

外固定

骨折断端应力对骨折愈合影响的生物力学探讨

哈尔滨市中医院骨科 白鹤龙

黑龙江中医学院 黄殿栋

骨折治疗原则是复位、固定、功能锻炼、内外用药。其中固定是保证骨折复位后，其断端不再发生移位，直至骨坚强愈合。由于不同的固定方法不但直接影响骨折愈合时间、各种骨折病(Fracture disease 如关节强直、肌肉萎缩、骨质疏松、血供失常等)及并发症(如褥疮、坠积性肺炎、泌尿系感染等)的预防及产生，而且也决定功能锻炼的方法、时间及强度。故骨折复位后固定方法及其指导思想是骨折治疗原则中最关键的一环。

一、骨折治疗指导思想的沿革

1、不论中外，最古老的骨折固定方法是将几块板缚于体外，由于固定不够稳定，位置不对称及骨与木板之间无坚强的关系，这种固定方法不够可靠。

2、随着近代医学和工业的发展，内外固定开始追求解剖复位和坚强内固定，偏重于局部，偏重于内固定，强调外工，即“绝对静止，坚强内固定，一期愈合”的指导思想长期占统治地位。如有权威性的英国专家Watson Jones 强调“骨折必须完整地、持续地、长期地固定，直至骨性愈合为止”。近百年来，这一观点不论在闭合复位与外固定或切开复位与固定都指导着骨科临床。在外固定方面：自1852年发明石膏以来，至今被广泛应用于临床，但其间观点不一，如Thomas、Rojeson和Watson Jones 等人用石膏外固定其范围必须至少包括骨折上下各一个关节；Korsch 和Bober主张用无杉垫石膏固定骨折，以达到坚强固定目的，但经过长期广泛固定，骨折愈合后仍受影响，不能如期愈合，同时出现了骨折病，为此Perkins提出了反对意见，主张骨折局部外固定，上下关节自由活动。Anderson 和Hoffmann 设计的穿针固定器就是这一观点的体现。在内固定方面：由于创立了无菌术，发明了X线及冶金工业的发展，手术切开显露骨折，在直视下解剖复位，用金属接骨板、针、钉等内固定物固定骨折风行世界。如自1886年Hansmann 发明了内固定钢板，本世纪初Lane 和Sherman 改革并设计了自己钢板应用后，以钢板为内固定物迅速地发展，产生了带槽钢板，加压钢板，并带动了其它内固定物的产生，如髓内针、三翼钉的产生与应用。目前国外最盛行的是瑞士骨折内固定研究会设计的动力压缩接骨板(又称AO方法)，其特点是在接骨板上采用“失偶系统”(Mismatching System)以达到高压和坚实的固定，从而使骨一

期愈合。

3、随着临床经验不断积累与生物力学这门边缘学科的兴起，开始对传统的固定方法的指导思想动摇，如六十年代后Watson Jones对“绝对静止”和“广泛固定”的原则开始提出反对意见主张在固定骨折的同时，使附近关节能自由活动，进行早期锻炼，开始推广应用“功能性石膏支架”外固定。Akeson 等对AO 高压坚实内固定也提出了反对意见，他认为AO 内固定的结果并不满意，除了前述的骨折病外，骨折并非一期愈合，半年后去掉加压钢板后，容易再发骨折。在我国，六十年代后随着中西医结合治疗骨折的开展与深入，提出了“动静结合”的治疗原则，创造了“局部外固定法”即小夹板外固定(尚天裕)。七十年代后，孟和又通过中西医结合治疗骨折的不断探讨，创造了“骨折复位固定器疗法”其特点是更加体现了动与静的结合，更加保证了骨的愈合与功能恢复同步。

二、骨折断端应力对骨折愈合影响的生物力学探讨

骨的生长、发育、萎缩、消退与应力的大小直接有关，被破坏的作为生物材料的骨存在着自行修复的能力，骨折的愈合即恢复骨骼正常功能的质量和速度是与骨折断端的生物应力相关的。生理应力是指加速骨折愈合，提高愈合质量的骨折断端应力值，生理应力值是个区间，且存在最佳值，其范围随着骨折的不同类型、不同部位、不同时期而略有变化。生理最佳应力值对加速骨折愈合，提高愈合质量具有重要意义。

骨折后，由于内在肌肉的牵拉和外来各种力的影响，使骨折断端有五种应力的存在：即压缩(Compression)、拉伸(Tension)扭转(Torsion)、弯曲(Bending)、剪切(Shear)。对骨折断端来讲，五种应力往往同时存在，即联合负载(Combined Loading)。但以压缩力、拉伸力和剪切力对骨折愈合影响最大。骨折断端在固定情况下，其凹面所受的力是压缩力，而凸面所受的力则是牵拉力，如果两个相对方向的成角活动，对其凸凹两侧是间歇压缩和牵拉。通过大量临床观察发现，凹面骨痂生长快而多，有轻微活动的骨折断端周围的骨痂比坚强制动时产生的骨痂更多些。然而，骨折断端过大的活动及有剪切力、弯曲力存在，则骨痂生长缓而慢，特别是剪切力是使骨折面相互错开，

对骨折愈合无疑是有害的。

此外,骨折断端还存在有间歇性应力(内在肌肉收缩产生)和持续性应力(外来负荷产生),二者是相互迭加的,以前者最为积极,对加速骨折愈合起促进作用。由此我们可知间歇性压应力对骨折愈合起促进作用,但这是有条件的,即骨折断端存在于一个合适的应力范围内(生理性应力)才能达到促进骨折愈合的结果。相反,低应力和超应力对骨生长和骨愈合都不利。然而,要想测得生理性应力值是复杂的,不同病人,骨折不同部位、不同阶段、肌肉强弱、不同固定方法等对生理性应力值都有影响,难以得到准确的数字。还有待深入研究。但是,目前我们有一点是肯定的,即骨折断端存在生理性间歇压应力对骨折愈合起促进作用。问题是我们临床如何掌握生理性应力值(即容许活动度)〔1〕。因此,我们在设计、应用固定装置(包括内、外固定器)应以控制和避免剪切力、扭转力和单纯的拉应力为原则。

有关间歇性压应力促进骨折愈合基础理论实验研究还刚刚开始,一些专家、学者的理论性认识尚不统一。有人认为,间歇性压应力促进骨折愈合是由于骨的生物特性所决定的。认为活的骨细胞完全按应变刺激,不断地改建框架,压应变形成骨组织,拉应变形成纤维组织。压应力在生理范围内大,形成以钙磷糖体为主的结构便多,而应力小则少,甚至被吸收,即骨的破坏。〔2〕骨组织在一生中不停地进行代谢更新。特别是在骨损伤修复期。骨框架中的骨小梁按照最大压力线及最大强力线排列,不论是骨正常代谢更新,还是骨的修复。促进骨化的是压应变,也就是压应力使骨框架变形,刺激了成骨细胞,而不是压力本身。另外,有人通过实验已经证明,人体间存在生物电效应,骨生长旺盛的区域呈负电荷,如骨骼处、骨折的骨膜处,而骨生长缓慢的区域呈正电荷。有人认为,间歇性压应力促进骨折愈合是由于骨折断端的生物电活动控制和影响着骨细胞活动、在有正电荷的局部,伴有破骨活动,当一个骨承受应力时,其凸面(拉应力处)产生正电荷,其凹面处(压应力处)产生负电荷。

〔3〕这种骨折断端的由压应力→应变→电流产生→骨生长的过程称为压电效应(Piezoelectric effect)根据骨骼压电效应原理,骨骼在间歇性压应力作用下,骨折面受周期反复的压力,在骨折断端产生生理性压应力,由应变产生电位,以致促进骨折的愈合和骨痂的塑形改建。〔4〕〔5〕

骨折的患肢在夹板或其它固定器(如骨折复位固定器)的保护下进行积极主动的肌肉收缩活动,沿骨干纵轴产生生理应力,使骨折面受到周期反复的压力,促进骨折愈合,这就是中西医结合治疗骨折的生物力学原理。

生物力学是近年兴起的一门边缘科学。用生物力学的观点和方法研究骨的解剖结构、病理生理特性(如骨的断裂与愈合)及治疗方法,对于提高疗

效、缩短疗程、简化护理、节省开支具有重要的临床指导意义。

(该题研究与行文还有张德桂、张进学、庄保信、陶天遵四位副主任医师、副教授参加与指导,在此一同致谢)

参考文献:

- 〔1〕 王以进:实验性骨折愈合过程中的生物力学分析 上海科技大学学报(1):21,1981.
- 〔2〕 黄殿栋:骨的生物特性 骨科论文选编 第一集 1页 1983
- 〔3〕 Lanyon LE: The influence of mechanical function on the development and remodeling of the tibia Bone Joint Surg (A M) 61: 262 1979
- 〔4〕 蔡汝宾、李起鸿:电刺激骨生长与骨愈合 国外医学外科分册(2):73 1982
- 〔5〕 Hulth A. Fracture healing—more biology than mechanics Clin Orthop 156: 259, 1981

四妙散加味 治疗腰椎滑 脱症治验一则

广西浦北县中医院骨科 冯时宾

患者赵××,男,41岁,机关干部。自述于今年五月一日做重体力劳动,翌日觉腰部及左下肢疼痛、麻木,腰部不能活动,步履艰难,舌质稍红,苔黄腻,脉弦滑。检查见第四腰椎明显压痛,且疼痛向左下肢放射至踝部,两侧腰肌柔软无压痛,腰部活动范围为前屈20度,后伸5度,左右侧弯各30度,左下肢直腿抬高试验阳性。X光摄片示第四腰椎峡部不连,椎体向前滑脱1cm。诊断:腰椎滑脱症。中医辨证为湿热阻滞。方用四妙散加味:苍术10克,黄柏10克,牛膝10克,薏苡仁20克,白芍15克,甘草6克,防己10克,海桐皮15克。连服十剂,疼痛大减,行走自如,唯腰前屈及后伸仍轻度受限,第四腰椎轻度压痛。于上方加入乳香3克,再服十余剂而愈。