

186-192.

European LeukemiaNet [J]. Blood, 2006, 108 (6): 1809-1820.

[15] Baccarani M, Saglio G, Goldman J, et al. Evolving concepts in the management of chronic myeloid leukemia: recommendations from an expert panel on behalf of the

(收稿日期:2013-05-23 修回日期:2013-06-18)

· 综 述 ·

## 交锁髓内钉治疗胫骨骨折的研究进展

李廷栋<sup>1</sup>综述, 蒋赞利<sup>2△</sup>审校

(东南大学附属中大医院骨科, 南京 210009)

**关键词:** 内固定; 交锁髓内钉; 胫骨骨折; 研究进展

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2013.30.046

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2013)30-3702-02

胫骨骨折(tibial fracture)是临床常见的长骨骨折,多为高能量、暴力损伤,多伴有严重的软组织损伤,临床治疗及功能恢复难度较大。随着内固定技术的进步和微创外科的发展及BO治疗理念的推广,交锁髓内钉固定成为治疗胫骨干骨折的首选方法<sup>[1-2]</sup>。然而,其治疗应用中也存在诸多分歧和不足,文献报道不一。现将近年来关于交锁髓内钉固定胫骨骨折的治疗现状做一综述。

### 1 手术入路及进针点

适当的手术入路及进针点可以使膝关节具有良好的耐受性,骨折端固定牢固,预防并发症的发生,手术入路和进针点选择不当容易出现膝前区疼痛等并发症<sup>[3-4]</sup>。有关髓内钉固定后出现膝前区疼痛的系统评价表明<sup>[3]</sup>:膝前区疼痛的发生率为47.4%(10%~86%),患病率30%。

**1.1 手术入路** 经髌韧带入路不破坏髌韧带两侧的营养血管,韧带容易愈合,手术操作方便但术后容易引起膝关节疼痛;经髌韧带旁入路容易损伤髌韧带侧方的营养血管,术后膝前区疼痛的发生与髓内钉突出相关<sup>[4]</sup>。Darabos等<sup>[5]</sup>研究发现,经髌韧带旁入路,主钉顶端位置不超过胫骨平台6.0 mm,不超过胫骨粗隆2.6 mm,不会引起膝前区疼痛。

**1.2 进针点** 适宜的进针点取决于胫骨长度、髓内钉的型号、手术方法<sup>[6]</sup>。理想的髓内钉插入点应在胫骨结节与膝关节前缘的中点,由于髌韧带的解剖结构存在个体差异,进针点在胫骨结节中点外侧(2.5±1.8)mm进行调整。通常尽量避免内置物损伤髌韧带增加膝关节疼痛<sup>[7]</sup>。

### 2 切开穿钉和闭合穿钉

**2.1 切开复位穿钉** 传统的切开复位穿钉技术,广泛剥离骨膜破坏局部血供及损伤皮肤软组织,同时,骨折端暴露于外界增加切口感染及骨不连风险<sup>[8-9]</sup>。有限切开复位穿钉技术损伤小、失血量少、减少骨折端骨膜的剥离、骨折愈合快;多段骨折,粉碎性骨折闭合复位困难,有限切开复位位置钉取得良好效果<sup>[10-11]</sup>。

**2.2 闭合复位穿钉** 闭合复位骨牵引或牵引床牵引复位不暴露骨折端,骨折断端血供破坏少,但由于肌肉牵拉以及近关节端缺少骨皮质的支撑,复位困难,容易导致畸形;并且术后容易进一步丢失手术复位使骨筋膜室压力增高,发生骨筋膜室综合征的潜在风险增高,骨折愈合时间,住院时间,手术时间,术中,术后出血量,闭合复位比切开复位更具优势<sup>[12-13]</sup>。Im等<sup>[14]</sup>通

过前瞻性研究表明:切开复位穿钉技术在恢复力线方面和复位方面具有显著优势。

### 3 扩髓与非扩髓

扩髓与否目前仍存在不少争议。扩髓主要是通过有效地扩大延长髓腔峡部增加工作长度;增加内置物与骨髓腔的接触面,从而增加固定的强度;扩髓后的骨屑浇灌局部具有植骨作用。非扩髓则对骨膜系统血供破坏相对较小;手术时间、骨折移位、感染等并发症的发生率相对较低;但患肢负重时间较晚。Gómez-Benito等<sup>[12]</sup>对胫骨近段、中段、远段3个不同位置的骨折进行生物力学方面的研究提示:近端不扩髓临床疗效较好,中段及远段扩髓则获得良好的效果。扩髓产生高热以及高温退去的时间间隔与骨坏死的发生相关,扩髓引起的全身反应较小。

### 4 静力固定与动力固定

**4.1 静动力固定** 锁钉与主钉之间通过分享式应力承载来稳定骨折,使骨折处应力减小,同时能防止骨折旋转、短缩重叠及延长分离,适合于不稳定性骨折的治疗。缺点:由于锁钉与主钉之间轴向应力集中,容易出现锁钉断裂,延迟愈合等并发症。动力固定:固定骨折近端或远端,骨折断端紧密接触,增强应力刺激,将骨折端髓腔的间叶细胞挤出髓腔并扩散至外骨膜区域,分化产生胶原束连接外、内骨痂,促进矿物质沉积,产生更坚强的内、外骨痂,促进骨痂塑形<sup>[14]</sup>。

**4.2 静力固定动力化** 动力化固定应最大限度地保持骨折端稳定性,且不影响关节运动功能;动力化应使骨折部位峡部与保留锁钉之间以维持固定稳定。动力化时机应综合骨折部位、髓腔直径及患肢功能等因素。有学者建议<sup>[15]</sup>:术后骨痂形成早期及中期4~10周,通过骨折端微动刺激促进骨痂形成,同时消除了应力集中,动力加压过程中锁钉对主钉滑动进行限制,有效避免髓内钉退出,锁钉疲劳断裂和取出远端锁钉动力化突破胫骨远端关节穹隆顶而进入踝关节等危险。动力化的不足:骨折端稳定性变弱,远端锁钉断裂,二次手术存在感染风险及增加患者经济负担。

### 5 远端锁定技术与阻挡螺钉

**5.1 远端锁定** 胫骨中下段骨折远端固定治疗难度较大。有文献报道:胫骨远端骨折力线不良率约为14%<sup>[15]</sup>。锁定失败及畸形愈合的常见原因<sup>[16]</sup>:髓内钉的直径选择不当,容易导致髓内钉插入困难增加锁定难度;进针点与进针方向选择不当,影响髓内钉与髓腔中轴方向;目前常用带锁髓内钉远端锁钉大

都为冠状面平行放置,在髓内主钉和锁钉之间可发生摆动效应;定位器老化不准确。

**5.2 Poller 钉** 即阻挡钉是在髓内钉主钉的一侧或两侧放置的螺钉。通过限制髓内钉在宽大髓腔内的移动,以提高“骨骼-内固定结构”的机械稳定性<sup>[17]</sup>。阻挡钉不仅提高内固定系统的稳定性;而且阻挡钉技术通过占位效应纠正移位,改善复位效果。其主要优势在于闭合复位矫正髓内钉偏置及骨折成角畸形,提高复位质量、缩短手术时间;扩大髓内钉在骨折中的应用范围<sup>[18]</sup>。

## 6 ENT 钉

即解剖型交锁髓内钉是一种新型的 AO 胫骨髓内钉,其主钉采用解剖型的弧度设计,便于髓内钉的插入和拔出<sup>[19]</sup>。超远端固定、多方向、多平面的三维交锁设计即为横行、纵向及斜行锁定孔在生物力学上有显著优势,改善胫骨远端骨折的治疗,防止 II 期畸形愈合风险,降低髓内钉断裂的风险,加强对远端骨折块的控制力<sup>[20]</sup>。ENT 的优点<sup>[21-22]</sup>:手术操作简便;骨折易于复位;微创软组织干扰少;扩大了手术适应证;近端及远端更先进的交锁方案使骨折断端具有更强的生物力学稳定性;有利于患肢早期功能锻炼,减少局部并发症。

## 7 导航系统

目前国内采用传统透视定位方法解决远端锁定失败的问题,其首次成功率低,仅为 65%<sup>[23]</sup>。随着机械学、计算机、图像数字等多学科的发展,导航系统辅助手术治疗胫骨远端锁定技术优势明显。常见的导航定位方法:机械导航定位、磁力导航定位、计算机辅助导航定位。

**7.1 机械导航定位** 手术器械在特定位置夹住或放置,不会被障碍遮挡。然而,交锁髓腔对髓内钉的轻微塑形,容易使压钉器偏离主钉,导致主钉矢状面锁钉失败,手术时间延长;通过胫前切口和钻孔来放压钉器使手术创伤增大;带瞄准器远端限位杆的安装通过 X 线透视完成,容易造成膝关节腔积血及脂肪垫液化影响膝关节功能<sup>[24]</sup>。

**7.2 磁力导航定位** 具有创伤小、出血少、操作简单、定位准确、锁定准确率高、缩短手术时间;医护人员和患者减少辐射损伤等优势;磁力导航定位器减少因远端锁钉失败造成的手术创伤,有利于创伤面的愈合,符合现代骨科治疗理念<sup>[25]</sup>。

**7.3 计算机辅助导航定位** 它是目前精度最高、最有发展前途的一种定位方法<sup>[26]</sup>。具有精度高,处理灵活方便的优势,但目前尚无导航设备技术标准及手术操作规范和评价标准,程序繁琐,操作软硬件不完善;导航系统“漂移”、X 线透视的影像质量不高等问题。

综上所述,尽管胫骨中下段解剖结构特殊,远端锁定困难是治疗的难点及临床研究的焦点。但交锁髓内钉具有手术切口小;内环境干扰少;软组织干扰和破坏小;允许邻近关节早期活动及患肢早期负重;有效防止肢体短缩移位、远端旋转畸形;微创刺激诱导骨折局部骨痂形成提高愈合率;符合 BO 治疗原则等优点。随着交叉学科的发展,交锁髓内钉的改进,不仅拓展了交锁髓内钉的手术适应证,而且导航系统等辅助治疗手段的应用,降低了并发症的发生,不断克服了技术难题,值得临床推广,合理应用。

## 参考文献:

[1] Kakar S, Tornetta P. Open fractures of the tibia treated

by immediate intramedullary tibial nail insertion without reaming; a prospective study[J]. *J Orthop Trauma*, 2007, 21(3):153-157.

- [2] Busse JW, Morton E, Lacchetti C, et al. Current management of tibial shaft fractures; a survey of 450 Canadian orthopedic trauma surgeons[J]. *Acta Orthop*, 2008, 79(5):689-694.
- [3] Katsoulis E, Court-Brown C, Giannoudis PV. Incidence and aetiology of anterior knee pain after intramedullary nailing of the femur and tibia[J]. *J Bone Joint Surg*, 2006, 88(5):576-580.
- [4] Ryan SP, Tornetta P, Dielwart C, et al. Knee pain correlates with union after tibial nailing[J]. *J Orthop Trauma*, 2011, 25(12):731-735.
- [5] Darabos N, Bajcs ID, Rutic Z, et al. Nail position has an influence on anterior knee pain after tibial intramedullary nailing[J]. *Coll Antropol*, 2011, 35(3):873-877.
- [6] James E, Arbuthnot, Anthony Perera, et al. Primary rigid intramedullary nailing for fractures of the tibia: current concepts and technique[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2008, 18(6):435-440.
- [7] Labronici PJ, Santos Pires RE, Franco JS, et al. Recommendations for avoiding knee pain after intramedullary nailing of tibial shaft fractures [5J]. *Patient Saf Surg*, 2011, 5(31):2-5.
- [8] Tang P, Gates C, Hawes J, et al. Does open reduction increase the chance of infection during intramedullary nailing of closed tibial shaft fractures[J]. *J Orthop Trauma* 2006, 20(5):317-322.
- [9] 周锦年, 赵继军, 路通. 扩髓与不扩髓交锁髓内钉治疗 C2 型胫骨骨折的长期随访比较研究[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2009, 11(12):1195-1196.
- [10] 赵建峰, 刘世清, 张弩. 闭合复位或小切口复位交锁髓内钉治疗胫骨骨折[J]. *临床外科杂志*, 2009, 17(4):285-286.
- [11] 周宇风. 闭合复位或有限切开复位交锁髓内钉治疗肱骨干骨折[J]. *临床骨科杂志*, 2008, 11(3):261-263.
- [12] Gómez-Benito MJ, Fornells P, García-Aznar JM, et al. Computational comparison of reamed versus unreamed intramedullary tibial nails[J]. *J Orthop Res*, 2007, 25(2):191-200.
- [13] Antekeier SB, Burden RL, Voor MJ, et al. Mechanical study of the safe distance between distal femoral fracture site and distal locking screws in antegrade intramedullary nailing[J]. *J Orthop Trauma*, 2005, 19(10):693-697.
- [14] Im GI, Tae SK. Distal metaphyseal fractures of tibia: a prospective randomized trial of closed reduction and intramedullary nail versus open reduction and plate and screws fixation[J]. *J Trauma*, 2005, 59(5):1219-1223.
- [15] Zelle BA, Bhandari M, Espiritu M, et al. Treatment of distal tibia fractures without articular involvement: a systematic review of 1125 fractures[J]. (下转第 3717 页)

原反应的主要表现,注意事项和预防措施,使官兵保持乐观情绪,以消除紧张情绪和恐惧心理,增强心理防御力和自控力,树立适应环境、战胜自然的信心,较好适应高原寒区的气候特点<sup>[11]</sup>。

**5.2 加强体格检查和阶梯适应性锻炼** 对急进高原寒区部队人员,通过全面体检掌握每个人的健康情况,凡患有呼吸系统、心血管系统和其他不宜赴高原的疾病者均禁止进入高原。部队进入高原前开展 3 个月适应性训练,坚持经常性大运动量和耐力性锻炼,如抗缺氧操、负重越野跑、登山等,提高对缺氧的耐受能力,是减少高原疾病和提高低氧环境适应能力的有效措施。

**5.3 加强高原寒区医疗人才储备** 建立广泛参加卫勤训练机制,要求凡新晋升中级以上专业技术职务的人员都必须具有参加高原寒区卫勤分队训练的经历,提高医务人员参加训练的积极性。另外定期对进入高原寒区实施医疗保障人员进行进修培训,增强专业知识储备。

**5.4 加强医疗后送提高战伤救治能力** 高原寒区战场位于海拔 4 000~5 000 m 的高山腹地,战场空间广阔,但战区内交通极为不便,战时极可能出现“救得下、送不出”的被动局面。因此,及时后送伤病员是提高治疗效果的前提条件。如何迅速、安全地把伤病员后送到医疗设备较完善的救治机构,接受及时、良好治疗,减少伤残率和病死率?目前卫勤保障必须立足于我军的现实条件,采取现代化与“土办法”相结合、高科技与原始方法相结合。根据战争的变化和地形地貌的不同,建立人力背、担架运、牲畜驮、汽车送和飞机空运的医疗后送网络。在一线暴露地段采用装甲救护车抢救、运输伤员,在后方安全地域,尽可能采用飞机空运伤病员,立体化,多样化后送通路,确保伤员能在第一时间得到及时有效救治和安全后送。

通过高原寒区卫勤保障的实地演练,提高对未来战场救治的能力,探索出预防高原非战争减员和提高后送伤病员效率的方法,降低伤残率和死亡率,减少向后方救治机构的转运量,有

利于提高治愈归队率,真正增强高原寒区部队战斗力。

#### 参考文献:

- [1] 赵祥,胡娟,颜玲.高原寒区未来作战方式对战伤救治的影响因素分析[J].西南国防医药杂志,2003,13(1):95-96.
- [2] 贾继民,党荣理,张士良.浅议高原寒区作战卫勤保障对策及方法[J].实用医药杂志,2007,24(1):119-120.
- [3] 叶文.高原寒区作战卫勤保障应把握的几个问题[J].西南国防医药,2001,11(6):438-439.
- [4] 魏利荣,王东川.赴高原地区执行卫勤保障任务的体会[J].武警医学,2008,19(9):857-858.
- [5] 胡华,王宏运,胡巨龙,等.做好高原施工部队卫勤保障的几点思考[J].西南国防医药,2011,21(5):559-560.
- [6] 马向东,乔天英,张科,等.武警某部做好高原条件下卫勤保障工作的体会[J].解放军预防医学杂志,2007,25(6):443-444.
- [7] 仙登沁,柯国萍,杨利,等.高原地区部队拉练驻训演习卫勤保障特点和措施[J].西部医学,2008,20(2):433-434.
- [8] 于晓宏.高原高寒地区作战卫勤保障难点及对策[J].海军总医院学报,2010,23(3):167-169.
- [9] 刘军桂,孟建明,旦增朗杰,等.高原高寒地区野外驻训卫勤保障的特点和对策[J].解放军医药杂志,2011,23(4):61-63.
- [10] 罗书练,郑萍,陈志强,等.我国高原部队卫勤信息化建设的问题与对策[J].海南医学,2010,21(19):130-132.
- [11] 王志阳,孙瑛.高原寒区作战卫勤保障的难点与对策[J].西南国防医药,2002,12(6):564-566.

(收稿日期:2013-05-12 修回日期:2013-06-29)

(上接第 3703 页)

- J Orthop Trauma,2006,20(1):76-79.
- [16] 申迷林,姜军,李旭日,等.有限切开复位交锁髓内钉治疗胫骨长螺旋形骨折[J].中华实用诊断与治疗杂志,2009,23(11):1128-1129.
  - [17] 方玮,马兆龙,杨文贵.阻挡钉结合髓内钉治疗长管状骨骨折[J].中国骨与关节损伤杂志,2012,6(6):575-576.
  - [18] Krettek C,Stephan C,Schandelmaier P,et al. The use of Poller screws as blocking screws in stabilising tibial fractures treated with small diameter intramedullary nails[J]. J Bone Joint Surg Br,1999,81(6):963-968.
  - [19] Newman SD, Mauffrey CP, Krikler S. Distal metadiaphyseal tibial fractures[J]. Injury,2011,42(10):975-984.
  - [20] Nork SE, Schwartz AK, Agel J, et al. Intramedullary nailing of distal metaphyseal tibial fractures[J]. J Bone Joint Surg,2005,87(6):1213-1221.
  - [21] Boraiah S, Gardner MJ, Helfet DL, et al. High association of posterior malleolus fractures with spiral distal tibial fractures[J]. Clin Orthop Relat Res,2008,466(7):1692-

1698.

- [22] Hansen M, El Attal R, Blum J, et al. Intramedullary nailing of the tibia with the expert tibia nail[J]. Oper Orthop Traumatol,2009,21(6):620-635.
- [23] 周凯华,罗从凤.导航技术在创伤骨科手术中的应用[J].国际骨科学杂志,2007,28(5):285-287.
- [24] 杨洪昌,陈仲,杨华刚,等.交锁髓内钉远端锁定方法对股骨干骨折术后膝关节功能恢复的影响[J].中华创伤杂志,2005,21(8):588-590.
- [25] 崔建国,冯万文,徐毓林,等.不同髓内钉治疗胫骨骨折的临床观察[J].黑龙江医药,2011,24(5):805-808.
- [26] Pechlivanis I, Kiriyathan G, Engelhardt M, et al. Percutaneous placement of pedicle screws in the lumbar spine using a bone mounted miniature robotic system: first experiences and accuracy of screw placement[J]. Spine(Phila Pa 1976),2009,34(4):392-398.

(收稿日期:2013-05-18 修回日期:2013-08-25)