



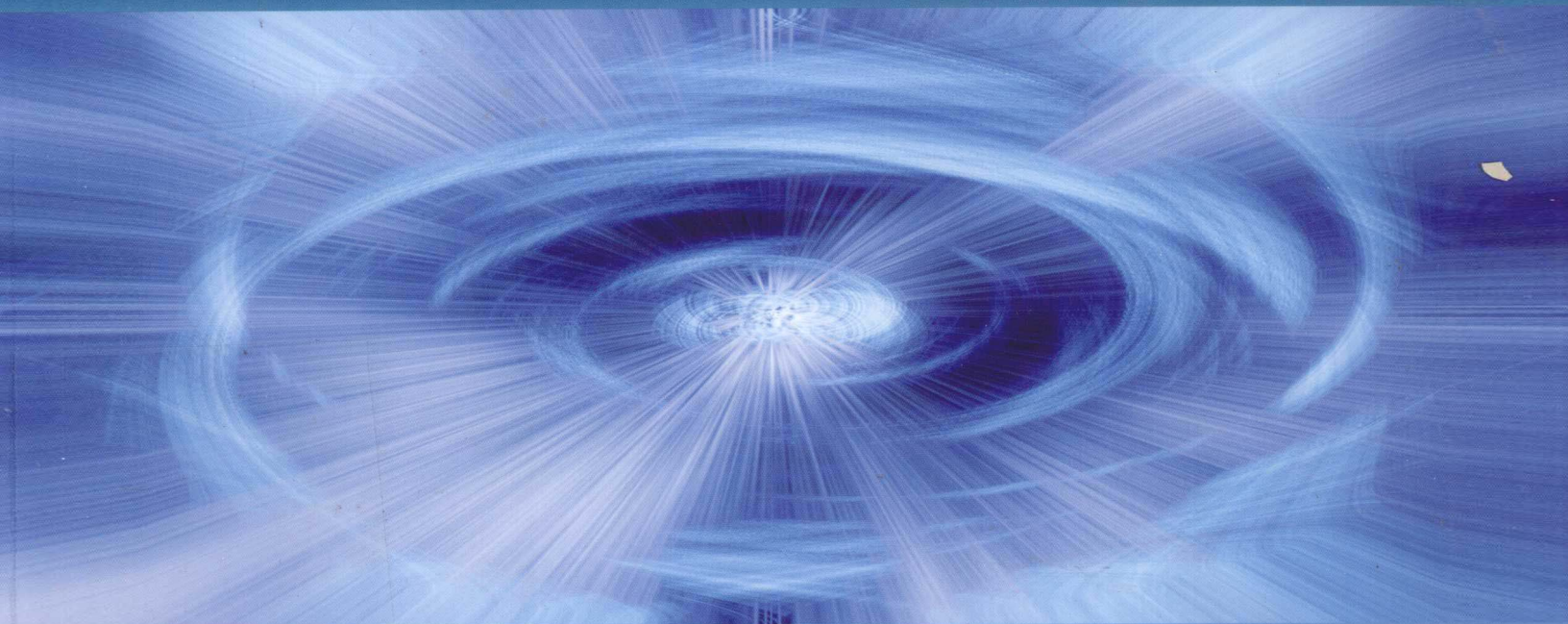
Chinese Association of Orthopaedic Surgeons
中国医师协会 骨科医师分会

中国医师协会骨科医师分会

创伤骨科教程

主 编 王满宜

审 阅 曾炳芳



人民卫生出版社

中国医师协会 骨科医师分会

创伤骨科教程

主 编 王满宜

副主编 (以姓氏笔画为序)

吴新宝 罗从风 周 方 唐佩福

审 阅 曾炳芳

编 委 (以姓氏笔画为序)

马宝通	王 东	王 钢	王 超	王 蕾	王天兵	王光林
王寿宇	王秋根	叶添文	付中国	丛 锐	吕德成	危 杰
庄 岩	刘 智	刘 璠	汤 欣	孙 辉	纪 方	李连欣
张 闻	张 巍	张 堃	张卫国	张长青	张英泽	张殿英
陈 仲	陈晓东	陈爱民	陈鸿奋	陈鸿辉	武 勇	周东生
胡承方	俞光荣	施忠民	姜保国	顾立强	徐永清	黄 雷
梁向党	韩庆林	鲁 谊	裴国献	潘志军	魏 巍	

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

创伤骨科教程/王满宜主编. —北京: 人民卫生出版社, 2012. 7

ISBN 978-7-117-16197-8

I. ①创… II. ①王… III. ①骨损伤-诊疗-教材
IV. ①R683

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 155317 号

门户网: www.pmph.com 出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com 护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

创伤骨科教程

主 编: 王满宜

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 889×1194 1/16 印张: 32.5

字 数: 1030 千字

版 次: 2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-16197-8/R · 16198

定 价: 98.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)



序

——因势利导推进中国骨科医师的专科教育

临床工作是一个救死扶伤保障人民健康的神圣事业,随着时间的推移和社会的进步,疾病谱在改变,诊疗技术在更新,人们对健康保障的要求日益提高,要求从事临床工作的医师不断学习、实践和掌握新知识、新理论、新技术。有鉴于此,专科教育势在必行!

依照我国现行的医学教育制度,医学生在学校完成本科学习,获得医学学士学位,到医疗机构工作1年,就可申请参加执业医师资格考试,通过后注册为执业医师;也有一些人本科毕业后继续攻读硕士和博士学位,然后再从事临床工作;结果使我国的临床医师有学士、硕士和博士等不同学位。尽管学历不同,所受的训练各异,但有一点是相同的,那就是他们在学校里只是学习医学基础知识,涉及专科的不多,凭借这么短时间的训练,走出校门要当一名骨科医师,从事临床工作是远远不够的。尽管卫生部规定,临床医师都要参加历时4年的住院医师规范化培养,但是具体实施计划的各个医疗机构由于管理层经营理念和策略的差异,执行计划的规范程度参差不齐。例如,在规范化培训期间,参加的医师理应在各科室轮转,可是有些医院、有些科室却因为人手缺乏就将轮转甚至达不到一年的医师截留下来帮忙,而新进医师也愿意更早地接触专科科室的工作,很少会注重其他专科知识的学习,使规范化培养的计划得不到落实。现在,国家正在进行的卫生改革把加强临床医师的教育作为一项重要的内容。例如在上海,2010年起医学院校应届毕业生凡是想在上海从事临床医疗工作的,一律参加由政府出资举行的临床培训,结束后参加统一考试,合格者再选择单位就业。这是一个很好的举措,使医学院校的毕业生在走上临床岗位为患者诊治疾病之前,都能在有条件的教学医院和医疗中心接受规范化毕业后教育,对他们日后的从医生涯无疑有极大的帮助。不过,这种毕业后的教育依然和专科教育颇有距离。

我国目前还没有制度化的骨科专科教育,年轻的住院医师们只能在日常的临床工作中跟着上级医师查房,参加手术,从上级医师那里学习知识和骨科伤病的诊疗技术,在实践中逐渐积累经验,提高自己的技术水平。在教学医院,或者比较大的医疗中心,由于有足够的设施和资源用于年轻医师的培训和学习,骨科医师的毕业后培训可能还不成问题,但在基层医疗机构,就难免捉襟见肘了。医师们更新知识只能靠自己看书学习,出席各种学术会议和技术讲座,参加各级继续医学教育项目的课程学习,一些幸运儿还可能有机会到国内或国外其他医疗中心进修。此外,随着改革开放不断有新的内植入物涌进医疗市场,新技术相继出现,技术更新与教育滞后的矛盾使临床上治疗不够规范,结果不尽如人意的情况时有发生,不仅损害患者的利益,还会给社会带来不和谐的因素。专科教育因而成为当前骨科学科建设和临床执业亟待解决的重大问题。

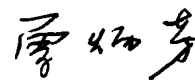
众所周知,临床医学是一门实践的科学。从事临床工作需要经验,不可能无师自通。临床医师取得经验有两种方式:一种是吃一堑长一智,通过亲身实践总结经验吸取教训,但那是有代价的,包括患者的痛苦;另一种是学习,从别人那里学习已经证明是正确的东西,经过消化吸收变成自己的,从别人的错误中得到警戒和启迪,避免重复别人走过的弯路。我们鼓励医师勤于实践,在实践中锤炼提高技术水平,但不主张一味探索摸着石头过河,因为那样做可能损害患者的利益,产生不良的后果。我们应当想方设法创造条

件,组织有实践经验的临床专家,开展规范化的专科教育,为年轻骨科医师搭建学习专业知识和技术的平台,通过教育提高他们的临床专科技能,自觉规范自己的医疗行为,最终改善骨科病患的诊疗效果,为患者造福。中国医师协会骨科医师分会审时度势因势利导,借鉴中华医学会骨科学分会创伤骨科学组在全国推进创伤骨科基层教育工作所积累的经验,在全国范围内开展骨科专科教育活动。

王满宜教授领导的创伤骨科学组结合国外内植入物和药品生产商争先把他们最先进的产品引进中国市场的实际情况,充分利用他们所能提供的教育资源,邀请国外专家到中国来,举办讲座介绍新技术;利用他们提供的设施,开办专题学习班,进行专科技术的操作培训,通过直观教学,让医师学习和掌握创伤骨科手术治疗的原理和操作细则。成效十分显著,不仅推广了新技术,更重要的是提高了基层医师的诊疗水平。他们进而建立讲师团,筹划教育内容,制作教学课件,注重原则和理念的教育;从社会上征集资金,集中使用,开展创伤骨科基础教育活动。由学组委员根据实际需要,选择二线城市办班,将周围地区各级医院的临床骨科医师集合起来,由学组委派 6~8 名讲师出席讲课,一人一个专题,深入浅出,教学互动,传授创伤骨科应知应会的知识和技术。教育内容集中在原则和理念上,让基层医师理解知识的真谛,掌握技术的原则,以便在面对具体病例的时候能够得心应手地提出正确的应对方法,就近就地、在第一时间内给患者提供正确的治疗。课程为一天,便于组织,形式是互动的,为来自基层骨科医师排忧解难,深化教育的效果。教育活动所到之处普遍受到热烈的欢迎,因为基层骨科医师都非常好学,他们太多的问题需要讨论和澄清,课程教育给他们提供了很多平时难以获得的知识。他们反应之强烈使讲师们深受感动,更激励了大家开展基层教育的热情和信心。至 2010 年,创伤骨科学组在 38 个城市举办了 39 个学习班,参加的医师达 8695 名。创伤学组的经历和经验自然而然地将成为中国医师协会骨科医师分会开展骨科专科教育的模板和榜样。

骨科医师分会把在全国范围内开展骨科专科教育作为分会最重要的工作来抓,授人以渔,通过专科教育提高骨科医师的理论水平和专业技术技能,推动骨科行业的整体进步。这个计划得到了中国医师协会的首肯,也得到了社会的积极响应和支持。分会和许多从事骨科内植入物和药品生产企业签订专科教育合作协议,为专科教育征集必要的资金,保障教育工作的顺利进行。分会建立了创伤骨科、脊柱外科和关节外科三个工作委员会,组成了庞大的讲师团队队伍,以专科工作委员会为单位,确定教育内容,安排课件制作并进行审定,确保骨科专科医师教育的内容准确、系统和规范,做到授课的讲师尽管不同,而教育的内容却高度一致,保证教育的质量。专科教育活动迅速得到各地医师的积极响应,纷纷提出申请,要求在当地举行骨科专科教育活动;相应的工作委员会雷厉风行,派遣讲师出席讲学,和当地组织者一起把专科教育活动搞得有声有色,取得预期的成效!不到一年的时间,就在 15 个城市举行了 16 次教育活动。每场活动出席者少则 100 多则 500 以上,受教育的医师超过 4000 名;教育的内容涉及骨科的各个领域,而涉足最多办得最好的就是创伤骨科。现在,中国医师协会骨科医师分会创伤骨科工作委员会在王满宜主任委员的领导下,又不失时机地对已经开展的教育活动进行总结,根据每次教育活动的反馈,对教育的课件进行提炼和修订,指定专人进行撰写,编辑成这部中国医师协会骨科医师分会创伤骨科教程。这部教程是中国骨科专科教育的初步结晶,不仅凝结着讲师们的智慧和心血,也浸透着受教育者的反馈和完善之功,是大家共同的财富。有理由相信,创伤骨科教程的出版,预示着关节外科和脊柱外科教程的问世,因为中国医师协会骨科医师分会竭力推进的骨科专科教育是齐头并进和蓬勃发展的!

当然,随着时间的推移和临床经验的积累,骨科治疗的理念必将与时俱进,还不断会出现新的器械和技术,骨科专科教育任重道远,仍需全国同道们的共同努力。我们一定要从实际出发,因势利导,充分利用中国医师协会的平台,深入推进骨科专科教育工作,提高中国骨科的技术水平,推动骨科行业健康发展,最终改善中国骨科患者的治疗效果,救死扶伤为保障人民的健康再作贡献。



中国医师协会骨科医师分会会长

2012 年 5 月



前言

中国医师协会骨科医师分会《创伤骨科教程》行将出版,我感到由衷的欣慰,因为,中国医师协会骨科医师分会成立伊始,第一任会长党耕町教授就提出要组织撰写用于骨科专科教育的教材,只是出于种种客观原因未能实现。

中国医师协会的宗旨是发挥行业服务、协调、自律、维权、监督、管理作用,团结和组织全国医师遵守国家宪法、法律、法规和政策,弘扬以德为本,救死扶伤人道主义的职业道德,努力提高医疗水平和服务质量,维护医师的合法权益,为我国人民的健康和社会主义建设服务。骨科医师分会因此把组织、团结全国骨科医师贯彻中国医师协会的宗旨为己任,把实行行业自律性管理,制定医师执业规范,开展对医师的医学终身教育作为重要的工作任务。客观情况是,医师的毕业后教育在国外有非常成熟的经验与组织系统,在国内还是个薄弱环节,而毕业后教育与临床医师技术水平的提高息息相关,恰恰又是非常重要的!在我国,医学院学生毕业后从事临床工作的医院层次不同,医疗水平差异很大。就创伤骨科而言,一个医疗机构骨折治疗的技术水平往往取决于负责医师的学术水平。由于上级医师的学术水平是受多种环境因素限制的,年轻医师的实践、学习和提高随之不同,出现很大的落差。为了消除这种医疗水平的差异,至少让那些在基层医院从事临床工作的同道们不犯原则性的错误,骨科专科教育工作就凸显其重要性了。中国医师协会骨科医师分会《创伤骨科教程》正是在这种背景下编撰而成的。在编撰之前,骨科医师分会创伤骨科工作委员会数次召集致力于中国创伤骨科继续教育的专家们开会研究,确定教程的主要读者及内容,明确任务付诸实施。尽管临床工作繁忙负担沉重,大家还是利用空余时间认真撰写,这才使教程在接近一年的时间里很快就与读者见面了。

本书的特点是摒弃了以往教科书固定的编写格式,充分发挥作者的能动性,围绕各自的专题,在阐述骨折治疗原则的基础上,结合自己的临床经验,突出重点,用病例和图解来说明问题。教程面对的主要读者是从事创伤骨科临床工作的主治医师,希望他们在实践中遇到困难时,能很快从教程里找到解决问题的治疗方案。

完成这本教程的编撰工作,我有一种如释重负的感觉!因为中国医师协会骨科医师分会终于有了我们自己的第一本教材了。尽管此书可能存在诸多不足,但它毕竟是众多专家临床经验的结晶,可以作为创伤骨科临床实践和教育的借鉴和蓝本,我们也真诚希望读者在应用和实践教程的过程中能提出宝贵的意见甚至批评,以便将来再版时能修订和补充,使之更臻完善。我衷心感谢现任骨科医师分会会长曾炳芳教授对我的信任,感谢教程的所有作者、人民卫生出版社,以及我的秘书魏波曼女士,没有他们的鼓励、支持与帮助,就不可能顺利地完

中国医师协会骨科医师分会副会长
兼创伤骨科工作委员会主任委员

2012年5月于北京



目 录

第一篇 总 论

第一章 骨折愈合的生物力学·····	3
第二章 骨折稳定性与骨折愈合的机制及临床应用概述·····	8
第三章 骨折的复位技术·····	15
第四章 骨科损伤控制·····	34
第五章 开放性骨折的处理原则·····	42
第六章 关节内骨折的治疗原则·····	51
第七章 骨折延迟愈合、骨不连和畸形愈合·····	59
第八章 骨运输术治疗骨缺损性骨不连·····	66
第九章 骨质疏松骨折内固定策略·····	83
第十章 髓内钉原理·····	94
第十一章 外固定支架的基本原理与临床应用·····	100
第十二章 MIPPO 技术在创伤骨科中的应用·····	112
第十三章 术前计划与治疗选择·····	117
第十四章 手术部位感染及预防·····	125
第十五章 骨创伤围术期深静脉血栓的预防·····	131
第十六章 骨创伤围术期疼痛管理·····	135
第十七章 假体周围骨折·····	148

第二篇 上 肢

第十八章 肩部损伤·····	161
第十九章 肱骨近端骨折·····	178
第二十章 肱骨干骨折·····	188
第二十一章 肱骨远端骨折·····	197
第二十二章 复杂肘关节损伤·····	207
第二十三章 尺桡骨干骨折·····	227
第二十四章 桡骨远端骨折·····	235
第二十五章 手外伤、手腕部骨折脱位·····	247

第三篇 下 肢

第二十六章	股骨颈骨折·····	269
第二十七章	股骨转子间骨折·····	280
第二十八章	股骨远端骨折·····	292
第二十九章	胫骨平台骨折·····	300
第三十章	Pilon 骨折 ·····	335
第三十一章	踝部损伤与骨折·····	349
第三十二章	跟骨骨折·····	370
第三十三章	距骨骨折·····	381
第三十四章	跗跖关节损伤·····	396

第四篇 脊柱与骨盆

第三十五章	骨盆骨折急救·····	411
第三十六章	骨盆骨折·····	421
第三十七章	髋臼骨折·····	444
第三十八章	脊柱损伤急救·····	455
第三十九章	上颈椎损伤·····	462
第四十章	下颈椎损伤·····	475
第四十一章	中上胸椎损伤·····	485
第四十二章	胸腰损伤·····	492

第一篇

总论



第一章

骨折愈合的生物力学

一、引言

骨折愈合是一个复杂而连续的过程。从微观上看,骨折愈合是将骨折所产生的生理和生化信号传递给骨折区的细胞,并通过多细胞介导机制控制成骨和破骨的过程;从宏观上讲,骨折愈合是骨逐渐恢复其载荷能力,最终达到原有刚度和强度的阶段性过程。在临床工作中,任何一种治疗方法都会改变骨折的生物学环境,而骨折的固定方法会改变骨折的力学环境,从而对骨折的愈合产生重要的影响。这些改变主要取决于医师制订的治疗方案,而不取决于患者本身。因此,只有熟悉并掌握骨折愈合的生物学和生物力学原理,骨科医师才能在骨折治疗时做出正确的选择。

二、骨折愈合的形式

(一) 直接愈合

也称为一期愈合,是骨单位重建的生物过程,通过骨折块之间加压将其维持在绝对稳定的位置上,X线上仅可以看到细小的骨折线。早期骨折部位变化很小,血肿逐渐吸收并转化为修复组织,几周后骨折内部哈佛管开始重建,骨折间隙以板层骨形式填充。接下来骨单位从微小的骨间隙直接穿过骨折线,形成微桥接或交错。一期愈合的进展要慢于骨痂形成的愈合,骨细胞改建单位的血供主要来自骨内膜,骨外膜仅提供部分血供。局部骨膜由于缺乏应力刺激,很少或没有骨痂形成(图 1-1,图 1-2)。

(二) 间接愈合

也称为二期愈合,即骨痂形成的愈合方式。骨块之间的相对活动可刺激骨痂的形成,加速骨的愈合。首先在骨折端周围形成肉芽组织,随后由于骨折端表面的吸收,骨折间隙增宽,之后间隙被新生骨充填,这些新生骨首先表现为修补,而后获得更为精密和致密的结构,后者通过哈佛系统再塑型的过程达到并完成成骨的过程(图 1-3)。有学者利用动物骨折愈合模型研究了骨膜性骨痂的生物力学变化。White 等应用家兔的外固定骨折模型,在骨折后的



图 1-1 骨皮质直接愈合的组织学表现,骨折内部哈佛管开始重建,骨折间隙以板层骨形式填充,此图骨折线为人为绘画以增强效果

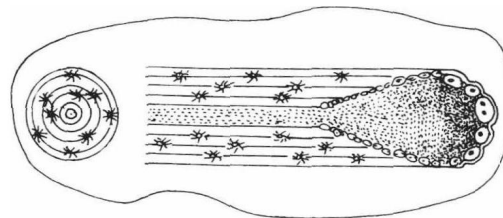


图 1-2 骨单位重建图示,在骨单位顶部有破骨细胞,它在死骨中钻出一条隧道,顶部的后面,成骨细胞生成活性骨细胞形成新骨,并与毛细血管相接

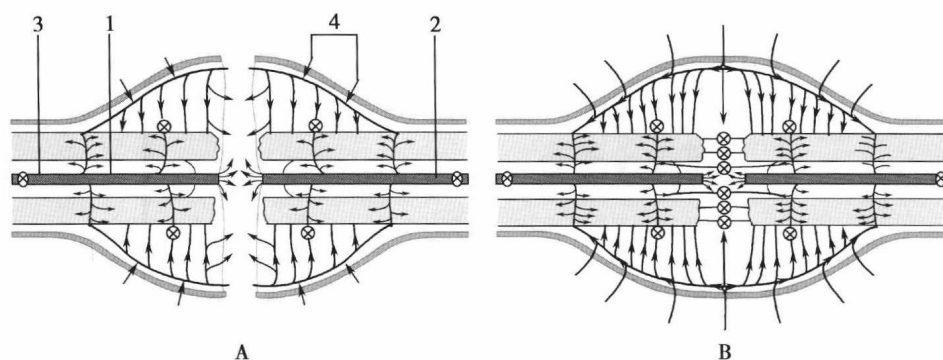


图 1-3 骨痂的血液供应

A. 骨桥接形成之前; B. 骨桥接形成之后

1. 营养动脉升支; 2. 营养动脉降支; 3. 干骺端动脉; 4. 骨膜动脉

不同时期,将影像学和组织学资料同扭转刚度和极限强度进行了相关性分析,将骨折以后的愈合过程分为四个生物力学时期:第一期硬度增加,发生在 21~24 天。此期骨折扭转刚度增加,具有类似橡胶力学性能,扭矩低,角形变大,低负荷即可经过骨折处断裂;第二期硬度急剧增加,约在 27 天。此期相当于软组织在骨折裂口桥接,一直延续达到完整皮质骨的硬度,承受弯曲负荷时出现断裂,可能与骨块修复组织的去板层化有关,提示修复组织及骨段间的粘连带决定结构特性;第三期硬度与皮质骨接近,但强度较正常骨低,典型的生物力学表现为断裂仅有一部分发生在骨折部位;第四期刚度和强度与正常骨相似,断裂发生在原骨折以外的部位(图 1-4)。

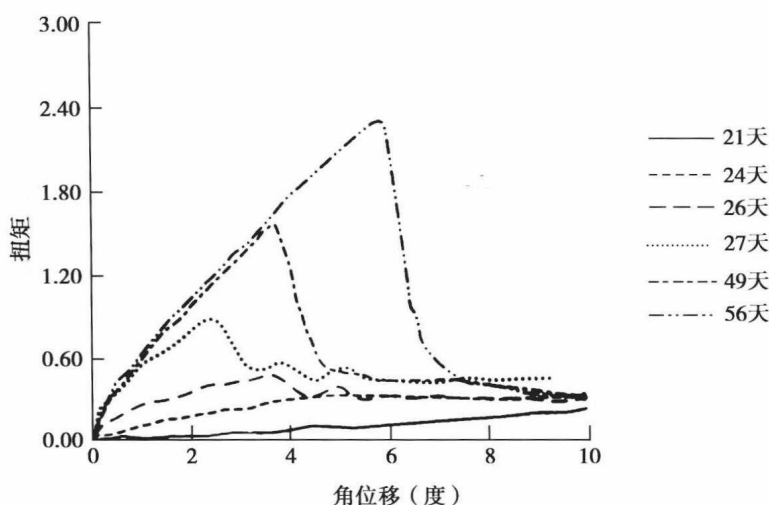


图 1-4 处于骨折愈合过程中的家兔股骨的角位移是扭矩的函数

图中所示为骨折后不同时期测试的数据

三、影响骨折愈合的生物力学因素

当评价某一种骨折治疗方法时,应该把愈合骨和骨折治疗装置看作是一个力学系统。该系统的生物力学性能会因组织性能的改变、骨折治疗装置的改变或治疗装置和组织之间力学连接的改变而改变。此外,骨折还常常承载多种不同的载荷。

(一) 骨折的非手术治疗

1. 没有治疗的骨折的愈合 对于无治疗干预的骨折,骨折周围肌肉因疼痛刺激发生收缩,对骨折起到自然的固定作用,但可能导致骨折的短缩和畸形愈合。同时,由于水肿和血肿的增加,软组织进一步肿胀,可起到临时性轻度稳定作用。早期的活动性和最后骨折的坚硬骨性愈合并不产生矛盾,最大的问题是

畸形愈合和功能障碍。

2. 骨折的非手术治疗 非手术治疗需要通过闭合复位重建骨骼的对位、对线。随后的制动维持了骨折的复位,减少骨折端的相对活动,通过骨痂形成达到间接愈合。非手术治疗的固定方法包括:牵引、外夹板(木制夹板,塑料,石膏等)。中医骨伤科治疗骨折有其独到的一套内治理法,活血化瘀,可促进胶原的形成和钙的沉积,为骨折愈合创造了条件。

(二) 相对稳定的手术固定

1. 相对稳定固定技术的力学 在相对稳定的情况下,当生理负荷通过骨折部位时,骨折块间可产生相对移位。移位程度与外力大小成正比,而与内植物的刚度成反比。骨折需要或能够耐受弹性的大小目前没有明确的定义。总的来说,当某种固定方法使骨折块间在生理负荷下,产生可调控的移位时,则该固定可认为是相对稳定的。因此,除了加压技术以外,所有的固定方法均可视为弹性固定,能提供相对稳定性。

在骨折愈合的生物力学研究中,通过相对稳定技术,刺激骨痂形成达到促进骨折愈合是当今的热点。包括循环应力刺激、低频可控性微动、高频低能量振动、主动负重和被动加载、低强度脉冲超声、不同的方法固定等。

2. 内植物 在固定物中,外固定架、髓内钉或内固定架可提供相对稳定性。其弹性大小是可变化的,取决于医师如何应用内植物和内植物受到何种负荷。所有这些内植物均可允许骨折块间的相对运动,而后者可刺激骨痂形成。但是,对这些内植物不当的使用可导致过大的活动而影响骨折愈合(图 1-5~图 1-7)。近期记忆性合金内固定的研发和应用,为骨折愈合提供了新的方向。

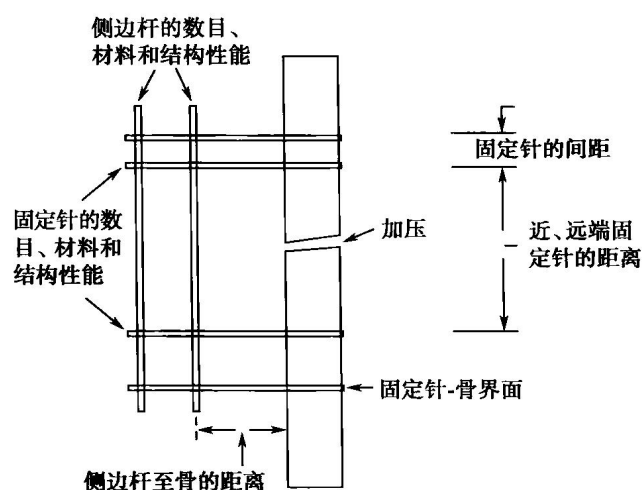


图 1-5 影响外固定架固定稳定性的因素

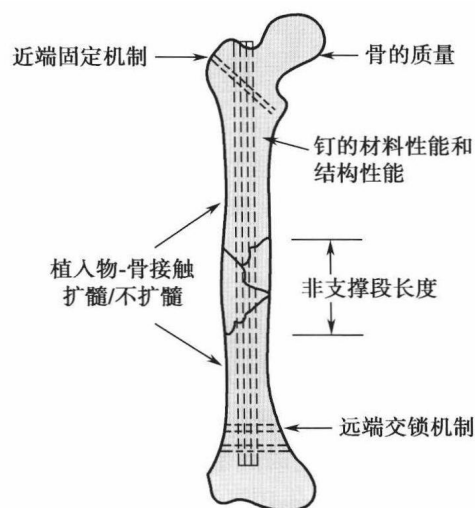


图 1-6 影响髓内钉固定稳定性的因素

当骨折间隙过大时,刺激骨痂生长的能力就会大大受到限制,骨痂形成可能不充分。在这种情况下,“动力化”通过使骨折间隙并拢增加其刚度,让骨折愈合。骨痂形成需要一定程度的力学刺激,当应变过小时骨痂无法形成。当固定装置过于坚硬或骨折间隙过宽时,会产生低应变的环境,此时可发生骨折不愈合或延迟愈合。

(三) 绝对稳定的手术固定

如果骨折通过坚硬的夹板连接,骨折端的活动减少,在生理负荷下骨折端不产生活动。虽然内植物的刚度有助于减少骨折的活动,但唯一能够有效完全去除骨折部位活动的技术是骨折块间的加压。绝对稳定使骨折部位的修复组织在生理负荷下的变形过程(应变)完全消除,从而达到直接愈合。内植物不仅必须在较长

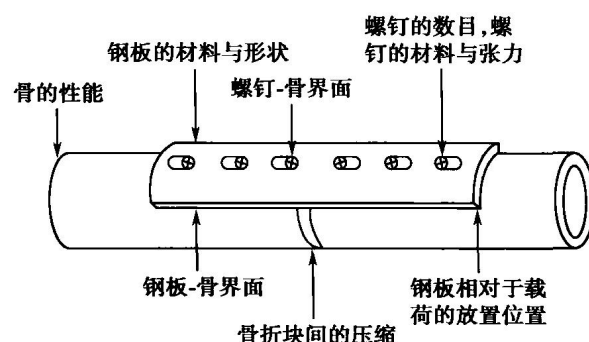


图 1-7 影响接骨板固定稳定性的因素

的时间内提供和维持绝对稳定,还必须具备足够的强度,以保证在漫长的愈合过程中不会发生疲劳性折断。

一期愈合并非绝对稳定固定的初衷,应当说它是采用能够取得并维持精确解剖复位的手术技术的必然结果。骨折的直接愈合不是自然的,而是人为的,只有达到绝对稳定的固定,才能获得骨的直接愈合。解剖重建才是关节内骨折和某些骨干骨折手术治疗的真正目的。

对骨折端生物学和血液供应的破坏,其后果要远远严重于由于骨折固定弹性过大产生高应变环境而造成的不愈合或延迟愈合。

1. 绝对稳定固定的力学 绝对稳定是通过预加压和摩擦而获得的。

(1) 预加压:只要压力超过作用于骨折端的牵张力,加压就可以保持骨折块之间的紧密接触。用羊做的实验表明,无论是用拉力螺钉还是用加压接骨板,预加压都不会在轴向上产生压力性坏死。只要整体稳定性能够得到维持,即使超负荷骨骼也不会发生压力性坏死。

(2) 摩擦力:当骨折块彼此挤压在一起的时候,就产生摩擦力,摩擦力可以对抗垂直作用的剪切力,从而避免了滑动移位。在大多数情况下,剪切力是由于施加在肢体上的扭力引起的,它比垂直作用于骨骼长轴的外力具有更重要的意义。对抗剪切移位能力的大小,取决于由加压产生的摩擦力大小以及骨折接触面的几何形态。对于光滑的骨折面有可能做到坚强固定和骨片间交错,进一步对抗剪切外力引起的移位(图 1-8,图 1-9)。

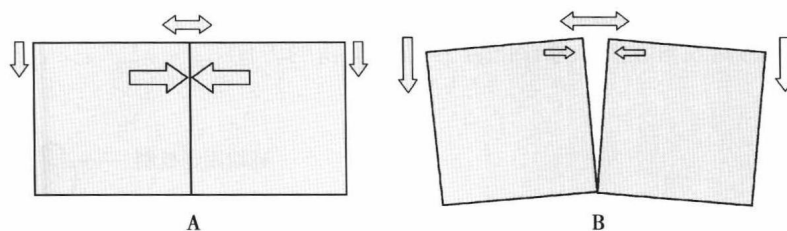


图 1-8 通过预加压达到稳定。预加压力大于活动所产生的牵张力,可防止骨折块的移动,从而达到绝对稳定

2. 内植物

(1) 拉力螺钉:拉力螺钉是单独依靠加压作用对骨折进行固定的一种内植物。拉力螺钉仅把持对侧的皮质,通过螺纹与螺钉头相互作用,对骨折块两侧的皮质起到加压作用。因此,位于远近两侧皮质间的骨折端受到加压,通过预加压和摩擦达到绝对稳定的作用。

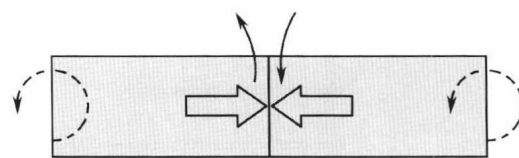


图 1-9 通过加压达到稳定并产生摩擦力
摩擦力大于任何使骨折面移位的外力,即可达到绝对稳定

(2) 接骨板:接骨板在骨折中可用于下述 5 种不同功能:保护作用、加压作用、张力带作用、桥接作用和支撑作用。

(3) 外固定支架:Ilizarov 设计的环形外固定支架,允许对骨折的长度、对位和旋转进行完全的调控,这类支架可用于提供绝对稳定性。

四、结语

人们已经对上述骨折愈合方式达成了共识,生物力学因素影响骨折的愈合,当前一些对骨折愈合的生物力学研究都遵循着上述骨折愈合的两个基本类型。骨折治疗的最佳形式的选择包括平衡各种治疗因素,通过简单有效的方法,使骨折达到可靠地愈合。我们主张除简单骨折和关节内骨折需要绝对稳定的固定外,手术固定绝大多数骨折,还是要采取相对稳定的固定方式。

(陈鸿辉)

参考文献

1. Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG. 骨折治疗的 AO 原则. 第 2 版. 危杰,刘璠,吴新宝,等译. 上海:上海科学技术出版社,2010

2. Browner, Jupiter, Levine. 创伤骨科学. 第3版. 王学谦, 娄思全, 侯筱魁, 等译. 天津: 天津科技翻译出版公司, 2007
3. 冯传汉. 临床骨科学. 第2版. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 12
4. Müller ME, Augower M, Schneider R, et al. 骨科内固定. 第3版. 荣国威, 翟桂华, 刘沂, 等译. 北京: 人民卫生出版社, 1995: 10
5. 陈永强, 裘世静, 戴克戎. 不同方法固定后松质骨骨折愈合的超微结构观察. 中华创伤杂志, 2000, 4(16): 222-224
6. 苏佳灿, 张春才, 许硕贵, 等. 记忆生物力学作用下骨折愈合过程血管形成的特点. 中国临床康复, 2002, 2(6): 528-529
7. 喻鑫罡, 张先龙, 曾炳芳, 等. 低频可控性微动影响长骨骨折愈合的实验研究. 中华创伤骨科杂志, 2005, 8(7): 744-748
8. 施鸿飞, 梁国穗, 张颖恺, 等. 运用高频率低能量振动促进骨折愈合的实验研究. 中华创伤骨科杂志, 2009, 12(11): 1155-1158
9. 张先龙, 王小平, 喻鑫罡, 等. 主动负重和被动加载时骨折局部力学环境的比较研究. 中华创伤骨科杂志, 2007, 3(9): 258-262
10. 孙保勇, 陈文直, 王智彪, 等. 低强度脉冲超声促进骨折愈合的生物力学评价. 中国矫形外科杂志, 2004, 3(12): 450-453

骨折稳定性与骨折愈合的机制 及临床应用概述

一、骨折愈合机制简述

骨折,是指骨组织连续性中断。从内因和外因的辩证观点来看,骨折的发生取决于内因及外因。骨折发生的外因为外来暴力所致。内因则与骨组织的强度和刚度有关。骨的强度是指在载荷作用下骨组织抵抗破坏的能力;骨的刚度是指在载荷作用下具有骨组织抵抗变形的能力。上述两个力学指标在人体不同时期,不同生理及病理情况下有所不同。如儿童骨组织成分中基质及水分较多,固体成分少。故儿童骨骼较成人更能耐受变形的外力刚度更小。而老年患者由于骨质疏松的原因,骨组织内有机质及水分,胶原成分均减少,骨骼的强度及刚度均下降,在较轻微的暴力作用下也会出现骨折。正是由于骨组织具有独特的生物学及生物力学特点,临床骨折的治疗不仅要考虑骨折固定的稳定性及力学强度,也应同时关注骨生物学特性。

骨折愈合是一个复杂的生物学过程,其目的是骨连续性的恢复并重新获得骨结构的强度。在骨折愈合的过程中,准确的再现了胚胎原始骨发育的过程,最终不遗留任何纤维瘢痕而恢复原有骨组织的结构和性能。骨折愈合依据其过程中的组织学特点可以分为:直接愈合和间接愈合。所谓的直接愈合是指:在断端绝对稳定的条件下,直接的接触愈合或间隙愈合,直接形成编织骨或板层骨,没有纤维组织和软骨形成阶段。所谓的间接愈合是指在断端不稳定条件下,首先形成纤维组织或软骨组织,获得初步稳定后再形成编织骨和板层骨达到愈合。直接和间接愈合过程根据愈合条件的不同,在骨干的皮质骨及干骺端的松质骨区均可能发生。我们不应以在骨折部位是否出现骨痂来判断是直接愈合或是间接愈合,而应根据组织学上是否以骨组织的直接形成进行修复来判断。

无论何种骨折愈合过程都是通过两种基本的骨形成方式来完成的,即膜内成骨和软骨内成骨。①膜内成骨:由内骨膜的生骨层直接形成骨组织而没有软骨的阶段;②软骨内成骨:可以描述为在软骨支架的表面形成新骨。这两种机制在骨折和截骨的损伤修复过程中起同样的作用,不过要接受在修复过程中力学环境的调控。对膜内成骨来说,间质细胞沿着由前成骨细胞向成骨细胞的方向分化,而软骨内成骨的特征为首先形成软骨而后成骨。需要说明的是,膜内和软骨内是指取而代之的组织分别为编织骨和软骨,而非是最后的骨形成,后续的骨形成方式在两种机制中是一样的。

关于骨折愈合方式的研究有很多,大部分是关于骨干的皮质骨骨折。关于皮质骨骨折愈合的过程,有“一期愈合”和“二期愈合”理论。其中二期愈合过程中,主要的修复过程是通过软骨内成骨完成。所谓软骨内成骨修复所描述的修复过程,最初是在存在微动的环境中,随后骨折块间的微动被固定或被牵引。损伤发生后,随着骨膜和邻近软组织的撕脱而出现广泛的出血,形成巨大的血肿,随后形成纤维血凝块,为后续修复细胞提供了生长环境。骨折后的最初几天以炎症为主要特征称为炎症阶段。目前认为在最初的修复反应中,与炎症及血凝块相关的分子起了重要的作用。骨膜的外层纤维层发生重组以容纳血肿,内层的形成层开始高强度的增殖和分化以启动修复过程。一些学者认为周围软组织中未分化的细胞也参与到修

复当中。骨修复开始于距离骨折部位几厘米的周围皮质部,骨膜内层在皮质骨上形成膜内编织骨以稳定骨折部位并保持良好的血运。在靠近骨折的部位,由于有相对移动并且存在因血供被破坏而引起的组织缺氧,导致内骨膜和未分化的间充质细胞在内部形成内骨痂,在外部形成外骨痂。最初形成的骨痂为软骨性质和纤维软骨性质的,作用为稳定骨折部位,为后来的骨形成奠定基础。随着骨折部位稳定性的提高,血管开始长入骨折部位。随着血管的长入,在钙化的软骨表面开始形成编织骨,直到最初形成的修复性软骨完全被骨组织所替代。通过软骨替代使得骨折部位的稳定性进一步提高。接下来的几个步骤包括编织骨向板层骨的转化,吸收外部不再需要的骨痂,并将哈佛系统的走行向沿着长轴的方向改建等。整个愈合的过程可分为几个步骤,包括:软骨细胞肥大,软骨基质钙化,血管和骨祖细胞侵入肥大软骨细胞间隙,在矿化的软骨核心表面成骨。上述的软骨内骨修复的过程就是目前被大多数人所接受的骨折二期愈合理论。可以将骨折的二期愈合按照发生的时间顺序进行分期:血肿形成期,炎症期,软骨痂形成期,硬骨痂形成期和骨改建期。需要说明的是,软骨痂形成期和硬骨痂形成期并非两个相互独立的过程。在以往的研究中,两个时期往往统一称为骨痂形成期。在最近 AO 组织的经典参考书《AO Principle of Fracture Management 2nd edition》中才将两个阶段分开,其主要理由是:软骨痂在形成末期,其力学强度可以抵抗轴向的短缩应力,但不能抵抗骨折端的成角移位。但就成骨过程而言,两个阶段并无明显界限。在以往的研究中,诸如 TGF- β , FGF-1, -2, BMP(2, 4, 7), IGF-1, -2, IL(1, 6), Collagen(2, 3, 4, 5, 6, 9, 10), FGF-1, -2, PDGF 等细胞因子已被证实参与了骨折愈合的一个或数个阶段。

而当骨折后通过早期手术固定的方法建立起一个稳定的环境时,就不需要再有大量的外骨痂存在了,此时内固定取代了骨痂,使得骨折部位在早期就具有稳定的力学环境,从而使得整个软骨内程序被省略,骨组织得以直接成骨。当然,环境仍然是决定因素,决定着合成的骨基质的类型和方向。当骨折在解剖复位,坚强内固定的条件下,骨形成跨过了软骨形成的阶段,在 X 线上就表现为皮质骨结构内部的骨形成,并且髓腔内外没有骨痂。在解剖复位坚强内固定的条件下,骨折块间没有间隙,骨折修复从一开始就通过哈佛系统内的骨母细胞和破骨细胞所组成的切割圆锥而产生直接的板层修复,我们称之为接触愈合。当骨折或截骨在解剖复位坚强内固定的条件下,但骨折处留有间隙,且间隙大于 0.1mm,此时会先在该间隙处形成编织骨,而后改建为与长轴同向的板层骨,我们称之为间隙愈合。在经典的横行截骨加压接骨板固定研究中,接骨板下的皮质骨直接接触而产生接触愈合,对侧的皮质骨因出现小的缝隙而产生间隙愈合。

二、不同部位骨组织的愈合方式

下面我们着重来讨论一下不同部位发生骨折时愈合的特点。

(一) 骨干骨折的间接愈合

骨干骨折的间接愈合即通常所指的“二期愈合”。在非解剖复位或非绝对稳定固定,但必须满足稳定固定的条件下会出现所谓的“二期愈合”。该愈合过程主要通过软骨内骨形成的方式形成大量的骨痂而达到愈合的目的。

(二) 骨干骨折的直接愈合

骨干骨折的直接愈合需要满足以下的条件,即骨折端的“密切接触”和“绝对稳定”。这有赖于准确的解剖复位和拉力螺钉或加压接骨板的坚强固定。骨干骨折的直接愈合可分为接触愈合和间隙愈合。接触愈合的组织学基础为“切割圆锥”,表现为直接的板层骨形成。间隙愈合的组织学基础为先于骨折间隙内形成编织骨,随后骨单位长过编织骨而形成板层骨。

(三) 骨端骨折的愈合

长骨的骨端位于关节的近端和远端,因此长骨骨端的骨折属于关节周围骨折。关节周围骨折发生于长骨的两端靠近关节处,其损伤的结构基础为松质骨,还可细分为软骨下骨,干骺端松质骨等若干部分。松质骨作为骨组织的一种基本组成结构有内表面积大,血运丰富,骨转换率高等特殊的结构及生理特点,决定了其在骨折后的愈合过程与骨干的皮质骨愈合定然有许多不同之处。松质骨与皮质骨的主要区别在于它们的结构组成。松质骨主要由骨小梁所构成,包括纵行的骨小梁,主要功能为承接和传导应力,还有