
实用骨移植技术

PRACTICAL BONE GRAFT TECHNOLOGY

主 编 王大伟 韩士章

副主编 李 忠 韩立仁 王兆庆

编 者 (按姓氏笔画排序)

马金柱 王世东 王成虎 刘 义 刘彦宾

刘景一 李 伟 李克义 李海清 杨晓飞

张洪磊 苑振峰 贺新兵 徐 辉

绘 图 武文韬

图书在版编目 (CIP) 数据

实用骨移植技术 / 王大伟, 韩士章主编. —北京: 人民卫生出版社, 2014

ISBN 978-7-117-18550-9

I. ①实… II. ①王… ②韩… III. ①骨骼-移植术(医学) IV. ①R687.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 003646 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数据库服务, 医学教育资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

ISBN 978-7-117-18550-9



实用骨移植技术

主 编: 王大伟 韩士章

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: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京汇林印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18

字 数: 438 千字

版 次: 2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-18550-9/R·18551

定 价: 99.00 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市场营销中心联系退换)



序

骨移植技术应用于临床已有三个多世纪的历史,是仅次于输血的同种异体组织移植。1862年 Jobi MeeKren 就曾应用异种颅骨修补缺损的颅骨并达到了完美愈合,但却不被教会允许。1909年 Axhausen 提出的“先为原位发生期,后为诱导期”的自体骨移植两阶段骨再生理论,成为了现代骨移植的理论基础。到1919年随着 Albee 1600例成功自体骨移植的报道,自体骨移植成为国际公认的骨科常规手术和骨移植“金标准”。异体骨移植稍晚于自体骨移植,最早以大段骨移植形式出现,解决了自体骨难以实现的大骨量移植难题,但由于当时组织保存方法尚未确立,移植骨来源有限,难以获得满意临床效果,故并未得到普遍推广。从20世纪80年代开始,新鲜冷冻异体骨开始大规模应用于关节翻修和肿瘤切除保肢。但由于自体骨供量有限,而异体骨、异种骨又有潜在的免疫原性及疾病传播风险,人工骨和组织工程骨成为新的骨移植选择。尤其是近些年来,基于组织工程学、材料科学和分子生物学等多学科、多领域的交叉融合,骨移植得到快速发展。据统计全球每年超过200万例骨移植手术。

骨科涉及的范围较广,它包括四肢神经、血管、肌肉、肌腱和皮肤的损伤,断肢(指)再植,脊柱、骨盆、四肢骨与关节的骨折、脱位、化脓性感染、结核、畸形和肿瘤等。骨移植作为骨科的一项基础性的关键技术,如果手术处理不当,将会发生各种并发症。随着骨科事业的迅速发展,骨科技术队伍的日益壮大,全国县一级医院(包括部分地区和厂矿职工医院)都建立了骨科专科(或专业组),年轻的骨科医生大量成长,骨科专业参考书的需求量明显增多,虽然骨科前辈和同道们已编写了不少有价值的指导性的骨科专著,为帮助年轻医生提高骨科业务技术水平作出了很大的贡献,但目前尚缺乏一部全面、系统而又实用的骨移植技术方面的专著。

有鉴于此,该书的作者组织了一批具有扎实骨科理论基础和丰富临床经验的医师,从浩繁的骨科专业文献中将分散的各种骨移植技术予以收集、归纳、分类,从中筛选出成熟的骨移植技术,结合自己的经验体会精心编写了这本《实用骨移植技术》。

本书科学严谨、强调实用,其内容从骨移植的历史、发展到骨移植相关的基础理论和临床应用均进行了较为详尽地阐述,临床常用技术和近年来比较成熟的骨移植技术均有描述,并根据相关专业划分对手外科、创伤骨科、关节外科、脊柱外科、骨肿瘤科、口腔颌面外科、运动医学和足踝外科领域内所涉及的骨移植技术分别就适应证、麻醉、手术步骤、术后注意事项进行了详细地撰写。书中编配的图片简洁明快,一目了然,具有很强的可视性和可操作性。

本书查阅方便,作者在编写过程中将前半部分章节作为总论就骨移植的相关基础理论

及通用取骨操作技术进行了论述,后半部分章节分别就各专业具体的骨移植技术逐一进行了翔实的描述,从而使读者在临床工作中不仅查阅方便,而且层次清楚,一目了然。

我相信,本书的问世对于骨科医师,尤其是基层、年轻的骨科及相关专业的医师来说,一定会是案边一个不可多得的实用型参考书。





前言

骨移植技术是骨科先知们发明的一种有利于骨折愈合的方法,历经两个多世纪,骨移植方法不断改进、改良,新的骨移植术式不断出现,新的内固定器械不断发明,新的骨移植植入物不断推出,骨移植新材料不断涌现。可以说,当今骨移植技术的种类和内涵远远超出了传统技术的范畴,骨移植技术的不断改进,有力地促进了骨科治疗技术的进步。

临床上很多失败的例子都与不规范的骨移植技术有关,比如粉碎性骨折内固定,未植骨或植骨量或植骨材料使用不当造成内固定失效;脊柱侧凸植骨范围和植骨量不当造成矫正失效;腰椎后路植骨融合不规范而导致关节形成、内固定失效;同种异体骨选择不当造成长管状骨重建失败等。出现问题的根源在于:把骨移植当作骨科手术的配角——辅助性手术。术者把注意力和精力都放在主要的手术操作上,如骨折解剖复位,脊柱滑脱复位良好,人工关节假体安放符合标准,骨肿瘤重建初期影像学完美,而忽视了骨移植技术的规范性操作,忽视植骨床的处理,舍本求末。实际上,许多骨科手术的根本目的是牢固的骨融合或愈合,器械和器材使用的目的就是为了创造一个稳定的环境、保证骨融合的质量而已。必须克服重器械固定、轻植骨融合的倾向。

植骨技术包括取骨技术、植入技术、器械性辅助技术(各种内固定)、器械性载体技术(各种 cage、钛网等)。这些技术都有标准化操作,需要术者认真学习领会,正确使用。比如最常用的髂骨植骨(取骨)术,手术非常简单,然而熟练掌握局部解剖知识和训练有素的术者与初学者相比,术后髂骨疼痛和股外侧皮神经损伤出现的几率要小得多。简单而标准的腰椎后外侧融合技术与复杂的椎体间融合技术相比,在融合疗效上不仅丝毫不逊色,而且费效比高。

骨移植许多操作技术已经取得共识,但是在某些方面缺乏理论验证。比如单节段腰椎融合需要多少重量的自体骨?多节段需要多少?植骨融合以后无论自体还是异体骨都有程度不同的骨吸收过程,植骨量是否充足决定手术的成败。同种异体 1/4 关节移植失败率明显高于 1/2 关节移植的原因是什么?全髋关节置换术中髋臼结构性植骨与 morselizing 植骨的远期疗效孰优孰劣?自体关节软骨移植的疗效如何等,都需要不断探索。

软骨细胞培养和组织工程实验室,进入到临床试验和观察阶段,临床实际疗效尚未得到广泛公认。虽然人工骨组织工程研究取得许多新成果,但疗效仍有待验证。未成熟技术本书均未收录。临床广泛使用的、能够替代自体骨的复合材料(人工)移植则收录到相关章节中来。从严格意义上说,骨移植的范畴很广,颅骨、下颌骨、其他面骨等,甚至涉及医学美容,尤其是带血管蒂的肋骨-皮肤复合组织瓣移植重建下颌骨需要口腔颌面外科和骨科医生的通力合作,所以本书也纳入其中。本书第一至五章为骨移植的基础,第六至十二章则对手、四肢、关节、脊柱、骨肿瘤、口腔颌面外科、运动医学和足踝外科领域内骨移植技术进行阐述。

回顾以往,骨移植的专著并不多,往往侧重于骨移植的基础理论研究成果,对于骨移植



技术的描述既不具体、又不系统。骨移植技术的描述分散在手外科、足踝外科、创伤骨科、脊柱外科和关节外科等专著内。缺少一本专门论述实用的临床骨移植技术书籍以供查阅。本着将骨移植实用技术系统化、理论化的目的,我们将分散在各种书籍、杂志内的骨移植技术收集、归纳、分类,按照实用化的原则,结合自身的经验体会(有些甚至是教训换来的)撰写。为保证质量,大量图片邀请专业画家绘画,并反复修改。有些独特的技术从未在正式期刊上发表过,当然也有一些作者经验性的认识,不一定很成熟,一并奉献给读者,仅供参考,也有待于历史检验。

本书的主要撰写者都是具有扎实骨科理论基础和丰富临床经验的医师,他们从浩瀚的文献资料中反复筛选成熟的骨移植技术,结合自己的经验体会精心编写。修改、重绘图片200余张,力争图文并茂、识图达意。限于作者知识水平,书中难免出现不妥之处,敬请读者批评指正。

王大伟

2013年12月



目 录

第一章 概论	1
第一节 历史与现状	1
一、骨移植技术的历史	1
二、骨移植现状	2
第二节 骨移植的生物学和生物力学	6
一、骨移植的生物学	6
二、骨移植的生物力学	10
第三节 骨愈合	14
一、骨愈合和骨移植理论研究历史回顾	14
二、骨折愈合机制	15
三、骨移植的愈合机制	19
第四节 骨移植和骨愈合的实验进展	21
一、骨愈合过程中的分子生物学机制的研究进展	21
二、骨诱导理论的进展	24
三、骨移植基因治疗的实验进展	28
四、纳米人工骨的实验研究进展	30
第五节 骨移植技术的新进展	31
一、重组合异种骨移植技术	31
二、吻合血管的同种异体骨移植	32
三、可注射型骨移植替代物的临床应用	33
四、组织工程学在骨移植中的应用	33
第二章 同种异体骨移植	37
第一节 同种异体骨移植的骨愈合原理	37
第二节 同种异体骨移植效果和转归	37
一、同种异体骨移植后在体内的演变	37
二、同种异体骨移植的转归	38
第三节 同种异体骨移植的免疫排斥反应	38
一、同种异体骨移植的免疫排斥机制	38
二、同种异体骨移植免疫排斥反应的临床特点	39
三、同种异体骨移植免疫排斥的控制	40



四、同种异体骨移植免疫排斥的评价	41
第四节 同种异体骨移植的骨保存技术、制备方法及质量控制简介	41
一、同种异体骨的骨保存技术	41
二、骨库同种异体骨的制备和质量控制	43
第五节 同种异体骨移植的临床应用概述	46
一、大段同种骨的临床应用	46
二、小骨块、骨粉同种骨的临床应用	48
三、骨-腱-骨同种骨材料的临床应用	51
第三章 异种骨、人工骨及组织工程骨移植	54
第一节 异种骨移植	54
一、异种骨移植的成骨活性物质	54
二、异种骨移植的免疫学研究	55
第二节 人工植骨材料	56
一、无机材料	56
二、有机材料	56
三、复合移植材料	57
第三节 组织工程骨	57
第四章 自体游离移植骨的取骨技术	61
第一节 髂骨取骨术	61
一、髂骨前部取骨	62
二、髂骨后部取骨	64
第二节 胫骨骨片取骨术	65
第三节 腓骨取骨术	66
第四节 肋骨取骨术	67
第五节 股骨大转子取骨术	69
第六节 股骨外髁取骨术	69
第七节 桡骨远端取骨术	70
第八节 胫骨近端取骨术	71
第九节 锁骨取骨术	72
第十节 微创取骨术	73
第五章 自体带血运骨切取技术	78
第一节 吻合血管的腓骨切取术	78
第二节 吻合血管的腓骨骨皮瓣切取术	80
第三节 吻合血管的髂骨切取术	81
第四节 吻合血管的背阔肌骨肌皮瓣的切取术	84
第五节 吻合血管的桡骨骨膜切取术	87

第六节 带肌蒂骨瓣切取技术	87
一、股方肌蒂骨瓣切取	88
二、缝匠肌肌蒂骨瓣切取	89
三、前锯肌骨皮瓣切取	90
四、胸大肌胸肋部肌蒂胸肋骨瓣切取	90
五、胸锁乳突肌锁骨头锁骨瓣切取	91
六、三角肌前束肌蒂锁骨瓣切取	92
七、带旋前方肌蒂肌骨瓣切取	93
第六章 手足部骨移植技术	96
第一节 指骨骨折	96
第二节 掌骨骨折	98
第三节 舟骨骨折不愈合的骨移植术	106
第四节 拇指再造	110
第五节 足部骨移植术	111
一、腓血管蒂腓骨瓣	111
二、带血管蒂骰骨瓣	114
三、带血管蒂内侧楔骨瓣	115
四、带血管蒂跟骨瓣	115
五、带血管蒂足舟骨瓣	115
六、带血管蒂跖骨瓣	116
第七章 四肢创伤骨移植技术	118
第一节 粉碎性骨折	118
第二节 骨缺损	121
一、骨移植手术时机的选择	121
二、骨移植修复方式的选择	122
第三节 骨折延迟愈合和骨折不愈合	130
一、固定方法	131
二、植骨治疗方法	131
第八章 关节外科骨移植术	140
第一节 股骨头缺血性坏死	140
一、经股骨头颈结合部开窗病灶清除植骨术	140
二、经股骨头开窗病灶清除植骨术	142
三、旋髂深血管蒂髂骨(皮)瓣治疗股骨头缺血性坏死	143
四、旋股外侧动脉分支血管蒂髂骨瓣移植治疗股骨头缺血坏死	146
五、股骨头坏死带血管蒂腓骨移植术	148
第二节 股骨髁缺血性坏死(膝关节骨坏死)	152

第三节 髌关节成形术中的骨移植应用	152
一、髌臼发育不良髌臼顶植骨术——燕尾式自体股骨头移植术	152
二、髌臼打压植骨术	154
三、植骨技术结合髌臼支架重建髌臼骨缺损	156
四、股骨翻修打压植骨术	158
五、同种异体股骨-假体复合物移植	162
第四节 全膝关节表面置换术中的骨移植技术应用	164
一、胫骨缺损在 6~12mm 的手术方法	165
二、胫骨缺损深度大于 12mm 的手术方法	165
第五节 四肢关节植骨融合术	167
一、肩关节植骨融合术	167
二、肘关节植骨融合术	168
三、腕关节植骨融合术	169
四、髌关节植骨融合术	171
五、膝关节植骨融合术	173
六、踝关节植骨融合术	176
第六节 骨移植在髌臼造盖术中的应用	178
第九章 脊柱外科骨移植技术	181
第一节 颈椎的骨移植融合	181
一、颈椎前路骨移植融合术	181
二、颈椎后路骨移植融合术	186
第二节 胸椎骨移植融合	197
一、胸椎前路(侧前方)植骨术	197
二、胸椎后路植骨术	209
三、胸椎前后路全脊椎切除、植骨融合术	215
四、胸椎肿瘤整块全脊椎切除术	216
五、360° 植骨	218
第三节 腰椎骨移植融合	218
一、腰椎退行性变的植骨术	218
二、椎间融合器椎体间融合术	226
三、腰椎后外侧融合术	232
第十章 骨移植在骨肿瘤手术中的应用	236
第一节 概述	236
第二节 刮除病灶植骨术	237
第三节 肿瘤段骨灭活再植术	238
一、肿瘤段骨灭活再植适应证及方法	238
二、常见部位的肿瘤瘤段骨灭活再植术	240



第四节 微创肿瘤及瘤样病变刮除植骨术	246
第五节 同种异体骨干及异体骨关节移植术	247
一、肱骨近端肿瘤切除同种异体骨移植术	248
二、股骨近端肿瘤切除同种异体骨移植术	249
三、股骨远端肿瘤切除同种异体骨移植术	249
四、胫骨近端肿瘤切除同种异体骨移植术	250
五、骨干肿瘤切除大段同种异体骨移植术	250
第六节 异体骨-人工假体复合物(APC)移植术	250
一、肱骨近端肿瘤切除 APC 移植术	251
二、股骨近端肿瘤切除 APC 移植术	251
三、股骨远端肿瘤切除 APC 移植术	252
四、胫骨近端肿瘤切除 APC 移植术	252
第七节 带蒂或吻合血管自体骨移植术	253
一、带肌蒂髂骨移位重建股骨髓或胫骨髓	253
二、自体髂骨移植术	254
三、带蒂自体腓骨移植术	254
四、吻合血管自体腓骨移植术	255
第八节 自体腓骨移植重建桡腕关节、踝关节术	256
一、桡骨远端骨肿瘤切除自体腓骨移植术	256
二、腓骨下段肿瘤切除自体腓骨移植术	257
第九节 骨盆肿瘤切除植骨术	258
 第十一章 运动医学及软骨移植	 262
第一节 骨软骨移植	262
第二节 胫骨高位截骨术	265
 第十二章 骨移植在口腔外科中的应用	 269
第一节 上颌骨缺损的修复与重建	269
第二节 下颌骨缺损的修复与重建	272



第一章

概 论

各种原因造成的骨缺损修复是临床工作中一项极具挑战性的难题。骨组织是最先应用于骨缺损修复的移植组织,骨移植技术也是临床仅次于输血最常见、应用最广泛的组织移植术,每年全世界有超过二百万例骨移植术应用于骨科、口腔颌面外科和神经外科领域。本章就骨移植技术的概况作一介绍。

第一节 历史与现状

数百年来,人们想象着从一个已死亡的躯体中移植部分器官到另一个有生命的身体中,以替代身体中已病损的部分或改善和提高人体的功能。许多流传下来的文学作品中都寄托了这些美好的愿望,脍炙人口的中国古典名著——《聊斋志异》中就描述了通过“换心术”使人才思敏捷,从此下笔一掷千言;实施“换头术”后旧貌换新颜的故事,这是多么神奇而又异想天开!1912年被后人誉为血管外科和移植外科之父的医学家 Carrel 曾说过:“假如人死后其组织和器官能立即移植,那就没有真正意义上的死亡存在,机体的所有部分都在延续其生存,组织能够永远备用,并随时送到需要的外科医师手上”。100 年后的今天,人们的梦想已部分成为现实:心脏、肺脏、肾脏、肝脏移植手术已成功实施;能够储存骨、肌腱、皮肤、眼角膜、血管和心脏瓣膜的医用组织库已遍布全世界。

一、骨移植技术的历史

骨移植技术有着悠久的历史,人们在这一领域的探索和研究经历了一条坎坷的道路,至今仍在继续探索之中。我国古代民间流传有“柳枝接骨”的传说,可能是世界上最早关于骨移植的报道,但遗憾的是没有留下文字性记载。人类第一次骨移植手术的记载是在 1668 年,由荷兰医师 Jobvan Meekeren 利用狗的颅骨修复了一位士兵因外伤所致的颅骨缺损,这在当时违背了西方宗教教义,这名士兵在社会上处处受到排斥,因此他只能要求医师将移植的骨块取出,以便恢复他到教堂的权力,当医师重新为他手术时发现移植骨已经愈合。这一事件被医学史学家认为是骨移植历史的起点,以后几乎所有的关于骨移植的医学文献都引用了这一事例。

1810 年 Merrem 在狗的颅骨上完成了首例自体骨实验移植,10 年后,德国人 Philips 在一例颅脑手术中将用环锯取出的颅骨骨块原位移植修复该患者颅骨缺损,开创了人类自体游离骨移植的先例。1875 年 Nussbaum 首次报道了人类四肢长骨的自体骨移植,将一尺骨骨片旋转修复了该尺骨骨缺损。

世界上首例同种异体骨移植手术发生在 1880 年,苏格兰医师 Whilliam Macewen 利用一名患佝偻病儿童的胫骨,修复重建了另一名 4 岁儿童因顽固性骨髓炎导致的肱骨骨缺



损,在 15 个月时间内分三期进行植骨取得满意疗效,并于 1881 年在《伦敦皇家学会记录》(Proceeding of the Royal of Society London)做了报道。Lexer 于 1908 年首先报道了进行同种异体骨移植的系列临床研究,到 1925 年他对 34 例因为创伤或肿瘤造成膝关节损伤或缺损的患者实施了同种异体全关节或半关节移植,经过随访发现 50% 的病例膝关节功能良好。

1915 年美国人 Albee 出版了《骨移植外科》一书,骨移植技术受到广泛关注并得到临床应用和深入研究,1923 年他本人报道了 3000 例成功的自体骨移植术。当时由于尚未找到储存同种异体骨的有效方法,在相当长的时间内同种异体骨移植的临床应用和研究受到了极大的限制,虽然许多医师进行了各种同种异体骨移植术,但成功的例数却很少。直至 1941 年 Inclan 对骨的保存方法进行研究,并首次提出骨库概念,同种异体骨移植的临床应用和研究才日益活跃。至此骨移植的研究和临床应用才有了突破性进展,但这一领域仍有许多未解之谜亟待我们继续研究和破解。

二、骨移植现状

(一) 骨移植的现代概念与分类

1. 骨移植的概念 骨组织的移植称为骨移植或植骨(bone transplantation, bone grafting),是指用手术方法将各种骨组织或材料移植到人体内骨骼缺损、需要加强或融合的部位,以修复、重建或改善人体功能的临床技术,是目前骨科领域应用最广泛的一种手术方法。

提供骨组织的个体称为供体,接受骨组织的个体称为受体或宿主,植入的供体骨组织称为骨移植物,受体接纳骨移植物的部分称为植床。当供体和受体为同一个体时称为自体骨移植,植入物称为自体骨(bone autograft);当植入骨不是从自体获得时有三种情况:一是供体与受体为同基因异体,如同卵双生子或同系动物,称为同基因(或同质)骨移植,植入物称为同基因骨移植物,它与自体骨一样不存在免疫排斥现象;二是供体与受体为异基因同种异体,如一般的人与人或牛与牛,称为同种异体骨移植,植入物称为同种异体骨(bone allograft, bone homograft)。同种异体骨可以简称为同种骨或异体骨;三是供体与受体不是同种而是异种,如牛骨用于人体,称为异种骨移植,植入物称为异种骨(bone xenograft)。

2. 骨移植的分类 按移植物的材料不同,骨移植可分为自体骨移植、同种异体骨移植(或称同种骨移植)、异种骨移植、人工骨移植和联合骨移植。

根据移植物是否始终存在生命活力,骨移植又可分为活体移植和结构移植两大类。活体移植是指植入物从供体中取出到植入受体始终保持活力,移植后渴望植入物能继续成活。如果不能保持活力,受体得到的是失去活力的死组织框架结构,有待受体利用这个框架形成自己的新组织,就称为结构移植。

(二) 骨移植分类概述

按移植物材料进行分类是目前应用最广泛的骨移植分类方法,以下按这种分类法对各类骨移植做一简要介绍。

1. 自体骨移植 自体骨移植的植入物来源于自体,其携带具有成骨作用的骨髓细胞,还可以提供一些活的骨细胞,它兼有骨诱导活性和骨传导作用。成骨性细胞主要来源包括受体植床骨表面的成骨细胞、骨髓细胞、受体植床的软组织以及血液循环中的游离成分;另外还包括移植骨骨内膜和骨膜的生骨层。以骨松质成骨性细胞含量最多,细胞存活时间较长,成骨效果最好,不存在免疫排斥反应,因此目前自体松质骨移植仍被奉为骨移植的“金



标准”。

骨细胞的活力依靠从骨小管中获取营养,骨组织一旦被游离使供血系统中断,滋养系统很难重新接通,大部分骨细胞将很快死亡,仅其表面 0.1~0.3mm 范围的少数细胞依赖宿主植床周围的组织液的弥散得以存活,因此游离的自体骨移植通常得到的也是死骨,为结构移植而非活体移植。血管化的自体骨移植提供的是活体移植,因其带有自身的血供系统,不会发生骨坏死和吸收,只需与宿主植床骨发生愈合,其修复过程类似于新鲜骨折的愈合,不需要经过爬行替代。移植骨的血管化可以通过两种方式实现:一种是移植骨带有肌蒂或血管,通过肌蒂滋养血管或知名血管供血;另一种是通过显微外科技术把从供体切取的移植骨的主要血管与宿主植床局部的自体血管相吻合,以直接给移植骨提供血运,这种骨移植方法也称吻合骨移植。

2. 同种异体骨移植 自体骨是最佳的骨移植材料,但其受到数量和部位的限制,而且自体取骨会给患者带来新的创伤甚至造成损害,因此在没有条件获得自体骨或需大量植骨而自体骨量不足时,从捐献尸体或骨科手术截取骨组织制成的同种骨可以作为骨移植的代用材料。目前由于采用严格的供体筛选制度并使用深度冷冻、冷冻干燥、辐照灭菌等现代技术,已可以做到最大限度地降低了同种骨来自供体的可能疾病传播,也基本克服了同种组织移植的免疫排斥反应,因此得到临床上较为广泛的应用,但价格昂贵,成骨效能不如自体骨、供体来源受限以及可能从供体带给宿主疾病是其缺陷。

3. 异种骨移植 异种骨作为骨移植材料新来源,其最大优点是供体来源丰富且易于获取,但其组织相容性差,免疫排斥反应比同种异体骨强烈得多,可导致植骨失败。为此人们研究尝试了很多降低其抗原性的方法,如冷冻和冷冻干燥骨、脱钙骨、脱蛋白骨或无机骨异种烧结骨、胎儿骨等。由于经过各种降低抗原处理,其骨内原有的成骨活性物质被严重破坏,虽然免疫排斥反应减弱但其成骨活性也明显降低。

4. 联合骨移植 联合骨移植是在骨移植的基础上,将与骨组织相连的其他组织连同骨一起移植到宿主的骨缺损部位,使移植骨发挥更多功能或更好、更快存活的骨移植方法,它是组织移植中最常用的方法之一。按移植骨来源不同,它也可分为自体骨联合移植、异体骨联合移植和异种骨联合移植。严格地说带血供的骨移植,无论是带肌蒂或带血管方式,还是吻合血管方式都应是联合骨移植,我们将在后面的章节中做详细介绍。

5. 人工骨移植 自体骨虽是理想的骨缺损修复材料,但其增加了患者的创伤,且供骨的来源有限,难以满足大段骨移植的要求;同种异体骨及异种骨移植因可能传播疾病、存在免疫排斥反应和术后并发症而受到限制;金属假体则存在松动、断裂、组织相容性差、不可降解等问题。因此人工骨替代材料移植修复骨缺损成为研究的重要课题。

理想的骨移植替代材料应该具有骨传导性、骨诱导性、生物相容性及体内可降解的特性,而且与骨组织有相似的结构,易于操作使用,费用低廉。目前骨移植物的替代材料分为两大类:一是生物性材料,如去矿物质骨基质(demineralized bone matrix, DBM),骨胶原(collagen),珊瑚羟基磷灰石(coralline hydroxyapatite, C-HA);二是人工合成的骨移植替代材料,如医用硫酸钙、玻璃高分子聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethyl methacrylate, PMMA)及生物陶瓷,后者包括磷酸三钙(tricalcium phosphate, TCP),人工合成羟基磷灰石(hydroxyapatite, HA)以及磷酸钙(calcium phosphate)。

由于人工骨还存在难以克服的自身缺陷,不能同时满足骨移植替代材料的理想要求,于



是人们想到采用复合型人工骨试图解决这个难题,目前有些已应用于临床。其基本原理是在人工合成的具有骨传导性的人工骨中添加具有成骨活性的骨原细胞和具有骨诱导性的生长因子,以满足骨移植的理想要求,提高人工骨移植的效能。如:骨胶原与羟基磷灰石复合制成胶原羟基磷灰石复合骨,红骨髓与 DBM、HA、TCP 等复合制成红骨髓复合人工骨,BMP 复合人工骨以及生物可降解聚合物复合人工骨。当然目前的复合人工骨并没有做到尽善尽美,但其前景诱人,有望取代自体骨和同种骨在临床中广泛应用。

(三) 骨移植的临床应用概述和疗效评价标准

1. 骨移植的临床应用

(1) 骨腔充填:临床上对于骨软骨瘤、骨巨细胞瘤、骨囊肿以及骨纤维异常增殖症等良性骨肿瘤或瘤样病变的手术治疗,通常采用囊内刮除加植骨术。刮除病变组织所遗留的骨缺损空腔如果比较小,可采用自体松质骨或异体骨填塞移植;若空腔较大,所需移植的骨量大,可混合使用异体骨。

(2) 脊柱融合:脊柱融合是手术治疗由于炎症、肿瘤、外伤、先天/后天畸形以及退变等原因所致脊柱疾病的重要手段。通过骨移植进行脊柱融合可以重建脊柱的生理序列,加强脊柱的稳定性,从而保护脊髓神经功能,解除病痛。脊柱融合多采用松质骨移植,因其骨表面积大,易被爬行取代,但在需要机械强度做结构性支撑时,可考虑部分使用皮质骨,如带皮质的松质骨和填充松质骨的管状皮质骨;或应用内充填松质骨的金属骨笼(Cage)及金属内固定物,以进一步增加强度。若移植骨量较大,患者年龄较低,自体骨量不足,同种骨是最合适的替代材料,与自体骨掺合应用可提高融合率。

(3) 肢体骨缺损的修复:四肢长骨的骨缺损和骨不连多由肿瘤切除、创伤和炎症引起。应用骨移植治疗可以提供结构性支撑,另一个作用是发挥成骨效应促进移植骨与宿主骨同化以修复骨缺损和恢复骨连接及骨愈合。常用的手术方法有上盖植骨(onlay)、骨内植骨(inlay)和嵌入植骨(包括滑动植骨)等,主要使用皮质骨以同时起到内固定结构性支撑作用,为发挥成骨目的可多使用松质骨。植骨后可根据病变部位,采用合适可靠的内固定方法以提高治疗效果。

近 20 年来通过灭活自体骨再植技术使骨肿瘤患者的保肢率有增加的趋势,经过综合治疗其 5 年生存率已与截肢手术患者无异;近年采用大段同种骨插入性植骨保存骨肿瘤切除后的患者肢体是一个重要进展,使肿瘤切除更彻底,又保留了肢体,从而提高了疗效。

(4) 骨关节病变中的应用:创伤引起的骨关节破坏和涉及关节骨肿瘤切除后的保肢治疗,可以采用人工关节置换治疗,也可选择同种异体骨半关节移植修复。后者优点是可以保存肢体,使关节有一定的活动度而不需要应用假体,这是希望重新恢复正常生活的年轻患者所期望的。但若关节及其周围组织破坏严重,不适合关节成形安装人工假体,或骨关节成形术失败不能重修时,可以考虑实行骨关节固定术,当然这会失去关节功能,但部分患者可能比较截肢而言更愿意接受这种术式,尽管现在已可以安装先进的假肢。关节固定术常需要植骨,特别需要机械强度较好的皮质骨,使用大段同种骨是一种合适的选择。

清理、钻孔及微骨折是修复骨关节软骨缺损的传统方法,由于其诱发生成的是耐磨性差的纤维软骨,生物力学和机械性能均远远低于透明软骨,因此长期疗效差。现在已可用自体骨膜/软骨膜移植、异体软骨移植以及自体骨软骨移植术等来修复骨关节软骨缺损,后者是目前临床比较常用的关节软骨修复方法。



(5) 人工关节置换术中的骨移植应用:人工关节置换术在骨科的应用已日益广泛,关节发育不良、创伤导致的关节毁损、其他原因如骨性关节炎等导致的关节破坏以及涉及关节的骨肿瘤患者均是人工关节置换的适应证。无论是初次置换时关节周围的骨缺损,还是返修患者由于假体松动下沉所致的假体周围骨质吸收性缺损,都是临床中常见而棘手的问题。自体骨移植常难以满足修复的需要,有时通过定制特殊假体也不能解决。这时可以选择使用同种骨对缺损的股骨距、骨干或髌臼进行修补,可与人工假体及骨水泥联合使用。

2. 骨移植疗效评价标准 目前,骨移植的临床评价尚无统一的标准,以下可在实际工作中作为参考:

(1) 临床评价植骨愈合的基本依据是临床检查和 X 线片检查。

(2) 评价无骨缺损的植骨病例(如骨不连接、关节融合等),可按骨折愈合标准判定。

(3) 评价大段骨移植或半关节置换时,当移植骨与宿主植床骨连接处发生融合,在一定内和(或)外固定支持下,能满足一般基本生理活动需要,可判定为植骨融合。

(4) 评价不需要起结构支撑作用的空腔植骨时,当新骨生长、植入骨粒边界模糊,一般功能活动无不适者,可判定为植骨愈合。

(5) 在总结骨移植疗效时,尽可能按不同病种(或不同适应证)及不同植骨类型分别进行总结,以便比较。另外,应剔除非植骨因素本身造成的植骨失败(如肿瘤复发、内固定或功能锻炼不当等)。

(四) 骨组织库现状

骨组织库是按一定标准和技术选择供体、收集、加工和灭菌、检验、贮存及发放骨组织的机构。其主要任务是保证同种骨从获取到临床应用的质量和安全性。骨组织库的建立是现代骨移植领域的里程碑,它极大地满足了临床对同种骨应用的需求,促进了临床骨移植的发展,并且使之规范化和规模化,同时最大限度地保证了临床应用的安全性并且符合医学伦理学要求。

骨组织库的发展始于对同种异体骨储存方法的研究,可以追溯到 20 世纪初叶。1910 年, Bauer 发现异体骨能在冷却环境中储存 3 周,并在狗身上移植成功。1911 年 Tuffer 在临床上首次应用冷却储存 5 天的异体骨进行骨移植获得成功。第二次世界大战期间, Inclan 应用贮存在含有枸橼酸盐的冷血液中的骨组织,对 52 例患者进行了自体或异体骨移植获得成功。同时期美国马里兰国家海军医疗中心的 Rush 和 Wilson 独创性地发展了低温异体骨储存技术,他们将异体骨长期储存于 -20°C 低温环境中,然后用于临床骨移植获得成功。到 1950 年该中心的 George Hyatt 创建了世界上首个骨组织库,首次将二战期间用于储存血浆的冷冻干燥技术应用于骨储存上;首次将供体筛选原则应用于骨库,以防止因移植导致疾病的传播;并使骨库成为独立加工、贮存和发放异体骨的机构。虽然该骨库已于 1982 年令人遗憾地停止运作,但其提出的骨库理论和临床应用经验已为以后的骨库建设所借鉴和采用。

1976 年美国成立了美国组织库协会(AATB),欧洲及一些英联邦国家也相继成立了组织库协会,专门制定、更新骨库技术标准,以指导骨组织库的操作在统一的标准下进行,使产品的质量和安全性得到保障。1993 年 12 月 14 日美国食品药品监督管理局(FDA)发布了异体组织产品和组织库的管理条例,进一步规范和监督组织库的运作。到 2001 年 FDA 开始对异体骨产品和骨组织库实行注册制度,同年美国组织库协会发布了 75 个质量可靠的组织库名单。目前骨组织库已得到企业化管理,异体骨组织产品在美国是除了一些特殊的血液