

综述

锁定钢板的应用进展

张功林,冯致举,胡军

(兰州市兰州手足外科医院骨科,甘肃 兰州 730050)

文章编号: 1008-5572(2020)06-0517-04

中图分类号: R687.3

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文献标识码: A



锁定钢板自应用以来,固定的骨折部位逐渐增多,应用范围逐渐扩大,临床应用日趋普遍^[1-6]。固定钢板的应用有其特殊的要求,存在潜在的缺陷与局限性,因此更要掌握好适应证和操作技巧。锁定钢板的应用要求与常规钢板不同,这种新的固定方法的技术仍在发展,学习曲线相对较长,固定失败的病例时有发生,每一操作步骤都有相应的技术要求。本文对锁定钢板应用原则、钢板和螺钉的选择以及微创内固定操作等问题进行综述,旨在规范锁定钢板操作技术,提高锁定钢板应用技巧,降低手术操作失误和术后并发症。

1 锁定钢板应用原则

骨折不能利用锁定钢板进行复位,锁定螺钉一旦将锁定板固定在骨折部位,即使再增加螺钉也不会改变钢板的位置。锁定钢板用锁定螺钉固定时,只起锁定固定作用,对骨折没有加压作用。因此,只有将骨折复位并行加压固定后,再用锁定螺钉将钢板锁死。骨折没有复位就应用锁定螺钉锁死钢板,骨折就难以再移动,很难再调整骨折的位置或进行加压固定^[3-6]。对关节面的骨折要求尽可能达到解剖对位和牢固的固定,便于术后尽早进行康复训练,也有利于骨折愈合。对骨干的骨折,要求恢复骨的长度和骨折在旋转、矢状与冠状对位,而不显露骨折区与骨折碎片。通过锁定钢板达到相对的稳定性有利于骨折愈合。Le等及Fu等^[7-8]研究结果表明,锁定钢板牢固的固定刚性太强,不利于骨折愈合。

对骨干骨折应行先加压后锁定的原则,在骨折一端先旋入1枚牢固的锁定螺钉,然后在骨折另一端的加压孔(偏心动力加压孔)旋入1枚常规的螺钉,对骨折端进行加压,应用的原则类似于加压钢板固定技术。然后,再旋入其他锁定螺钉维持骨折端的加压。全部用锁定螺钉对骨折部位没有加压作用,因此,要利用锁定钢板上的偏心动力加压孔,旋入常规螺钉对骨折进行加压固定。应用单皮质锁定螺钉时,注意钉勿太长,否则钉尖就会顶在没钻孔的对侧皮质上,旋紧钉后会导致钢板或螺钉错位,影响骨折的复位。因而,用单皮

质螺钉固定时,钉长度的选择要注意。应用双皮质螺钉时勿太短,否则其机械强度类似单皮质螺钉,如果太长会导致对侧皮质过度扩孔,损伤了对侧皮质的结构。因此,要掌握好螺钉的正确长度,应经钻孔后的测深和螺钉旋入后C型臂X线机的检查后确定^[9-10]。

2 锁定钢板的长度与螺钉密度的选择

选择锁定钢板长度时要掌握两个标准,即工作长度与总长度,这两个长度决定了骨折固定的强度。如果固定的刚性太强,会导致萎缩性骨不愈合;如果固定的刚性太弱,会导致肥大性不愈合。工作长度是靠近骨折区两端的第一个螺钉之间的距离,该区承受应力,决定了钢板的刚性。钢板既要达到固定的刚性,也要有固定的韧性,这种韧性对骨折愈合提供了必需的微动刺激,有利于骨折愈合。对于骨骺端或骨干骨折,钢板在骨折区的3或4个钉孔不旋入螺钉,会产生较理想的弹性固定,也保持了锁定钢板固定时所需的工作长度,降低了应力集中,减少了钢板断裂发生率。对粉碎性骨折,要增加所选用的锁定钢板的长度,以每端各增加一个螺钉孔为度。

锁定钢板的长度影响固定的强度,粉碎性骨折钢板的长度要超过骨折区长度的2~3倍,简单性骨折钢板的长度是骨折区的8~10倍。骨折每侧5个螺钉孔,行隔孔螺钉固定。这种长钢板与隔孔旋入螺钉的原则,达到了降低锁定钢板固定的刚性和增加固定韧性的目的,有利于骨折愈合^[11]。骨折部位发生不对称骨痂,也影响骨折愈合。Klug等^[12]发现,这往往是锁定钢板的固定侧由于钢板的工作长度不够,固定的刚性太强,在锁定钢板固定侧下面骨痂生长很少,而锁定钢板固定的对侧,固定的刚性相对低,产生微动刺激了骨痂生长,导致骨痂生长较多,这是出现不对称骨痂的原因。这种现象不利于骨折愈合,为了避免这种情况发生,一定要选择好锁定钢板的工作长度和总长度,防止固定侧刚性太强^[13]。

3 微创钢板内固定 (minimal invasive plating osteosynthesis, MIPO) 技术

MIPO 是采用微创操作,经小切口插入锁定钢板,不显露骨折部位进行操作的一项技术。其减少了术中出血,缩短了手术时间,降低了手术部位并发症,术后手术部位疼痛较轻,患者易于接受。骨折片不需剥离,保存了骨折局部软组织和骨膜的血运,不干扰骨折端的血运,符合生物固定的原则,有利于骨折愈合和肌肉强度的恢复,便于术后护理与康复训练,特别适用于体质较弱或老年的患者^[14-18]。术中用 C 型臂 X 线机检查钉板的位置,要注意在骨折固定前必须达到骨折的复位,锁定钢板一定要放在骨干纵轴线的中心,不能偏前或偏后,否则会导致螺钉偏离骨干中心。

MIPO 对技术要求高,因为骨折的显露有限,要配合各种牵引操作(牵引床或撑开器),使用各种经皮复位夹/钳,并用克氏针临时固定维持骨折复位的理想位置。在置入锁定钢板与锁定螺钉之前,应用 C 型臂 X 线机检查骨折复位情况很重要。经皮置入锁定钢板之后,在骨折一端先旋入 1 枚锁定螺钉,然后在骨折另一端的加压孔(偏心动力加压孔)旋紧 1 枚标准的非锁定螺钉,对骨折端进行加压,该螺钉另一作用是将钢板较帖服地固定在皮质骨表面。应用解剖型锁定钢板不仅利于骨折的复位,而且还对骨折的复位起引导作用,能使骨折达到初步复位,当再旋入锁定螺钉时,不会改变初期复位的骨折位置。因而,该部位先旋紧的是标准的非锁定螺钉,再旋紧其他锁定螺钉^[11,19-20]。

4 锁定螺钉最佳的数目与位置

由于锁定钢板固定比普通钢板固定的刚性较强,固定后锁定钢板有负荷集中与锁定螺钉应力集中的危险性,会发生锁定钢板的疲劳断裂。减少应用锁定螺钉的数量,隔孔旋入螺钉,可降低锁定钢板的刚性,增加锁定钢板固定的韧性,有利于减少这些并发症。生物力学研究表明^[11,21-23],每个骨折端应用 3~4 枚锁定螺钉,就能达到骨折牢固的固定。对下肢骨干骨折的固定,由于承受远端负荷应力较大,推荐每个骨折端应用 3 枚锁定螺钉;对于上肢骨干骨折,特别是肱骨骨折,遭受旋转负荷应力较大,推荐每个骨折端应用 4 枚锁定螺钉。

骨干和干骺端应用锁定螺钉的密度应是:螺钉数量除以钢板螺孔数,应用的锁定螺钉的密度不能 >50%。在特殊情况下,每个骨折端需用 3 枚双皮质锁定螺钉,至少 1 个钉孔不上螺钉,以保证固定后的韧性。这样既满足骨折固定的强度,又能使骨折端有一定的微动,有利于骨折愈合。粉碎性骨折将锁定螺钉靠近骨折区,可增加固定的刚性。简单性骨折锁定螺钉应远离骨折部位,增加固定的韧性,以保证刺激

骨折愈合所需的微动。骨质疏松患者由于骨皮质较薄,螺钉固定的把持力不足,不应该选择单皮质锁定螺钉和标准非锁定螺钉,而应该选择双皮质锁定螺钉固定,以发挥锁定螺钉固定把持力强的优势。锁定钢板固定的一端有发生晚发性骨干和干骺端晚发性骨折的危险,特别是骨质疏松的患者,可通过在钢板的末端应用单皮质锁定螺钉或标准的非锁定双皮质螺钉固定,以降低该处的应力集中,避免晚发性骨折的并发症^[24-25]。

在一块锁定钢板上,锁定螺钉与标准非锁定螺钉可以联合应用,这种固定方式比仅用锁定螺钉在抗旋转与抗弯曲应力方面较好;而仅用锁定螺钉固定的方式,由于刚性太强,不利于骨膜血运的恢复及骨痂形成^[11]。

普通钢板固定要求钢板紧贴骨皮质,以增加固定的强度。而锁定钢板的设计利用螺钉在钢板上可锁紧的机制,并不要求钢板与骨皮质紧密接触,允许固定完成后钢板与骨皮质之间有一定的间隙,钢板不与骨皮质接触,可防止骨膜受压,有利于钢板经皮肌肉下插入,不行骨膜剥离,不损伤骨膜血供,有利于骨折愈合,因而固定原理类似于外固定架。锁定钢板没有贴骨皮质固定的特点称之为内固定架,但生物力学的研究表明^[11,26],钢板距骨皮质之间的距离影响固定后的强度,会发生钢板中部塑性变形,钢板断裂的机会增加。Be^[11]临床应用结果表明,锁定钢板应用时应尽量将其靠近骨皮质,当钢板与骨皮质之间的距离 >5 mm 时,钢板的强度大大降低,增加了发生钢板塑性变形与固定失败率;当钢板与骨皮质之间的距离固定后 <2 mm 时,锁定钢板固定的强度最佳,有利于对抗旋转应力。

5 钢板断裂与不愈合

锁定钢板在螺钉之下或钉板交界处的断裂与钢板固定的刚性太强、钢板的工作长度不适当以及螺钉数量太多或太密有关。钢板断裂骨折往往同时伴有不愈合。钢板或螺钉晚期断裂导致骨折部位微动,可导致骨折不愈合。对于简单类型的骨折,如果锁定钢板在固定时断端间没有进行加压固定操作,由于锁定钢板固定的强度较高,固定后断端间隙仍然存在,两断端不能接触,会导致骨折不愈合或钢板疲劳性断裂。牢固的锁定板+锁定螺钉+骨折部位有间隙,就会产生骨折部位不愈合。有时螺钉在钉板交界的下面发生断裂,这也是固定的刚性太强的原因,在骨折尚未达到愈合时,还可发生钢板一端锁定螺钉整体拔出的情况^[26]。

当骨折复位较差的情况下行锁定钢板固定,锁定钢板的机械强度也差,会导致骨折愈合不良,在此基础上也会发生锁定钢板断裂,导致骨折发生延迟愈合或不愈合。操作正确的锁定钢板固定骨折技术,术后骨折固定牢固,不会在骨折

愈合过程中发生骨折断端移位,直至骨折达到愈合^[11-12]。

参考文献:

- [1] Meeuwis MA, Pull TerGunne AF, et al. Construct failure after open reduction and plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures[J]. *Injury*, 2017, 48(3):715-719.
- [2] Hernandez MC, Reisenauer JS, Aho JM, et al. Bone autograft coupled with locking plates repairs symptomatic rib fracture nonunions[J]. *Am Surg*, 2018, 84(6):844-850.
- [3] Primeau CA, Marsh JD, Birmingham TB, et al. The importance of costing perspective: an example evaluating the cost-effectiveness of a locking versus non-locking plate in medial opening wedge high tibial osteotomy[J]. *Can J Surg*, 2019, 62(1):E14-E16.
- [4] Chen YN, Chang CW, Li CT, et al. Biomechanical investigation of the type and configuration of screws used in high tibial osteotomy with titanium locking plate and screw fixation[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1):35.
- [5] Li T, Zhang QS. Is dynamic locking plate superior than other implants for intracapsular hip fracture: A meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(47):e13001.
- [6] Reisch T, Camenzind RS, Fuhrer R, et al. The first 100 patients treated with a new anatomical pre-contoured locking plate for clavicular midshaft fractures[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20(1):4.
- [7] Le L, Jabran A, Peach C, et al. Effect of screw thread length on stiffness of proximal humerus locking plate constructs: A finite element study[J]. *Med Eng Phys*, 2019(63):79-87.
- [8] Fu Q, Zhu L, Yang P, et al. Volar locking plate versus external fixation for distal radius fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Indian Orthop*, 2018, 52(6):602-610.
- [9] Wang JQ, Jiang BJ, Guo WJ, et al. Serial changes in the head-shaft angle of proximal humeral fractures treated by placing locking plates: a retrospective study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018, 19(1):420.
- [10] Castelli A, Rossi SMP, Rocca L, et al. Treatment of Vancouver B1, C periprosthetic hip fractures with periprosthetic polyaxial locking plate system: A 3-year follow-up[J]. *J Biol Regul Homeost Agents*, 2018, 32(6 Suppl1):209-216.
- [11] Bel JC. Pitfalls and limits of locking plates[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2019, 105(1S):S103-S109.
- [12] Klug A, Gramlich Y, Backup J, et al. Excellent results and low complication rate for anatomic polyaxial locking plates in comminuted proximal ulna fractures[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2018, 27(12):2198-2206.
- [13] Zhong H, Ma L, Wang M, et al. Biomechanical comparison of two locking plate constructs under cyclic loading in four-point bending in a fracture gap model: two screws versus three screws per fragment[J]. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 2019, 32(1):59-66.
- [14] Wajnsztein A, Pires RES, Dos Santos ALG, et al. Minimally invasive posteromedial percutaneous plate osteosynthesis for diaphyseal tibial fractures: technique description[J]. *Injury*, 2017, 48(Suppl 4):S6-S9.
- [15] Li DQ, Song DY, Ni JD, et al. A case report of Schatzker type VI tibial plateau fracture treated with double reverse traction closed reduction combined with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis technique: A case report[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(45):e8394.
- [16] Jin C, Weng D, Yang W, et al. Minimally invasive percutaneous osteosynthesis versus ORIF for Sanders type II and III calcaneal fractures: a prospective, randomized intervention trial[J]. *J Orthop Surg Res*, 2017, 12(1):10.
- [17] Wei XM, Sun ZZ, Rui YJ, et al. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis for distal radius fractures with long-segment metadiaphyseal comminution[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2016, 102(3):333-338.
- [18] Hu XJ, Wang H. Biomechanical assessment and 3D finite element analysis of the treatment of tibial fractures using minimally invasive percutaneous plates[J]. *Exp Ther Med*, 2017, 14(2):1692-1698.
- [19] Muzaffar N, Bhat R, Yasin M. Complications of minimally invasive percutaneous plating for distal tibial fractures[J]. *Trauma Mon*, 2016, 21(3):e22131.
- [20] Piétu G, Ehlinger M. Minimally invasive internal fixation of distal femur fractures[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2017, 103(1S):S161-S169.
- [21] Palierne S, Froidefond B, Swider P, et al. Biomechanical comparison of two locking plate constructs under cyclic loading in four-point bending in a fracture gap model: Two screws versus three screws per fragment[J]. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 2019, 32(1):59-66.
- [22] Burchard R, Massa R, Soost C, et al. Biomechanics of common fixation devices for first tarsometatarsal joint fusion—a comparative study with synthetic bones[J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13(1):176.
- [23] Yarboro SR. Lateral distal femur plate for periprosthetic fracture[J]. *J Orthop Trauma*, 2018, 32(Suppl 1):S30-S31.
- [24] Varkey D, Ostrum RF. ORIF with submuscular plating of an intercondylar/supracondylar distal femur fracture[J]. *J Orthop Trauma*, 2018, 32(Suppl 1):S28-S29.

[25] Totoki Y, Yoshii Y, Kusakabe T, et al. Screw length optimization of a volar locking plate using three dimensional preoperative planning in distal radius fractures[J]. J Hand Surg Asian Pac Vol, 2018, 23 (4):520-527.

[26] Jabran A, Peach C, Zou Z, et al. Parametric design optimisation of proximal humerus plates based on finite element method[J]. Ann Biomed Eng, 2019, 47 (2):601-614.

收稿日期:2019-07-01

作者简介:张功林(1954—),男,主任医师,兰州手足外科医院骨科,730050。

肩胛下旋综合征研究进展

马云辉,任兰芬,黄肖群

(三峡大学人民医院,宜昌市第一人民医院康复分院,湖北 宜昌 443000)

文章编号: 1008-5572(2020)06-0520-04

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



中图分类号: R684

文献标识码: A

正常肩胛位置是肩胛肱关节正常运动所必需的,肩胛骨位置改变可导致相关肌肉长度和肩关节位置变化。Sahrmann^[1]将肩胛骨的理想排列位置定义为肩胛骨的椎体边缘与脊柱平行,距离胸腔中线7~8 cm,位于T_{2~7}之间。肩胛功能障碍可能是由于肌肉骨骼因素引起的,包括持续的异常姿势、偏离正常运动模式的重复运动、肩胛-肱肌肌群和肩胛-胸廓肌群不平衡或神经系统异常。肩胛周围肌肉的协调激活是肩胛盂肱关节正常节律的必要条件。Sahrmann^[1]将肩胛下旋综合征(scapular down rotation syndrome, SDRS)描述为肩胛骨下角位于肩胛冈脊柱缘的内侧,而不是与脊柱平行的椎体边缘。SDRS可以影响肩胛区域肌肉的长度和张力,通常肩胛提肌、胸小肌和菱形肌较短,上斜方肌和前锯肌较长。现将SDRS研究进展予以综述。

1 临床表现

肩胛提肌起自上C₄的横突,肌纤维斜向后下稍外方,止于肩胛骨上角和肩胛骨脊柱缘的上部。斜方肌位于项部和背部的皮下,一侧呈三角形,左右两侧相合成斜方形,斜方肌将肩带骨与颅底和椎骨连在一起,起悬吊肩带骨的作用。肩胛骨和颈椎通过肩胛提肌与斜方肌连接,无论肩胛骨位置改变还是颈椎的错位,都可以潜在地通过改变颈椎肩胛肌肌张力影响另一个的生物力学。颈椎和肩胛骨的错位是最常见的颈肩疼痛及功能紊乱来源,并且限制运动活动度(range of motion, ROM)。由于四肢的重量通过颈肩肌(上斜方肌和肩胛提肌)的附着体转移到颈椎区域,SDRS可导致颈后结构的长时间压力负荷^[2]。颈部疼痛和SDRS可引起肩胛提肌和上斜方肌的肌肉激活的改变,限制颈椎旋转^[3],还可引起多种肩关节病变、胸廓出口综合征、肩颈疼痛^[1]。

国外研究人员^[4]已经证实颈椎和胸廓姿势改变时,肩胛运动范围也会变化,因为脊柱对位被认为影响肩胛位置和运动。也有研究^[5]指出低头姿势时肩胛向上旋转明显减少,并且随着胸椎后凸旋转进一步减少。

2 诊断方法

一般认为^[1]当肩胛下角相对肩胛上角更靠近脊柱,就属于SDRS,肩峰较低,肩峰端向下倾斜。视觉评估是最常见和简易的方法,Bunch和Siegel^[6]描述了肩胛骨对齐的15种标准体位,该体位指定肩胛骨的椎体边缘与脊柱平行,并位于距胸腔中线7~8 cm的位置。视觉评估方法^[7]:(1)通过视觉判断肩胛骨向下旋转。观察者检查了肩胛冈内侧缘和肩胛下角,如果肩胛骨向下旋转,相对肩胛冈、内侧缘、肩胛下角更接近脊柱;(2)视觉判断锁骨似乎是水平的或肩锁关节低于胸骨锁骨关节;(3)肩胛骨的内侧缘从卷尺上看离脊椎不到7.6 cm。除此之外,还有用角度计或电倾斜仪等仪器进行肩胛骨位置评估^[8],用卷尺测量肩胛外侧滑动评估^[9]。Choi等^[10]认为肩胛向下旋转指数(scapular downward rotation index, SDRI)评估SDRS可信度更高,SDRI=(肩胛冈内侧缘至胸廓正中垂直距离-肩胛下角至胸廓正中垂直距离)/肩胛冈内侧缘至胸廓正中垂直距离×100%。

锁骨倾斜角(clavicular tilt angle, CTA)测量常应用于肩胛不稳的研究^[11],利用X线片图像在胸骨体中线和锁骨长轴两端的中点处测量CTA,计算方法如下^[12]:CTA=(锁骨长轴与胸骨体中线夹角)-90°。Ludewig等^[13]报道CTA为(5.9±1.0)°,McKenna等^[14]使用电磁传感器检测CTA大约4°。CTA增加可降低由上斜方肌和肩胛提肌传递到颈椎后部的压力^[2]。