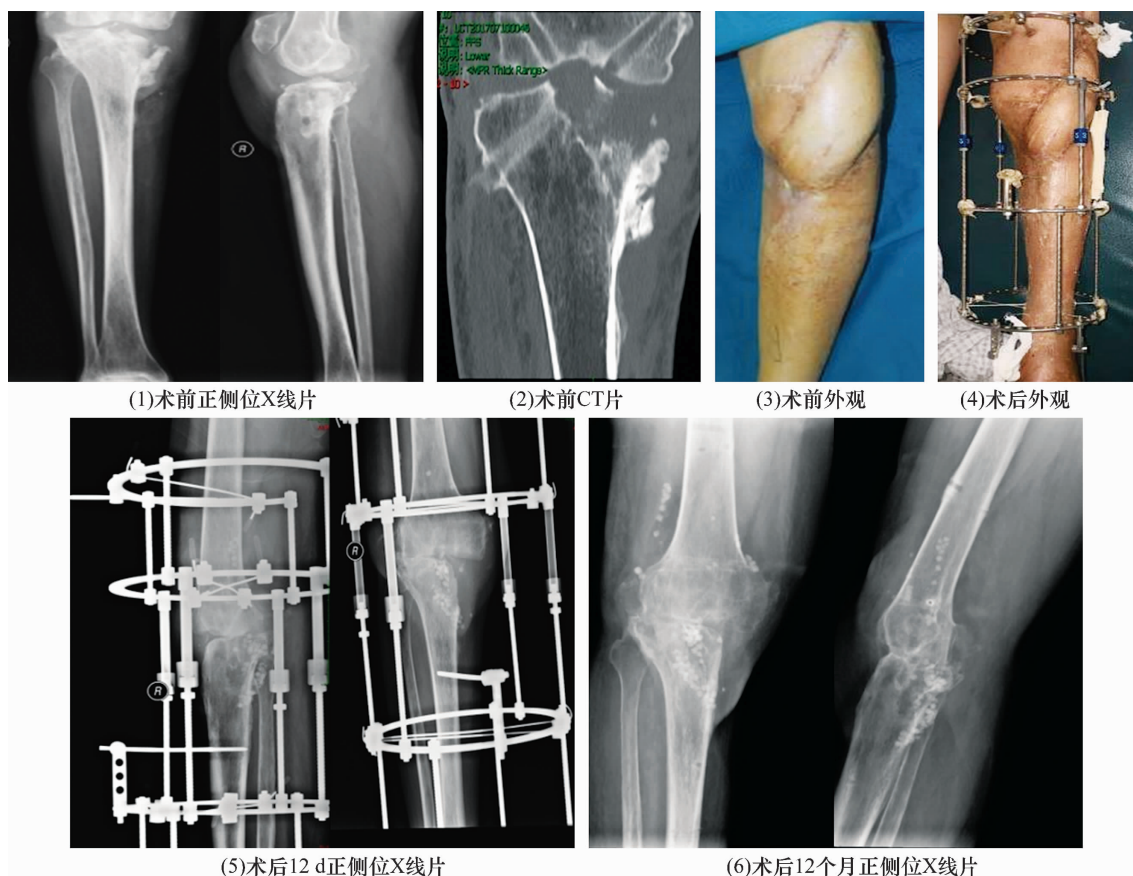
我们的治疗方案有利于感染的控制,主要体现在以下几个方面:①在滑膜外行髌上囊及髌骨两侧滑囊的整块切除,可以完整切除感染的滑膜组织,而切开关节囊再进行清理<sup>[9-12]</sup>,容易造成感染灶的遗漏。此外,膝关节的肿痛与滑膜炎有关,彻底切除滑膜组织有利于消除由此引起的肿痛<sup>[13-15]</sup>。②切除髌骨后将髌骨上下端的髌腱和髌韧带做缝合,与保留髌骨相比,更有利于消灭死腔;而且截除股骨髌面及股骨后髌后,可由附近软组织补充空腔,不留死角。③术前充分的影像学评估,可以处理可能伴发的软组织脓肿。④按照骨髓炎围手术期的规范用药。⑤局部应用抗生素骨粉,由于磷酸钙骨粉吸收较慢,所以我们



患者,女,78岁,无明显诱因右膝关节肿痛2年,行切开引流术后仍有窦道流脓,采用环形外固定架加压融合手术治疗

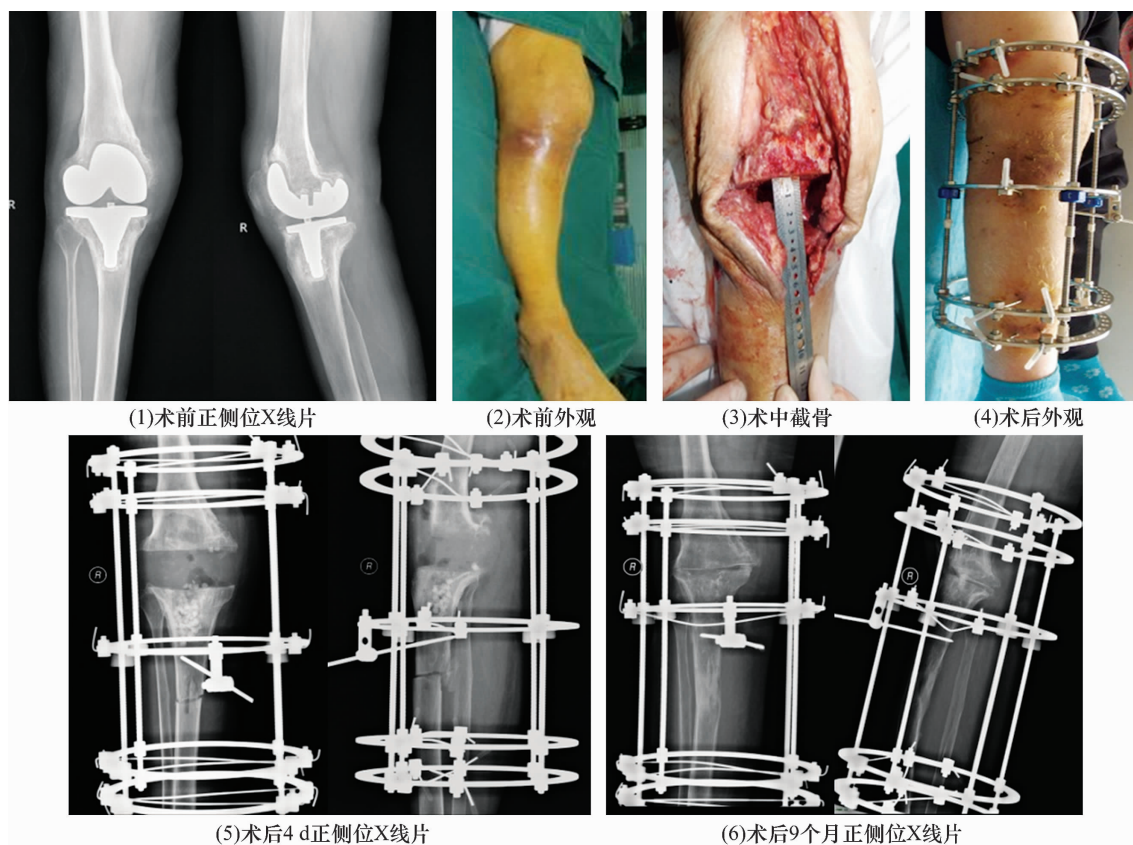
图1 右膝关节化脓性关节炎环形外固定架加压融合手术前后图片





患者,男,58岁,外伤致右胫骨上段开放性骨折术后膝关节感染18个月,采用环形外固定架加压融合术治疗

图2 右胫骨上段开放性骨折术后膝关节感染环形外固定架加压融合手术前后图片



患者,女,71岁,右膝关节置换术后膝关节感染45个月,假体已松动,采用胫骨上段截骨骨搬运联合膝关节融合术治疗

图3 右膝关节置换术后膝关节感染胫骨上段截骨骨搬运联合膝关节融合手术前后图片

在直接融合术中应用磷酸钙骨粉,在行骨搬运术中应用吸收较快的硫酸钙骨粉,以防由于骨粉颗粒未吸收而影响骨端的对合;局部应用抗生素骨粉不仅可在感染灶持续高浓度释放抗生素,提高杀菌的效能<sup>[16]</sup>,而且可以降低血清中的抗生素浓度,全身不良反应小<sup>[17]</sup>。⑥对于关节置换术后感染者行骨搬运术,不用担心骨量切除过多造成肢体短缩,有利于彻底清除骨感染灶。

环形外固定架属于中心性固定,可在感染灶以外多平面穿入克氏针,固定可靠;克氏针具有弹性,受力分散,有利于减少应力遮挡<sup>[18]</sup>,患者可早期下地适当负重行走,有利于患肢功能的恢复。环形外固定架根据需要可设计成不同的构型,对于直接加压融合者,可在术后进行直接加压,有利于关节融合处骨质愈合;对于骨质破坏广泛,预计清创后骨质缺损较多、患肢短缩明显者,可行胫骨上段微创截骨骨搬运术,从而可以保留患肢长度。但是在行骨搬运术时,应注意在搬运段穿针时不能穿入腓骨上段;同时还应破坏上胫腓关节,以防止胫骨骨搬运造成腓骨移位,进而损伤腓总神经;在处理上胫腓关节时,要在关节的前上方操作,动作轻柔,以免刺激腓总神经。术中保持胫骨垂直于水平面,用摆锯先行胫骨截骨,使胫骨截骨面在冠状面上垂直于胫骨、在矢状面略后倾,然后参照胫骨截骨面,平行截除股骨远端骨面,这样在股骨远端和胫骨近端对合时,可以保持膝关节稍屈曲、外翻的体位,接触面积大,对合严密,有利于关节融合处骨质愈合。此外,我们在设计环形外固定架时,将最远侧的环置于小腿的远端,将小腿绝大部分置于环内,这样可减少环外小腿的重量,进而减轻其造成的剪切力。

随访过程中,患者自诉在行走过程中,患肢稍短缩会行走更为方便,其原因可能是患者行膝关节融合术后行走方式发生改变所致。正常人通过屈髋屈膝来提升足部,使足部离开地面<sup>[19]</sup>,但是行膝关节融合术者,其膝关节丧失了屈曲功能,只能通过骨盆向对侧倾斜来提升足部,患肢稍短会使行走动作更容易完成。膝关节感染后行融合手术时,由于要去除关节软骨及少量软骨下骨,患肢短缩在所难免。但是只要双下肢不等长小于 2.0 cm,就不会影响肢体功能;而双下肢不等长大于 2.5 cm 则会影响下肢功能<sup>[20]</sup>。对于预计行直接加压融合术后肢体短缩会超过 2 cm 的膝关节感染患者,笔者认为应行骨搬运术。

本组患者治疗结果显示,采用膝关节融合术治疗膝关节感染时应用环形外固定架固定,关节融合率高,有利于控制感染,且感染不易复发,并发症少。

## 5 参考文献

- [1] 刘威,谭明生,徐胜. 骨栓并松质骨拉力钉在膝关节融合中的应用[J]. 中医正骨, 2010, 22(6): 44-45.
- [2] CANALE S T, BESTY J H. 坎贝尔骨科手术学[M]. 王岩, 陈继营, 周勇刚, 译. 12 版. 北京: 人民军医出版社, 2016: 410-416.
- [3] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组, 中华医学会骨科学分会外固定与肢体重建学组, 中国医师协会创伤外科医师分会创伤感染专家委员会, 等. 中国骨折内固定术后感染诊断与治疗专家共识(2018 版)[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20(11): 929-936.
- [4] ACHERMANN Y, EIGENMANN K, LEDERGERBER B, et al. Factors associated with rifampin resistance in staphylococcal periprosthetic joint infections (PJI): a matched case-control study[J]. Infection, 2013, 41(2): 431-437.
- [5] BOGUT A, NIEDZWIADK J, STRZELEC - NOWAK D, et al. Infectious prosthetic hip joint loosening: bacterial species involved in its aetiology and their antibiotic resistance profiles against antibiotics recommended for the therapy of implant - associated infections [J]. New Microbiol, 2014, 37(2): 209-218.
- [6] BIERWAGEN U, WALTER G, HOFFMANN R. Knee arthrodesis—quality of life and comparison of methods[J]. Z Orthop Unfall, 2010, 148(5): 566-572.
- [7] 张尧, 徐哲, 吕浩, 等. 人工膝关节置换后感染: 诊断与治疗的新话题[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(19): 3088-3094.
- [8] SIERRA R J, TROUSDALE R T, PAGNANO M W. Above-the-knee amputation after a total knee replacement: prevalence, etiology, and functional outcome [J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85(6): 1000-1004.
- [9] 柯铭锋, 董乃建, 林久灶. 定制融合型髓内针在膝关节融合术中应用价值[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2016, 31(12): 1315-1316.
- [10] 张大刚, 邓章云, 胡兆洋, 等. 改良膝关节融合术在晚期全膝关节结核中的应用疗效分析[J]. 中国医师杂志, 2010, 12(3): 376-377.
- [11] 李元, 董伟杰, 兰汀隆, 等. 膝关节结核病灶清除术及联合植骨融合外固定术的临床治疗效果观察[J]. 中国防痨杂志, 2016, 38(4): 296-299.
- [12] 孙祥斌, 张雷, 赵建宁, 等. 全膝关节置换术后假体周围感染的临床诊断与治疗[J]. 中国矫形外科杂志, 2018,

- 26(13):1183-1187.
- [13] 周红星,易伟国,袁祥生.全膝关节置换术中滑膜处理方法与关节功能恢复的相关性[J].中国组织工程研究,2019,23(16):2461-2466.
- [14] KATSCHKE K J Jr,ROTTMAN J B,RUTH J H,et al. Differential expression of chemokine receptors on peripheral blood, synovial fluid, and synovial tissue monocytes/macrophages in rheumatoid arthritis[J]. Arthritis Rheum, 2001, 44(5):1022-1032.
- [15] HUNTER D J. Imaging insights on the epidemiology and pathophysiology of osteoarthritis[J]. Rheum Dis Clin North Am, 2009, 35(3):447-463.
- [16] 刘继权,刘均平,王玉辉,等.载抗生素硫酸钙联合自体髂骨植骨治疗胫骨慢性骨髓炎[J].中医正骨,2018,30(3):66-69.
- [17] 郑润泉,康继,张贵春.抗生素骨水泥联合 Ilizarov 技术治疗股骨和胫骨感染性大段骨缺损[J].实用医药杂志,2019,36(2):113-117.
- [18] 杨永强,李军,万值颖,等. Ilizarov 技术治疗下肢长骨感染性骨缺损[J].中华骨科杂志,2018,38(9):542-548.
- [19] 高士谦.实用解剖图谱·下肢分册[M].3版.上海:上海科学技术出版社,2012:363.
- [20] 卢明,李明,刘星,等. Ilizarov 技术治疗儿童双下肢不等长[J].现代医药卫生,2019,35(4):489-493.
- (收稿日期:2019-08-07 本文编辑:时红磊)
- 
- (上接第 48 页)
- [3] SHAH S B, MISHRA A K, CHALISE P, et al. Outcome of treatment of nonunion tibial shaft fracture by intramedullary interlocking nail augmented with autogenous cancellous bone graft[J]. Nepal Med Coll J, 2014, 16(1):58-62.
- [4] 黄雷,朱峰,王慎东,等.外固定架结合髓内钉延长术治疗股骨缺损和不等长[J].中华创伤骨科杂志,2006,8(7):634-638.
- [5] 万东东,胡茂忠,许东浩.髌骨取骨术后并发症的研究进展[J].中国矫形外科杂志,2016,24(12):1096-1100.
- [6] 黄雷,谢明,王金辉,等.应用 Orthofix 重建外固定架治疗骨缺损[J].中华创伤骨科杂志,2004,6(10):1096-1101.
- [7] ILIZAROV G A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation[J]. Clin Orthop Relat Res, 1989, (238):249-281.
- [8] ILIZAROV G A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part II. The influence of the rate and frequency of distraction[J]. Clin Orthop Relat Res, 1989, (239):263-285.
- [9] GUBIN A V, BORZUNOV D Y, MARCHENKOVA L O, et al. Contribution of G. A. Ilizarov to bone reconstruction: historical achievements and state of the art[J]. Strategies Trauma Limb Reconstr, 2016, 11(3):145-152.
- [10] DE BASTIANI G, ALDEGHERI R, RENZI BRIVIO L. Dynamic axial fixation. A rational alternative for the external fixation of fractures[J]. Int Orthop, 1986, 10(2):95-99.
- [11] BHANDARI M, ZLOWODZKI M, TORNETTA P 3rd, et al. Intramedullary nailing following external fixation in femoral and tibial shaft fractures [J]. J Orthop Trauma, 2005, 19(2):140-144.
- [12] ARONSON J. Limb-lengthening, skeletal reconstruction, and bone transport with the Ilizarov method[J]. J Bone Joint Surg Am, 1997, 79(8):1243-1258.
- [13] 黄雷,夏志林,滕星,等.应用单边重建外固定架骨运输并保留原钢板治疗股骨骨缺损[J].中华外科杂志,2015,53(6):455-457.
- [14] APIVATTHAKAKUL T, ARPORNCHAYANON O. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) combined with distraction osteogenesis in the treatment of bone defects. A new technique of bone transport: a report of two cases[J]. Injury, 2002, 33(5):460-465.
- [15] GIRARD P J, KUHN K M, BAILEY J R, et al. Bone transport combined with locking bridge plate fixation for the treatment of tibial segmental defects: a report of 2 cases [J]. J Orthop Trauma, 2013, 27(9):220-226.
- [16] GUPTA S, MALHOTRA A, MITTAL N, et al. The management of infected nonunion of tibia with a segmental defect using simultaneous fixation with a monorail fixator and a locked plate [J]. Bone Joint J, 2018, 100-B(8):1094-1099.
- [17] OH C W, APIVATTHAKAKUL T, OH J K, et al. Bone transport with an external fixator and a locking plate for segmental tibial defects[J]. Bone Joint J, 2013, 95-B(12):1667-1672.
- (收稿日期:2019-08-06 本文编辑:李晓乐)