

应用生理性成骨力值概念治疗骨折与骨不连 ——兼论 MO 现象与有效固定

张春才, 禹宝庆, 许硕贵, 苏佳灿, 王家林, 牛云飞, 康庆林, 付青格, 任可, 张鹏, 高堂成, 张雪松, 严望军, 王冠军, 汪光晔, 万岷, 李波, 孙建伟, 王仁, 丛永健, 杨郁野, 郑医红, 李格当, 刘欣伟, 管华鹏
(第二军医大学附属长海医院骨科, 上海 200433)

关键词 骨生成; 骨折; 骨折固定术

Treatment of fracture and nonunion using the concept of physiological osteogenic stress—discussion of MO phenomenon and valid fixation ZHANG Chun-cai, YU Bao-qing, XU Shuo-gui, SU Jia-can, WANG Jia-lin, NIU Yun-fei, KANG Qing-lin, FU Guang-ge, REN Ke, ZHANG Peng, GAO Tang-cheng, ZHANG Xue-song, YAN Wang-jun, WANG Guan-jun, WANG Guang-ye, WAN Min, LI Ba, SUN Jian-wei, WANG Ren, CONG Yong-jian, YANG Yuyue, ZHENG Yi-hong, LI Ge-dang, LIU Xin-wei, GUAN Hua-peng. Department of Orthopaedics, the Affiliated Changhai Hospital of the Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

Key words Osteogenesis; Fractures; Fracture fixation

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma 2007, 20(6): 361-363 www.zggszz.com

治疗骨折与术后合并的骨不连, 至今仍是骨创伤领域的难题之一。研究分析当前的学术思想, 探索更接近骨愈合规律的理念与技术, 是必然的学术趋势。

1 当前骨创伤理论与技术

1.1 AO 从 20 世纪 50 年代起, AO 组织提出解剖复位与骨块间坚强固定与加压的概念。50 年间, 由于伴随生物材料学的发展和内固定形式的进步, 业已成为治疗骨折与骨不连的主要理论与方法, 并取得了瞩目的成就, 但同时也发现了存在并需继续探讨的若干问题。

(1) 偏心类的固定模式, 如加压钢板, 其疗效超越一般非加压性钢板。但同时也发现: ①内固定期间, 骨质萎缩, 骨痂纹理凌乱或难觅骨痂; ②钢板与螺钉折弯或断裂; ③在取出内固定后, 因骨愈合质量问题, 发生再骨折。究其原因, 多数认为这些并发症主要与应力过于集中、应力遮挡效应以及与血供的破坏程度有关^[1]。LISS 钢板在处理干骺端骨折及保护软组织及血供方面取得了明显的效果, 但锁定螺钉在稳定骨块的同时也抑制了骨块间的应力传导, 尤其是骨干部的骨折, 长期的应力遮挡效应可导致固定段的骨质疏松和骨质萎缩。

(2) 轴心类的固定模式, 如加压交锁髓内钉, 在某些类型骨折的疗效上, 优于一般非加压交锁髓内钉, 但部分病例也发生了类似加压钢板所具有的并发症^[2]。为此, 强调择期将静态锁定变为动态形式, 取得了一定的效果。但髓内钉的动力化, 多与骨折类型、髓内相嵌程度、骨的弹性模量等因素有关。同时, 亦受到承重骨与非承重骨的生理因素的影响。

1.2 BO 面对上述局限性, 20 世纪 90 年代, AO 学者 Palmer 及 Gautier 等相继提出生物学固定 (biological osteosynthesis BO)^[3] 的概念: 即不过分追求骨形态解剖学上的重建, 着重寻求骨折块的稳固和软组织完整之间的一种平衡, 换句话说, 就

是在维持对位对线的基础上, 尽量通过微创手段, 保护局部血运的复位与固定。可以看出, AO 由早期的机械力学的坚强固定观点, 开始向生物学内固定方面转变。但在总体上, 偏心类和轴心类固定模式的局限性仍然存在, 其凌乱无序性的骨痂是此理念的骨愈合特点。虽然在概念上和固定模式上有所区别, 就其骨愈合质量而言, 不是理想的骨样骨板状替代。

1.3 CO 中国接骨学 (Chinese osteosynthesis CO) 的早期复位固定的思想, 可上溯到公元 841 年唐朝蔺道人撰写的《仙授理伤续断秘方》。近代 CO 的奠基人尚天裕教授, 继承与发展了骨创伤的治疗理念, 精辟概括为“筋骨并重、动静结合、内外兼治、医患配合”的 16 字方针^[4]。就骨折对位对线、骨块与软组织完整、无创等方面的概念而言, 其中的小夹板可堪称是治疗某些骨折类型的杰出代表。当然, 在板层骨尚未取代凌乱骨痂之前, 其断端的不稳定是形成骨不连的主要原因。

1.4 扬弃 AO、BO、CO 我们认为, 复位与固定形式, 决定骨折愈合与功能恢复的取向。不论采用何种固定材料及固定方式, 固定后骨折端的应力传导, 越接近生理性应力传导, 则越有利于骨折愈合。换言之, 向骨断端提供生理性的成骨力值, 使骨折“固定段变为生长段”, 应是比较合理的选择。目前, 多数内固定形式难以达到这一目的, 主要原因在于以下几方面。

(1) 材料性能方面的局限性: 在金相方面, 钢板和髓内钉等, 属于高度有序的奥氏体 B2 晶格, 材料的性能决定了骨折的固定段是一种器械性替代。也就是说, 使骨断端之间失去了解剖与生理性的应力联系。为解决这一问题, 所发明的加压钢板, 能将骨块间加压, 但系被动性加压, 于断端是一过性的静态方式。这种压力随着骨折线的吸收, 会逐渐减弱或消失。若成骨组织跨越骨折线, 则可能表现为无骨痂性的, 但质量并非理想的骨样骨板状替代。反之, 为瘢痕组织取代, 导致

骨不连。

(2) 器械设计方面的局限性:某些固定技术,一不能平衡固定段肌群与关节运动方式的应力;二不能平衡骨块间的解剖生理应力,则多出现临床上所见的固定物折弯、折断等并发症。反之,则可能得以实现骨的愈合。

(3) 理念方面的局限性:物种而言,骨的生长发育是由其基因和生存方式所进化而得。个体而言,骨的质量与其生长发育过程中所受的生理性应力密切相关。Wolff定律认为:新骨形成取决于对承受应力的反应。骨重建是按其所进化的生理力学需要进行的,骨痂在需要处生长,而在不需要处吸收。以此定律,在治疗上,受固定段的应力分布,越接近生理性应力值,则越有利于骨折的愈合。从这一概念出发,我们赞成AO将骨折解剖复位与骨块间加压的观点,因为只有解剖位置上,才能重建骨断端的生理性应力传导,使骨痂有序地出现于骨折端。显然,依靠AO坚强固定的观点已经证明无法实现这一目的,而BO又放弃了解剖复位的观点,容忍非生理性的大量凌乱性骨痂产生,过于强调骨折局部血运。CO骨愈合与功能恢复相同步的理念虽然高于AO、BO概念,但明显受限于缺乏量化与质化的技术空间。

骨具有生命,固定形式与技术,只能是顺应其愈合规律,而不是替代。如何吸取AO、BO、CO的精髓,我们有必要进一步探索更接近骨愈合规律的理论与方法。

2 发现MO现象与确立有效固定体系

2.1 MO现象的发现与含义 新型生物材料的发现与应用,给骨折的治疗赋予了新的途径与方法。以镍钛记忆合金为代表的生物记忆材料^[5],在其马氏体金相向奥氏体金相转化的过程中,首次能为骨断端的成骨提供持续性的应力刺激,相关的合理性设计,如天鹅型记忆接骨器(swan-like memory compress connector SMC)^[67],肱骨近端记忆接骨器(proximal humerus memory connector PHMC)^[8],髌臼三维记忆内固定系统(acetabulum tridimension memory fixation system, ATMFS)^[910],聚醚器(nitinol patellar concentrator NT-PC)^[11]和弓齿记忆钉^[12]的临床研究与应用,为实现骨折“固定段变为生长段”创造了条件。

长达20年的随访与观察,发现解剖复位状态下的长管状骨及关节部位的骨折与骨不连的愈合方式,出现了:①无坚强固定所致的应力遮挡性骨萎缩;②无废用性的骨萎缩;③无微动效应所产生的大量骨痂(似乎跳过了骨痂塑形期);④骨愈合直接表现为解剖性板样骨替代或类似骨板状替代。值得注意的是,基本实现了骨愈合与功能的恢复相同步^[9]。

这种骨愈合形式和临床特点,因始于生物记忆材料的若干设计,故命名为MO(memory osteosynthesis)现象^[13]。

MO的含义是:在解剖复位与有效固定的状态下,能向骨块间提供持续性的生理性成骨力值,其力值一直维持到骨板样骨愈合,并与功能的恢复相同步。

2.2 有效固定体系 基础和临床研究^[5-21]发现,有效固定应具备以下6项条件。

(1) 固定形式与技术,应在稳定解剖位置的同时,主动、持续性地向骨断端提供生理性的成骨力值,其值不因骨折线的吸收而消失。这一点非常重要,是将骨折“固定段变为生

长段”的关键要素。

(2) 固定形式与技术,应多点位、多维锁定,这不但有利于新鲜骨折之髓内外的血运,而且也为骨不连的治疗提供了“支点、夹板和播种式植骨”所需要的力学空间。

(3) 固定形式与技术,一要平衡固定段肌群与关节运动方式的应力;二要平衡骨块间的解剖生理性应力。直观而言,避免固定物与骨形态之间产生非生理性的应力,临床上的断板、弯针和断钉,多与之密切相关。

(4) 固定形式与技术,应尽可能消除“应力遮挡效应”的程度。程度越大,骨萎缩也就越重,由此所继发的废用性骨萎缩也就越明显。反之,则轻或消失。

(5) 固定形式与技术,于骨干骨折,应避免经关节入路;于关节内骨折,应在稳定解剖位置的同时,恢复关节动力装置的完整性。

(6) 固定形式与技术,应在创伤反应后,约7~12d嘱患者遵循“主动、渐进、增强”的原则,进行功能训练,为同步实现(层状板骨或类骨板样)骨愈合和功能的康复奠定基础。

3 其他有利于生理应力性传导的相关设计

基础与临床研究,我们还发现:类似于MO的骨愈合现象,还见其他固定形式与技术。如:①人工可调式的环形支架,它的力学调整,不断地为骨断端提供骨愈合所需的应力性刺激。②加压交锁钉,它能人工一次被动性向骨断端提供压应力,然后依骨愈合情况,再二次将静态变为动态。③膨胀髓内钉,它的特征是髓内多点位固定与动态性的功能训练相适应。④动力性髌钢板,如在生理应力侧适当被动加压,则出现类似层状板骨的愈合现象,但这一现象多受年龄、骨折类型等因素的限制。若应用成骨力值的概念来分析这些相关设计,发现其共同的特点在于:较少干扰骨断端与整体骨生理性应力的传导。

我们坚持了AO解剖复位的观点,吸取了CO骨愈合与功能同步的思想,兼顾了BO保护局部血运的理念,提出了生理性成骨力值的概念与有效固定体系,并在治疗骨折、骨不连方面有所体会,与读者共酌。

学术的争鸣与发展、探索与发现,必将会越来越有助于认识骨愈合与康复的规律。

参考文献

- 1 M icku T, Martin RE. The evaluation of modern plate osteosynthesis in injury. 1997, 28: 3-6
- 2 Joshi D, Ahmed A, Krishna L, et al Unreamed interlocking nailing in open fractures of tibia J Orthop Surgery, 2004, 12(2): 216-221.
- 3 Schütz M, Schafer M, Bail H, et al New osteosynthesis techniques for the treatment of distal femoral fractures Zentrabl Chir 2005, 130(4): 307-313.
- 4 尚天裕, 顾云伍, 黄庆森, 等. 中国接骨学. 天津: 天津科学技术出版社, 1995: 12-14
- 5 张春才, 苏佳灿. 形状记忆材料. 上海: 第二军医大学出版社, 2003: 104-117.
- 6 张春才, 许硕贵, 王家林, 等. 上肢骨干天鹅型记忆接骨器的设计与临床应用. 第二军医大学学报, 2001, 22(10): 939-942
- 7 万岷, 张春才, 许硕贵, 等. 天鹅型记忆接骨器治疗肱骨骨折的生物力学研究. 医用生物力学, 2005, 20(2): 97-100

- 8 张春才, 许硕贵, 苏佳灿, 等. 肱骨近端记忆接骨器的设计与临床应用. 中华创伤杂志, 2005, 21(8): 571-574
- 9 Zhang CC, Xu SG, Hou TS, et al Design and application of three dimensional memory fixation system for acetabular fracture Materials Science Forum, 2005, 394-395: 49-52
- 10 张春才, 许硕贵, 徐卫东, 等. 应用髌臼三维记忆内固定系统(AT-MFS)治疗复杂性髌臼骨折及其临床意义. 中华创伤骨科杂志, 2004, 6(4): 364-368.
- 11 Xu SG, Su JC, Zhang CC, et al Comparative study of various internal fixation methods for treating patellar fractures by three dimensional photoelasticity. JM ed Col PLA, 2003, 18(6): 384-387
- 12 Su JC, Zhang CC, Yu BQ, et al Using biomechanical calculation and experimental measurement to study the relationship between the load and the changes in the shape of the arched shape memory connector Chin J Clin Rehab, 2005, 9: 268-269
- 13 张春才, 许硕贵, 张雪松, 等. 骨折内固定形势与骨愈合模式的探讨—兼论MO概念的提出. 中华现代临床医学杂志, 2003, 2(8): 44-54
- 14 许硕贵, 张春才, 苏佳灿, 等. 天鹅型记忆接骨器治疗肱骨骨折和骨不连的生物力学研究. 第二军医大学学报, 2001, 22(10): 946-948.
- 15 许硕贵, 张春才, 苏佳灿, 等. 天鹅型记忆接骨器治疗肱骨骨折和骨不连的三维有限元分析. 第二军医大学学报, 2001, 22(10): 943-945.
- 16 Xu SG, Zhang CC. Three dimensional photoelasticity study of swan like memory connector and its clinical rehabilitation significance. Chin J Clin Rehab, 2003, 7: 2014-2015
- 17 Xu SG, Zhang CC. Three dimensional finite element analysis of NiTiNol Patellar Concentrator and its clinical significance Materials Science Forum, 2002, 391: 545-548.
- 18 Xu SG, Zhang CC, Su C, et al Three dimensional finite element analysis of NiTiNol patellar concentrator in treatment of patellar fracture. Acad J Sec Mil Med Univ, 2001, 22: 816-818
- 19 康庆林, 张春才, 高堂成, 等. 天鹅记忆接骨器对骨折愈合中骨生物电的影响. 中华创伤杂志, 2004, 20(6): 359-362.
- 20 康庆林, 张春才, 高堂成, 等. 天鹅记忆接骨器对实验性骨折愈合中皮质骨血供的影响. 中国临床解剖学杂志, 2004, 22(3): 286-289
- 21 张春才, 刘长江, 程庭英, 等. 上肢管状骨弓形记忆加压接骨器的研制与临床应用. 中华外科杂志, 1993, 31(5): 269-271.

(收稿日期: 2007-03-12 本文编辑: 连智华)

《中国骨伤》编辑委员会名单

名誉主编: (按首字汉语拼音字母顺序为序)

陈可冀(中国科学院院士) 沈自尹(中国科学院院士) 王澍寰(中国工程院院士)
吴咸中(中国工程院院士) 钟世镇(中国工程院院士)

顾问: (按首字汉语拼音字母顺序为序)

陈渭良 魏华 冯天有 顾云伍 胡兴山 蒋位庄 孔繁锦 黎君若 李同生
梁克玉 刘柏龄 孟和 施杞 石印玉 孙材江 袁浩 赵易 朱惠芳
朱云龙 诸方受

主编: 董福慧

副主编: (按首字汉语拼音字母顺序为序)

敖英芳 白人骁 杜宁 金鸿宾 李为农(常务) 吕厚山 孙树椿 王岩 王满宜
卫小春

编委委员: (按首字汉语拼音字母顺序为序)

敖英芳 白人骁 毕大卫 陈仲强 董健 董福慧 董清平 杜宁 樊粤光 葛尊信
郭万首 何伟 胡良平 胡兴山 金鸿宾 雷仲民 李德达 李盛华 李为农 李无阴
刘金文 刘兴炎 刘忠军 刘仲前 罗从风 马真胜 邱勇 阮狄克 沈霖 沈冯君
石关桐 孙常太 孙树椿 孙天胜 谭明生 涂丰 谭远超 王岩 王爱民 王和鸣
王坤正 王满宜 王序全 王拥军 韦贵康 卫小春 肖鲁伟 徐荣明 杨小平 姚共和
姚树源 余庆阳 袁文 詹红生 张俐 张保中 张春才 张功林 张连仁 张英泽
赵平 赵建宁 赵文海 郑忠东 钟广玲 周卫 朱立国 朱振安 邹季
顾华(美国) John W. Mcdonah(美国)