

●主 编 时述山 胥少汀

SHIYONG



GU YU RUANGU
YIZHI

实用骨与软骨移植



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PUBLISHER

实用骨与软骨移植

SHIYONG GU YU RUANGU YIZHI

主 编 时述山 胥少汀

编 委 (以姓氏笔画为序)

王仁润	刘树清	孙天胜	李 放
李亚非	时述山	季新民	胥少汀
胡蕴玉	侯树勋	蔡樵伯	

编著者	马世云	王华东	关 凯	刘 智
	张 清	张建政	姚建华	常红星



人 民 军 医 出 版 社

People's Military Medical Publisher

北 京

图书在版编目(CIP)数据

实用骨与软骨移植/时述山,胥少汀主编. —北京:人民军医出版社,2002.7

ISBN 7-80157-517-2

I. 实… II. ①时… ②胥… III. ①骨骼-移植术(医学) ②软骨-移植术(医学)
IV. R687.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 011884 号

人民军医出版社出版

(北京市复兴路 22 号甲 3 号)

(邮政编码:100842 电话:68222916)

人民军医出版社激光照排中心排版

三河市印务有限公司印刷

春园装订厂装订

新华书店总店北京发行所发行

*

开本:787×1092mm 1/16·印张:15.75·字数:362 千字

2002 年 7 月第 1 版(北京)第 1 次印刷

印数:0001~3000 定价:35.00 元

(购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换)

内 容 提 要

全书共分两部分。第1部分(1~10章)系统论述自体骨移植、异体骨移植、异种骨移植、生物活性材料、软骨移植、骨膜及软骨膜移植的基础理论、基本知识,介绍了骨与软骨移植技术的新技术、新进展。其中将自体骨移植作为重点,同时对骨与软骨移植的应用解剖、传统骨移植材料、带肌蒂骨瓣及带血管蒂的骨瓣分类详述。第2部分(11~15章)结合临床实践介绍了骨移植在四肢关节融合、脊柱融合、骨不连与骨缺损的处理、骨肿瘤切除后骨缺损修复及其他方面的应用。内容丰富、图文并茂、实用性强。适于骨科医师,整形、修复外科医师,医学科研人员和研究生参考阅读。

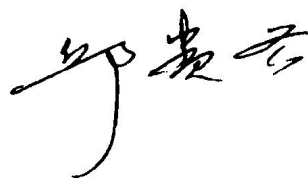
责任编辑 郭伟疆 曾 星

11-782-1-1

序 言

骨与软骨移植技术始于18世纪,发展十分缓慢,直至19世纪末才逐渐应用于临床。随着动物实验学、人体解剖学,特别是显微外科学的发展,出现了带肌蒂和带血管蒂的骨移植,即“活骨移植”,为骨移植开拓了新路。由于库骨的处理、保存技术和灭菌方法的不断改进,目前临床上已广泛应用同种异体骨进行骨移植。此外,骨诱导理论的深入发展,多种骨生长因子的发现和提纯,出现了复合异种骨和重组异种骨,从而为异种骨移植的广泛应用奠定了基础。随着生物分子学、生物医学及生物化学技术领域的突飞猛进,又研制成功了多种可供临床选择应用的人工骨材料,而且软骨细胞培养和组织工程移植亦获成功,并应用于临床。因此,骨与软骨移植已成为每个骨科医生都必须经常涉及的问题。骨科医生如果对骨与软骨移植的有关问题缺乏应有的了解,移植实践中不仅会产生诸多的并发症,还会招致手术失败,产生严重后果。

鉴于目前国内尚无一本系统介绍骨与软骨移植的专著可供骨科医师参考,时述山和胥少汀两位教授本着帮助骨科医师掌握有关基础理论知识和技能,提高临床应用效果的宗旨,结合当前国内外骨与软骨移植的新进展和骨科临床实践,共同主编了《实用骨与软骨移植》一书。本书包括骨与软骨移植的基础理论和基本知识;系统阐述了自体骨移植、同种异体骨移植、异种骨移植、生物活性材料、软骨移植、骨膜与软骨膜移植的有关基本理论、基础知识、新认识、新技术和新进展;结合骨科临床,介绍了常用的手术。全书图文并茂,深入浅出,实用性强。我相信此书的出版,必将对我国骨科同道有所裨益。值此专著出版之际,谨表衷心祝贺,并荣幸地向国内骨科同道推荐这部学术水平颇高的参考书。



前言

骨与软骨移植始于 18 世纪,但发展较慢。19 世纪开始,才进行有关动物实验和临床研究,逐渐应用于临床。在传统的自体骨移植之后,相继出现带肌蒂骨移植和带血管蒂骨移植。带蒂骨局部移位或吻合血管的骨移植,统称为“活骨移植”,其优点是不需经过“爬行替代”过程而直接愈合,速度快、质量好、并发症少,现已成为临床上修复大块骨缺损的主要手段。近 20 年来修复骨的生物材料研究发展迅速,如骨形态发生蛋白及若干生长因子,陶瓷及羟基磷灰石等,用于修复骨缺损,有广阔的前景。

自体骨膜移植的研究,有一百多年的历史,20 世纪中肯定了活骨膜移植后有成骨能力,并成功地治愈了先天性胫骨假关节、陈旧性骨折及股骨头缺血性坏死。移植的方法有带蒂局部移位或吻合血管移植等多种。

滑膜关节软骨对关节功能的作用非常重要,但软骨损伤后自身修复能力差,一旦缺损自身修复困难,直接影响关节功能。为解决这一难题,出现了骨膜和软骨膜移植,软骨细胞培养和组织工程移植,骨与软骨移植等方法修复软骨缺损。

为总结国内外骨与软骨移植的科研成果和临床经验,反映现代骨与软骨移植的进展,指导骨科医师的临床实践,我们组织富有经验的骨科专家编写成了《实用骨与软骨移植》一书。本书较全面地论述了骨与软骨移植的简史及有关的基础知识;较系统地阐述了各部位自体骨移植的应用解剖,不带血供与带血供自体骨的切取术式;阐述了同种异体骨移植、异种骨移植、生物活性材料、软骨移植、骨膜与软骨膜移植的有关基础知识、基本理论、最新认识、最新技术和进展,并密切结合临床实践,将骨与软骨移植在四肢关节融合术、脊柱疾患、骨不连与骨缺损、骨肿瘤切除后及其他方面的应用,包括自体骨、同种异体骨、异种骨、生物活性材料、软骨、骨膜与软骨膜移植有关的各种手术详尽记述。期望本书成为对骨与软骨移植研究者和临床骨科医师有益的一部参考书。

借本书出版之时对梁毅等同志及在本书的制作、校正中付出辛勤劳动的同志,对人民军医出版社的大力支持,表示深切谢意。

由于本书的编著者都在繁忙的临床工作岗位上,时间紧迫,难免有疏漏和不妥之处,诚望同道予以指正。

时述山 胥少汀

2002 年 8 月

目 录

第一章 骨移植概述	(1)
第一节 骨移植的材料.....	(1)
第二节 骨移植的生物性能和转归.....	(3)
第三节 骨移植的生物力学.....	(7)
第四节 骨移植的方法与类型.....	(8)
第五节 骨移植成功与失败的因素	(15)
第六节 骨诱导的基因治疗	(17)
第二章 自体骨移植的应用解剖	(20)
第一节 肋骨	(20)
第二节 小腿长骨	(26)
第三节 肩胛骨	(30)
第四节 肋骨	(33)
第三章 自体传统骨移植	(38)
第一节 肋骨传统骨瓣取骨法	(39)
第二节 腓骨传统骨块切取法	(42)
第三节 肋骨传统骨瓣切取法	(43)
第四节 胫骨传统骨片切取法	(44)
第五节 长骨骨端松质骨切取法	(44)
第四章 带肌蒂骨瓣	(47)
第一节 带肌蒂的肋骨瓣	(47)
第二节 带肌蒂的腓骨瓣	(49)
第三节 带肌蒂的肩胛骨瓣	(51)
第四节 带肌蒂肋骨胸骨瓣	(52)
第五节 其他部位带肌蒂的骨瓣	(53)
第五章 带血管蒂骨瓣	(56)
第一节 带血管蒂的肋骨瓣	(56)
第二节 带血管蒂的腓骨瓣	(61)



第三节 带血管带肩胛骨瓣	(65)
第四节 带血管带肋骨瓣	(67)
第五节 其他部位带血管带骨瓣	(69)
第六章 同种异体骨移植	(73)
第一节 异体骨的采取	(73)
第二节 异体骨的贮存	(74)
第三节 异体移植骨的转归和生物学特性	(77)
第四节 异体骨的临床应用和适应证	(83)
第七章 异种骨移植	(92)
第一节 异种骨的成骨活性物质	(93)
第二节 异种骨移植的免疫学研究	(94)
第三节 异种骨的处理	(97)
第四节 异种骨移植的实验和临床研究	(100)
第五节 重组异种骨	(103)
第八章 生物活性材料	(111)
第一节 生物活性材料	(111)
第二节 生物活性材料移植后的作用与转归	(120)
第三节 生物活性材料移植适应证与方法	(123)
第九章 软骨移植	(128)
第一节 关节软骨的特性	(128)
第二节 关节软骨组织工程	(131)
第三节 软骨移植	(135)
第十章 骨膜与软骨膜移植	(142)
第一节 骨膜移植相关的解剖、病理生理学基础	(142)
第二节 骨膜移植概述	(145)
第三节 常用的骨膜供区	(148)
第四节 软骨膜移植	(156)
第十一章 骨移植在四肢关节融合术中的应用	(159)
第一节 肩关节植骨融合术	(160)
第二节 肘关节植骨融合术	(161)
第三节 腕关节植骨融合术	(163)
第四节 髋关节植骨融合术	(164)

第五节 膝关节植骨融合术·····	(167)
第六节 踝关节植骨融合术·····	(169)
第十二章 骨移植在脊柱疾患治疗中的应用 ·····	(174)
第一节 脊柱植骨术概述·····	(174)
第二节 脊柱外科常用的植骨融合术·····	(177)
第十三章 骨移植在骨不连和骨缺损的应用 ·····	(187)
第一节 骨移植治疗骨不连及骨缺损的历史·····	(187)
第二节 骨不连及骨缺损的原因、病理及机制 ·····	(189)
第三节 四肢骨不连骨缺损·····	(193)
第十四章 骨移植在骨肿瘤手术中的应用 ·····	(201)
第一节 同种异体骨的应用·····	(202)
第二节 自体骨移植在修复骨肿瘤节段性缺损的应用·····	(210)
第十五章 骨移植在其他方面的应用 ·····	(219)
第一节 骨移植在股骨头缺血性坏死治疗中的应用·····	(219)
第二节 初次和全膝关节翻修术中骨缺损的处理·····	(227)
第三节 初次和全髋关节翻修术中骨缺损的处理·····	(233)
第四节 髋髂关节结核病灶清除植骨融合术·····	(239)

第一章 骨移植概述

第一节 骨移植的材料

一、骨移植的名称和定义

骨骼被从生长的原处移位到另一处,称为骨移植。按移植的骨源和其受体的不同,有下列几种名称。

1. 自体骨移植 [autologous (alltogenous) bone grafts] 系在自身体内将骨组织从一处移到另一处。

2. 同种异体骨移植 [allograft (autogenic bone grafts)] 从一个身体上取下骨组织,移植到同一种族的另一身体上。

3. 异种骨移植 [xenograft (xenogenic bone grafts)] 骨组织取自一个种族的躯体,移植到另一个种族的身体上。

4. 孪生骨移植 [isograft (isogenic bone grafts)] 在孪生兄弟或姐妹间,将骨从一身体移植到另一身体。

人工控制饲养的实验鼠 (artificially inbred strains mice) 是一特殊群体,它们都是同一的,其间的组织移植,亦属于孪生移植,称 syngenic graft。

移植到受区的骨骼在解剖形态上完全适合者称相同移植 (orthotopic graft); 解剖形态不适合者称不同移植 (heterotopic graft)。

二、自体骨移植

自体骨移植是临床上最常用的骨移植,

按植骨本身结构,有下列几种。

(一) 松质骨移植

多取于髌骨,髌前上棘向后至髌骨结节,髌后上棘向外,此处有较大量的松质骨存在。此外,股骨髁部,胫骨髁部亦有大量松质骨。如果需用松质骨量很小,则胫骨下端、桡骨下端均有少量松质骨可就近应用。松质骨多为碎块,有很多孔隙,易愈合,但缺少支撑力。

(二) 皮质松质骨移植

髌骨外板连带内侧松质骨或髌骨内外板连带中间松质骨为典型的皮质松质骨,可以大块切取或切取成某种形式。例如做颈椎前路椎体间植骨融合所需的马蹄形有三面皮质骨的松质骨,即取自髌骨前部。此外肋骨也是皮质松质骨,虽然宽度有限,但长度超过髌骨,可用于长骨干骨内长段缺损的骨移植。皮质松质骨具有一定的支撑力,常用于整块植骨。

(三) 皮质骨移植

多取自腓骨或胫骨。腓骨可以整段或带腓骨小头切取,用以修补整段骨缺损,具有较强的支撑力。胫骨的皮质骨多取自胫骨前内面,为保留胫骨本身的负重功能,一般不包括胫骨前嵴或内侧骨嵴。

(四) 带肌蒂、带筋膜或骨膜的骨移植

移植骨块上有肌肉为蒂,带有血液供应,亦为活骨移植的一种。它与带血管蒂骨块的



不同是仅能就近转移,不能用于远隔移植。常用的肌蒂骨瓣有:①股方肌骨瓣;②缝匠肌髂骨瓣;③带肌蒂腓骨段;④带股四头肌髌骨;⑤带筋膜蒂腓骨远端用于踝融合等;⑥桡骨骨膜骨瓣用于舟骨骨折等。

(五)带血管蒂的骨移植

用于修复大块骨缺损。可用作带血管的骨移植有:①旋肩胛动脉为蒂的肩胛骨瓣;②肋间血管为蒂的肋骨条;③旋髂浅血管为蒂的髂骨瓣,旋髂深血管为蒂的髂骨瓣;④臀上血管为蒂的髂骨瓣;⑤旋股外侧动脉升支为蒂的髂骨瓣;⑥腓血管为蒂的腓骨段等。带血管蒂骨瓣移植的优点是移植的骨瓣为活骨与受骨处以骨折愈合的方式相融合,而不需经过“爬行代替”过程。

(六)局部骨移植

少数情况下,局部切除之骨骼可用于局部植骨。例如,切除之棘突、椎板甚至椎弓,可用于局部脊柱植骨融合。在下腰段,腰_{4~5}或腰₅~骶₁椎体滑脱,切除游离椎弓可用于局部椎体间植骨融合。脊柱脊髓损伤可利用半椎板切除之骨质,于探查脊髓前方并减压后,植于对侧椎板行后方融合。

自体骨移植的优点是组织相容性好,无排异反应,愈合快。缺点是骨源有限,取骨处还可有并发症。

取骨的后果,有3种可能。

1. 骨缺损 带血管蒂植骨,带肌蒂植骨,带外板或内外板髂骨游离整段腓骨等切取后,局部造成骨缺损。

2. 纤维组织充填 股骨髓或胫骨髓内,髂骨内外板之间的松质骨小量切取后,可由再生之新骨所充填,但大量切取,可能有部分由纤维组织充填。

3. 骨再生问题 成人骨膜下切取肋骨后大约1年,可长出较细肋骨。幼儿与儿童有较强的再生能力,骨膜下切取肋骨、腓骨后,可以再生一根整骨,有的幼儿再生的腓骨仍可于骨膜下切取,而第三次生出腓骨。

三、同种异体骨移植

(一)同种异体骨移植的特殊问题

异体骨组织移植到受体处,由于异体蛋白质存在,将引起免疫反应,所以不能用新鲜骨进行移植。一般均在进行处理后做成保存骨,才能移植,这就存在以下三方面问题。

1. 处理方法、保存和消毒 高压消毒在技术上是成功的,但在功能上是不适用的,因同时也消除植骨的特性和生物活性。处理的目的是尽量多地除去表层蛋白、细胞和组织,以减低其对宿主的免疫敏感性和疾病的传播。现多用低剂量放射(20kGy)处理。于一70℃冷冻保存对移植骨的特性影响甚小,而冷冻干燥则可改变物质特性的实质。

2. 传播疾病的危险 主要有免疫缺乏性病毒(immunodeficiency virus, HIV)、肝炎B型和C型病毒。在供体感染此病毒的病毒血症开始时期(initial period of viremia),大约4周时间,其抗体反应水平还不够高,以致从血液实验中不能检出。现在采用重叠技术(polymerase chain reaction),在106个细胞中有1个细胞被感染,即可以检出。

3. 免疫原性 已如上述。移植骨表层蛋白、细胞和组织,可引起宿主骨的排斥反应,但这种免疫反应难于证实及量化。植骨被吸收当然是免疫反应的结果,但为时已晚,最主要的是除去长骨髓和骨端骨髓中的血。

(二)同种异体移植骨的类型

1. 碎骨 多作为充填骨腔用,愈合较快。

2. 一定形状的异体骨 如股骨环、骨板、骨钉等,根据特殊需要选用。

3. 整段骨或整块骨 如整段股骨、胫骨、腓骨、髌骨、距骨、跟骨等,多用于修复长骨大块骨缺损。

4. 带骨端的骨干骨 如股骨干带股骨下端,胫骨干带胫骨上端,适用于骨端肿瘤切



除后半关节缺损的重建。

由于自体骨源有限,同种异体骨(冷冻或冷冻干燥骨)的应用日益增多。

四、异种骨(异体)移植

异种骨移植,由于免疫反应强烈,多被排斥,过去应用难于成功。胡蕴玉等根据这种反应,采取一定处理方法,清除异种骨内的蛋白质,减低其免疫原性,制成重组异种骨(reconstituted bone xenograft, RBX),再经处理,使之含有适量骨形成蛋白(bone morphogenetic protein, BMP),经实验和临床应用获得成功,这是骨移植史上一大进展。目前这种植骨主要是碎骨形式,可供骨腔填充之用。

五、骨移植代替物——合成材料代替

(一)珊瑚羟基磷灰石

有多孔,可使宿主骨的血管、血管周围组织、骨母细胞长入而生长新骨,与主骨相结

合。在20世纪90年代被广泛应用,可以成功地修复松质骨和干骺端的骨缺损。但在骨皮质有粉碎骨折时,则不推荐使用羟基磷灰石。因它愈合不完全且不能重新塑形,因而降低皮质骨的强度。

(二)三磷酸钙移植物

有更大的溶解性,但孔隙率较低,组织不能完全长入。由于溶解性,磷酸钙晶体刺激了局部破骨细胞的活性,使移植吸收,随后便是新骨形成。

将三磷酸钙与羟基磷灰石烧结在一起,三磷酸钙溶解,剩余的羟基磷灰石结构可以促进组织长入和新骨形成,这就是磷酸钙水泥。现在骨水泥可作为充填物,充填于松质骨腔洞中,如椎体、跟骨等。

(三)胶原

单纯胶原不足以治疗骨干的缺损,而胶原、羟基磷灰石和三磷酸钙的复合物,则可促进骨缺损的修复。胶原为骨再生提供了物理支架,亦提供化学环境。

第二节 骨移植的生物性能和转归

一、移植骨的功能

骨组织移植可提供两方面的功能,机械性的和生物性的。在实际应用中,一种功能可能比另一种功能更重要。例如在全髋置换的返修中,股骨上端骨劈裂或缺损,植骨的机械性支撑是主要的;在另一些情况,如将异体脱钙骨基质用于脊柱后融合,则几乎全是刺激成骨作用。而在大多数情况下,机械性和生物性都很重要。临床医师应根据实际情况选用不同植骨,既需了解不同移植骨的特性,还需了解植骨的周围环境。

植骨的纯生物活性是其遗传生物学活性(包括生物活性的细胞及其产物),它激活宿主周围组织以适合生物学活性的能量(由其

基质内生物活性所介导),以及支持宿主组织向其内生长的能力的总合。如果植骨块被游离,则不可能发挥其生物活性,即植骨是依赖周围环境,使其细胞响应它的信号。植骨的机械性环境亦很重要,骨移植是响应其机械负载而再造。过量的、不够的和不适合的负载可以损害植骨。植骨与其宿主骨的密切接触和稳定固定,有利于愈合。一般说最低的生物活性和与周围环境紧密结合是达到成活的条件。植骨愈是低生物活性,则愈是依赖其周围环境,周围环境愈好则愈合最佳。相反,植骨的生物活性愈强,则愈能适应其周围环境。

移植骨的生物性功能是通过以下机制实现的。



(一)成骨作用(osteogenesis)

移植骨有新骨形成的能力,新骨是从养活的移植骨的细胞而生。移植的皮质骨和松质骨的表面细胞,经适当处理可以是活的,当然,宿主骨的骨细胞也生长新骨。在骨移植手术之后的初4~8周期间,由植骨活细胞早期形成骨常常是骨痂的主要部分。松质骨有大量的表面静止细胞或成骨母细胞(osteoblast)覆盖,比皮质骨有明显的潜能,作为植骨源有更好的新骨形成能力。

(二)诱导成骨作用(osteoiduction)

骨移植的第二个功能是诱导成骨作用,即它可诱导周围组织中胚叶细胞转化成为软骨形成细胞和骨形成细胞。诱导成骨作用系由骨源性因子所介导,如骨基质含有多骨形态发生蛋白(bone morphogenetic protein, BMP),转化生长因子 β (growth factor β)、类胰岛素生长因子(insulin-like growth factor, IGF)、酸性和碱性成纤维细胞生长因子(fibroblast growth factor, FGF)、血小板诱导因子、颗粒细胞集落刺激因子和颗粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子等。这些均诱导或影响中胚叶细胞转化成为骨形成细胞。除移植骨表面活性细胞的广泛作用之外,移植骨源性骨形成作用是独立于宿主的。例如将足量的新鲜自体松质骨移植到纤维硬化的,曾经接受放疗的基础之上,此移植骨块仍是成活的,仍可形成新骨,因它可以独立于宿主而形成新骨。但植骨床的健康在诱导成骨过程中是主要的。因为新的前成骨细胞(osteoprogenitor)系由残留的中胚叶细胞在骨髓网状组织、内皮组织和骨外膜组织中诱导产生。

(三)骨传导(osteoconduction)

移植骨块置于宿主,从受骨处向移植骨中长入的新生血管和血管周围组织以及前成骨细胞的三维过程称为骨传导。又如将多孔材料置于骨缺损处,由受骨处向多孔材料中长入新生血管和血管周围组织以及成骨细胞,在材料周围长出新骨,使材料与主骨相结

合,这一三维过程也称为骨传导,多孔材料为骨传导材料。由此可见移植骨块移植到骨缺损处还有支撑与充填空间的作用。支撑与空间被充填良好,则骨传导作用易于完成。骨传导取决于移植骨的结构,周围组织的血供,植骨块的机械环境和组织结构。

二、骨移植的类型和宿主反应 (移植骨的归宿)

(一)自体松质骨(autologous cancellous bone)移植

处理良好的自体松质骨具有强有力的成骨性,易于被血管化,并且很快结合到受骨处。它不提供结构性支撑,但由于自体松质骨既产生又刺激新骨形成,常能使骨折处早期得到稳定。自体松质骨的生物活性来源于其组织相容性、大面积覆盖有成骨细胞及其前身(precursors)的小梁结构。临床医师应记住切碎的松质骨没有成块松质骨那样强有力的生物活性,虽然植骨块的容积扩大了。自体松质骨主要来源于髂骨翼,取骨后也可以出现并发症或后遗症。

宿主对自体松质骨的反应分为5期,此5期是连续并且互相重叠的。骨移植后,出血及炎症迅速出现,许多移植的细胞坏死,特别是在骨小梁陷窝中的骨细胞(osteocyte)发生坏死,但骨小梁表面的骨母细胞是活的并早期形成新骨。由于松质骨有很多孔,大量血管、骨母细胞和骨母细胞前身,早在术后2天即从骨块周围向中心浸润,更由于破骨细胞的前身系由血液生成,故血管长入即表示骨吸收的开始。在血管侵入移植骨块的进程中,骨母细胞则在死骨小梁表面释放骨样焊接物(seam of osteoid),这些骨样组织将坏死骨围绕成骨心,随后移植骨被再塑形,即被骨样组织包围的死骨心被破骨细胞吸收,并逐渐被宿主骨母细胞合成的新骨所代替。骨传导期和早期塑形可持续数月,末期移植骨与主骨结合成流线形机械支撑结构。此过



程在 6 个月时已形成,但完成约需 1 年。

(二)不带血管的自体皮质骨移植

处理良好的不带血管自体皮质骨可提供结构支撑,但其成骨性及再血管化比较慢。因皮质骨的结构使血管穿入需在破骨细胞将皮质骨吸收之后,从穿通管(Volkmann canal)及中央管(哈佛管)中进入皮质骨。与松质骨相比较,皮质骨需要吸收更多骨,血管才能从周围长入。X 线片上皮质骨透光度增大说明骨吸收,此时比正常皮质骨的支撑力明显降低,且此种减弱将持续数月至数年,根据植骨块的大小,皮质骨与宿主骨的机械融合期限比松质骨要长得多,大块死皮质骨将持续存在相当长时间。由于皮质骨移植后基本上不再有骨细胞存活,因而无成骨作用。

(三)带血管的自体皮质骨移植

成功的带血管皮质骨提供有限的结构支撑,如果在植骨与主骨接触处迅速愈合,则是稳定的,其功能可独立于主骨床,其再塑形很像正常骨。为了植骨与主骨相适合,不需要从主骨床向植骨内生长血管,因移植骨自身有血运,它与主骨间的适合与不带血管自身皮质骨是明显不同的。移植骨的血管吻合成功之前仅有一段时间暂时缺血,90%的移植骨的骨细胞是活的,植骨与主骨很快愈合,见不到像不带血管皮质骨移植那样的骨传导后骨吸收和再固定,直到它增粗能在新部位承担载荷为止,植骨的再塑形符合局部机械力刺激规律(Wolff 定律)。

(四)自体骨髓移植

骨髓是成骨细胞的源泉,在骨骼以外部位植入骨髓细胞可诱导形成骨。这意味着人体骨髓内存在的未分化原始细胞,可诱导形成造骨细胞。临床取骨髓常能获得来自骨髓的干细胞,但其浓度常被外周血所稀释,抽取骨髓量一般不要少于 2ml,骨髓干细胞无疑会增加骨移植的效果。

(五)异体脱钙骨基质(allogenic demineralized bone matrix, DBM)移植

异体 DBM 可以很快再血管化,有中等成骨作用,但无支持力。异体 DBM 移植后,先是血小板凝固,血肿形成和炎症现象,在 18h 内,多形性白细胞游走入移植物中,此后纤维母细胞状的中胚叶细胞趋向移植之基质中,与之密切接触。大约在移植后 5 天,DBM 与中胚叶细胞相互作用,使细胞分化成为软骨细胞。后者分泌软骨基质,然后矿物质化。移植后 10~12 天可见血管长入并伴有成骨母细胞、多核细胞。软骨细胞则开始退变,在矿化软骨表面有新骨形成,继之而来的是这些复合物与新生骨的再塑形与再移位。随着再塑形时间的延长,移植的 DBM 逐渐被吸收,并被适合于其环境的宿主骨取代。在 DBM 内胶原纤维的充分交叉和诱导成骨蛋白适量出现和适当比例是支撑成骨作用所必需的。DBM 的来源和处理与其诱导成骨能量直接相关。取下的骨质在室温下保存超过 24h 再行处理,则制出的 DBM 无活跃的生物活性。在可靠的环境下,环氧乙烷消毒和 γ 射线 2.5×10^{-5} Gy (2.5×10^{-3} mrad) 照射,均可降低其成骨性。每一批 DBM 取自 1 个供者,其产物才可靠。

(六)异体切碎骨和松质骨移植

仅有骨传导作用,很少有机机械支撑力。切碎骨可以是松质骨,也可以是皮质骨,碎骨 0.5~3mm,最大直径不超过 1cm,通常由冷冻干燥处理与保存。异体切碎骨与松质骨的特点是开放的、多孔的、格子状的物理结构,因此血管长入无障碍。异体碎骨或松质骨与主骨的混合期,与自体骨移植是一样的,但因其无活细胞,故仅有骨传导作用。其骨基质已矿化而无诱导成骨作用。因骨已矿化故可抵抗压缩。在植骨与主骨混合过程中,可提供支撑结构,又由于为了再血管化而吸收是不必要的。故其机械支撑力并无暂时丧失,这在矿化皮质骨的混合过程中是常见到的。

(七)异体皮质松质骨和异体皮质骨移植

可提供结构支撑和有限的骨传导作用。



皮质松质骨多取自髂翼,股骨远端或胫骨近端,而皮质骨多用于支撑,例如全厚腓骨,处理后冷冻干燥与保存。因其细胞和蛋白在处理时已去掉,深低温冷冻骨还保存其物理特性,应于解冻后立即使用。而冷冻干燥骨则改变了矿化皮质骨的物质特性,在移植之前应再组织水化。即使如此,冻干皮质骨成为脆性,其抗折弯和抗扭转能力降低。

异体皮质骨移植后,早期炎症与其他骨移植者相同。从血管长入开始,炎性细胞游走进入植骨区。在这一时期,宿主遭受植骨引起的细胞性抗体反应,即变成对这些抗体敏感。经现代处理技术处理的皮质骨,含有很少蛋白质和活细胞,于移植初期引发的非特异性炎症于数日后即消失。大块皮质骨被再血管化所穿透和宿主骨代替的过程是很慢的,从表面皮质骨向内至一定深度为止,缺乏血管化是这些移植骨再骨折的原因,其发生率为16%~50%。在这些骨折植骨处进行的病理检查表明,局部缺少再血管化和软组织附着。这种大块皮质骨植骨再骨折,系由于重复的、疲劳性微小破坏所引起,死骨对小骨折无修复能力,系由于骨基质的失败。在一定时期内异体皮质骨比自体皮质骨移植有明显的弱点,术后需长时间的保护。

(八)大块异体骨软骨移植

用于修复骨肿瘤切除后骨与关节软骨的缺损。此种移植骨包括皮质骨干,干骺端松质骨和关节软骨,植骨与主骨间只能一端固定,有韧带等附着于骺端。其最主要的并发症是植骨与主骨不愈合。这种植骨大都保存于-80℃,关节软骨经处理仅表面软骨可以是活着的,于解冻后应立即移植。即使如此,活的软骨细胞仍是有限的。实验与临床都已

证明,大块异体骨与关节移植,其软骨细胞均无活性,但此死的关节软骨的功能仍可维持长达5年,以后被纤维血管翳取代。移植骨与主骨的坚强固定,关节的稳定和软组织的良好修复,对坏死关节软骨的维持都很重要,X线检查可显示关节软骨情况。犬新鲜自体骨软骨移植后11个月,软骨下骨小梁已再血管化并能很好塑形;而异体骨软骨移植者,软骨下骨小梁均增厚,像是很多新生骨未经塑形,骨小梁之间的间隙被纤维结缔组织充填,还有的局部骨结构扭曲、吸收,使局部软骨下骨板折断,这就会影响其软骨生长。临床病例还看到,异体骨软骨移植后,软骨下骨板及附近骨小梁仍然坏死未修复,还有的在关节面附近再血管化骨小梁吸收,结果使主要结构改变,则关节退变和不稳定继之而来。

(九)异种骨移植

由于它与主骨间的组织相容性差,免疫排斥反应强烈,常致移植骨被吸收而失败。胡蕴玉等据这一原理,采取消除异种骨内蛋白质,减低其免疫原性,又保留其诱导成骨性能,研究出重组异种骨(preconstituted bone xenograft, RBX)。此种骨再经处理,使含有适量骨形成蛋白(BMP),实验与临床移植应用,获得成功。其形状为小碎骨块,可供骨腔充填之用,缺乏机械支撑力。

植骨与主骨之间的愈合,一般说有两个物理因素决定其愈合率和愈合速度,比移植骨本身特性更重要,即植骨的稳定和与主骨的接触面积。移植骨的固定良好和与主骨间接触密切,则愈合良好;植骨不稳定和二者间接触不密切者,则愈合不佳。

(胥少汀 刘 智)



第三节 骨移植的生物力学

移植骨的生物力学表现取决于 3 个因素:①移植骨的生物力学性质;②移植骨与宿主骨的接触状况;③负重结构的性质。此外还与骨移植后的不同阶段有密切关系,移植后骨吸收期、愈合期和塑形期的生物力学性能有很大的不同。

移植骨的生物力学性质,取决于移植骨的力学性质和形状。碎骨几乎无支撑力,整块皮质骨的强度大大高于松质骨,而整段皮质骨干更有支撑力。

移植骨与宿主骨间的接触状况,整块移植骨与主骨间接触面积愈大,固定愈坚强,则生物力学强度愈高;反之移植骨与宿主骨间接触面积愈小,固定愈不稳定者,其生物力学性能愈差。

负重结构的性质对生物力学的影响是指,当整段骨干被移植骨取代时,则负重应力完全由移植骨承担,这就需要与原有骨骼相差不多的生物力学强度。在干骺端的一个骨洞中,移植骨所承担的负重力就很少,而在髓骨的骨洞中植骨,其负载更小。

骨移植种类,可分为带血供的自体骨移植和不带血供自体骨移植。对于带血供自体骨移植来说,由于移植骨块本身不需要经过骨吸收阶段,因此其本身骨强度并未丧失,生物力学的强度取决于其与宿主骨间的内固定状态。生物力学研究证明,带血供的自体骨移植修复骨缺损在骨愈合的各个时期的最大强度均优于不带血供的自体骨和同种异体骨。而不带血供的移植骨,特别是经处理的异体骨,强度已大为丧失,增加了脆性,其抗折弯、抗扭转力学性能大大降低。在临床上更多应用的是不带血供的骨移植。在这些骨

移植中,松质骨与皮质骨修复过程中的生物力学变化有着明显差别。松质骨移植修复过程为在坏死骨的表面形成新骨,坏死骨并不能改变移植骨的力学强度。因此,松质骨移植后使骨缺损处的强度增加,等移植骨中心部分的坏死骨除去后,移植处骨的力学强度恢复正常;皮质骨移植修复中,早期由于破骨活动增加,成骨活动减少,结果是骨质减少,X线表现为骨密度降低,骨孔隙率增加,造成移植骨力学强度下降。一般在 6 周至 6 个月,其强度较正常骨减少约 40%,1~2 年后,其力学强度、孔隙率和 X 线密度才接近正常。在移植骨的修复过程中,活骨与死骨的混合并存随着时间的延长及爬行替代进程的不断完善,最后都会使植骨处达到正常骨的力学强度。在人体内皮质骨移植后 6~8 个月内最易出现疲劳骨折,过了这个时期则很少发生。据此,在移植骨容易发生疲劳骨折的时间内应注意对该处的保护,因这时骨吸收过程大于骨的愈合过程。整段骨干移植后,其吸收与重建将持续数年。

一般来说骨移植后的生物力学性能大体分为 3 个阶段,移植后保持了移植骨原有的强度(因处理方法而不同),而待坏死骨被吸收后,则力学性质下降。当新生骨增多,移植骨与宿主骨愈合,则生物力学强度逐渐恢复。经过塑形与主骨的流线形恢复后,则生物力学性质接近正常。

了解到上述移植骨生物力学改变,在临床处理中应注意在移植骨未完全愈合前,不应除去外固定(或内固定)。在骨塑形完成前应注意保护预防再骨折。

(刘 智 胥少汀)

第四节 骨移植的方法与类型

临床应用的植骨方法多种多样,本节仅简述之。

一、四肢骨的骨移植方法

四肢骨的骨移植主要应用于骨折不连接,骨肿瘤或骨病切除后的骨缺损。

(一)上盖植骨

取一段皮质骨,移植到骨干骨折不连接处。供骨处常为胫骨前内面骨皮质,受骨区常为肱骨干、尺骨或桡骨干骨折。移植后以螺丝固定,骨折两侧每侧至少应有2枚螺钉固定(图1-1)。



图 1-1 上盖植骨

(二)骨内植骨或髓内植骨

常用小长骨如掌骨或指骨,表面为皮肤或肌腱,需保持光滑,故将植骨置于髓腔内或骨内,常用皮质骨做成杆形植入,有一定支撑力(图1-2)。

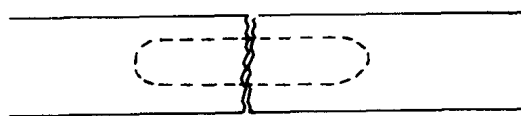


图 1-2 髓内植骨

(三)嵌入植骨

将一大块移植骨从一侧骨皮质开槽中嵌入,直至髓腔中,常用于胫骨骨折不连接或伴有短的骨缺损。取骨处常为髌骨,嵌入可以

螺钉固定或仅以外固定(图1-3)。

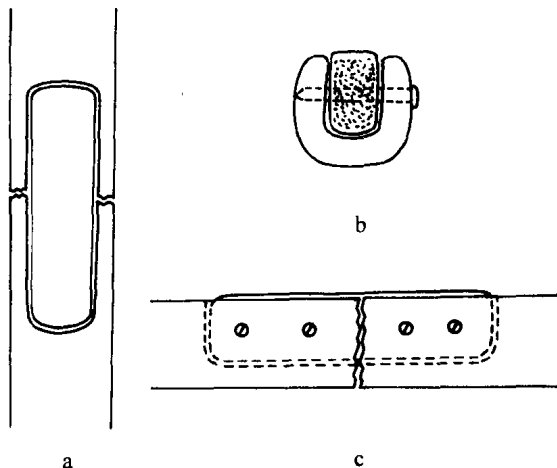


图 1-3 嵌入植骨

(四)滑槽植骨

取本骨的一长段皮质骨,向远或近端滑移,与该段所取同样宽度的皮质骨相交换。但二者长度不同,使长皮质骨块跨过骨折不连处,以螺钉固定。最常用于胫骨骨不连接(图1-4)。

(五)碎骨周围植骨

为 Phemister 倡用,称 Phemister 植骨。将取下的碎植骨块置于骨折不连接的周围,骨不连中间的纤维组织可以不切除或切除,多在原已有内固定但骨不连或延迟愈合情况下用之。主要用于四肢长骨干骨折(图1-5)。

(六)碎骨充填植骨

将取下的碎骨,充填于切除病变的骨腔洞中,充满为止。一般无须内固定,骨洞大者需外固定保护一段时间(图1-6)。