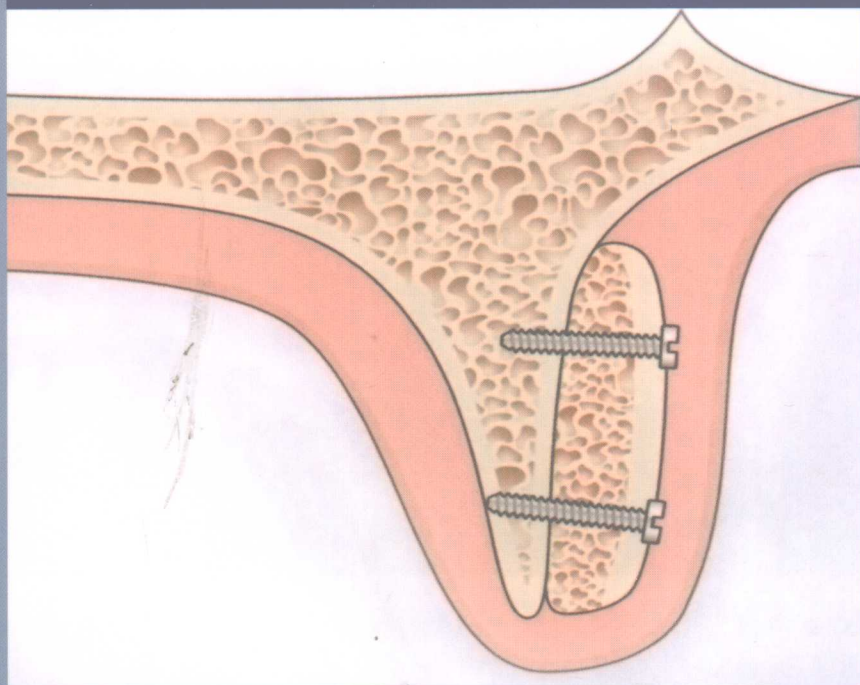


Bone Grafting Techniques
for Maxillary Implants

上颌骨种植 骨移植技术

□ 原著 [瑞典] Karl-erik kahnberg

□ 主译 赵信义



世界图书出版公司

上颌骨种植骨移植技术

Bone Grafting Techniques for Maxillary Implants

原 著 [瑞典] Karl-Erik Kahnberg

主 译 赵信义

世界图书出版公司

西安 北京 上海 广州

图书在编版目(CIP)数据

上颌骨种植骨移植技术/(瑞典)康勃格(Karl Erik,K.)著;
赵信义译.—西安:世界图书出版西安公司,2008.8
书名原文:Bone Grafting Techniques for Maxillary Implants
ISBN 978-7-5062-9077-7
I. 上… II. ①康…②赵… III. 颌骨疾病-移植术(医字) IV. R782
中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第059904号

Copyright of the original English language edition 2005 by Blackwell Munksgaard
Publishing Company. Original title:"Bone Grafting Techniques for Maxillary Implants",
by Karl-Erik Kahnberg,Lars Rasmusson and Göran Zellin

版权贸易台同登记号 25-2006-060

Blackwell Munksgaard 授予世界图书出版西安公司在中华人民共和国境内的中文
专有翻译、出版和发行权。未经许可,不得翻印或者引用、改编书中任何文字和
图表,违者必究。

上颌骨种植骨移植技术

原 著 [瑞典]Karl-Erik Kahnberg

主 译 赵信义

责任编辑 邵小婷 张巧玲

封面设计 Look.Book飞扬设计机构

出版发行 **世界图书出版西安公司**

地 址 西安市北大街85号 邮 编 710003

电 话 029-87214941 87233647 (市场营销部)

029-87235105 (总编室)

传 真 029-87279675 87279676

经 销 全国各地新华书店

印 刷 人民日报社西安印务中心

开 本 787×1092 1/16

印 张 5.5

字 数 100千字

版 次 2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5062-9077-7

定 价 118元

☆ 如有印装错误,请与本公司联系调换 ☆

作者简介



Karl-Erik Kahnberg教授是瑞典哥德堡大学萨赫尔格雷斯卡研究院口腔医院颌面外科的主任，同时兼任哥德堡公共牙科卫生大学门诊部颌面外科小组的临床主任。

Karl-Erik Kahnberg教授是颌外科教授，尤其擅长正颌外科。他的外科经验对于解决需要种植重建的病例提供了保障。从不同部位获取移植骨修复种植区域骨缺损是非常有意义的。Karl-Erik Kahnberg教授对于种植外科方面具有丰富的经验，论文被众多科技刊物发表。

世界各地的牙科医生和专家非常关注与种植相关的骨移植的国际性课题。而Karl-Erik Kahnberg教授经常被邀请在这些国际性会议及研究生教育项目上作专题讲座。他现将在种植重建中骨移植方面的丰富经验汇编成书，期望能与感兴趣的外科医生共享康勃格教授颌面外科造诣。

导 言

正如过去的大量文献报告所述,使用钛螺纹种植体进行种植修复已成为一项极为重要的新方法。在种植技术开展初期,下颌骨前部是主要的种植部位,这是因为该部位在长期跟踪研究中呈现出很好的效果(Adell等,1981;Albrektsson等,1986;Arvidsson等,1998;Makkonen等,1997)。长期研究结果表明,钛螺纹种植体具有良好的稳定性和安全性。该技术日趋成熟,在其他部位植入种植体,如上颌骨及下颌骨后部,效果同样令人满意(Adell等,1990a;Lekholm等,1994)。同时市场上不断有新设计的种植体问世,而这些种植体极少有文献报道,目前螺纹种植体具有长期并可靠的文献报道。

下颌骨种植尤其是在颏孔之间种植,具可预测的效果。相比上颌骨,下颌骨种植具有良好的初期稳定性,因而可以考虑即刻植载。而在大多数情况下,初期稳定性与骨的质和量有关,在临床上很难解决。在相当长的一段时间内,骨质差骨量不足的患者被列入种植的禁忌证。然而,上、下缺损区域的骨重建技术和正颌外科技术的为骨缺损患者的种植治疗提供了可能,并衍生出各种不同的骨移植技术。

一期法是在同一手术过程中进行骨移植和种植,而二期法是先进行骨移植和重建,第二次手术时再植入种植体。根据所需移植骨量,取骨部位可从身体的不同部位选择。如果仅需少量的移植骨,可从下颌骨或上颌骨取骨,例如下颌骨联合部位、下颌角及升支、上颌结节或种植部位附近取骨。使用骨组织收集器,可以在种植部位钻孔过程中过滤出骨粉。骨替代材料或脱矿骨与自体骨材料混合后,同样一在牙槽骨重建中应用表现出良好的功能(Henry等,1996;Pinholt等,1992)。

骨移植在口腔颌面外科已应用了较长时间,可用于颌骨重建以矫正面部畸形,或用于义齿修复前的重建,也可用于创伤及肿瘤切除后的重建。移植骨用于覆盖在骨缺损上或填平缺损,呈现出良好的修复结果,而将移植骨作为(提升)扩增材料以进行义齿修复前的重建时,移植骨则出现较多的骨吸收。与种植外科相关的覆盖骨移植是最先的用于克服上颌骨的骨量不足。然而,无论其上是否配带义齿应用覆盖骨移植并不能取得绝对可靠的效果(Gordh,1998)。移植骨大多取之于髂骨嵴,最初以马蹄形截取一片或两片,对移植骨进行塑形后适合于牙槽嵴形态,并用种植体将其固定到残余牙槽嵴上。

本书主要针对对有经验的外科医生及口腔颌面外科的住院医师。书中描述了用于上颌骨严重骨量不足修复的外科技术,并附有详细的病例展示。

目 录

图片目录	IX		
第一章 骨的生物学原理	1	第五章 嵌入骨移植	27
1.1 病史	1	5.1 鼻部嵌入移植	27
1.2 适应证和术语	1	5.2 上颌窦移植（上颌窦 提升）	29
1.3 骨源	1	5.3 牙槽骨冲顶提升上颌窦	42
1.4 愈合原理及成功要素	2	5.4 上颌截骨插入骨移植	42
1.5 展望未来	3	第六章 用于骨增加的骨段截 骨术	51
第二章 种植体与正常骨及 移植骨的整合	5	6.1 适应证	51
2.1 绪论	5	6.2 手术技巧	53
2.2 种植体稳定性测定	6	第七章 用于牙槽骨增加的牵 张成骨	55
2.3 种植体在自体移植骨中 的整合	7	7.1 适应证	55
第三章 移植方法	9	7.2 手术技巧	58
3.1 从髂嵴获取移植骨	9	第八章 并发症	59
3.2 从胫骨获取移植骨	11	8.1 移植部位	59
3.3 从颈部获取移植骨	12	8.2 覆盖移植	59
3.4 从下颌角获取移植骨	13	8.3 嵌入移植	60
3.5 从上颌结节获取移植骨	15	第九章 上颌重建术中的骨替 代材料	63
3.6 骨收集器械	16	9.1 骨替代材料	63
第四章 覆盖骨移植	17	第十章 总结与结论	65
4.1 用颗粒状骨进行较小骨 移植	17	参考文献	67
4.2 小块状移植骨	19	更进一步的阅读文献	72
4.3 大块状覆盖移植骨	21		

图片目录

- 图2.1 连接到种植体植入体的传感器，为了能比较不同的种植体，提出了单元种植体稳定系数（ISQ）ISQ对应于50Hz 6
- 图2.2 种植体与移植骨和非移植骨形成骨结合的稳定性评价 8
- 图2.3 同一种种植体的取出扭矩值 8
- 图3.1 移植方法 9
- 图3.2 切开软组织直至髁嵴 10
- 图3.3 撬起髁嵴顶部，以便暴露中层表面 10
- 图3.4 暴露髁骨中间部分 10
- 图3.5 制备移植骨块 10
- 图3.6 松动中层块状移植骨并取出 10
- 图3.7 切取的块状移植骨 11
- 图3.8 连续皮内缝合关闭切口 11
- 图3.9 胫骨移植 11
- 图3.10 胫骨移植骨块 11
- 图3.11 截取块状移植骨及松质骨后的供区 12
- 图3.12 口腔内移植方法 12
- 图3.13 手术暴露双侧颞孔间区域，截取块状移植骨 13
- 图3.14 另一种颞部块状移植骨设计 13
- 图3.15 手术暴露的颞部及用环钻截取移植骨后的供区 13
- 图3.16 通过软、硬组织的矢状缝切口从下颌角截取移植骨 14
- 图3.17 从颊侧劈下块状骨 14
- 图3.18 下牙槽神经位于截取的移植骨的内侧 14
- 图3.19 从下颌角截取的移植骨和从颞部获得的环切骨 14
- 图3.20 用于粉碎移植骨的骨粉碎器 15
- 图3.21 粉碎后的移植骨 15

- 图3.22 用于收集钻孔过程中产生的颗粒移植骨的器具BoneTrap™ 16
- 图4.1 覆盖骨移植 17
- 图4.2 仅余留腭侧皮层的拔牙创面 18
- 图4.3 种植体颊侧大部分螺纹暴露 18
- 图4.4 颗粒状骨及在制备种植部位的过程中用器具BoneTrap™收聚的骨组织，覆盖了种植体 18
- 图4.5 五个月后移植骨愈合，种植体被一层成熟骨覆盖 18
- 图4.6 植入区边缘及鼻骨附近的种植体暴露 18
- 图4.7 暴露的螺纹被BoneTrap™收集的移植骨覆盖 19
- 图4.8 4~5个月移植区已有薄骨板覆盖种植体 19
- 图4.9 小块骨移植 19
- 图4.10 发育不全患者的骨量不足 20
- 图4.11 从颈部截面小块环形移植骨 20
- 图4.12 对移植骨塑形并用螺钉固定 20
- 图4.13 将收集的骨碎屑充填在覆盖移植骨周围 20
- 图4.14 5个月后骨愈合，移植骨已整合，骨吸收很少 20
- 图4.15 移植骨中植入的种植体 20
- 图4.16 覆盖骨移植 21
- 图4.17 上颌骨严重吸收的患者 22
- 图4.18 在进行整个上颌骨覆盖性块状骨移植之前做前庭沟切口 22
- 图4.19 暴露骨性上颌骨，小心翻起鼻黏膜 22
- 图4.20 从髂嵴下部的髂骨处获取马蹄形移植骨 22
- 图4.21 修整移植骨，使其各部位与牙槽嵴贴合 22
- 图4.22 用连接到颧骨的丙烯酸树脂扩张器轻压软组织 23
- 图4.23 延伸丙烯酸树脂片的后牙部位，以避免对移植区域造成创伤 23
- 图4.24 通过同期植入种植体可将覆盖移植骨固定到牙槽嵴上 23
- 图4.25 注意去除移植骨的尖锐边缘 23
- 图4.26 连续缝合关闭切口 23
- 图4.27 10天后软组织愈合 23

- 图4.28 位于上颌骨内的种植体 24
- 图4.29 移植骨及种植体的X线照片 24
- 图4.30 愈合6个月后的移植骨及种植体 24
- 图4.31 一年后作义齿修复 24
- 图4.32 用骨缝合法移植示意图 25
- 图4.33 创伤造成上颌骨右后部牙槽嵴缺损 25
- 图4.34 口内情况 25
- 图4.35 通过种植体将取自髂骨的块状覆盖移植骨固定到剩余骨上 25
- 图4.36 术后X线显示移植骨发生脱矿，种植体好像没有支持骨 26
- 图4.37 一年后可清晰看到移植骨外形 26
- 图4.38 牙槽嵴顶骨撑开术 26
- 图5.1 嵌入性骨移植 27
- 图5.2 鼻底部嵌入移植 28
- 图5.3 小心翻起鼻腔黏膜 28
- 图5.4 将移植骨压入鼻腔黏膜下 28
- 图5.5 牙槽突的骨性高度增高了5~6mm 28
- 图5.6 鼻部嵌入移植联合薄牙槽嵴覆盖移植 28
- 图5.7 局部上颌窦提升 30
- 图5.8 口内X线显示16号牙拔除后剩余骨高度 31
- 图5.9 手术暴露牙槽嵴 31
- 图5.10 开窗，同时顶起上颌窦黏膜并植入种植体 31
- 图5.11 拔除第二前磨牙后拔牙部位的X线片 31
- 图5.12 X线片显示的种植体位置 31
- 图5.13 术后一年，X线片显示移植骨的改建 31
- 图5.14 翻起黏骨膜瓣，去除靠近上颌窦黏膜的骨组织 32
- 图5.15 植插入的种植体将上颌窦黏膜顶起 32
- 图5.16 将由BoneTrap™收集的骨材料充填到种植体暴露部分的周围 32
- 图5.17 种植体植入后的X线片，种植体的一半位于上颌窦腔内 32
- 图5.18 4个月后切开进行基台连接，可见骨愈合令人满意 32

- 图5.19 一期移植 33
- 图5.20 翻起上颌骨后部黏骨膜瓣，按照开窗技术用圆钻截骨 34
- 图5.21 翻起上颌窦黏膜，使开窗处骨形成部分骨折 34
- 图5.22 翻起开窗处骨及上颌窦黏膜，为移植骨形成上颌窦 34
- 图5.23 将从髂嵴处取得的移植骨（皮质骨及松质骨）充填到隐窝处，并植入种植体 34
- 图5.24 移植骨和种植体与上颌窦黏膜及开窗情况的关系 34
- 图5.25 缝合组织瓣。注意切口位于牙槽嵴腭侧 34
- 图5.26 6个月后骨愈合 34
- 图5.27 二期方法 35
- 图5.28 上颌左侧后牙缺失的患者 35
- 图5.29 全口曲面断层片显示左侧上颌窦骨量不足 35
- 图5.30 用从髂嵴获取的移植骨进行上颌窦提升。采用骨缝合法将移植骨固定。按覆盖移植情况开窗 35
- 图5.31 软组织未完全愈合 35
- 图5.32 X线显示的骨移植物的位置 36
- 图5.33 断层X线显示增加的骨量 36
- 图5.34 愈合4个月后 36
- 图5.35 在移植骨内利用外科导板进行定位 36
- 图5.36 位于移植骨中的种植体断层片 37
- 图5.37 X线片移植骨骨量充足 37
- 图5.38 最终的修复效果 37
- 图5.39 用于上颌窦提升术的骨窗位于右上颌后部 37
- 图5.40 在骨窗之下形成一空隙，上颌窦黏膜在骨窗顶部 37
- 图5.41 将颗粒状移植骨充填至骨窗下方 38
- 图5.42 愈合4个月后将种植体植入 38
- 图5.43 连接到右上颌后部种植体的桥修复体 38
- 图5.44 上颌骨右后部X线片显示上颌窦腔占据牙槽突的程度 38
- 图5.45 断层X线照片显示剩余骨量 39

- 图5.46 移植骨就位并结扎后的断层X线片 39
- 图5.47 全景X线照片显示移骨植重建了右侧后部上颌骨 39
- 图5.48 4个月后移植材料的骨性融合 40
- 图5.49 种植部位的预备及导向钉 40
- 图5.50 植入移植骨内的种植体 40
- 图5.51 有4个种植体支持的桥修复体 40
- 图5.52 X线片显示种植体的位置 40
- 图5.53 上颌骨右侧后部的骨窗 41
- 图5.54 骨窗的不全骨折及翻起上颌窦黏膜 41
- 图5.55 取自右下颌角（皮质骨）的移植骨充填在骨窗及上颌窦黏膜下。以骨缝合术缝合移植材料 41
- 图5.56 用颗粒状骨充填皮质移植骨下的间隙 41
- 图5.57 通过缝合将移植骨固定 41
- 图5.58 以截骨技术进行上颌窦冲顶 42
- 图5.59 上颌截骨术 43
- 图5.60 上颌骨重度萎缩 43
- 图5.61 标记前庭切口 43
- 图5.62 翻起黏骨膜瓣，暴露鼻（注意鼻腔底与牙槽嵴处于同一水平） 44
- 图5.63 将严重吸收的菲薄上颌骨向下折断，暴露上颌窦腔和鼻腔底 44
- 图5.64 将从髂嵴获取的移植骨放入上颌窦腔及鼻腔底，并用骨缝合法固定 44
- 图5.65 将上颌骨向前、向下调整位置，并用两片钢板在鼻孔两侧分别固定 44
- 图5.66 连续缝合关闭前庭切口 44
- 图5.67 两周后软组织愈合 44
- 图5.68 术前头颅侧位片 45
- 图5.69 植骨及上颌骨前徙后头颅侧位片 45
- 图5.70 向下折断的上颌骨中的植骨及骨缝合 45
- 图5.71 在鼻腔两侧用钢板固定移植后的上颌骨 45
- 图5.72 全景X线照片显示重度吸收的上颌骨 45
- 图5.73 头颅侧位片进一步说明上颌骨骨量不足及患者为反颌 45

- 图5.74 经过Le Fort I型截骨术、插入骨移植及上颌前徙后的头颅侧位片 46
- 图5.75 骨移植愈合4~5个月后的临床照片 46
- 图5.76 移植手术后全景X线照片 46
- 图5.77 上颌骨植骨后植入种植体 46
- 图5.78 前徙的上颌骨的头颅侧位片, 上颌骨内植有种植体 46
- 图5.79 高种植体位置全景X线照片 47
- 图5.80 上颌剩余牙列患有进展性牙周病及龋病的患者的全景X线照片。注意前牙的创伤性缺失 47
- 图5.81 头颅侧位片显示患者反颌, 部分原因由创伤性损伤引起 47
- 图5.82 上颌前徙截骨术及插入骨移植后的情况 47
- 图5.83 种植桥修复 48
- 图5.84 种植修复后全景X线片 48
- 图5.85 义齿修复后的临床情况 48
- 图5.86 上颌骨几乎完全缺如的病例。头颅侧位X线片显示严重后缩的上颌骨 49
- 图5.87a X线断层片显示上颌窦腔下骨质缺如 49
- 图5.87b 骨移植后同一个位置的X线片 49
- 图5.88 骨移植后的全景X线照片 50
- 图5.89 骨移植后的头颅侧位片显示垂直关系得到改善 50
- 图5.90 义齿修复后的患者 50
- 图5.91 桥体修复后的临床照片 50
- 图6.1 骨段截骨术 51
- 图6.2 上颌前牙区域创伤性损伤所致牙齿及牙槽骨缺失 51
- 图6.3 全景X线照片情况 51
- 图6.4 采用前庭切口, 暴露牙槽突, 并对缺牙部分进行骨段截骨术 52
- 图6.5 将从颈部切取的移植骨填入截骨间隙中, 以增高牙槽嵴 52
- 图6.6 头颅侧位片显示骨移植部位 52
- 图6.7 升高的牙槽嵴植入种植体 52
- 图6.8 用从器具BoneTrap™收集的骨组织填平骨表面 52
- 图6.9 全景X线照片显示种植体就位情况 53

- 图6.10 患有纤维发育异常的患者，其上颌后部无牙区已经增高，妨碍了𬌗修复 53
- 图6.11 全景X线照片显示下颌牙列与对颌牙槽嵴间已无间隙 54
- 图6.12 通过手术将骨段向内突入，并植入种植体 54
- 图6.13 同时进行骨移植的骨段截骨术 54
- 图7.1 骨牵张 55
- 图7.2 创伤所致牙齿缺失及骨缺损患者的临床情况 55
- 图7.3 做前庭切口并暴露牙槽突 55
- 图7.4 用薄刃摆锯进行部分截骨 56
- 图7.5 用薄钢板（制动板及牵张板）固定被截骨及牙槽突基部。将牵张螺丝旋入并穿透截骨断 56
- 图7.6 愈合期后临床情况 56
- 图7.7 牵张一周后被截骨断升高 56
- 图7.8 牵张后最终情况 56
- 图7.9 植入种植体 56
- 图7.10 X线照片显示种植体情况 57
- 图7.11 桥体修复后 57
- 图7.12 牵张前的X线断层照片 57
- 图7.13 X线断层照片显示牵张成骨7~8mm 57
- 图7.14 骨牵张技术 58
- 图8.1 大面积覆盖移植骨部分暴露。二期愈合过程中有部分移植材料缺失 60
- 图8.2 义齿性创伤导致愈合帽及种植体部分暴露 61
- 图8.3 与上颌窦移植后牙槽嵴切口裂开 61
- 图8.4 上颌窦提升术后上颌窦炎，伴有瘘口形成 61
- 图8.5 上颌窦移植骨分离 61
- 图9.1 种植体植入后周围骨量不足的患者 63
- 图9.2 Bio-Oss® 颗粒被用来改善稳定性，并增加牙槽嵴宽度 63

第一章 骨的生物学原理

1.1 历史

骨缺损的修补及修复历史悠久。早在公元前3000年印加史前的外科医生就使用金和银的板及薄片作为移植材料来修补颅骨上的钻孔。环钻术是已知最古老的外科发明，它用于去除颅骨上的圆环形骨。Philip Von walter博士因第一个使用自体移植骨修复颅骨环钻术后的骨缺损而于1821年获得荣誉。术语“自体移植骨”意味着在同一个体内将骨组织从一个部位移植到另一部位。自从1920年以来，骨移植已成为一项常用的外科技术。

1.2 适应证和术语

当有如下需要时可以考虑使用移植骨：替换缺失骨、促进骨的形成、以便修复其外形及功能。在上个世纪，已有许多种类的材料被用于和被试用于替换缺失骨，例如：库骨（同种异体移植骨，来自同种属许多个体的骨）、异种移植骨（来自其他种属的骨）、陶瓷（如羟基磷灰石）、金属、珊瑚及塑料。然而，新鲜自体松质骨及皮质骨仍然是当今应用最广泛的材料，并且在骨移植及其他骨再生方法中被认为是“金本位”（译者注：金本位是以黄金为本位货币的货币制度，在此意指“基准”。）与同种异体移植骨及异种移植骨相比，自体移植骨具有优越的成骨能力，而且由于来自患者自身体内，因此被排斥的风险被减至最小。

1.3 取骨部位

用的最多的供骨部位是髂嵴。该部位一般可为颌面部各种不同重建目的提供足够量的皮质骨和松质骨。其他部位尽管不常用，但也可供骨，如胫骨、腓骨及肋骨。当只需要少量骨时，可从颈部或下颌骨升支前面取骨。但是，这两个部位只能提供密质骨。

骨移植物有两种类型:游离血管化骨(即移植骨有血管与植入部位血管相连)和游离非血管化骨。血管化移植骨具有较高的存活机会,但另一方面,这一类型骨移植更费时,造价更高。

1.4 愈合原理及成功因素

骨移植术的成功取决于许多因素。其中首要的是移植骨本身的生物学活性,也就是活细胞数量及其细胞产物,包括储存于基质中的蛋白质;第二个因素是移植骨植入部位组织成骨的能力;第三个因素应当是移植骨支持及促进宿主植入部位周围组织所形成的新骨的生长。非血管化移植骨也完全依赖于植入部位周围组织来血管化。

另一个影响移植成功的重要因素是植入部位的力学性能。移植骨与宿主组织间界面处的反应可危及随后移植骨的再血管化。综合起来,骨移植的成功取决于具有一定顺序的细胞、生物化学及生物力学的行为。如果这一连续行为中的任何一个出现问题,或者发生顺序出现问题,则移植骨就不会成活。

在移植骨融合过程中,这些活动的发生顺序与骨折愈合过程相仿。骨折和骨移植都导致了局部血管的损伤,伴随着出血及血肿形成。血肿的形成激活了血液凝固系统,随后血凝块纤维化。在随后的7d内,将出现炎性反应,表现为嗜中性细胞、淋巴细胞及浆细胞浸润地急性炎性过程。也可观察到一些新生血管向其内生长。

在骨移植后第一周的后几天,一种并行进程将开始:血凝块机化并转化为纤维性肉芽组织,后者将移植骨与受体骨结合。肉芽组织也吸引诸如巨噬细胞及多核巨细胞这样的吞噬性炎性细胞,以及破骨细胞,以去除死骨及碎屑。

在骨移植后的前两周,对于移植的皮质骨及松质骨的反应差异较小,主要差异表现在再血管化。移植松质骨可全部或至少部分在植入后数小时内再血管化,主要是由于损伤的宿主血管与移植骨血管间的吻合,当然也因为开放的骨髓腔整个都发生了再血管化,其中多位于松质骨。移植松质骨完全的再血管化可在两周内完成。相比之下,移植皮质骨的再血管化要慢得多。两周时,移植皮质骨内因破骨细胞的作用而形成穿透性通道,使得随后的新生血管可向其内生长,这一生长过程在第六周将逐渐停止。

由于破骨细胞会造成穿透性通道,所以移植的皮质骨的物理强度大约只有受区骨强度的50%。至少在移植后的第一年,植入骨的强度仍将下降。随后移植骨的

强度会变得与受区骨组织一样。移植皮质骨颗粒并非全部被受植部位的宿主骨替代，但是，在移植后的第一年内移植的松质骨将被新生骨所取代。

1.5 展望未来

在过去的二十年间，组织工程和组织再生取得了长足的发展（参见Zellin1998年的综述）。基因技术使得我们能够确定骨形成及转化中涉及的生长因子及其他蛋白质的成份顺序。骨形成蛋白（BMPs）是一组蛋白质，它们本身能够再生骨骼组织并可在动物及人体内诱导新骨形成。BMPs和其他可能有关的生长因子是蛋白质，因此需要一种载体蛋白来激活其植入组织后短时间失活。该载体必须设计成能间断地释放蛋白质，随后能相对快地降解，并且尽可能地不引起组织反应。符合这些要求的载体目前尚未发现，但是，当这一载体可能实现时，这一新技术可减少对骨移植技术的需要，进而减少供区并发症和患者不适的风险，并且可减少费用。

