

主编 李佛保

JIZHU JISUI DE
XIUFU CHONGJIAN

脊柱脊髓的 修复重建



第二军医大学出版社

现代修复重建外科丛书 / 杨志明总主编

脊柱脊髓的修复重建

主 编 李佛保



第二军医大学出版社

内容简介

本书系统介绍了脊柱脊髓疾患与损伤后修复与重建,共8章。内容包括脊柱退变性疾病的修复与重建、脊柱损伤的修复与重建、脊髓损伤的修复、脊柱畸形的修复与重建、脊柱滑脱的修复与重建、脊柱肿瘤切除的修复与重建以及经皮椎体成形术与椎体后凸成形术,还详细介绍了脊柱脊髓修复与重建的原则、目前常用的方法与最新技术。特别是本书的概论部分,以不同于传统脊柱外科专业书的书写形式,概括性地叙述了脊柱脊髓修复与重建的传统与最新方法。

本书是一本供骨科及脊柱外科医师、研究生与进修生阅读使用的专业参考书。

图书在版编目(CIP)数据

脊柱脊髓的修复重建/李佛保主编. —上海:第二军医大学出版社,2007.4

(现代修复重建外科丛书/杨志明总主编)

ISBN 978-7-81060-623-3

I. 脊... II. 李... III. ①脊柱-骨损伤-修复术 ②脊髓疾病-修复术
IV. ①R683.2 ②R744

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 076114 号

出版人 石进英

责任编辑 王 勇

脊柱脊髓的修复重建

主 编 李佛保

第二军医大学出版社出版发行

上海市翔殷路 800 号 邮政编码:200433

电话/传真:021-65493093

全国各地新华书店经销

江苏南通市印刷总厂有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.25 彩插:1 页 字数:398 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81060-623-3/R·475

定价:50.00 元

李 伟 保

1964年毕业于广州中山医



学院,工作于中山大学附属第一医院至今,为骨科主任医师、教授、博士研究生导师,骨科—显微外科学部学术带头人。1999—2003年兼任中山医科大学黄埔医院院长。曾任中华医学会骨科学会常委,全国骨肿瘤学组组长、脊柱学组委员、骨质疏松学组委员,中华医学会创伤学会常委,中国康复医学脊柱专业委员会副主任委员,中华医学会广东骨科学会

副主任委员、主任委员、名誉主任委员,中国康复医学广东脊柱脊髓专业委员会主任委员,全国截瘫学会副主席。现任中华医学骨科学会脊柱学组委员、中华骨科学会骨质疏松学组委员、《中华创伤骨科杂志》副总编辑、《中国脊柱脊髓杂志》副主编、《中国骨肿瘤骨病杂志》副主编、《中华显微外科杂志》编委、《中山医科大学学报》编委、《临床骨科杂志》编委、《实用骨科杂志》编委。

主持和参加的国家、卫生部、广东省科研基金项目 26 项;在核心专业杂志上发表论文 160 多篇。主编专著《老年骨关节损伤与疾病》,合作主编专著《脊柱畸形截骨术》,主审《脊柱外科新手术剖析》,参编专著 10 部。主持的研究项目“骨肿瘤的诊治”与“诱发电位在脊柱外科的临床应用研究”分获广东省医药卫生科技进步奖二、三等奖。“恶性骨肿瘤三结合诊断、保肢治疗和基础研究”获教育部一等奖、广东省科学技术奖二等奖。

文化综合，采长补短，
海纳百川，开拓创新，
为创建我国修复重建外科
作出贡献。

张寿生

2004.9.24

序

各种原因导致的组织缺损是致残的主要因素,伤残严重影响了人民的生活质量;终末期器官功能衰竭是导致死亡的主要原因,长期以来成为人类健康的大敌。如何修复组织缺损、重建功能、促进组织器官再生就成为当今科学界面临的重大研究内容。

自现代外科学奠基至今的百余年时间里,始终存在着损伤组织(器官)切除之后的缺损修复、功能重建、病废组织再生及形态改善的问题。事实上,早在我国的古医书中就已有唇裂修补术、肠吻合术、同种异体骨移植术的记载。19世纪开始,出现了更多的组织移植技术用于修复组织缺损及重建功能。如 Lembert 建立的肠浆膜层对浆膜层的吻合法一直沿用至今;1887年 MaeEwen 首次采用同种异体新鲜骨移植;1869年 Raverdin 首次采用自体表皮移植修复肉芽创面之后,陆续发展至真皮、全厚皮、带营养血管的皮肤移植。尽管这些技术限于当时的科技发展水平还不成熟,但为后来的发展奠定了基础。

进入20世纪后,尤其在20世纪50年代以后,由于社会经济的发展,带动了科技领域的飞跃发展,对免疫学认识的提高,推动了同种异体器官、组织移植的进步;显微外科技术的出现,使多种组织的远位移植成为可能;细胞生物学、分子生物学的发展,为生物治疗开辟了新的领域;组织工程学的出现,使工程化体外构建有生命的组织用于组织修复及器官功能替代可以变成现实;多种生物活性因子的发现、纯化及重组技术的发展,以及干细胞的成功分离及多分化潜能的认识,为组织、器官的再生与功能恢复开创了新的治疗方法;多种具有引导或诱导组织再生的生物材料已在组织器官再生中发挥了重要作用。对临床医学来说,应用这些高科技的研究成果去挽救患者的生命,减少伤残,提高生活质量已成为十分紧迫的任务。同时,随着物质文明、精神文明的不断发展,人们对伤、病治疗的要求也越来越高,既要治好伤病,又要有完善的外在美,即将结构、功能、形态三者有机地结合已成为医师、患者共同追求的目标,这些就是修复重建外科学产生的基础。

基于这些认识,在20世纪80年代,由一批老、中、青年专家共同发起、创建的“修复重建外科”也就成为顺理成章的事。修复重建外科是综合利用系统外科学、康复医学、生物工程学、细胞生物学、生物材料学、分子生物学等研究成果,通过手术或非手术方法,达到修复组织缺损,重建组织、器官功能,促进组织、器官愈合与再生的一门外科学分支学科,其目标是临床治疗中特别强调“结构、功能、形态”的有机结合,使疾病的治疗达到更加完善的程度。虽然它是外科学的分

支,但又是今后外科的发展方向之一,具有强大的生命力。事实上,在美国、印度等国家也有类似的学科从事“修复”、“重建”的研究与临床工作。

在第二军医大学出版社的组织领导下,邀请了一批国内主要从事组织修复、功能重建的临床医师,免疫学、分子生物学、材料学、工程学的专家共同编写了这套“现代修复重建外科丛书”。由于修复重建外科几乎涉及到人体各种组织结构、器官功能,因此丛书分为9个分册,分别是《修复重建外科总论》(杨志明主编)、《头颈部的修复重建》(温玉明主编)、《骨与关节重建》(王岩主编)、《四肢软组织的修复重建》(罗永湘主编)、《脊柱脊髓的修复重建》(李佛保主编)、《胸腹部的修复重建》(景华主编)、《残缺肢体的修复重建》(顾玉东主编)、《泌尿生殖道的修复重建》(李森恺主编)、《常用美容手术及并发症修复》(鲁开化主编)。各分册均以组织移植、人工材料替代、康复医学手段为主线,围绕“修复缺损”、“重建功能”、“改善外形”这一目标,针对人体各部位组织、器官功能的特点,贯彻“理论联系实际,实用为主”的方针,在各位主编、作者的努力下,经过近两年时间完成。由于本套丛书所涉及的知识面广,参与撰写的作者甚多,对“修复重建”的理解存在一定差别,再加上又都是利用业余时间写作,因此书中一定存在不少缺点。同时科技进步飞速,书中反映的知识不一定完全能跟上发展步伐,也无法完全收录全部的最新研究成果,故对书中存在的缺点及不足,恳请读者批评指正。

这套丛书得以顺利出版,首先要感谢第二军医大学出版社的领导及编辑人员,是他们的辛勤劳动才使本套丛书达到了出版要求;还要感谢各位主编、各位作者在繁忙的日常工作中利用业余时间撰写;同时也要感谢各位作者所在单位领导的支持。四川大学华西医院的有关领导在编写这套丛书中给予了极大的关怀和支持,使我们有一定时间安心撰写,在此一并表示衷心的感谢!

四川大学华西医院

杨志明

2006年3月于成都

前言

自 20 世纪 80 年代提出“修复重建外科”概念以来,骨外科临床工作者逐步将结构、功能及形态修复的有机结合确定为骨科疾病畸形治疗的主要目标。传统的以“切除”为目标的外科手段逐步向“切除”加“重建”和“取代”为目标方向发展。90 年代以来,脊柱外科新理论、新技术和新器械大量涌现,以后路椎弓根钉系统和前路钉板、钉棒系统为代表的内固定器械逐步成熟,成功地应用于脊柱外科,使脊柱伤病的修复重建手段日臻完善。

本书收集近年来脊柱外科的新技术以及相关的新器械应用,包括脊柱骨折、脊柱肿瘤、脊柱侧凸、腰椎滑脱症、腰椎间盘突出症、颈椎病等的手术。本书对每种技术的发展历史、原理、适应证、禁忌证、详细的操作方法、术前准备、术后处理、效果评价、预后等均一一介绍,每个章节的作者均为长期工作在临床第一线、在该领域有丰富实践经验的专家。相信本书对读者特别是临床骨科医生有很高的参考价值。书中不足之处在所难免,敬请广大读者指正。

李伟保

2006 年 10 月

目 录

- 1 概 论 /1
 - 1.1 脊柱稳定性重建 /1
 - 1.2 脊柱排列与平衡重建 /5
 - 1.3 椎间隙重建 /8
 - 1.4 椎体重建 /11
 - 1.5 椎管重建 /13
 - 1.6 脊髓重建 /14
- 2 脊柱退变性疾病的修复与重建 /18
 - 2.1 颈椎病 /18
 - 2.2 退变性胸椎疾患 /31
 - 2.3 退变性腰椎疾患的修复与重建 /40
- 3 脊柱损伤的修复与重建 /72
 - 3.1 上位颈椎损伤修复与重建 /72
 - 3.2 下位颈椎损伤修复与重建 /79
 - 3.3 胸椎骨折的修复与重建 /81
 - 3.4 胸腰椎及腰椎骨折 /83
- 4 脊髓损伤的修复 /88
 - 4.1 继发损伤的机制 /88
 - 4.2 影响神经再生的因素 /90
 - 4.3 脊髓损伤的治疗 /91
- 5 脊柱畸形的修复与重建 /112
 - 5.1 脊柱侧凸手术重建的临床评估 /112
 - 5.2 脊柱侧凸手术重建的基本原理 /128
 - 5.3 脊柱侧凸手术重建的类型 /143
 - 5.4 脊柱后凸畸形重建 /154
 - 5.5 先天性脊柱侧弯 /169
- 6 脊柱滑脱的修复与重建 /174
 - 6.1 分类 /174

- 6.2 病因和病理 /175
- 6.3 脊柱滑脱分度及测量 /176
- 6.4 影像学诊断 /177
- 6.5 脊柱滑脱手术适应证与术式选择 /178
- 6.6 脊柱滑脱的手术方法 /180
- 6.7 几点建议 /182

7 脊椎肿瘤切除的修复与重建 /184

- 7.1 概述 /184
- 7.2 颈椎肿瘤的切除与重建 /193
- 7.3 颈胸段肿瘤的切除与重建 /198
- 7.4 胸椎肿瘤的切除与重建 /201
- 7.5 腰椎肿瘤的切除与重建 /206
- 7.6 骶骨肿瘤的切除与重建 /208

8 经皮椎体成形术和椎体后凸成形术 /213

- 8.1 历史和现状 /213
- 8.2 经皮椎体成形术和椎体后凸成形术的机制 /214
- 8.3 经皮椎体成形术和椎体后凸成形术的适应证和禁忌证 /215
- 8.4 经皮椎体成形术和椎体后凸成形术的技术要点 /217
- 8.5 经皮椎体成形术和椎体后凸成形术的疗效 /224
- 8.6 经皮椎体成形术和椎体后凸成形术的并发症及其预防 /230
- 8.7 经皮椎体成形术的填充物 /232

索引 /238

- 1.1 脊柱稳定性重建
 - 1.1.1 脊柱稳定性
 - 1.1.2 脊柱稳定性重建
- 1.2 脊柱排列与平衡重建
 - 1.2.1 正常脊柱三维排列
 - 1.2.2 正常脊柱的平衡
 - 1.2.3 脊柱畸形
 - 1.2.4 腰椎滑脱
- 1.3 椎间隙重建
 - 1.3.1 椎间融合
 - 1.3.2 椎间盘置换
 - 1.3.3 异体椎间盘移植
 - 1.3.4 椎间盘再生
- 1.4 椎体重建
 - 1.4.1 椎体非切除性重建
 - 1.4.2 椎体切除性重建
- 1.5 椎管重建
 - 1.5.1 椎管成形术
 - 1.5.2 椎体骨折后椎管侵占重建
- 1.6 脊髓重建
 - 1.6.1 控制继发损伤
 - 1.6.2 脊髓损伤修复的实验性研究
 - 1.6.3 脊髓损伤修复的临床研究

正常脊柱的功能包括保护脊髓与内脏、允许轴向运动、传递来自上肢与躯干的应力至下肢并保持直立位置。脊柱保护性与活动性的功能,要求脊柱具有坚硬性与柔韧性的统一。由于损伤、退变、炎症、肿瘤、畸形等,使正常脊柱结构、排列与平衡、稳定性遭到破坏,导致脊柱外观及功能异常,产生症状。脊柱疾患修复与重建的目的是去除病灶、修复异常的脊柱结构、保护脊髓、重新排列脊柱并获得平衡、恢复和保持稳定。脊髓损伤修复与重建的目的是尽量保护残留的神经功能,希望神经功能得以重建。因此,脊柱、脊髓修复与重建主要从以下多方面入手。

1.1 脊柱稳定性重建

1.1.1 脊柱稳定性

脊柱稳定性是指在生理载荷下,能维持正常脊柱功能的特性,它是保证脊髓神经正常功能的首要前提。脊柱不稳的概念仍未统一。一般认为,脊柱不稳是指脊柱失去了在承受生理负荷时保护自身免受各种神经学损害的能力,发生明显畸形和疼痛。脊柱不稳内容包括3个方面:①失去承受生理负荷的能力,脊柱产生异常的移位;②这些异常的移位可能导致进一步损伤;③不稳表示脊柱对神经结构的保护失败。由于损伤、退变、炎症、肿瘤、畸形等破坏正常脊

柱结构,导致脊柱稳定性破坏,产生脊柱不稳。脊柱不稳可产生疼痛,可能会导致脊髓神经损害或脊柱移位。稳定脊柱是治疗的主要目的之一。治疗措施包括脊柱外固定、脊柱内固定与脊柱融合。脊柱外固定与脊柱内固定是稳定脊柱的暂时性手段,脊柱融合才是永久性稳定手段。

1.1.2 脊柱稳定性重建

1. 脊柱外固定

脊柱外固定主要用于内固定的辅助治疗措施,方法主要包括牵引、石膏固定、支具。随着新的脊柱内固定器械的发展,对脊柱不稳的手术后外固定的需要逐渐减少。除作为辅助手段外,在某些情况下,外固定是主要的稳定措施,如颈椎损伤、退变、炎症、肿瘤等疾病导致的不稳,牵引(冰钳或 Halo)可作为主要治疗方法。儿童脊柱手术内固定器械无法固定时,石膏或支具是主要的稳定手段。

2. 脊柱内固定

脊柱内固定是稳定脊柱主要的暂时性手段,其主要目的是固定脊柱节段,以利于脊柱融合和骨愈合,并在生物学融合形成前分担其负荷,维持其解剖对线。骨融合不能形成时,任何内固定终将失败。原则上讲,任何脊柱内固定植入物的设计需达到以下目的:①对重新排列的脊柱给予载荷;②在脊柱融合的过程中限制局部运动,从而维持稳定;③促进坚固的骨融合。因为在脊柱每一区域,序列的维持及运动的限制等生物力学要求不同,在脊柱的3个区域(颈椎、胸椎、腰椎)的内固定器械及固定方法也不同,有各自的特点。近几十年来,随着对脊柱力学特性的进一步了解、冶金业和放射学的进展,脊柱内固定技术已有了长足的进步。新型合金的应用和设计原理的改进降低了金属的断裂率。技术改良后,可以用钢丝、钩和螺钉固定脊柱的不同解剖部位(棘突、椎板、关节突、椎体和椎弓根)。现已有多种改良的脊柱内固定系统,可更好地治疗脊柱疾病,如侧弯、肿瘤重建和退变性疾病。

(1) 颈椎前路内固定 可用前路螺钉和(或)钢板。颈1~颈2($C_1 \sim C_2$)不稳和骨折可用前路 $C_1 \sim C_2$ 螺钉/钢板内固定治疗。II型及浅III型齿突骨折,不愈合率高,常需手术治疗。齿状突骨折的急性期多建议行前路螺钉固定。前路颈椎钢板可用于椎体切除后、骨折、颈椎强直、肿瘤或感染者的脊柱重建。其他适应证包括过伸损伤使前纵韧带断裂所继发的不稳定,也可用于椎间盘切除后椎体间融合。单纯前路钢板可能达到足够固定强度;脊柱的三柱结构均破坏时,需要同时行后路固定。目前多用自锁单皮质固定钢板螺钉系统。

(2) 颈椎后路内固定 颈椎后路内固定的方法很多。早期的上颈椎钢丝固定仍可用,但固定力不足。由于损伤神经的危险较大,多不推荐用椎板下钢丝固定下颈椎。后路寰枢椎固定的另一种方法是经关节螺钉内固定,较后路钢丝固定的稳定性好,避免了钢丝在椎板下通过。但是,此法需对该部位解剖非常熟悉,操作亦应小心,以减少穿螺钉并发症。后路寰枢关节融合时可用椎板夹,如 Apofix 与 Halifix。它具有操作方便、后路固定稳妥的优点。颈椎后路可用螺钉-钢板(或棒)内固定、分侧块钢板(或棒)螺钉内固定与椎弓根钢板(或棒)螺钉内固定。钢板(或棒)-螺钉系统的固定强度高于钢丝,尤其是在伸展和扭转时。该技术可用于广泛椎板切除患者。然而,它亦可能损伤椎动脉或颈神经根,特别是椎弓根钢板(或棒)螺钉内固定难度及危险更大,因此操作时必须对局部解剖有彻底了解。

(3) 胸腰椎的前路内固定系统 20世纪50年代开始出现了前路椎体间融合技术。60年

代末, Dwyer 开创了前路脊柱内固定系统。前路可同时行减压、充分的节段性固定和脊柱融合术。然而, 前路手术创伤大, 其并发症比后路手术多。前路内固定系统包括钉板系统如 CASP、Z-plate、I-plate 等; 钉棒系统如 Kaneda、USS、TSRH 等。钉板系统有手术相对简单的特点, 但稳定性相对较差。新的锁定设计增加了稳定性, 并可施加压力或拉力, 如 Z-plate II 型。钉棒系统稳定性相对较好, 但手术相对较复杂, 新的设计简化了手术操作, 如 Kaneda SR。钉棒系统体积相对较大, 因此若放置不当, 可致迟发性血管损伤。

(4) 胸腰椎后路内固定 后路固定相对简单, 严重并发症的发生率亦较前路固定少。自 1962 年用于治疗脊柱侧弯的 Harrington 内固定系统问世以来, 后路固定法已广泛扩展至多种脊柱疾病, 如畸形、创伤和退变性疾患的治疗。后路内固定主要分 5 类: Harrington 系统; Edwards 棒-袖系统; Luque 手术; 多钩棒稳定节段固定系统(以 CD 为代表); 椎弓根钉固定系统。Harrington 棒-钩系统可在侧弯矫形中施加牵引力, 但纵轴复位及易脱钩是主要缺点, 尤其是当棒的长度延伸至腰 3(L₃) 以下时, 可造成神经损伤。辅助用椎板下钢丝或加压棒可改善屈曲和扭转时的稳定性, 但仍不能维持腰椎前凸和充分控制旋转。椎板下钢丝也增加了神经并发症的发生率, 用钢丝缠绕椎板和部分金属棒可达到后路节段性固定。这种棒-钢丝系统非常牢固, 尤其是在轴向旋转时。然而, 椎板下钢丝可损伤神经结构, 技术难度大, 主要缺点是不能施加压力和牵引力。多钩棒稳定节段固定系统能克服 Harrington 棒-钩系统及棒-钢丝系统的缺点, 但手术技巧要求高。各种椎弓根螺钉和钢板(或棒)内固定系统, 无论采取何种方式纵向连接各椎弓根螺钉, 椎弓根间固定都能保证牢固的短节段固定效果, 而不需固定其他节段。在很多情况下, 这种高稳定性消除了行前路融合和固定术的必要。用椎板关节突螺钉可行腰椎关节突融合, 它相对简便易行。

3. 脊柱融合

尽管脊柱内固定器械的改进与技术的提高, 使脊柱固定的暂时稳定性得以提高, 但要获得永久的稳定, 绝大多数情况下需使不稳定的脊柱节段获得骨性愈合, 即脊柱融合。脊柱融合应用于脊柱感染、畸形、骨折、脱位、滑脱及椎间盘疾病等。成功脊柱融合的基本要求包括移植植物具有骨生成、骨诱导及骨传导特性; 融合部位充足的血供支持骨愈合; 局部生物力学环境适合骨形成。

脊柱融合移植物的目的是加速、加强融合或替代缺损的结构。理想的植入材料应拥有骨生成、骨诱导及骨传导特性(表 1-1-1)。骨生成特性是指植入的组织有形成新骨的能力, 具体地说, 是移植植物中成活的前成骨细胞、成骨细胞, 甚至骨细胞能持续合成新骨。骨诱导特性是指移植植物具有通过细胞间信号诱导靶细胞转换为成骨细胞的能力。骨传导特性是指植入物提供支架, 便于血管长入和骨生成细胞由受骨床迁移到支架中, 使植入处的骨愈合反应是均一的。此外, 移植材料还需满足以下条件: ①移植植物在植入处有稳定的生物相容性。脊柱融合时, 移植植物必须能承担施加在脊柱上的载荷。②移植材料应避免在供体与受体之间传播感染性疾病。③移植材料的抗原性应最小, 移植植物的免疫排斥反应与骨折发生率、移植植物吸收及骨不连接明显相关。④移植材料应使用方便, 易于做成合适的形状, 或易于塑形, 使之与融合处和空间相适应。⑤必须考虑移植材料的费用。目前用于脊柱融合移植材料除骨移植材料如自体松质骨、自体皮质骨、带血管自体骨、自体骨髓、异体骨、脱矿异体骨基质、去蛋白异种骨外, 还有人工合成的移植替代物, 如骨形成蛋白(BMP)、胶原、生物陶瓷(羟基磷灰石、三磷酸钙)等。

表 1-1-1 常用移植材料的特性

材 料	骨生成	骨诱导	骨传导
自体松质骨	+	+	+
自体皮质骨	+	+	+
带血管自体骨	+	+	+
异体骨		±	+
脱矿异体骨基质		+	+
去蛋白异种骨			+
骨髓	+	±	
胶原			+
生物陶瓷			+
骨形成蛋白		++	

(1) 自体骨移植 自体骨具有骨生成、骨诱导及骨传导特性,无排斥反应,不传染疾病,被认为是脊柱融合的金标准。自体皮质骨移植的成功率要低于松质骨,这与多种因素有关:皮质骨含成骨细胞较少;由于细胞被埋在深层基质,细胞所需营养难以到达,则细胞的成活可能性减小,皮质骨每单位体积表面积小,减少了新骨形成的表面及被埋在深层基质的骨诱导因子的生物有效性;其孔隙的明显减少,也阻碍了血管的长入及骨再塑形。自体皮质骨的优点是具有很强的机械特性及有足够长度填充节段性缺损。提供即时机械强度在某些状态是非常重要的,特别在脊柱前路椎体间融合时尤为重要。

结合皮质骨与松质骨优点的自体骨材料是髂骨,是目前脊柱融合最常用、疗效最肯定的移植材料。尽管自体骨移植被广泛应用,但也有融合失败的。髂骨取骨有关的并发症为 5%~10%,甚至高达 29%,包括:供移植的骨量不足(特别是儿童和患骨质疏松的成人);增加手术时间;增加失血量;有骨盆不稳定的可能;疲劳骨折或髂区疝;术后骨供区并发症(即疼痛、血肿、伤口问题、影响美容、感染、神经损伤);异位骨化;移植植物吸收但没有骨形成等。

带血管的自体骨能增加融合率,可应用的来源包括前髂嵴、后髂嵴、腓骨及肋骨。在经胸腔内手术,带血管蒂的肋骨的使用较为方便,较游离血管吻合失败率减少。但其机械强度较髂骨及腓骨低,所以需额外皮质骨植骨或内固定来加强。

由于带血管的自体骨移植存在手术时间较长、技术较困难、增加并发症等问题,目前临床未能广泛应用。不过,如术后需放疗及原有感染存在的病例,带血管的自体骨移植能减少手术失败率。

(2) 异体骨移植 异体骨移植是自体骨移植最常用的增补性或替代材料,具有来源广泛、移植材料形态可塑、可根据需要选择、无取自体骨并发症、使用方便、节约费用等优点。常用的同种异体移植材料包括新鲜冰冻同种异体骨、冻干同种异体骨、自溶去抗原同种骨(AAA 骨)及脱钙同种异体骨基质。但由于异体骨具有高骨传导性、低骨诱导性、无骨生成能力,且在使用同种异体移植植物时仍有传染病的传播与缺乏组织相容性两大问题需要克服,其是否是脊柱融合可靠的移植材料还存在争论。因此,同种异体骨移植中最大的挑战是减少传播疾病的危险,减轻免疫反应,而不影响移植物的生物力学强度和骨诱导特性。同种异体骨的免疫原性按下列方式递减:新鲜>冰冻>冻干。

值得注意的是,使用同种异体移植植物时,应将其视为脊柱重建的辅助方法,而不能取代自

体骨移植。当自体移植物在数量上或强度上不能满足要求时,同种异体移植骨可作为自体骨移植的补充或替代物应用;当作为结构性移植物时,可被用来维持畸形的矫正;当内固定装置有移位或断裂的可能时,同种异体骨移植可单独使用,以防止矫正丢失(例如在脊柱滑脱时)。来自植入物的负载均分,能有效地保护脊柱植入物。另外,同种异体移植物,如股骨环或肱骨环,可对髓腔进行加工,以放置自体移植物,这种同种异体骨与自体骨的结合常被作为一种混合体。

(3)生物陶瓷 目前最常用的生物陶瓷包括羟基磷灰石(HA)与三磷酸钙(TCP)。HA在体内不能被替代,而TCP能逐渐被替代,因此目前TCP的研究更多。生物陶瓷可做成多孔的三维形状,如方块形、颗粒状、片状等。虽然早期的研究认为生物陶瓷具有骨生成的刺激作用,但近年的研究表明其只有骨传导性。完整生物陶瓷的缺点是脆性大,不能承受大的压力。由于其非自然的内部结构,阻碍骨长入与塑形,使愈合率下降。骨长入后形成的骨单位也不能按承载应力的方向排列。临床应用疗效目前还不肯定。

在临床实验中,骨形成蛋白已显示其作为自体骨替代物或添加物的优势。其他骨移植替代物主要在实验阶段,临床应用并不广泛,需进一步研究。

总之,异体骨在特定病例中使用越来越多。但是,外科医生在未经广泛临床应用之前,仍应谨慎看待实验室和临床前期研究的数据,对于行胸腰椎后外侧融合加(不加)内固定的成年患者来说,自体髂骨移植是金标准。因脊柱侧凸或其他畸形而行后路融合加内固定的儿童患者,自体髂骨或肋骨仍最常用。尽管有报道认为用异体骨的融合率亦相似,但如用异体骨,也应考虑到愈合过程可能延缓,术后康复方案应作相应调整。脊柱前方植入物可包括自体髂骨与肋骨、异体骨、金属融合器或上述植入物的联合应用。值得注意的是,植入物负荷均分的生物力学特性是保证整体结构稳定及移植物最终长入和愈合的关键。随着脊柱内固定物的改进,移植结构能够维持更大的稳定性。但是,移植物的愈合过程是关键,因此应尽可能促进脊柱融合过程。

1.2 脊柱排列与平衡重建

1.2.1 正常脊柱三维排列

在正常情况下,脊柱在冠状面排列通常是直的,但有一个非常小的右侧凸,被认为是由于邻近主动脉搏动而继发形成的。在一个站立位的个体的后前位X线片上,自齿突尖部的铅垂线将几乎平分所有下方的椎体。偏离这条线,通常称为在冠状面上的脊柱侧凸畸形。在横断面(水平面)上,棘突直指向后,椎体的突起直指向前,偏离这种正常的横断面的方向则称为脊柱的旋转畸形。在矢状面上,脊柱存在2个生理前凸与2个生理后凸。在不同个体中,矢状面上正常的曲度变化较大。由于存在着很宽的“正常”范围,所以平均值失去了正常值的意义。在正常情况下,胸椎后凸和腰椎前凸的角度有一个较宽的范围,胸椎后凸由于测量参数的不同,通常其正常范围为 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$,正常腰椎前凸通常为 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 。

在分析有关正常矢状面排列的数据时,研究者应该知道在X线片上测量角度存在内在误差。导致误差的因素包括测试者的位置、X线束的位置、X线片上脊椎的清晰度、端椎的选择、切线的正确位置、画线的宽度以及所使用的测量方法的类型。在X线片上用量角器测量角度

的精确度大约为 1° 。

1.2.2 正常脊柱的平衡

当头部和躯干的重量垂直通过骨盆时,维持姿势和步态的肌肉可以最大效能地做功。这样在一个站立位的个体,自其脊柱顶点引出的铅垂线,应始终靠近其脊柱底部的中心点。当在冠状面上观察时,从齿突引出的铅垂线通常非常接近骶 1(S_1)的棘突(1 cm 以内)。当在矢状面上观察时,通过颈椎后方,穿过第七椎体,在胸椎前方、腰椎后方,最后通过 S_1 的后上角。矢状面上的弯曲互相平衡来维持头部、躯干和骨盆的直立。因为齿状突在 X 线片上不能总被看到,所以铅垂线通常引自 C_7 椎体中心。个体之间胸椎正常后凸与腰椎前凸存在很宽的范围,胸椎后凸和腰椎前凸的大小之间有一个相互关系。一般来说,胸椎后凸和腰椎前凸互成比例,即个体的胸椎后凸角度越大,其腰椎前凸越大;反之亦然。但这个相互关系并不是绝对的。正常矢状面上的平衡为自 C_7 引出的铅垂线,通过 S_1 椎体的后上角。过度平衡如平背综合征,其 C_7 的铅垂线位于骶骨前方;相反,不足平衡意味着 C_7 的铅垂线落在骶骨后方。

正常脊柱排列的完整知识是成功进行评价和处理脊柱畸形的必要前提。矢状面上脊柱排列的正常值存在很大的差别。应该避免随意选择前凸和后凸的正常值考虑为异常。因为正常矢状面上的弯曲互相平衡保持头部、躯干和骨盆直立的姿势,所以矢状面上铅垂线在脊柱矢状面上畸形的评价中是一个有用的工具。

1.2.3 脊柱畸形

脊柱畸形是指相邻椎间排列异常,在冠状面上形成侧凸畸形;矢状面上形成后凸,平背或前凸消失,甚至反曲畸形;横切面上形成旋转畸形,3 个面上都可出现平移。上述 3 个面上的畸形可分别或组合存在,有时形成复杂的畸形如侧凸伴旋转及后凸。广义的脊柱畸形应包括任何原因所致的正常脊柱解剖与生物力学的异常。脊椎畸形的病因包括先天性、发育性与获得性。脊椎畸形对额状面平衡造成的影响是头部偏离骨盆中心、视线不水平、双肩不等高、骨盆倾斜、胸廓侧移等,因而在额状面上对侧凸治疗的目的不仅要纠正 Cobb 角,更重要的是保持或重建头部在骨盆中央的位置,即维持脊柱的平衡。脊柱侧凸时发生的矢状面畸形比较复杂,如特发性胸椎侧凸可发生胸椎垂直或前突畸形和胸腰段后突畸形。而在双大弯时,又可出现交界性后突畸形。它对矢状面造成的影响是躯干前倾、塌陷、腰平背综合征、腰痛等。在矢状面平面上治疗的目的应是恢复正常的胸椎后凸和腰椎前凸,同时纠正所有的交界性后凸畸形,这不仅可改善躯干的矢状面美观,还可预防融合远端脊柱发生早期退变等。脊柱在水平面上的旋转也是侧凸的基本畸形。它不仅与临床剃刀背畸形、胸廓旋转的严重度有直接关系,也与额状面和矢状面的畸形相互影响,严重的旋转畸形都伴有严重的另两平面的畸形和失代偿。

当脊柱畸形引起症状(如疼痛、步态异常、神经功能异常等)、畸形加重或预期加重时,需进行治疗。部分畸形(如特发性脊柱侧凸 $<40^{\circ}$)可考虑支具治疗,但大部分需手术,通过内固定矫正畸形与维持矫正。外科治疗的主要目的是神经减压、矫正冠状面与矢状面的畸形并达到永久性稳定。现代外科治疗目的是在三维空间的纠正及恢复或保持脊柱区域和躯体整体平衡。因此,还必须注意水平面对旋转畸形的矫正。

脊柱畸形矫正可分后路矫形、前路矫形或前后联合矫正。而现代可用的技术中,用于矫正

畸形的力有 3 种,即轴向旋转、轴向撑开与压缩及矢状位平移,三者可结合使用。

后路矫形术是矫正脊柱畸形最常用的手术方法,内固定有第一代的 Harrington 棒、第二代的 Luque 手术和第三代的三维矫正技术,各自代表了独特的生物力学原理。Harrington 手术使用上下椎板钩和撑开棒在额状面上的两点作单一平面撑开和压缩力矫正畸形。它无法纠正甚至加重或导致矢状面上的畸形,远期发生平衡失代偿等并发症较多。Luque 手术使用多节段椎板下钢丝在水平面上把脊椎移向中线而纠正冠状面或矢状面畸形,优点是可在纠正额状面侧凸畸形的同时较好地重建矢状面上的平衡,内固定坚强。缺点是无凹向撑开力而纠正度数小,椎板下穿钢丝有神经并发症可能。近年来,由于认识了脊柱畸形如脊柱侧凸是在三维空间发生发展的畸形,因而采用了三维矫正技术,利用选择性的多节段固定,应用去旋转、平移及撑开与压缩等多种矫正力,可满意重建平衡,防止术后失代偿,且融合率高、纠正丢失少、术后不需外固定、可早期康复等。目前该类技术在欧美已成为治疗脊柱畸形的规范化标准技术,缺点是手术复杂、难度大、价格昂贵。

前路矫形术也应用于脊柱畸形的矫正,特别在胸腰段及腰段侧凸时使用较多。由于近年对脊柱侧凸手术治疗在矫正 Cobb 角的同时更强调躯干和脊柱的平衡,而通过新的后路三维矫形技术常可达到目的,故而对单一前路矫形术指征的掌握越来越紧。有时,前路矫形术又可作为后路矫形的术前补充性手术,以改善纠正效果或减少下腰段融合节段,即使用椎体钉和棒在凸侧脊椎上对脊柱去旋转和压缩。器械有前路 TSRH、CD、Kaneda 等。

根据患者畸形性质、严重程度、年龄、全身情况甚至经济状况,个体化地选择固定种类与方法。对矫形器械的选择,纯粹是由医生的偏爱决定,没有一种器械比另一种器械有明确的优越性。需强调的是,仔细的脊柱融合才是外科手术最重要的目标,这一目标不能因使用任何方法及任何器械而消弱。通过内固定获得的纠正,要使其持久而不发生纠正丢失,依靠的不是内固定本身而是坚固的骨融合,因而植骨融合非常重要。

对于小儿脊柱畸形的治疗存在一些问题。首先,小儿骨骼小,应用内固定并发症多,因此有医生反对内固定用于小儿,他们宁愿让畸形矫正不充分,而用术后石膏或卧床补充矫正。近年来,由于内固定的发展,有很多特制小儿脊柱内固定器械出现,也可使用非标准内固定系统,它们可能很简单,比如钢丝、缝线、螺钉及钢板等;且由于麻醉水平的提高,在小儿进行复杂手术的安全性提高。因此,在小儿脊柱畸形的手术中用内固定矫形也越来越普遍。其次,由于小儿脊柱生长的特点,在有后路融合或固定情况下,脊柱前部的持续生长造成畸形加重,出现曲轴现象。该现象在骨骼不成熟(初潮前、三叉软骨开放及 Risser 征 0~I 级)和不到生长高峰时期的患者易出现。预防措施包括完全矫正畸形加后路融合、前路融合加内固定、前后路联合融合加内固定等。有医生用“生长棒”矫形,企图使脊柱能在矫正的情况下维持生长,但并发症多,有待进一步观察。

1.2.4 腰椎滑脱

腰椎滑脱手术治疗的方法诸多,大致可分为原位融合和复位融合 2 类。滑脱复位是 Scherb 1921 年首先提出,1936 年 Jenkins 最早行临床复位手术。近二十年来,随着对滑脱认识的深入和内固定技术的发展,关于腰椎滑脱是否需要复位的争论增多,一些学者坚持原位融合疗效好,并不需要复位,相反复位会带来许多并发症。而另外许多学者认为原位融合存在不可避免的缺陷,对复位持较积极的观点。