

锁定钢板国外应用进展

张功林, 葛宝丰

(兰州军区总医院骨科研究所, 甘肃 兰州 730050)

【摘要】 锁定钢板技术为骨质疏松性骨折和关节周围粉碎性骨折提供了较好的固定方法。与普通非锁定固定技术相比, 锁定螺钉增加了固定的稳定性, 推动了微创骨折固定技术的运用。锁定钢板的操作比普通钢板要求高, 使用锁定钢板要求间接复位骨折块, 锁定螺钉必须沿着螺孔的轴线小心地拧入螺钉孔, 并确保拧紧。钢板的长度也要仔细选择。随着老年患者骨质疏松性骨折和年轻患者高能量严重创伤后骨折的增加, 锁定钢板的使用很可能越来越广泛。

【关键词】 骨折; 内固定器; 综述文献

Overseas advance on the use of locking plates ZHANG Gong-lin, GE Bao-feng. Institute of Orthopaedics, General Hospital of Lanzhou PLA, Lanzhou 730050, Gansu, China

ABSTRACT Locking plate technology offers improved fixation stability in osteopenic bone and for comminuted and periarticular fractures. The additional stability per screw compared with that of conventional nonlocking fixation enhances the application of minimally invasive fracture techniques. The application of locking plates is somewhat more difficult than the placement of conventional plates. Fracture reductions are often done indirectly, the locking screw must be carefully aligned along the axis of the receiving hole to ensure proper tightness, and the length of the plate must be selected carefully. The use of locking plates will likely increase, particularly with the increasing prevalence of osteopenic fractures on our aging population and the increase in high-energy fractures in younger patients severe trauma.

Key words Fractures; Internal fixators; Review literature

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma, 2009, 22(8): 643-645 www.zggszz.com

锁定钢板 (Locking plate) 是带有锁定螺纹孔的骨折固定板, 每个旋入钢板的螺钉尾端有锁定螺纹, 螺钉旋入钢板后能与钢板锁定在一起, 能发挥稳定的角度钢板固定作用。钢板的螺钉孔锁定与非锁定两种螺钉均可应用。这种钢板 20 年以前最先应用于脊柱与颌面外科, 在 20 世纪 80 年代末 90 年代初, 随着内固定临床研究的进展, 锁定钢板应用范围扩大, 逐渐应用于四肢骨折的治疗。这种新技术的应用, 提升了高能量创伤患者的成活率和治疗效果。本文综述锁定钢板国外应用进展。

1 锁定钢板设计原理

锁定钢板在生物力学上明显不同于常规加压钢板, 后者是钢板通过螺钉紧压在骨表面, 依靠骨与钢板间的摩擦力而达到牢固固定, 随着轴向负荷周期性增加, 螺钉逐渐发生松动, 降低了摩擦力, 最终导致钢板松动, 继而发生骨折不稳定, 最终会发生内固定失败^[1-4]。因此, 要保持螺钉始终处于很紧的固定非常困难, 特别是在干骺部或骨质有疏松时, 骨折的牢固固定难以维持。同时, 常规钢板的固定对骨产生的压迫, 影响骨膜和骨折区的血运。而且, 常规钢板固定采用骨折断端间拉力螺钉与加压固定技术, 发生与钢板固定技术有关的并发症并不少见 (如: 感染, 固定失败, 延迟愈合与不愈合)^[5-8]。与此相反, 锁定钢板采用外固定器生物力学固定原则, 不需要在钢板与骨之间产生摩擦力, 从生物力学观点考虑, 因而不认为

是钢板, 而应称为内固定器 (Internal fixators)。因为钢板与螺钉连结在一起后, 在螺钉与钢板之间形成稳定的角度, 允许放置锁定钢板时完全不与骨面接触。因此是符合生物力学观点的内固定物, 因而还可认为锁定钢板是置于皮下的外固定器 (External fixators)。由于钢板和骨之间的距离更短, 比外固定器更接近骨面, 固定的稳定性则优于后者。许多生产厂家, 利用这种锁定原理, 在常规钢板上增加了这种锁定结构。例如: 用于股骨或胫骨近、远侧解剖型钢板或跟骨钢板。大多数病例, 钢板的设计减少了与骨面的接触, 以保存骨膜的血运, 维护骨的血液供应。特殊类型的锁定钢板的设计一直在增长, 例如: 有外部支架手柄、持具以及钝端的锁定钢板, 以便使其能经小切口, 通过微创技术将钢板置于肌肉下或皮下, 再利用保护套管行钻孔或旋入螺钉。在 C 形臂 X 线机监视下, 间接复位骨折, 使钢板和螺钉处于最佳位置^[4,9]。

桥式钢板必须较长, 但使用较少的螺钉。对于治疗关节周围骨折而言, 骨干应使用较少的螺钉固定, 而靠近关节面的地方要使用较多的螺钉固定。对于特定的骨折来说, 桥接钢板所需的准确长度和螺钉的具体数量目前还存在争议。一般桥接钢板的长度应该是骨折区域长度的 2 倍。螺钉要分布均匀, 较为理想的安置方法是隔孔固定。当使用桥接原则时, 在骨折段要留有 3~4 孔不要行螺钉固定, 目的是避免局部应力集中 (Stress concentration), 避免导致钢板断裂。作用力均匀分布在

较长的桥接钢板上并且使用较少的螺钉固定将为间接骨折愈合(Indirect bone-healing)和骨痂形成提供稳定的刺激^[4,9]。

2 应用锁定钢板固定的原则

具有明显不稳定的关节内粉碎性骨折,例如胫骨平台与股骨远端骨折。关节面复位后应用常规钢板固定时需在内侧附加 1 块支撑钢板固定,或用外固定支架辅助,以增加稳定性。采用锁定钢板固定时,不需要附加钢板或外固定支架,就能完成较好的骨折固定。锁定钢板固定的稳定性不取决于钢板与骨之间牢固性,而是取决于螺钉与钢板之间稳定的角度的维持。固定后这种锁定钢板的螺钉头拔出强度,明显优于常规钢板固定后螺钉头拔出的强度。这是由于钢板和螺钉被锁定在一起的缘故。1 个螺钉难以被拔出或发生固定失败(除非所有邻近的螺钉都发生松动)。Levin 等^[10]应用掌侧固定角度的锁定钢板治疗 23 例不稳定性桡骨远端粉碎性骨折,经对比性研究发现:没有发生固定失败,术后康复较快,效果满意。

正确使用锁定钢板须对锁定钢板存在的缺陷有充分的认识,锁钉孔不允许锁定螺钉改变拧入角度。锁定螺钉和锁钉孔间超过 5° 的成角就可使螺钉固定失败。必须进行仔细的操作以确保锁定螺钉的螺纹与锁钉孔牢固的螺纹相准确对合。在微创操作时这一点可能非常困难。螺钉的锁钉螺纹对线不良可以导致螺钉松动和复位丢失。联合锁定钢板(例如有限接触固定钢板)最薄弱的部分是动力加压部位,如果需要这个钢板用于折弯的部分,当钢板发生应力集中点和疲劳张力增加时,这个部位会发生断裂^[4,9]。由于这个原因,当使用桥式钢板来固定粉碎性骨折时,在骨折部位至少要在钢板上留有 3~4 孔不用螺钉固定,目的是为了在钢板上留下较长的区域来分散应力。普通钢板在钢板-螺钉界面之间会发生失败,常导致普通螺钉头部断裂。与普通钢板相比,锁定钢板系统中的螺钉与锁钉孔间的界面是最牢固的部分。由于锁定螺钉钉帽与钉体直径差别远比普通螺钉的小,所以锁定螺钉的头部发生断裂的可能性很小。尽管如此,在慢性不稳定和旋转暴力引起疲劳张力增加时,锁定螺钉的头部也会发生断裂^[4]。

锁定钢板允许使用双皮质锁定螺钉和单皮质锁定螺钉。为减少并发症,螺钉种类(自钻/自攻或只是自攻)和螺钉长度(单皮质或双皮质)的选择须遵循固定原则。通常应用的原则是自钻/自攻螺钉应该只使用单皮质固定方式(比如用于微创锁定钢板),主要理由是自攻螺钉的尖端比较锋利,穿过对侧骨皮质过远时可能导致神经血管和(或)软组织的损伤。不仅如此,用自钻(自攻)螺钉钻对侧骨皮质可能破坏已经攻丝了的近侧骨皮质,使螺钉的把持强度降低,影响固定的整体强度。同样,选用自攻螺钉应用单皮质固定的缺点是螺钉长度不够。如果螺钉太短,近侧骨将皮质攻好丝但螺纹却不能将螺钉拧到位,单块锁定结构由于受到反复载荷而拔钉,容易发生固定失败。相反,如果单皮质螺钉旋入太长,钻入未钻孔的对侧皮质部分时,螺钉尖部会顶或推对侧皮质,会造成已在近侧骨皮质攻好丝的螺钉孔损伤。但实验结果表明,双皮质螺钉在生物力学上的强度与稳定性均优于单皮质螺钉^[4,8-9]。

锁定钢板增加了固定的稳定性,有助于处理骨质量很差的骨折、粉碎性双踝骨折或严重不稳定性骨折,这类骨折往往难用一块钢板固定,而用锁定钢板,仅一块钢板固定就能达到

固定的要求,钢板不需用螺钉将其紧压在骨面上,减少了软组织的剥离,保存了骨折区血运,增加了骨折愈合的能力^[10-12]。

3 锁定钢板固定的适应证

大多数骨折手术治疗时不需用锁定钢板,采用常规钢板和髓内钉就能达到满意愈合,只有对特殊类型的骨折,估计术后骨折容易移位或固定易于失败的骨折,以及易于发生不愈合的骨折,这类通常称为难以治疗或有问题的骨折,包括:粉碎性关节内骨折,短节段关节周围骨折以及合并骨质疏松的骨折,适宜采用锁定钢板固定^[4,9]。

在确定应用锁定钢板时,必须掌握和遵循其应用的 4 项原则。①加压原则(Compression principle):适用于伴有骨质疏松的骨干骨折。②中和原则(Neutralization principle):也适用于伴有骨质疏松的骨干骨折。③桥接原则(Bridging principle),即锁定内固定器原则:适用于粉碎性骨干和干骺部粉碎性骨折。④联合原则(Combination principle)即联合接骨板原则:适用于粉碎性干骺部关节内骨折^[9-10]。

术者在确定应用锁定钢板时应依照这 4 项原则,选择手术适应证。对简单的骨干非粉碎性骨折,伴骨质疏松时,需开放复位行牢固的内固定,采用锁定钢板的优点是:与常规钢板相比,可防止螺钉头拔出,因为对这类骨折采用锁定钢板,在另一端锁定螺钉放置后,利用加压固定的原则,通过偏心放置螺钉,经联合孔进行动力加压或利用加压设置进行加压。根据应用原理,锁定钢板也能根据中和原则应用,保护拉力螺钉在骨质中的位置,防止锁定的螺钉头拔出。但是,必须记住:这种锁定头的螺钉绝不会产生骨块间的加压作用。只有一端用锁定螺钉固定住后,另一端通过应用加压设置或应用锁定钢板上的联合孔偏心放置常规螺钉才能达到加压作用。双侧都用锁定螺钉固定,必然导致断端得不到加压,断端出现间隙而发生骨折不愈合^[13-15]。

锁定钢板治疗骨折最佳方案是:充分应用桥式原则和联合原则。这两项原则对年轻人高能量粉碎性骨折或老年人骨质疏松粉碎性骨折的治疗都适宜。桥式原则主张微创经皮钢板固定(Minimally invasive percutaneous plate fixation 也称 MIPO 或 MIPPO 技术)。锁定钢板的成角稳定功能,对粉碎性骨折起到桥式内固定钢板的作用。采用这种方法时,主张间接复位,达到适当的对线,恢复肢体长度,纠正肢体旋转与成角,而不显露骨折断端或不直接复位。而传统的加压固定原则是:直接复位达到牢固的固定,骨折愈合过程是 I 期(直接)愈合,桥式固定在骨折处 3~4 个螺钉孔不上螺钉,是一种相对的弹性固定,骨折愈合过程是 II 期(间接)骨愈合。联合固定原则是:1 块钢板能进行加压固定与桥式固定,螺钉孔锁定螺钉和加压螺钉均可以应用^[4,9,16]。

4 锁定钢板的缺点

锁定钢板比常规钢板价格高,其实大多数骨折也没有必要应用。为了维持和达到较好的复位,如应用锁定钢板在技术也有一定的难度。特别是只有锁钉孔的钢板,在钢板固定之前,必须首先完成骨折的复位,因为一旦螺钉经锁钉孔旋入骨折块,骨折很难再通过手法进行整齐对位,为了避免骨折错位,螺钉的放置很关键。因而放螺钉前的复位很重要,必要时采用徒手牵引、股骨牵引器以及经皮牵引等方法达到骨折复

位的目的。术者必须记住:锁定钢板虽然先进且昂贵,但不能改善骨折复位,也不能帮助很差的骨折复位形成愈合。在较强的钢板联合较强的螺钉固定时,若骨折端存在较明显间隙,这种牢固的固定必将导致骨不愈合^[4,17-20]。

不管是使用锁定钢板还是使用普通钢板,复位不良总会导致失败。常见问题包括肱骨近端骨折的内翻畸形,股骨远端骨折的内翻畸形和骨干骨折形成骨断端分离。在很多情况下,锁定钢板可以作为桥式固定用于治疗粉碎性骨折。坚强的钢板固定或过多螺钉固定的坚强结构可以导致骨不连接并最终导致钢板失败^[4,17-20]。

5 锁定钢板的禁忌证

尽管锁定钢板在临床应用较普遍,有较宽的适应证,并非适用于所有的骨折内固定,仍应了解和掌握其禁忌证。违反应用原则,不加区别地应用锁定钢板,会导致固定失败,甚至产生骨不愈合^[4,9,21]。

尤其是当违反上述锁定钢板标准治疗原则时。把锁定钢板用作锁定内固定架最典型的禁忌证是简单类型的骨折,这类骨折须进行骨折块间的加压。例如:简单的前臂骨干骨折使用锁定钢板运用锁定内固定架技术进行固定有发生骨不连接的倾向。采用经皮微创技术对简单骨折进行锁定钢板内固定同样也是禁忌的。这一概念违反了骨折间隙加压的原则,会导致骨不连接。最后,间接复位和锁定钢板固定对于移位的关节内骨折也是不允许的,因为关节内骨折须切开解剖复位和骨折块间的坚强加压固定^[4,9,18-23]。

参考文献

- [1] Krackhardt T, Dilger J, Flesch I, et al. Fractures of the distal tibia treated with closed reduction and minimally invasive plating. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2005, 125: 87-94.
- [2] Francois J, Vandeputte G, Verheyden F, et al. Percutaneous plate fixation of fractures of the distal tibia. *Acta Orthop Belg*, 2004, 70: 148-154.
- [3] Celebi L, Can M, Muratli HH, et al. Indirect reduction and biological internal fixation of comminuted subtrochanteric fractures of the femur. *Injury*, 2006, 37: 740-750.
- [4] Smith WR, Ziran BH, Anglen JO, et al. Locking plates: tips and tricks. *J Bone Joint Surg Am*, 2007, 89: 2298-2307.
- [5] Plecko M, Kraus A. Internal fixation of proximal humerus fractures using the locking proximal humerus plate. *Oper Orthop Traumatol*, 2005, 17: 25-50.
- [6] Papakostidis C, Grotz MR, Papadokostakis G, et al. Femoral biologic plate fixation. *Clin Orthop Relat Res*, 2006, 450: 193-202.
- [7] Pai V, Coulter G, Pai V. Minimally invasive plate fixation of the tibia. *Int Orthop*, 2007, 31: 491-496.
- [8] Hedequist DJ, Sink E. Technical aspects of bridge plating for pediatric femur fractures. *J Orthop Trauma*, 2005, 19: 276-279.
- [9] Greiwe RM, Archdeacon MT. Locking plate technology: current concepts. *J Knee Surg*, 2007, 20: 50-55.
- [10] Levin SM, Nelson CO, Botts JD, et al. Biomechanical evaluation of volar locking plates for distal radius fractures. *Hand (NY)*, 2008, 3: 55-60.
- [11] Sobky K, Baldini T, Thomas K, et al. Biomechanical comparison of different volar fracture fixation plates for distal radius fractures. *Hand (NY)*, 2008, 3: 96-101.
- [12] Nadkarni B, Srivastav S, Mittal V, et al. Use of locking compression plates for long bone nonunions without removing existing intramedullary nail: review of literature and our experience. *J Trauma*, 2008, 65: 482-486.
- [13] Zura RD, Browne JA. Current concepts in locked plating. *J Surg Orthop Adv*, 2006, 15: 173-176.
- [14] Martineau PA, Waitayawinyu T, Malone KJ, et al. Volar plating of AO C3 distal radius fractures: biomechanical evaluation of locking screw and locking smooth peg configurations. *J Hand Surg (Am)*, 2008, 33: 827-834.
- [15] Schaller TM, Roehr B. Salvage of a failed opening wedge tibial osteotomy using a locking plate. *Orthopedics*, 2007, 30: 161-162.
- [16] Rose PS, Adams CR, Torchia ME, et al. Locking plate fixation for proximal humeral fractures: initial results with a new implant. *J Shoulder Elbow Surg*, 2007, 16: 202-207.
- [17] Larson AN, Rizzo M. Locking plate technology and its applications in upper extremity fracture care. *Hand Clin*, 2007, 23: 269-278.
- [18] Weinraub GM. Midfoot arthrodesis using a locking anterior cervical plate as adjunctive fixation: early experience with a new implant. *J Foot Ankle Surg*, 2006, 45: 240-243.
- [19] Gallentine JW, Deorio JK, Deorio MJ. Bunion surgery using locking-plate fixation of proximal metatarsal chevron osteotomies. *Foot Ankle Int*, 2007, 28: 361-368.
- [20] Phisitkul P, McKinley TO, Nepola JV, et al. Complications of locking plate fixation in complex proximal tibia injuries. *J Orthop Trauma*, 2007, 21: 83-91.
- [21] Maharaj AR, Zelenitsky SA, Vercaigne LM. Effect of an ethanol/trisodium citrate hemodialysis catheter locking solution on isolates of *Candida albicans*. *Hemodial Int*, 2008, 12: 342-347.
- [22] Leitner M, Pearce SG, Windolf M, et al. Comparison of locking and conventional screws for maintenance of tibial plateau positioning and biomechanical stability after locking tibial plateau leveling osteotomy plate fixation. *Vet Surg*, 2008, 37: 357-365.
- [23] Dougherty PJ, Kim DG, Meisterling S, et al. Biomechanical comparison of bicortical versus unicortical screw placement of proximal tibia locking plates: a cadaveric model. *J Orthop Trauma*, 2008, 22: 399-403.

(收稿日期: 2008-09-22 本文编辑: 李为农)