

小夹板治疗骨折的微动观

张元民 王志彬

(天津医院骨科研究所, 天津 300211)

小夹板治疗骨折是具有中国特色的骨折治疗方法, 是一种能动的, 相对的弹性固定形式。近年来, 众多文献证实, 骨折断端微动可以促进骨痂形成与钙化, 是一种有益于骨折愈合的活动^[1-3]。

1 坚强固定与微动

在60年代以前, 以瑞士Müller为首的AO学派提出了解剖对位, 坚强内固定及完全休息的治疗骨折观点, 在骨科学术界一度占据了统治地位。但动物实验及临床观察证明, 坚强接骨板的应力遮挡作用导致钢板下的骨质疏松, 萎缩, 钉子松动, 脱出, 钢板弯曲断裂导致再骨折。朱振安等^[4]发现兔胫骨坚硬接骨板内固定后2个月, 板下皮质骨不仅有大量的吸收腔, 而且周围胶原纤维稀疏紊乱, 骨表面矿柱出现蚀损, 排列异常。瞿东滨等^[5]在比较钢板与髓内针固定下骨折间微动时, 发现在髓内针固定条件下, 机械振动可以诱发骨折间微动, 而在钢板固定下则不能诱发骨折间微动。近年来, 改进内固定材料及设计, 应用非刚性内固定器械, 来减少或避免应力遮挡作用, 促进骨折愈合, 这已成为治疗骨折的一个重要研究方向。

顾华^[6]在其研究中指出钢板内固定骨折断端间隙, 在骨折愈合前几周时间隙变化也较小, 但其还有一定活动度, 证明用钢板坚强内固定达到骨折端绝对稳定无活动是不可能的。一般来说, 固定装置刚度越高, 应力遮挡作用越大, 骨承受的载荷就越少。骨折应用坚强钢板内固定后, 螺丝钉周围骨质应力集中削弱了固定强度, 诱发固定段骨质疏松成为钢板取出后固定段再骨折的潜在诱因。

2 小夹板外固定治疗骨折的微动观

早在唐代蔺道人就提出将骨折整复用夹板外固定后, 鼓励病人早期活动。小夹板弹性固定提供给骨折端相对固定的力学环境, 在保证骨折部稳定可靠的前提下, 允许骨折端有纵轴上的活动。这种活动对骨折愈合是有利的, 可促进血肿吸收骨膜反应性肥厚增生, 骨细胞分化提前, 血管再生丰富, 骨痂生长及钙化迅速, 愈合时间提前。顾华^[6]指出骨折愈合过程中, 外骨痂的生长或抑制在早期阶段与存在或缺乏显微活动有关。尚天裕^[7]指出微动是促使骨痂生长的原因所在, 实际上骨痂生长是骨骼要求愈合的表现, 骨折断端的微动与骨痂生长是一对矛盾。它们相互对立又相互依存, 微动可诱发骨痂生长, 导致骨折愈合, 而愈合又反过来阻止断端活动。骨折断端微动和应力是骨折愈合的发生发展最重要的原动力之一。国外文献证实骨折愈合早期骨折段控制性细微运动可以促进骨折生长, 加速骨折愈合^[1,3]。王以进^[8]指出骨折端间

隙在生理范围内的运动会加快骨桥梁骨痂的发育和愈合速度, 对骨重建有利。董福慧^[9]指出在骨痂改建过程中存在显微活动而致骨折, 刺激骨痂形成, 直到骨折修复。赵勇等^[10]证实有控制的轴向显微活动, 周期性的刺激, 早期便有丰富的外骨痂生长, 骨痂抗扭转能力增高, 提示早期主动的功能活动为骨折端可提供一个合适的力学刺激。Cornell等^[11]指出骨折端的细微活动可引起骨痂的反复损伤, 导致反复性骨折早期反应, 释放许多生化介质, 丝裂原, 骨生成因子等, 从而诱导间叶细胞增殖, 分化为成骨细胞或软骨细胞。Goodship等^[12]指出在非刚性固定条件下, 调节骨折处的机械应力环境可影响骨愈合的速度和外骨痂生长范围, 骨折碎片的微动明显影响骨折的愈合过程。在骨折愈合早期, 这种独特的生理刺激对骨折愈合有着明显的影响, 而在骨折愈合后期则显著抑制骨折愈合过程。所在骨折早期的微动在骨折愈合过程中起着非常重要的作用。

尚天裕^[7]研究证实夹板局部外固定治疗骨折可以控制不利于骨折愈合的活动。它通过布带的约束力, 夹板的杠杆力及低压垫的效应力来平衡引起骨折再移位的肢体重力及肌肉张力。这些力学的平衡是通过肢体软组织的两个主要机制来实现的: 一个是不可压缩性, 充满肌肉的间隔由夹板限制时形成了一个不变体系, 由肌肉包绕的骨折端也达到了相对稳定的状态。这种机制在骨折早期是很重要的, 骨痂形成前, 断端间是松动的, 必须依赖软组织的支持。当肢体承担动态负荷时, 软组织间隔起到一个不可压缩液体的作用, 引起组织体积固定, 控制骨折块的移动, 防止发生进一步的损伤。另一个机制是通过张力的改变, 将载荷转化为内在力量, 以支持与其相连的骨块。通过软组织的内在力量, 夹板起到杠杆作用, 可以控制成角, 而不必通过对肢体的直接压力。由此可见, 夹板局部外固定不是企图将骨折断端绝对固定, 只是保持骨折断端的相应解剖关系, 同时让病人进行合理的活动, 使骨折断端的不利活动(扭转, 成角, 分离及侧移动)减少到最低限度, 而保留了使骨折断端持续接触相互嵌插的有利活动。这种活动使骨折断端始终承受一定的压力及应力, 这是一种生理性刺激, 有利于骨折愈合。

骨折愈合进程对局部力学环境变化很敏感, 骨折部位的应力改变依据加于骨折的载荷和骨折部组织的特性所决定。李可心等^[13]在其研究中指出间断性压力能促进骨折愈合, 且力值与愈合程度在一定范围内呈正变关系。并观察间断性压力对离体培养成骨细胞的作用, 结果表明间断性压力增高, 既可促进离体培养成骨细胞的增殖, 也可促进分化。周期性压

力载荷给骨折端产生间断的压缩应力和震荡活动,使骨加速了其适应性,有利于骨痂的成熟。瞿东滨等^[5]证实机械振动频率与骨折间微动量之间呈曲线负相关,随着振动频率的降低,骨折间微动反而趋于增大。赵勇等^[10]在研究中指出压应力与骨折愈合是相适应的,过大或过小对愈合都不利,生理压应力刺激和良好的血液供应是促进细胞分化,加速骨折愈合的内因,固定形式是保证愈合过程顺利进行的外因,临床应采用相对的弹性的固定,尽量不干扰骨折周围生理状态下的力学环境。小夹板由于贯彻了功能活动的原则,能促进骨痂的形成,并使骨痂能在功能状态下得到良好的塑形,因此在骨的功能适应性上有明显的优点。

3 微动与骨折处血液循环

中医认为骨折的发生发展,愈合过程与气血有极大关系,气血紊乱是骨折病理的必然结果,骨折愈合修复过程完全依赖于气血的供养。早期的功能活动促进骨折愈合的重要作用,就是因为肌肉的活动刺激了血管侵入骨折端,使骨折端的成骨细胞活性增加,且从周围而来的血管形成更多,形成丰富的骨膜骨痂。功能活动可通过肌肉的收缩和舒张运动,对血液循环起着泵的作用,促进软组织和骨内的血液循环。刘振利等^[14]通过在正常前臂进行小夹板固定对前臂微循环影响的实验研究指出夹板对局部微循环有一定影响,而对全身血液循环和血液稠度影响不大。布带约束力在 0~600 克范围内,微循环无明显变化。当布带约束力为 800 克时,局部微循环受到明显影响,提示临床应特别注意固定时布带松紧程度。尚天裕^[7]指出应在以 800 克重的拉力下布带能上下活动共 1 厘米时做为约束力的强度,并根据布带的松紧程度进行调节以避免影响循环或骨折愈合。

尚天裕^[7]指出骨的血运不仅收回骨折局部的代谢产物,也带来了成骨所必需的氧和其它营养物质,在充足的氧供应下,骨折局部的间叶细胞分化成成骨细胞的数量增加,成骨细胞形成骨基质和基质钙化亦得到保证。Wallace 等^[15]证明骨折周围组织的血液供应对骨折非常重要,骨折的局部血液供应必然会受到不同程度的破坏,因而毛细血管的生长,再血管化就显得尤为重要。毛细血管对骨折早期的力学环境很敏感,适当的微动应力促进毛细血管向骨折处长入。微动确能促进骨折愈合,但如果骨折端过大活动则能使长好的骨痂重新折断。董福慧^[9]指出如果骨折端施加的载荷经常超载,骨形成可能受到伤害,而且可能形成显微骨不连。邹炳曾等^[16]报导利用光导纤维法对兔胫骨骨折端显微位移进行活体观察,发现实验性兔胫骨骨折端纵轴活动在 $0.33 \pm 0.17 \pm 0.95 \pm 0.43$ mm 的范围内对骨折愈合有利。夹板固定给骨折端提供了相对的弹性固定力学环境,对骨折端无应力遮挡效应,对皮质骨血运亦无破坏,对骨折自然愈合的过程无干扰。顾华^[6]在家兔实验性胫骨截骨后研究中发现骨折端纵轴活动在 1 mm 范围内对骨折是有利的。Goodship 等^[17]在羊胫骨

干截骨实验性骨折中提出 1~2 mm 位移的微动不会导致修复组织断裂。

实践证明,骨折没有有效的固定则不能进行其合理的功能活动,没有合理的功能活动则不能发挥固定所起的作用。活动与固定密切结合,可保证骨折愈合的功能恢复。小夹板外固定治疗骨折根据动静结合的原则,在临床上得到广泛的应用,可减少骨质疏松,关节强直等并发症。可以促使患者尽早进行功能锻炼,既固定骨折断端,又产生导致断端微动的应力,促进骨折愈合。

参考文献

- [1] Kershaw CJ, Cunningham JL, Kewright J. Tibial external fixation, weight bearing and fracture movement. Clin Orthop, 1993, 293: 28-36.
- [2] Kassis B, Gbrion C, Tabib W, et al. Callus response to micromovement after elongation in the rabbit. J Pediatr Orthop, 1996, 16(4): 480-3.
- [3] Sarmiento A, Mckellop HA, Llinas A, et al. Effect of loading and fracture motions on diaphyseal tibial fracture. J Orthop Res, 1996, 14: 80-84.
- [4] 朱振安,戴克戎,裴世静,等.坚硬接骨板对板下皮质骨结构的影响.中华外科杂志,1997,35(7):418-420.
- [5] 瞿东滨,朱青安,江建民,等.内固定下机械振动诱发骨折间微动的测量及其意义.医用生物力学,1998,13(3):185-188.
- [6] 顾华.骨折的绝对固定与相对固定—兔胫骨骨折愈合生物适应性的实验研究.尚天裕医学文集.北京:中国科技出版社,1991.694.
- [7] 尚天裕.尚天裕医学文集.北京:中国科技出版社,1991.
- [8] 王以进.长管状骨的弹性性质实验研究.中国生物医学工程学报,1986,5(3):157.
- [9] 董福慧.小夹板固定治疗骨折生物力学研究.尚天裕医学文集.第1版.北京:中国科技出版社,1991.748.
- [10] 赵勇,尚天裕,钟红刚.骨折愈合的应力适应性研究.中国骨伤,1994,7(3):16.
- [11] Comell CN, Lane JM. Newesey factor in fracture healing. Clin Orthop, 1992, 227: 229-239.
- [12] Goodship AE, Cunningham JL, Kenwright J. Strain rate and timing of stimulation in mechanical modulation of fracture healing. Clin Orthop, 1998, 335: 105-15.
- [13] 李可心,尚天裕,董福慧,等.间断压力对离体培养成骨细胞作用的研究.中国骨伤,1996,9(5):7.
- [14] 刘振利,顾云伍,张会生.小夹板固定对前臂微循环影响的实验研究.中国骨伤,1997,10(3):20.
- [15] Wallace AL, Draper ERC, Strachen RK, et al. The vascular response to micromovement in experimental fracture. Micromovement in Orthopaedics London: Oxford, 1992. 40-44.
- [16] 邹炳曾,宋跃,赵宏普.光导纤维法对兔胫骨骨折端显微位移的活体观察.中国骨伤,1995,8(2):5.
- [17] Goodship AE, Norroodin N, Francis M. The stimulation of prostaglandin synthesis by micromovement in fracture healing. Micromovement in Orthopaedics London: Oxford, 1992. 31-34.

(编辑:李为农)