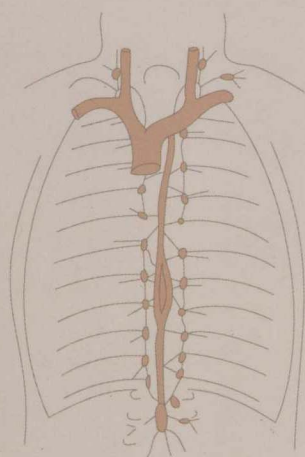


Diagnosis and
Treatment of Clinical
Trauma Orthopedics

临床创伤 骨科诊疗学

主编 周路纲 常黎明 王 磊 等



天津科学技术出版社

临床创伤骨科诊疗学

主 编 周路纲 常黎明 王 磊等

图书在版编目(CIP)数据

临床创伤骨科诊疗学/周路纲等主编. —天津:天津
科学技术出版社, 2010. 9
ISBN 978-7-5308-5816-5

I. ①临… II. ①周… III. ①骨损伤—诊疗 IV. ①R683

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 186167 号

策划编辑:郑东红

责任编辑:张 跃

责任印制:王 莹

天津科学技术出版社出版

出版人:蔡 颢

天津市西康路 35 号 邮编:300051

电话:(022)23332399(编辑室) 23332393(发行部)

网址:www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

山东省英华印刷厂印刷

开本 787×1 092 1/16 印张 28.75 字数 680 000

2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定价:88.00 元

编 委 会

主 编

周路纲 常黎明 王 磊
孙煜杰 苏 昊 王 新

副主编

刘洪智 王云强 马厚升 郭 婕
路志丽 李红红 贺兰英 李海燕

编 委 (按姓氏笔划排序)

马厚升(山东烟台毓璜顶医院)
王 新(山东烟台毓璜顶医院)
王 磊(山东烟台毓璜顶医院)
王云强(山东烟台毓璜顶医院)
刘 娟(山东烟台市疾病预防控制中心)
刘洪智(山东烟台毓璜顶医院)
孙煜杰(山东烟台毓璜顶医院)
许 心(山东烟台毓璜顶医院)
李红红(山东烟台毓璜顶医院)
李海燕(山东烟台毓璜顶医院)
苏 昊(山东烟台毓璜顶医院)
周路纲(山东烟台毓璜顶医院)
范 伟(山东烟台毓璜顶医院)
姜伟东(山东烟台毓璜顶医院)
贺兰英(山东烟台毓璜顶医院)
唐木强(山东烟台毓璜顶医院)
郭 婕(山东烟台毓璜顶医院)
常黎明(山东烟台市120急救指挥中心)
路志丽(山东烟台市肿瘤医院)

前 言

21 世纪,随着交通工具的逐渐发展、工业化程度的日益提高、人们生活节奏的不断加快,创伤患者大量增加,使得创伤骨科的学科地位也逐渐上升。创伤骨科学也成为近几年来发展迅速的医学学科,新理论、新技术和新方法不断涌现。为了紧跟创伤骨科日益发展的步伐,方便骨科相关工作者的应用,我们吸收了目前国内外创伤骨科的新理论、新技术与新方法,结合各作者多年的临床实践经验,组织编写了这本《临床创伤骨科诊疗学》。

本书作者均为长期从事临床工作者,内容紧紧围绕临床创伤骨科疾病的诊断与治疗编写。全书共分为上、下两篇,详细介绍了创伤骨科的基本理论及常见疾病的临床诊断与治疗,上篇主要为创伤骨科的基本理论及常用的方法与技术,下篇则主要介绍了创伤骨科常见疾病的诊断与治疗。各部分内容新颖、翔实,条理清晰,图文并茂,使之贴近临床而更具实用价值。本书可供各级创伤骨科医务人员、医学院校教师、学生和相关科研工作者参考使用。

作者在编写本书时,参阅了大量文献,在此向原作者表示衷心感谢。由于创伤骨科学发展迅速,加之各作者之间文笔风格不同,因而本书在内容和编撰等方面的不足在所难免,恳请读者批评指正。

《临床创伤骨科诊疗学》编委会

2010 年 7 月

目 录

上篇 总论

第一章 绪论	(1)
第二章 骨组织结构与生理	(6)
第一节 骨的组织结构	(6)
第二节 骨组织生理学	(7)
第三节 钙、磷代谢与骨生理	(9)
第四节 骨的生物力学	(12)
第三章 创伤骨科的病史采集及临床检查	(37)
第一节 病史的采集与记录	(37)
第二节 基本检查	(39)
第三节 各部位检查	(46)
第四节 实验室检查	(55)
第四章 骨折的愈合与愈合不良	(62)
第一节 骨折的愈合	(62)
第二节 骨折愈合不良	(64)
第五章 骨科常用的影像学检查	(68)
第一节 X线检查	(68)
第二节 放射性核素检查	(71)
第三节 计算机体层显像(CT)	(73)
第四节 磁共振影像检查(MRI)	(76)
第五节 B超检查	(83)
第六节 关节镜检查	(89)
第六章 骨科基本技术	(92)
第一节 止血与包扎	(92)
第二节 牵引术	(98)
第三节 外固定技术	(107)

第四节 内固定技术·····	(129)
第七章 创伤急救·····	(139)
第一节 急救技术·····	(139)
第二节 创伤性休克·····	(148)
第三节 多发骨与关节损伤·····	(156)
第四节 骨筋膜室综合征·····	(165)
第五节 挤压综合征·····	(170)
第六节 脂肪栓塞综合征·····	(175)
第七节 开放性骨折·····	(184)

下篇 各论

第八章 骨折·····	(188)
第一节 锁骨骨折·····	(188)
第二节 肱骨外科颈骨折·····	(193)
第三节 肱骨干骨折·····	(197)
第四节 肱骨髁上骨折·····	(204)
第五节 肱骨髁间骨折·····	(208)
第六节 肱骨内、外髁骨折·····	(213)
第七节 尺骨鹰嘴骨折·····	(216)
第八节 桡骨小头骨折·····	(220)
第九节 桡、尺骨干双骨折·····	(221)
第十节 桡、尺骨干单骨折·····	(226)
第十一节 孟氏骨折·····	(229)
第十二节 盖氏骨折·····	(232)
第十三节 桡骨远端骨折·····	(238)
第十四节 腕舟骨骨折·····	(244)
第十五节 掌骨骨折·····	(248)
第十六节 指骨骨折·····	(251)
第十七节 股骨颈骨折·····	(255)
第十八节 股骨转子间骨折·····	(261)
第十九节 股骨髁上骨折·····	(267)
第二十节 股骨髁间骨折·····	(271)

第二十一节	股骨干骨折·····	(275)
第二十二节	髌骨骨折·····	(280)
第二十三节	胫骨平台骨折·····	(282)
第二十四节	胫腓骨干骨折·····	(288)
第二十五节	胫骨远端骨折·····	(293)
第二十六节	踝关节骨折·····	(295)
第二十七节	跟骨骨折·····	(302)
第二十八节	距骨骨折·····	(315)
第二十九节	跖骨、趾骨骨折·····	(316)
第三十节	肋骨骨折·····	(321)
第三十一节	胸骨骨折·····	(323)
第三十二节	骨盆骨折·····	(324)
第三十三节	髌臼骨折·····	(336)
第三十四节	脊柱骨折·····	(343)
第九章	骨骺损伤·····	(348)
第一节	概论·····	(348)
第二节	桡骨远端骨骺分离·····	(350)
第三节	肱骨外髁骨骺分离·····	(352)
第四节	肱骨内髁骨骺分离·····	(354)
第五节	肱骨远端骨骺分离·····	(355)
第六节	肱骨内上髁骨骺分离·····	(356)
第七节	桡骨头骨骺分离·····	(357)
第八节	尺骨鹰嘴骨骺分离·····	(358)
第九节	肱骨上端骨骺分离·····	(360)
第十节	胫骨远端骨骺分离·····	(361)
第十一节	胫骨结节及胫骨上端骨骺分离·····	(363)
第十二节	股骨头骨骺分离·····	(364)
第十三节	股骨远端骨骺分离·····	(366)
第十章	关节脱位·····	(368)
第一节	肩锁关节脱位·····	(368)
第二节	肩关节脱位·····	(372)
第三节	肘关节脱位·····	(380)

第四节	腕舟状骨脱位·····	(388)
第五节	月骨脱位·····	(389)
第六节	月骨周围腕骨脱位·····	(389)
第七节	髌关节脱位·····	(390)
第八节	膝关节脱位·····	(397)
第九节	髌骨脱位·····	(399)
第十节	踝关节脱位·····	(403)
第十一节	跖跗关节脱位·····	(404)
第十二节	跖趾关节及趾间关节脱位·····	(406)
第十三节	颞下颌关节脱位·····	(408)
第十一章	周围神经损伤·····	(412)
第一节	概论·····	(412)
第二节	臂丛神经损伤·····	(414)
第三节	桡神经损伤·····	(423)
第四节	正中神经损伤·····	(425)
第五节	尺神经损伤·····	(428)
第六节	坐骨神经损伤·····	(430)
第七节	腓总神经损伤·····	(434)
第八节	胫神经损伤·····	(436)
第十二章	四肢血管损伤·····	(439)
第一节	概述·····	(439)
第二节	四肢血管损伤的类型·····	(440)
第三节	四肢血管损伤的诊断·····	(441)
第四节	四肢血管损伤的治疗·····	(442)
第五节	四肢血管损伤并发症及处理·····	(446)
参考文献 ·····		(450)

上篇 总论

第一章 绪论

创伤骨科学(orthopaedic trauma)是骨科学的重要分支学科,它是诊断、治疗和研究肢体与脊柱损伤的科学,包括四肢骨折、关节、神经血管、骨盆损伤、脊柱脊髓损伤等创伤的诊治以及与以上诸方面相关的基础科学研究。

一、创伤骨科学的历史

创伤骨科学是骨科学的一大分支,它相对于后者来说是一门年轻的学科,因此,追溯创伤骨科的根源应是骨科学。

(一)祖国医学中创伤骨科学的发展

骨科学起源于骨伤科的治疗,在祖国医学的灿烂文化中,骨伤科的治疗是极其辉煌的一部分。中医对骨折的治疗历史悠久,有着独特的理论体系和丰富的实践经验。

中医骨伤科的基本理论认识形成于公元前3世纪,《黄帝内经》记载了全身主要骨骼、关节和某些伤病的情况。

公元4世纪葛洪在其著作《肘后备急方》中首次推荐使用竹板固定法治疗骨折,由此发展而来的小夹板外固定疗法成为中医骨伤科独特的治疗方法之一。

公元9世纪我国第一部创伤骨科专著——蔺道人所著的《仙授理伤续断秘方》问世,它阐述了骨折的十四步治疗方法,主要是清创、复位、外固定和外敷药物。这些原则现在仍然是处理开放性骨折的准则。

公元14世纪(1341年),元代名医危亦林所著的《世医得效方》详细论述了正骨理论及各种整复手法的应用原则,对四肢常见骨折、关节脱位以及跌打损伤的症状、诊断、治疗方法、夹缚固定等,进行了系统而详尽的论述。特别是对骨科治疗上最为棘手的脊柱骨折,危亦林成功地创造应用了俯卧位双足悬吊复位法,这是骨伤科史上的创举。比英国医学家达维斯(Davis)提出此法,早了600多年。

公元18世纪(1742年),清代吴谦集历代伤科之大成,著成《医宗金鉴·正骨心法要旨》,系统地总结了清代以前的骨伤科经验,详细叙述了各种骨科医疗器具的使用方法。吴谦还提出正骨八法,即:摸、接、端、提、推、拿、按、摩,这八法至今仍是手法复位的精髓所在。

中医骨伤科对骨折的治疗,在诊断、整复、外固定、功能锻炼等方面均形成了传统经验,使患者免受开刀之苦,易于接受。但对一些难以整复又不易固定的复杂骨折,因外固定器的单一,治疗困难,所以在西医传入我国后,中西医疗法有了很好的结合。

(二)西方医学中创伤骨科学的发展

公元前4世纪,被西方尊为“医学之父”的古希腊名医希波克拉底(Hippocrates)在《希氏

文集》中详细记载了外科关于治疗骨折、脱位、头部损伤的资料,以及当时盛行的穿颅术。书中还记述了有关复杂骨折的治疗方法和绷带的使用。

公元2世纪,罗马医生盖伦(Galen. C.)被看作是医学方面的权威,他所著的书保存了几个世纪之久,其医学权威的地位持续了1000多年的时间。他在书中正确记录了人体骨骼系统的形态、结构和数目,奠定了西医骨科的解剖学基础。

公元11世纪左右,阿拉伯医生阿维森纳吸收希腊和东方医学传统,集阿拉伯医学之大成,所著《医典》成为中世纪经典,这对西医发展史起到很重要的作用,当时盛行用外敷药和木制夹板治疗骨折,此法迅速传到欧洲。

骨科学(orthopedy)的名称起源于1741年,由法国医生安德雷(Nicolas Andry)在巴黎大学首次提出,并被广泛接受,这标志着近代骨科学的兴起。因为创伤骨科是初期骨科学的精髓,所以近代骨科的兴起也就是创伤骨科学的兴起。

战争对于人类而言是灾难,但是19世纪70年代的普法战争和20世纪的两次世界大战为创伤骨科的发展提供了大量的实践机会和经验教训,使创伤骨科的治疗得以迅速推广和完善。

20世纪以来,自然科学发生了深刻的革命,促进了各项应用技术的长足进步,这些为创伤骨科的发展提供了先进的物质条件。但与此同时,新的文明带来的新的创伤层出不穷,需要医疗护理技术的不断革新来适应这种变化。

(三)中西医结合治疗骨折的发展过程

文化无国界,医学的发展也是如此。祖国医学与西方医学在不断地沟通互补中找到了最佳的结合点——中西医结合治疗骨折疾病。

西医传入始于明代,由天主教传教士及欧洲商人传入我国。鸦片战争之后,我国建立了一些西医医院和医学院校,当时以中文出版的书中有关于骨折处理的介绍,但那时的西医治疗仍是独立的。

真正的中西医结合开始于20世纪50年代,第一个重要发现是前臂双骨折的治疗。中西医结合治疗骨折的方法阐明了骨折愈合需要骨折部静止和肢体活动这一对矛盾得到统一,达到动静结合。

天津方先之、尚天裕教授等人,在20世纪60年代融汇了祖国医学骨伤理论和西方医学骨科学的优点,提出了“动静结合、筋骨并重、内外兼治、医患配合”为主要内容的新的骨折治疗原则,于1966年编著出版《中西医结合治疗骨折》,进而在全国推广治疗经验。后来尚天裕教授主编的《中国接骨学》一书,总结了10万例中西医结合治疗骨折的经验。实践证明,中西医结合治疗骨折克服了传统中医正骨的局限,提高了骨折的治疗水平与治疗效果。

二、我国现代创伤骨科的发展

1921年中国第一个骨科科室由美国波士顿麻省总医院 George. W. VanGorder 医师在北京协和医院组建,该院第一任华人骨科主任是孟继懋。1928年牛惠生在上海建立了中国第一所骨科医院。20世纪40年代后期,我国第二代骨科梯队成员如陈景云、王桂生、冯传汉、吕式瑗(骨科护理)等分别赴欧美深造。

1937年中华医学会在上海成立了骨科学组,为我国现代骨科的起步奠定了基础。1980年中华医学会骨科学会成立,冯传汉当选为第一届主任委员,同时召开了全国骨科学术会议。1984年以来相继建立了脊柱外科、骨科基础研究、手外科、人工关节、创伤(包含内、外固定)、骨肿瘤等八个专业学组。2002年中华医学会骨科学会内固定学组与外固定学组合并成立了

创伤骨科学组。

1981年《中华骨科杂志》正式创刊,此后《骨与关节损伤杂志》、《中华创伤骨科杂志》等相关专业期刊的相继创办,为创伤骨科领域的学术交流与技术发展提供了良好的学术平台。进入20世纪中叶以来,中国医务工作者通过大量实践和研究,在肢体离断伤的救治、骨与关节损伤的治疗、周围神经及臂丛神经损伤的治疗、肌肉皮肤软组织缺损治疗、脊柱脊髓损伤、创伤骨科基础研究等诸多方面取得了许多创新性成果,推动了我国创伤骨科诊治水平的不断发展。改革开放20多年来,中国创伤骨科与国际学术界的交流日趋频繁,先进的创伤骨科理念与新技术、新器械、新材料的不断引进,激励着国内同仁们不断探索创新、总结提高。目前,国内许多大型医院,如北京积水潭医院、上海市第六人民医院、广州南方医院等已组建了独立的创伤骨科,使创伤骨科的治疗走上专业化,学科建设走上了专科化的道路。

三、创伤骨科的新进展

(一)治疗理念新进展——AO→BO→CO→MO

骨折的治疗源远流长,方法多样,在历史的进程中发生过多次改革。在骨折治疗理念中,AO的内固定原则是一个不可抹煞的里程碑,随着科学的进步和工业的发展,以及对骨关节损伤日益深入的理解,AO的内固定原则也得到了发展,大大提高了骨折的治疗效果。1958年,瑞士人 Maurice E. Müller 和其他一些瑞士骨科医生、外科医生及生产科研人员建立了一个骨折处理研究组,原文 Arbeitsgemeinschaft Für Osteosynthesefrage,就是著名的 AO。他们从骨折愈合的生物力学与生物原则出发,研究并创立了一系列内固定的重要理论和骨折治疗达到“功能性康复”的规律,即 AO 组织的内固定四大原则:骨折的解剖复位;绝对可靠的符合生物力学的坚强固定;保护骨折的局部血供;早期活动骨折邻近关节,防止骨折病的发生。经过多年的临床实践和骨科医生的辛勤工作,AO 内固定四大原则已经深入人心,许多骨折病人获得了前所未有的疗效。

然而,随着应用的广泛和研究的深入,AO 原则的一些缺陷和问题也逐渐显露出来。首先,粉碎性骨折和高能量损伤的骨折难以进行所谓的坚强内固定;其次,要使骨折解剖复位,不可避免会影响骨骼及其周围组织的血液供应;再者,使用坚强的钢板固定后,钢板下的骨骼会出现骨质疏松,去除钢板后骨骼会发生再次骨折。针对上述问题,AO 学派从原来强调生物力学固定的观点,逐渐演变为以生物学为主的观点,即 BO(Biological Osteosynthesis,BO)。BO 观点还仅仅是一种概念,是 AO 理论的发展和延续,它不是一套独立的、成熟的理论,在体系方面 BO 不能与 AO 相提并论。

但是,BO 观点仍代表了当前骨折治疗的一种趋势,即微创技术、无创技术或无血技术,就是在骨折的治疗中,把医源性创伤降到最低限度。1999 年 Palmar 医生指出:骨折的治疗必须着重于寻求骨折稳固和软组织完整之间的一种平衡,特别是对于严重粉碎性骨干骨折,过分追求骨折解剖学的重建,其结果往往是既不能获得足以传导载荷的固定,又使原损伤组织的血运遭到进一步破坏。这一论点基本反映了 BO 新概念的核心和内涵,即 BO 理念充分重视局部软组织及骨的血运,坚强固定而无加压。其原则有五项:①远离骨折部位进行复位,保护局部软组织的附着;②不以牺牲骨折部的血运来强求粉碎骨折块的解剖复位,如必须复位的较大骨折块,也应尽力保存其供血的软组织蒂部;③使用低弹性模具,生物相容性好的内固定器材;④减小内固定物与所固定骨之间的接触面(髓内及皮质外);⑤尽可能减少手术暴露时间。

BO 新理念的出现,标志着 AO 理论得以升华,从最初的改造躯体到目前的尊重躯体,尊

重人体内在的自我修复能力,从“生物力学固定”到“生物学固定”,这是 AO 理论质的飞跃。

中西医结合治疗骨折称之为“中国接骨学”,在国际上称之为 CO 系统,即 CO (Chinese osteosynthesis, CO)。如前文所述,它是当代 CO 代表人物尚天裕教授学术思想的核心。CO 系统的治疗原则包括:在有限手术的配合下,将复杂骨折转变为简单骨折,采用非超关节外固定使患者早期进行功能锻炼,这一转变使得 CO 系统由原始无血疗法向有血疗法转变。CO 系统骨折中药应用原则为:促进骨折处血液循环,加大局部血供,促进血肿机化,成骨细胞增生,加速外骨痂形成。CO 系统和 BO 理念有细微的区别,但是在骨折愈合方式上很相似,都属于二期愈合。

纵观几十年来骨折治疗原则和理念的发展,从 AO 到 BO 再到 CO,在固定形式上,他们存在两大共同点:一是在研究中注重骨断端有无刺激和刺激的程度,二是所使用的固定材料均为生物性的奥氏体结构。然而这种静态、高度有序的奥氏体金属作为常用的内置物材料,在治疗不同类型的骨折时有一定的局限性。

伴随生物学、生物力学及材料学的发展,对骨折治疗的原则、理论和技术均有长足的进步,总的趋势是治疗手段更合理、更智能化。与此同时,镍钛形状记忆合金的出现,为骨折治疗增添了新的活力。1993 年,第二军医大学第一附属医院骨科张春才教授等首次将之命名为生物记忆材料,提出 MO (memory osteosynthesis, MO) 的概念。通过临床研制与应用,总结生物记忆材料内固定的特征为:记忆为主,超弹为辅,取向单程,相变温度在 $33 \pm 2^\circ\text{C}$ 。MO 技术在粉碎性骨折的治疗中发挥了重要的作用。然而,它也不例外的存在局限性,例如对于年轻的骨折患者,尽管已获得同步性复原,仍须再次手术将内固定取出。MO 的理论尚需从不同角度深入研究,用于证明 MO 的骨愈合现象。

(二) 诊断方法新进展——X 线透视导航技术

随着计算机及图像技术的迅猛发展,我们可以借助计算机进行越来越多的外科手术。X 线透视导航技术对创伤骨科尤为重要。

1. 透视导航的优点

X 线透视导航系统能够引导手术操作器械,使之在术中与透视图像很好结合,这使外科医师在术中任何时候都清楚手术操作器械的准确位置。术中使用 X 线透视导航技术有以下优点:①减少外科医师、手术室人员和患者 X 线暴露的时间;②提供多平面监测图像,帮助准确安放内固定物;③实现术中实时测量评估;④扩大微创手术的应用范围;⑤缩短手术时间等。

2. 透视导航的临床应用

通过 X 线透视导航技术,许多需要术中 X 线透视监控的创伤骨科手术操作现在都可以完成,如:①经皮中空螺钉固定股骨颈骨折;②长骨干骨折的髓内钉交锁固定;③股骨转子部骨折的髓内固定;④髋髌关节骨折脱位的经皮固定;⑤髌骨翼骨折的经皮固定;⑥髌骨骨折的经皮固定;⑦复杂关节骨折的 Ilizarov 张力钢丝插入固定等。

X 线透视导航系统在图像采集和空间坐标准确建立方面的研究今后将会有更大的进步,它可以进一步改进关节骨折的经皮固定,这一技术将使每一骨折块的实时导航复位成为可能。

(三) 治疗技术新进展——人工关节技术

20 世纪 70 年代以来,人工关节在基础研究、设计生产和临床应用三方面的发展十分迅速,关节置换手术广泛开展,人工关节的假体设计、手术操作等研究的进步,使手术的成功率大大提高,术后 10 年的优良率达 90% 以上。

目前人工关节技术在各部位发展不平衡,人工髋、膝关节较为成功,临床开展较为普及,但是人工肩、肘、踝、腕及掌指关节等技术的应用和研究尚不成熟,其假体设计、外科技术和手术后康复等均有待于进一步探索。随着 21 世纪我国人口的老齡化,如何使人工关节置换术更安全,能用于中年甚至青年患者,使年龄较轻的患者也能获得重建关节功能的机会,是理、工、医科技人员所面临的巨大挑战。

(四)基础研究新进展——组织工程技术

组织工程作为生命科学研究领域的一门崭新学科,其研究范围涉及骨、软骨、肌腱、神经、血管等多种组织的再造与修复,与创伤骨科的研究和治疗范围有非常大的交叉,因此,达两门学科将在合作与交叉中得到共同的提高与发展。作为组织工程研究领域中最为活跃的一部分,骨组织工程的研究已处于组织构建与缺损修复的前沿,是可能率先进入临床应用的组织工程领域之一。骨创伤修复雄厚的理论与研究基础,各种生物材料在临床骨缺损治疗中的长期广泛应用,都为骨组织工程的发展提供了得天独厚的有利条件。目前,应用于骨组织工程的生物材料还处于广泛的筛选与试验阶段,研究人员已应用人自体骨髓基质干细胞复合部分脱钙骨在人体内形成稳定的工程化骨组织,用于临床修复颅面部骨缺损,为组织工程骨的临床大规模应用奠定了坚实的基础。组织工程在创伤骨科的研究领域不仅仅限于本文所述及的几种组织,两者在脊髓损伤治疗、皮瓣修复与软组织再造等方面均有共同的研究范围。组织工程学科的发展将在与其他学科相辅相成的共同发展中不断进步,也将为创伤骨科的临床治疗提供新的治疗手段与技术。

21 世纪创伤骨科面临新的机遇和挑战。新材料、新工艺的突飞猛进必将为创伤骨科提供理想的植入材料、诊疗器材、诊疗手段及人工关节、支具、假体。信息技术的广泛应用,将扩展人类的智能,导致新理论、新技术的迅速产生和渗透,使创伤骨科向广博纵深发展,在更宏观的层次上综合,在更细微的层次上分析,发展创伤骨科急救医学,完善急救系统,在早期修复骨科创伤,加速骨折愈合,恢复骨创伤后的功能及外观等方面取得突破性进展。

(周路纲)

第二章 骨组织结构与生理

第一节 骨的组织结构

骨组织是一种复杂的结缔组织,由骨细胞和细胞间质组成。

一、骨细胞

骨细胞为梭形,胞浆量少而嗜碱性,核为卵圆形或梭形,染色深,细胞直径约 $15\mu\text{m}$,被包围于由细胞间质组成的骨陷窝之中。骨陷窝为圆形或椭圆形,长约 $15\sim 20\mu\text{m}$,宽约 $5\sim 10\mu\text{m}$,深约 $4\sim 9\mu\text{m}$ 。骨细胞有许多突起伸入由骨陷窝呈辐射状发出的骨小管之中,彼此相互联结并从周围组织的血管获得营养,还能参与血液中钙浓度的调节。例如:在甲状旁腺素作用下,骨细胞可以使骨质溶解而将钙释放到血液中去。

二、细胞间质

细胞间质含有机和无机两种成分。

(一)有机成分

占成人骨的干重的 35%,其中主要为胶原纤维,占有机成分的 95%,另有少量粘蛋白,分布于纤维之间起粘合作用胶原纤维在光镜下呈束状或带状,长度不定,宽 $20\sim 200\mu\text{m}$ 。在电镜下其典型结构是条状纤维,由胶原微纤维堆积而成,纤维与纤维之间交叉聚集,其排列方向与长骨的长轴平行。胶原微纤维是由纤维母细胞和成骨细胞分泌产生的原胶原经聚合而成。骨中胶原与皮肤、肌腱等处的胶原大致上一样,只是化学结构稍有不同。粘蛋白从形态学的角度来形容是无定形的,无一定结构。光镜下被一些碱性色素染色,呈异染性,电镜下可见分布在胶原纤维之间呈大小不等的颗粒。粘蛋白的主要成分是粘多糖和非胶原蛋白。

(二)无机成分

称为骨盐,占成人骨的干重的 65%,主要是钙和磷的复合物构成的结晶。电镜下骨盐成细针状。骨盐结晶的表面积很大,每克有 $100\sim 130\text{m}^2$,结晶表面上的离子可以和外部的物质吸附和交换,所以骨的无机物有很活跃的代谢作用。胶原纤维由于彼此间的大分子团集形成一种特殊的空间塑形支架,结晶在胶原纤维上很有次序的排列,与纤维的长轴平行,围绕着纤维形成一个壳。在钙化的初期细小的结晶颗粒排列很不规则。另外,在骨质破坏和新生活跃的时候,还可以见到两种细胞:成骨细胞和破骨细胞。成骨细胞形状极不规则且与功能有关。生骨活跃时,成骨细胞为不规则的骰形或柱形,胞浆嗜碱性,核为圆形,位于所覆盖新生骨的对侧,核附近常有空泡。生骨不活跃时则呈矮骰形或鳞形。成骨细胞具有产生骨样组织及碱性磷酸酶的作用,其产生骨样组织钙化后即变成骨细胞。破骨细胞为体积形状不规则的多核巨细胞,胞浆嗜酸性形成突起,核染色淡,含有核仁。破骨细胞一般有 $15\sim 20$ 个核,在功能活跃时胞浆内出现纹理。破骨细胞有破坏吸收骨的作用,是通过破骨细胞的溶解蛋白质的作用,溶解了细胞间质中的有机成分,于是无机盐类也游离出来。成骨细胞、破骨细胞和骨细胞三者有密切关系,除成骨细胞可变成骨细胞外,有的学者还认为骨细胞能分化而成为成骨细胞,骨细

胞也能溶合而成为破骨细胞。一般公认骨膜靠近骨面的细胞有分裂繁殖和分化为成骨细胞和破骨细胞的能力。破骨细胞的产生可能和下列因素有关:骨细胞的生活状态使细胞间质发生化学变化;对骨的直接压力;血液或组织的直接作用,如血钙降低等。骨组织中含有一定量的水。由于骨的密度不同,水的含量也有所不同,但一般认为骨中水的含量约为8%。

(王 磊)

第二节 骨组织生理学

一、血液与骨的物质交换径路

骨骼有丰富的血液循环。尽管不同部位的骨血液供应不尽相同,但是血液与骨之间的交换径路精细的遍布于各个部位的骨内。长骨有滋养动脉、干骺端动脉、骺动脉穿过骨皮质进入骨内。滋养动脉是长骨的主要动脉,通过滋养孔进入髓腔,分为升支和降支达骨端,于干骺端动脉和骨膜动脉吻合,形成髓腔动脉系统,并有离中性血流供应皮骨。骨膜血管供应骨皮质的外1/3部分。骨膜深处的动脉吻合成网发出分支进入骨皮质。上述动脉均有静脉伴行。不规则骨、扁平骨和短骨的血液供应也来自骨膜动脉或滋养动脉。骨皮质内血管有许多分支分别进入哈弗管。哈弗管中的血管和骨髓腔中的血液分别与骨表面上的细胞进行物质交换。骨表面的骨细胞通过胞质突与同一个骨结构单位中的骨细胞彼此进行着不停顿的物质交换,从而使骨组织(细胞与基质)进行着正常的代谢活动。当人们饱食之后,大量的钙质经肠道吸收进入血液。血钙必须保持在比较恒定的水平。血液多余的钙质一部分经肾排泄,一部分经骨细胞存入骨液及骨基质内。当夜间饥饿时,骨基质及骨液中的钙质通过骨细胞进入血液,以维持血钙的稳定。骨与血液间这种交换是很快的,称为血钙的迅速调节机制。

二、骨吸收与骨形成

(一)骨的构型(bone modeling)

破骨细胞吸收骨质,成骨细胞形成新骨是两种细胞的基本功能。然而在不同的生理状态时它们的活动方式则不相同。在骨的发生、生长及骨病损的修复时期,成骨细胞和破骨细胞可以单独地出现在某些部位。例如,长骨的骨折成角畸形愈合,由于应力的刺激在凸侧出现破骨细胞将承载所不需要的骨质吸收;在凹侧出现成骨细胞形成新骨以适应生物力学的需要,骨细胞的这种活动方式称为构型。在骨的发生过程中,膜内化骨即骨原细胞分化为成骨细胞,分泌骨基质并矿化,形成编织骨(woven bone)。此时则为成骨细胞单独地活动。编织骨中出现破骨细胞,将编织骨吸收,在吸收陷窝表面上出现成骨细胞、形成板层骨,这一过程为两种细胞偶联的活动,称骨重建(bone remodeling)。在骨发生、生长与骨折修复过程中,骨的生长、构型、重建三种活动方式同时在不同部位进行着。生长指骨量的增加与积累,重建指骨质的更新,构型则指形态的塑造,破骨细胞将不适用的骨质吸收,而成骨细胞在局部应力需要的部位制造新骨。很显然,三个概念均指骨细胞不同的活动方式与结果。任何不利因素影响其中任何一种活动方式正常进行,必将导致相关的骨疾病。成年期骨的生长与构型活动即基本消失,而骨的重建活动则终身不停。

(二)骨重建与骨转换(bone remodeling and bone turnover)

骨在发育成熟之后,生理状态之下,骨内的破骨细胞与成骨细胞不再发生单独的活动。它

们总在一个重建单位(bone remodeling unit, BRU)中以一种偶联的方式活动。一批破骨细胞形成并附着于骨的表面上,吸收一定数量的骨质,形成一个吸收陷窝(lacuna),也叫郝氏陷窝(howship's lacuna),破骨细胞即消失;成骨细胞出现在吸收表面(resorption surface)上,并制造新骨,此时的骨表面称为形成表面(formation surface),当吸收陷窝被填平时,成骨细胞变为梭形,失去成骨活性,贴附于表面上,称为衬托细胞(lining cell)。这一过程称又骨重建过程。它系多种细胞在骨表面的某一个部位的活动过程,称为基本的多细胞单位(basic-multicellular unit, BMU),也叫骨重建单位(BRU)。这一过程的结果使一部分骨质得以更新,称为骨转换,并形成一个新的基本结构单位(basic structure unit, BSU),也叫骨结构单位。

骨重建发生在骨内膜表面,骨小梁表面,哈弗管表面及骨外膜表面上。生理状态下骨内膜及骨小梁表面积的10%~20%进行着重建活动。据推算每一瞬间骨内的表面上有 $10^5 \sim 10^6$ 个BRU在活动着。每个BRU都遵循特有的生理机制发生、进行和结束。破骨细胞形成、募集并贴附于骨表面,标志着一个BRU的开始,称为它的激活期(activation phase),破骨细胞吸收一定量骨质而消失,为吸收期(resorption phase),正常人体的吸收期约1个月。在成骨细胞出现之前与吸收期终止之间的一段时间称为逆转期(reversal phase),目前对转换期的生理有许多研究。当成骨细胞出现在吸收陷窝表面上至陷窝被新骨填平,成骨细胞变为衬托细胞之间的时间称为形成期(formation phase),正常人为3~4个月。BRU一旦激活,则依照上述顺序进行至完成,不可能中止,其顺序也不可能颠倒。一般而言,吸收与形成的骨量大致相当。

一生中骨质需要不断地更新,研究表明每个骨结构单位约3年更新一次,BRU为实现更新的惟一方式。由于不断地载荷,骨内经常发生着微细损伤(microdamage),它可以激活BRU,进而实现微细修复(microrepair)。生理情况下微细损伤与微细修复呈平衡状态。当两者失衡,前者多于后者时则为病理状态。所谓应力骨折则是后者衰竭,前者积累的结果。

每单位时间内(一般以每年为单位)被激活的BRU数量称为激活率。激活率高低代表组织水平,乃至器官水平上的骨转换高低。骨重建生理学研究阐明了BRU的过程,然而对其调节机制尚未完全清楚。破骨细胞、成骨细胞的形成、数量,每个细胞的生理活性,破骨细胞的消失,成骨细胞的相继出现,它们之间的偶联机制以及每个时相的长短等无疑为BRU过程的重要环节。BRU的正常进行是维持骨结构与功能完整性的必要条件,而它的异常则是某些骨疾病的病理基础。甲状旁腺功能亢进症时,由于体内甲状旁腺素(PTH)过高,刺激BRU激活率及破骨细胞功能,出现骨质疏松,此时BRU小的成骨细胞制造的新骨为编织骨,所以它被称为纤维囊性胃炎。绝经后快速骨丢失则是因为雌激素水平下降,骨的BRU激活率升高而出现高转换及重建负平衡(吸收骨量大于形成)的结果。降钙素、二磷酸盐之类药物具有抑制BRU激活和破骨细胞吸收活性作用,可以暂时地降低骨转换,减缓骨量丢失,但是它们对BRU过程的调节作用尚未肯定。目前已知某些细胞因子对局部的骨吸收和骨形成有密切关系,但是它们怎样参与重建过程调控边不清楚。

(王 磊)