

口腔正畸学的临床基础

张 丁 主编

傅民魁 审校

中国医药科技出版社

口腔正畸学的临床基础

张 丁 主编
傅民魁 审校

中国医药科技出版社

登记证号：(京) 075 号

内 容 简 介

本书共分为骨学篇、功能篇、生物力学及材料学篇、生长发育篇四部分。内容不仅涵盖口腔正畸学基础研究的所有领域，还涉及到殆学、口腔材料学、语音学等内容，为读者提高正畸临床矫治水平，开拓视野，提供了必要的知识。本书作者均为北京医科大学口腔医学院的博士、硕士，他们掌握目前国际上的最新研究动态，对所研究的内容有独到的见解。同时本书作者又全都是临床医生，十分清楚临床中的常见问题，所述内容紧密结合临床，旨在解决临床实际问题。本书主要是面向具有一定临床经验的正畸医师，愿意从事正畸治疗的口腔医师，以及口腔系高年级的大学本科、研究生。

图书在版编目 (CIP) 数据

口腔正畸学的临床基础/张丁主编. —北京：中国医药科技出版社，1999. 12

ISBN 7-5067-2202-X

I. 口... II. 李... III. 口腔颌面部疾病-畸形-矫形外科学 IV. R783

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 55000 号

中国医药科技出版社 出版

(北京市海淀区文慧园北路甲 22 号)

(邮政编码 100088)

保定市时代印刷厂 印刷

全国各地新华书店 经销

*

开本 787×1092mm¹/₁₆ 印张 1.3

字数 291 千字 印数 1—5000

2000 年 2 月第 1 版 2000 年 2 月第 1 次印刷

定价：30.00 元

主编	张 丁		
编者	卢海平	刘大为	李巍然
	张兴中	周彦恒	胡 炜
	徐宝华	袁 虹	谭 京

作者简介



张丁，女，1963年11月出生于北京。1981年考入北京医科大学口腔系，1987年毕业获学士学位，同年考入北京医科大学口腔正畸科，成为傅民魁教授的临床研究生，1991年毕业获博士学位。毕业后留校工作，1992年获日本昭和大学国际交流基金资助，先后在矫正科和口腔生化教研室进修两年。1994年转赴美国 Connecticut 州立大学从事博士后研究工作，1996年回国。现为北医大口腔正畸科常务副主任、副教授。

曾获得1994年美国骨与矿化研究会青年研究者奖以及卫生部和国家教委、霍英东教育基金和中华医学基金奖4项，发表论文30余篇。参加了《现代口腔正畸学》第三版、全国

统编教材《口腔生物学》第一版等5本参考书的编写。

序一

口腔正畸学和口腔医学乃至整个医学一样，都曾经是技艺。在临床上，当口腔正畸医师使用金属丝、托槽片和技工钳去移动牙齿时，她确实不像临床医生那样开处方和用手术刀，她更为技艺。然而，这只是浮出水面冰山之顶。支持这个冰山之顶的基础是口腔医学、医学和自然科学。

口腔正畸学曾经走过了以单纯矫正错殆畸形、改变牙列形态的发展阶段。近几十年来，她又发展到以正畸为手段去矫治牙周病、颞下颌关节病、联合正颌外科矫治颌骨畸形、唇腭裂畸形的矫治、阻塞性睡眠呼吸整体综合征这样属于内科呼吸系统的疾病，口腔正畸学已经不完全是传统学科上的牙科，而是越来越口腔医学，越来越医学。

现代科学和医学的发展，学科间越来越互相渗透，已经没有不变的固定的界限。口腔研究工作者研究颞下颌关节病，研究唇腭裂，研究打鼾及呼吸紊乱性疾病。其中许多专家对颅面生长发育，对骨学从分子生物学的水平贡献出优秀成果。这些基础研究也和其他学科的研究融合了。

本书主编张丁博士正是在口腔正畸学迅速发展时期成长起来的优秀研究工作者，研究工作处在口腔正畸基础领域的前沿。她和其他年青的编者一起共同编写的“口腔正畸学的临床基础”一书正是反映了当前中国口腔正畸学发展的前沿，是中国口腔正畸学的研究进入分子生物学水平的标志。本书的出版丰富了口腔正畸学理论基础，充实了学科基础内容，它将促进口腔临床矫治水平和提高治疗效果，是值得推荐的一本好书。

张震康

1999年11月

序二

口腔正畸学作为独立的学科体系已有一个世纪，在中国也已有半个世纪的历史，近20年来口腔正畸在中国的发展可以说是突飞猛进，并且有着十分光明的前景。

我国口腔正畸学科的奠基人，我的导师毛燮均教授在中国口腔正畸发展之初已指出，口腔正畸不只是单纯的矫正技艺，而是有着深广的生物学内涵的科学。近年来口腔正畸学的研究和发展，已从原先偏重于矫治技术方面趋于并重与基础科学结合研究。如对牙齿移动的骨生物学、生物力学、颅面生长发育的分子水平研究，计算机高科技学在正畸学科领域的研究，从而促进了正畸学科的发展，显示了口腔正畸研究发展中的科学基础。

口腔正畸博士张丁，正是在以上所述的现今口腔正畸研究发展趋势的情况下出版了这本专著，其中包括的骨学、口颌系统功能、生物力学、生长发育的内容都是口腔正畸的重要科学基础。近年来国内已出版了不少优秀的口腔正畸专著和译著，但大都是以临床矫治技术为主要内容，面对口腔正畸科学基础的专著则很少，本书给我们带来了耳目一新的感觉。本书各章节的内容除了反映当前这一领域的研究进展外，还有许多内容是主编及各位编委的研究结果，即是中国学者自己的研究成果，这些也成为本书的一个重要特点。

张丁副教授在她攻读口腔正畸博士研究生及在日本、美国作博士后研究期间，在学习、医疗、研究诸方面均表现优秀。在美国工作时获得国际青年优秀学术奖，其他编委也多经过了口腔正畸的博士研究生教育，这些也成为本书能够立意编写、努力完成的基础。

相信本书的出版将给口腔正畸医师和研究生提供丰富的口腔正畸科学基础知识，同时对提高口腔正畸临床水平有所帮助。

最后祝愿本书主编及全体编委们在发展我国口腔正畸的道路上，不断进取，茁壮成长。

傅民魁

1999. 11 于北京医科大学口腔医学院

目 录

骨 学 篇

第一章 与正畸牙移动有关的牙周组织结构及生物学特征	
一、牙槽骨的组织形态特点	(3)
二、牙槽骨的生物特征	(3)
三、牙周其他钙化组织——牙骨质	(4)
四、牙周膜	(4)
五、骨细胞的种类及功能	(6)
六、研究骨组织代谢在口腔医学中的意义	(7)
第二章 导致牙周组织改建的细胞学基础	
一、成骨细胞	(9)
二、骨细胞	(9)
三、破骨细胞	(10)
四、骨细胞表面的附着分子	(13)
五、成骨细胞与破骨细胞的关系	(14)
第三章 影响牙周组织改建的生物学因素	
一、花生四烯酸代谢产物在正畸牙齿移动中的作用	(17)
二、第二信号系统在细胞代谢组织改建中的作用	(19)
三、骨组织改建的局部调节因子	(21)
第四章 机械力在牙周组织改建中的作用	
一、机械力对牙周组织、细胞生物学行为的影响	(24)
二、机械力引起细胞骨架的改变	(24)
三、机械力引起骨组织中基因表达的改变	(25)
第五章 关于牙齿移动生物学的实验研究	
一、生长发育预测	(26)
二、临床指标检测	(26)
三、各种骨细胞培养	(26)
四、离体状态骨吸收的评价	(31)

功 能 篇

第六章 验学	
一、肌肉	(37)
二、下颌运动	(38)

三、殆与颌位关系·····	(41)
第七章 口腔语音功能和错殆畸形的关系	
一、语音的组成·····	(47)
二、口腔语音功能·····	(47)
三、错殆畸形对语音功能的影响·····	(48)
四、错殆畸形患者的发音代偿·····	(49)
五、错殆畸形治疗后语音功能的变化·····	(49)
第八章 口腔吞咽功能的研究	
一、正常吞咽和异常吞咽·····	(51)
二、吞咽研究方法的进展·····	(52)
三、异常吞咽与错殆畸形·····	(54)
四、关于吞咽时舌尖与口腔前部的接触问题·····	(57)
第九章 咀嚼效能的研究	
一、咀嚼效能研究进展·····	(59)
二、咀嚼效能测试物的选择·····	(61)
三、影响咀嚼效能的因素·····	(61)
四、咀嚼效能高低与牙列状况的关系·····	(62)
五、错殆畸形与咀嚼效能的关系·····	(63)
六、咀嚼效能与性别关系·····	(69)
七、咀嚼效能与咀嚼次数的关系·····	(69)
第十章 口周肌压力与错殆畸形	
一、口周肌肉的解剖结构·····	(71)
二、口周肌压力的研究方法·····	(71)
三、影响口周肌压力的一些相关因素·····	(74)
四、计算机口颌肌压力测试系统的组成·····	(76)
五、正常口周肌压力的研究·····	(80)
六、口周肌压力与错殆畸形的相关性研究·····	(82)
七、口周肌压力研究对临床工作的指导意义·····	(85)
八、口周肌压力的发展前景与展望·····	(86)
第十一章 肌电图在口腔中的应用	
一、肌电图仪·····	(88)
二、正常咀嚼肌肌电图·····	(92)
三、咀嚼肌异常肌电活动·····	(97)
第十二章 下颌运动与口腔正畸学	
一、概述·····	(102)
二、影响下颌运动的因素·····	(102)
三、下颌运动的类型与范围·····	(103)
四、下颌运动研究在口腔正畸学中的应用·····	(107)

五、常见错殆畸形的下颌运动轨迹特征·····	(109)
六、错殆畸形的功能学检查与分类·····	(115)
七、错殆畸形与下颌运动轨迹特征的关系·····	(116)

生物力学及材料学篇

第十三章 生物力学与口腔正畸学

一、生物力学的概念和基本情况·····	(119)
二、生物力学在口腔正畸学中的地位·····	(121)

第十四章 生物力学研究的方法

一、生物力学研究的基本过程如下·····	(121)
二、生物力学研究的方法·····	(120)
三、关于口腔正畸生物力学研究的方法·····	(125)

第十五章 生物力学在口腔正畸生物力学研究中的应用

一、牙齿及颌骨在矫治力作用下瞬间转动中心 (Center of Rotation) 位置的研究·····	(126)
二、矫治力作用下牙周组织应力的研究·····	(128)
三、矫治器力学性能的分析·····	(130)
四、其他·····	(132)

第十六章 磁学在口腔正畸中的应用

一、起源与沿革·····	(134)
二、磁性材料及其理化特性·····	(135)
三、永磁体间相互作用的应用力学特性·····	(140)
四、磁场的性质与特点·····	(142)
五、磁力与磁场在口腔正畸临床中的应用·····	(145)
六、磁力研究及应用中存在的问题以及未来的发展方向·····	(151)

第十七章 口腔正畸粘接材料

一、正畸粘接材料的发展历史·····	(153)
二、正畸粘接材料的种类及应用·····	(153)
三、口腔粘接材料的组成·····	(154)
四、正畸粘接材料的性能·····	(154)

生长发育篇

第十八章 颌面生长发育的基本概念

第十九章 生长发育的主要研究方法

一、直接测量·····	(163)
二、间接测量·····	(165)

第二十章 颌面生长发育理论

一、生长部位和生长中心·····	(168)
------------------	-------

二、Moss 功能基质理论	(171)
三、Van Limborgh 颌面生长观点	(172)
四、控制信使	(173)
五、其他理论	(174)
第二十一章 生长发育状态的评价	
一、手腕骨片的骨成熟评价	(175)
二、颈椎用于骨成熟评价	(180)
第二十二章 颌面部的生长发育研究进展	
一、颌面生长发育纵向研究	(182)
二、颌面生长发育 X 线头影测量纵向研究的进展	(183)
第二十三章 颌面生长发育在口腔正畸临床中的应用	
一、生长改形	(188)
二、颌面生长发育和保持治疗	(192)

骨 学 篇

第一章 与正畸牙移动有关的牙周 组织结构及生物学特征

牙位于牙槽窝中，通过牙周膜与牙槽骨相连。牙周膜为纤维性结缔组织，主要由胶原纤维构成，其主纤维束一端埋入牙槽骨，另一端埋入牙骨质内。牙槽骨的健康状况直接影响到牙齿的存留。

一、牙槽骨的组织形态特点

牙槽骨是颌骨包围牙根的突起部分，又称之为牙槽突。按照解剖部位可分为固有牙槽骨、皮质骨和松质骨。

(一) 固有牙槽骨

固有牙槽骨 (alveolar bone proper) 是牙槽骨的内壁，又称筛状板，围绕于牙根周围，与牙周韧带相邻。它是一层多孔的骨板，牙周韧带的血管、神经通过筛状板的小孔而与骨髓腔相通。固有牙槽骨属于致密骨，固有牙槽骨靠近牙周韧带的表面由平行骨板和来自牙周韧带的穿通纤维所构成，骨板的排列方向与牙槽骨内壁平行，而与穿通纤维垂直。这些含穿通纤维的骨板称为束状骨 (bundle bone)。在深部，靠近骨髓侧的骨板由哈弗系统所构成。哈弗系统中央的细管为哈弗管，管的外周有几层骨板呈同心圆排列。研究表明，致密的齿槽骨会使骨吸收过程延长，束状骨比层状骨更易被吸收，当束状骨吸收以后，层板状骨常由于缺少破骨细胞致使吸收被延迟。

(二) 皮质骨

皮质骨 (cortical bone) 位于牙槽骨的外层，和固有牙槽骨一样是致密骨。骨的外表面是平行骨板，深部为哈弗系统。

(三) 松质骨

松质骨 (sponge bone) 介于固有牙槽骨和皮质骨之间，由骨小梁和骨髓所构成。骨小梁的排列方向常与咀嚼压力相适应，骨小梁的粗细和多少与牙齿功能有关。骨髓腔为血管、神经所在部位，内部小的骨髓腔常常被深染的纤维层所覆盖，破骨细胞不易形成，潜掘性的骨吸收只能从骨的表面进行。

二、牙槽骨的生物特征

骨组织是高度特异性的结缔组织，其胞外基质钙化，化学成分 70% 为矿化物质，22% 为蛋白质，8% 为水分。有机基质中 95% 为 I 型胶原，另外 5% 由蛋白糖原和多种非胶原蛋白构成。在细胞控制下，骨的有机基质由钙和磷以羟基磷灰石的形式沉积。

从形态上划分，骨主要有两种形式，皮质骨 (致密骨) 和松质骨 (海绵状骨)。皮质骨由致密排列的胶原原纤维形成同心圆状的层板骨，胶原原纤维在相邻的层板之间垂直排列。松质骨的基质疏松多孔。松质骨与皮质骨在结构和功能上都存在区别，皮质骨

起机械支撑和保护作用,而松质骨具有代谢功能。

从胚胎发育的角度,颌骨属于扁骨,是膜内化骨。其胚胎发育过程不同于长骨,没有经过软骨钙化阶段,而是在最初形成的致密胚胎性结缔组织膜上由一个或多个骨化中心钙化而成。由于其胚胎发育过程与身体的主要承重骨——长骨不同,因此颌面骨骼又有其特殊性。

牙槽骨是高度可塑性组织,也是全身骨骼中变化最活跃的部分,它的变化与牙齿的发育和萌出、乳牙替换、恒牙移动和咀嚼功能均有关系。在牙齿萌出和移动的过程中,受压力侧的牙槽骨骨质发生吸收,而牵引侧的牙槽骨骨质新生。临床上即利用此原理进行牙齿错殆畸形的矫治。生理状态下,牙齿因殆面磨耗及邻接面的磨耗而不断发生生理性的移位,牙槽骨也随之不断地进行着吸收和增生的改建。不同部位的牙槽骨其结构不尽相同,上颌牙槽骨的唇侧面骨皮质很薄,而且有许多血管神经穿过;下颌牙槽骨唇侧面骨皮质厚而致密,特别是外斜线所在部位,血管神经又少,相对组织改建缓慢,这样在进行牙齿移动或扩弓时,上下颌牙齿的移动就有差别。此外,个体差异及增龄变化也会对牙槽骨代谢的活跃程度产生影响,从而影响牙齿移动。

三、牙周其他钙化组织——牙骨质

牙骨质属于牙体组织,覆盖在牙根表面,与牙周膜、牙槽骨的关系十分密切,牙骨质的硬度与骨接近,化学组成45%~50%为无机盐,50%~55%为有机物和水。无机成分主要以羟基磷灰石形式存在,有机成分主要为胶原和粘多糖。

与骨组织相似,牙骨质的钙化基质呈层板状排列,其陷窝内有牙骨质细胞。在生理状态下,牙骨质有不断新生的特点。埋入牙骨质中的牙周膜纤维可因牙齿功能的需要而发生改变和更替,新形成的牙周膜纤维可由于新的牙骨质沉积而附丽于牙齿,代替老的纤维。另外,对于根表面小范围的吸收或牙骨质折裂,也可通过新的牙骨质沉积而修复。牙齿切缘及殆面的磨耗也由于根尖牙骨质的继续沉积而得到补偿。

由于压迫、根尖病变、不适当的正畸力以及一些不明的原因,可以导致牙骨质的吸收。吸收早期可见牙骨质表面出现小凹陷,呈蚕食状,凹陷内偶见破骨细胞,多数情况下可见到修复性的牙骨质沉积于吸收陷窝内,严重者可以出现牙根完全吸收,牙齿脱落。

四、牙周膜

牙周膜又称为牙周韧带(periodontal ligament),是位于牙根和牙槽骨之间的结缔组织,主要连接牙齿和牙槽骨,使牙齿得以固定于牙槽骨内并可调节牙齿所承受的咀嚼压力,具有悬韧带作用(图1-1)。牙周膜中的细胞成分是细胞激肽(cytokine)等生物活性物质的主要来源,对牙周组织的改建起重要的调节作用。

(一) 牙周纤维

牙周膜是纤维性结缔组织,由细胞、纤维及基质组成,在牙周膜内分布着血管、淋巴及神经,并有牙齿形成中的上皮剩余。牙周膜内的纤维主要为胶原纤维,少量弹性纤维只见于血管壁。主纤维束一端埋在牙骨质中,另一端埋在牙槽骨中,称为夏白纤维(sharpey's fiber)。

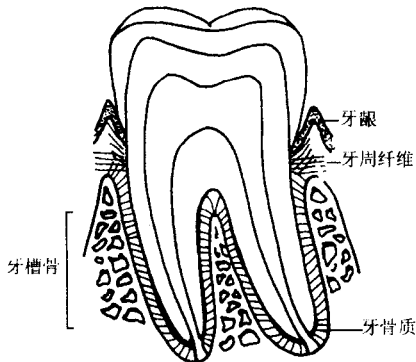


图 1-1 牙周组织形态

牙周膜对于不同正畸技术的反应以及治疗后的稳定性是正畸学中的基本问题，正畸治疗所引起的牙齿移动及牙齿移动到理想位置后的保持与牙周膜的改建关系密切。与创伤愈合相似，正畸过程中，牙周膜进行大量的组织改建。在不同方向的矫治力作用下，牙周膜中出现张力区和压力区。在压力区，牙槽骨发生弹性及塑性形变，导致牙周膜中的循环受到干扰，出现缺血、变性、坏死等现象，形成玻璃样变区，巨噬细胞清除玻璃样变区变性坏死的组织及胶原，破骨细胞吸收骨组织，形成蚕蚀状骨吸收陷窝在张力区大量成纤维细胞活跃，形成新的胶原纤维，成骨细胞在骨的表面形成类骨质，电镜显示胶原纤维的直径明显降低。

牙周膜中，存在多种胶原，目前已发现 I、Ⅲ、V、VI、Ⅻ和Ⅺ型。I 型胶原形成坚固的纤维附着于牙骨质和齿槽骨，是使牙周膜具备弹性，抵抗咬合力的细胞学基础。Ⅲ型胶原形成纤细的纤维原，主要是提供组织弹性。V 型胶原覆盖在 I、Ⅲ型胶原的表面，加强细胞的附着和牵拉。VI 型胶原为很短的纤维原，联结于 I 型Ⅲ型胶原之间。Ⅻ型胶原主要是起胶原与细胞外基质间联结的桥梁作用。Bumann 通过对接受正畸治疗患者的牙周膜细胞进行酶联免疫分析 (ELISA) 发现，压力侧 I、Ⅲ、V、VI 型胶原的合成均明显增加；相反，张力侧胶原合成作用并不明显，说明压力侧除了牙槽骨的改建，随着玻璃样变消失，牙周膜的改建也十分活跃。

(二) 牙周膜中的重要细胞成分

牙周膜内存在多种细胞，某些细胞具备向牙骨质细胞和成骨细胞分化的潜能，成纤维细胞可以分泌基质合成胶原，因此，牙周膜自身具备牙周再生能力。

1. 成纤维细胞

成纤维细胞是牙周膜中的主要细胞，位于纤维和基质之间，其功能是分泌胶原，合成基质。①成纤维细胞可以产生某些细胞激肽。免疫组化证明，受正畸力作用之后，牙周组织中前列腺素 E (prostaglandin E, PGE)、白细胞介素 1 β (interleukin 1 β , IL-1 β) 的含量增加，使体外培养的人牙周膜细胞发生机械形变可使其培养上清液中 PGE 的含量增加。②成纤维细胞又受到细胞激肽的调节。已证明体外培养的人牙周膜细胞上存在 IL-1 β 的受体，IL-1 α 、IL-1 β 、肿瘤坏死因子 (TNF)、干扰素这四种生物因子均可使体外培养的人牙周膜成纤维细胞产生 PGE，并使胞内的 cAMP 水平升高。

2. 成骨细胞前体

牙周膜细胞内存在成骨细胞前体，正畸力可诱导局部牙周膜中的成骨细胞前体向成熟成骨细胞分化，离体培养的牙周膜细胞在 1, 25-(OH) $_2$ 维生素 D $_3$ 的诱导下，出现成骨细胞的特征，可合成骨基质蛋白，表达碱性磷酸酶，骨桥蛋白 (osteopontin) 可以在体外形成钙化结节。

(三) 基质

在牙周膜中，细胞、纤维、血管及神经之间的空隙均为基质所充满，基质的主要成

分为粘蛋白和糖蛋白。

(四) 牙周膜的生物学特性

牙周膜是多种重要细胞的来源,从结构和功能上看,牙周膜可以说是牙骨质与固有牙槽骨的骨膜,其中成纤维细胞对牙周膜胶原纤维的生成和更新起着重要作用,成骨细胞产生新骨,使新生的牙周膜纤维得以重新附着,保持牙齿与牙周的正常联系。成牙骨质细胞可以形成新的牙骨质,对牙骨质的修复起作用。

五、骨细胞的种类及功能

骨组织由四种细胞构成(图1-2),成骨细胞、破骨细胞、骨衬里细胞都存在于骨的表面,而骨细胞则渗透在钙化的骨基质中。成骨细胞、骨衬里细胞和骨细胞都来源于局部骨生成细胞,而破骨细胞则是由造血组织中的单核细胞融合而成。

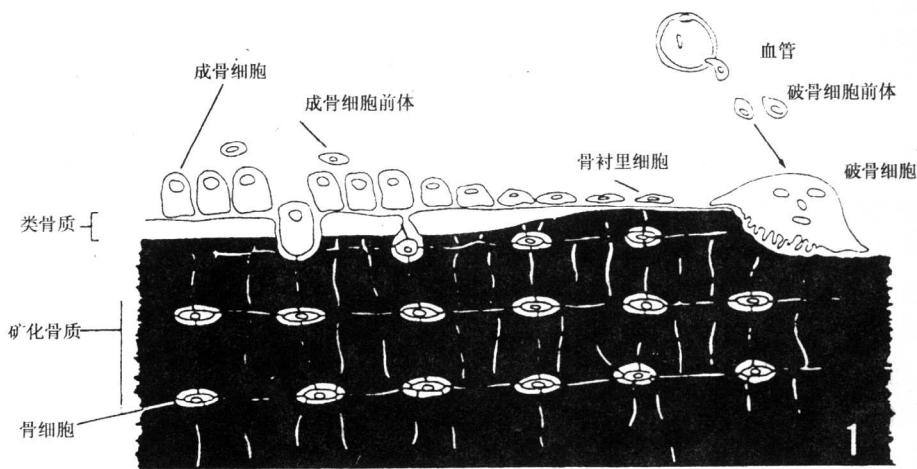


图1-2 骨组织中细胞的来源及分布

(一) 成骨细胞

成骨细胞为高度分化的细胞,主要功能是形成骨基质,因此表现出典型的产生蛋白质的细胞特性。有丰富的内质网,发达的高尔基体。它分泌I型胶原和骨基质中的非胶原蛋白。目前从骨基质中分离出多种非胶原蛋白,但对它们的作用有待进一步的认识。成骨细胞参与调节骨基质的钙化,但机制还不十分清楚。

在松质骨,钙化是从成骨细胞膜上出芽脱落于骨基质的小泡开始,这与软骨钙化的情况相似;而在层板状骨,钙化机制似乎不同,钙化从重叠的胶原纤维分子形成的小孔开始,而且始于胶原分子自身的成分或该处的非胶原蛋白。

无论哪种机制,胶原都是钙化的模板,因此在成骨细胞下面总存在一层类骨质基质,矿化的基质逐渐包围成骨细胞,使其成为新一层的骨细胞。矿物盐沉积使骨失去通透性,为了确保代谢通道,骨细胞在矿化之前就与邻近的细胞建立了多条细胞突触的连接。骨细胞是埋于骨基质的退化的成骨细胞,并负责维持骨基质,在一定限度内可形成骨基质又可吸收骨基质。每个骨细胞在骨基质内占据一个骨陷窝,细胞突起放射性地分布于骨基质中,与相邻细胞以间隙连接(gap junction)的形式相连。细胞突起的这种接