



Ten Cate's

口腔組織學

發育、構造與功能

Ten Cate's

Oral Histology:

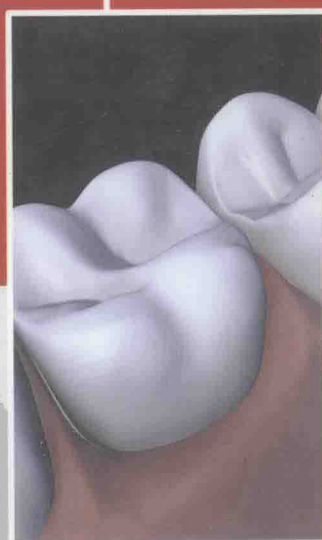
Development, Structure,
and Function 6/e

原著

Antonio Nanci, PhD

編譯

楊世芳, DDS, MS, MA, Ph.D, FICD.





Ten Cate's

口腔組織學

發育、構造與功能

Ten Cate's

Oral Histology:

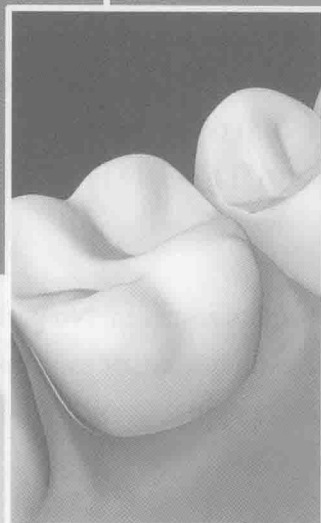
Development, Structure,
and Function /6e

原著

Antonio Nanci, PhD

編譯

楊世芳, DDS, MS, MA, Ph.D, FICD.



國家圖書館出版品預行編目資料

Ten Cate's口腔組織學：發育、構造與功能/
Antonio Nanci編著；楊世芳編譯。— 初版。
— 臺北市：合記，2007[民96]
面：公分 含索引
譯自：Ten Cate's oral histology:
development, structure, and function, 6th ed.
ISBN 978-986-126-411-0(精裝)
1. 口腔 2. 牙科
416.9 96003770

Ten Cate's口腔組織學—發育、構造與功能

編 譯 楊世芳
助理編輯 陳淑燕
發行人 吳富章
發行所 合記圖書出版社
登記證 局版臺業字第0698號
社 址 台北市內湖區(114)安康路322-2號
電 話 (02)27940168
傳 真 (02)27924702
網 址 www.hochi.com.tw

西元 2007 年 4 月 10 日 初版一刷
80磅 雪銅紙 60版 480頁

版權所有・翻印必究

總經銷 合記書局

郵政劃撥帳號 19197512
戶名 合記書局有限公司

北醫店 電話 (02)27239404
臺北市信義區(110)吳興街249號

臺大店 電話 (02)23651544 (02)23671444
臺北市中正區(100)羅斯福路四段12巷7號

榮總店 電話 (02)28265375
臺北市北投區(112)石牌路二段120號

臺中店 電話 (04)22030795 (04)22032317
臺中市北區(404)育德路24號

高雄店 電話 (07)3226177
高雄市三民區(807)北平一街 1 號

花蓮店 電話 (03)8463459
花蓮市(970)中山路632號

Ten Cate's 口腔組織學

—發育、構造與功能

Ten Cate's

ORAL HISTOLOGY

Development, Structure, and Function **6/e**

Elsevier(Singapore)Pte Ltd. • 合記圖書出版社 發行

協同作者群 (Contributors)

P. Mark Bartold, DDSc, PhD, FRACDS(Perio)
Professor and Director
Colgate Australian Clinical Dental Research Center
Dental School
University of Adelaide
South Australia, Australia

Paolo Bianco, MD
Professor of Pathology
Department of Experimental Medicine and Pathology
Universita' La Sapienza
Rome, Italy

Michael W. Finkelstein, DDS, MS
Professor
Department of Oral Pathology, Radiology and Medicine
College of Dentistry
University of Iowa
Iowa City, Iowa

Arthur R. Hand, DDS
Professor
Department of Pediatric Dentistry
School of Dental Medicine
University of Connecticut
Farmington, Connecticut

Antonio Nanci, PhD
Associate Dean for Research
Professor and Director
Laboratory for the Study of Calcified Tissues
and Biomaterials
Faculty of Dentistry
University of Montreal
Montreal, Quebec
Canada

Stéphane Roy, PhD
Assistant Professor
Department of Stomatology
Faculty of Dentistry
Affiliated Professor
Department of Biochemistry
Faculty of Medicine
University of Montreal
Montreal, Quebec
Canada

Paul T. Sharpe, PhD
Professor
Department of Craniofacial Development
Dental Institute
Kings College London
London, United Kingdom

Martha J. Somerman, DDS, PhD
Dean
Professor
Department of Periodontics
University of Washington
Seattle, Washington

Christopher A. Squier, PhD, DSc, FRC Path
Associate Dean for Research and Graduate Studies
Professor
Department of Oral Pathology, Radiology and Medicine
College of Dentistry
University of Iowa
Iowa City, IA

**A. Richard Ten Cate, BDS, BSc, PhD,
DSc(Hon)McGill, DSc(Hon)UWO,
DDS(Hon)Nihon University**
Decani Emeriti
Faculty of Dentistry
University of Toronto
Toronto, Ontario
Canada

S. William Whitson, PhD
Professor
Department of Growth, Development and Structure
School of Dental Medicine
Southern Illinois University
Alton, Illinois

致 伊玲，感謝她對我的耐心與
支持，也要對凱嫻卓及密拉姆兩
位迷人的女孩說，你們在我心中
佔了最大的一個位置。

爲

紀念 Dr. A. Richard Ten Cate 在口腔組織學上了不起的成就與教學上的貢獻，第六版將更名為 “Ten Cate’s 口腔組織學—發育、構造與功能”。

這本教科書起始於 23 年前，到現在已成為研究口腔組織的標準教科書，在世界各地被口腔衛生從業人員，廣泛的使用。

我非常榮幸被 Dr. Ten Cate 邀請來做這本書的傳承工作，然而在我欣然接受後，才深深察覺這是個相當艱辛的考驗，因為在他建立的高標準之下，想有些許進步都不是件容易的事。

“Ten Cate’s 口腔組織學—發育、構造與功能”這本書的編輯格式從出版至今，便已被許多國家所喜愛，所以在製作更新版時，增加的新資料，及對章節上的整合、修改或重寫，則是依據此模式處理，另外也增加了不少光源與電子顯微鏡圖片，以及與各章節相關的彩色圖片。

本書內容非常多元，使用者可囊括口腔衛生從業人員、大學部至研究所的學生，甚至有部分內容會讓人感覺太詳盡。無論如何，本書的編輯目的在於，期望能達到適合於各種程度的使用者，教師可遴選出所需的教材，學生在進入臨床前可瞭解生物的趨勢，也能體會研究者在口腔保健方面的努力以及現今正在從事組織工程、基因治療等口腔組織修復與重建的工作。

最後需對這些提供圖說、編寫“問題與爭論”及參與各章節寫作的作者們，致最大謝意，我也同時要感謝 Elsevier 公司“團隊”，在本書籌劃時的支持與容忍。

希望這本第六版的口腔組織學能讓各位在學習的路程上有著最大的幫助。

Antonio Nanci
Professor of Oral Histology
University of Montreal

譯

者從事組織與胚胎學教學及研究工作近四十年，在使用過的多本教科書中，本書原作者 Ten Cate 教授的「口腔組織學—發育、構造與功能」勘稱最爲簡潔易懂，敘述清晰的教科書之一，今由其學生 Antonio Nanci 教授領軍做了較大幅度的修訂，引進大量分子生物學層面對各種機轉解釋的新知，及在牙醫科學方面各種研發的展望，使得本書成爲最先進的口腔組織及胚胎學教科書，但也因之增加了初學者研讀的困難，同時也使譯者在翻譯時，面臨了忠於原著或清楚解釋的困境。另外在新結構或新分子的譯名方面，多爲新創或首次出現，

譯者雖儘可能在華文文獻中尋出較爲貼切者，但仍有部分名詞只好使用原文，或對內容略加增減修飾以期敘述更爲清楚。

歷經近兩年的時光總算完稿出書了，在此也要謝謝陽明大學口腔生物學研究所博士班江怡萱同學的文字繕打，及合記圖書出版社多位同仁的協助編審

楊世芳

國立陽明大學牙醫學系

1	口腔組織結構	1
	Structure of the Oral Tissues	
2	一般性胚胎學	17
	General Embryology	
3	頭部、顏面及口腔的胚胎發育	30
	Embryology of the Head, Face, and Oral Cavity	
4	細胞骨架、連結結構與纖維母細胞	54
	Cytoskeleton, Junctions, and Fibroblasts	
5	牙齒與其支持組織的發育	79
	Development of the Tooth and Its Supporting Tissues	
6	骨骼	111
	Bone	
7	牙釉質：成分、形成及結構	145
	Enamel: Composition, Formation, and Structure	
8	牙本質—牙髓複合體	192
	Dentin-Pulp Complex	
9	牙周組織	240
	Periodontium	
10	牙齒生理性之移動：萌發與脫落	275
	Physiologic Tooth Movement: Eruption and Shedding	
11	唾液腺	299
	Salivary Glands	
12	口腔黏膜	329
	Oral Mucosa	
13	顳顎關節	376
	Temporomandibular Joint	
14	口腔組織的修復與再生	397
	Repair and Regeneration of Oral Tissues	
	• 彩色頁面	50, 114, 242, 338
	• 索引 (Index)	417

1

口腔組織結構

Structure of the Oral Tissues

• A. Richard Ten Cate, Antonio Nanci

本章大綱 (Chapter Outline)

- 口腔 (The Mouth)
- 牙齒 (The Tooth)
 - 牙釉質 (Enamel)
 - 牙本質 (Dentin)
 - 牙髓 (Pulp)
- 牙齒的支持組織 (Supporting Tissues of the Tooth)
 - 牙周韌帶 (Periodontal Ligament)
 - 牙骨質 (Cementum)
- 口腔黏膜 (Oral Mucosa)
- 唾液腺 (Salivary Glands)
- 顎部骨頭 (Bones of the Jaw)
- 顫顎關節 (Temporomandibular Joint)
- 硬組織的形成 (Hard Tissue Formation)
 - 硬組織中有機基質 (The Organic Matrix in Hard Tissues)
 - 礦物質 (Mineral)
- 硬組織的分解 (Hard Tissue Degradation)
- 礦物質化 (Mineralization)
 - 晶體增長 (Crystal Growth)
- 鹼性磷酸酶 (Alkaline Phosphatase)
- 傳送礦物離子至礦物質化位置 (Transport of Mineral Ions to Mineralization Sites)
- 摘要 (Summary)

到顏色線在頂部止於軟硬腭之間，在下止於舌背的相對位置，此即為一般認為的口腔範圍。

牙齒 (The Tooth)

牙齒約佔口腔表面積的 20%，上牙略大於下牙，牙齒有多種功能，以咀嚼為首要，其他如說話或以現代眼光來看“美觀”皆為其功能之一。在動物界為攻擊與防禦的重要武器，牙齒必須足夠堅硬，也必須牢固的附著在骨頭上才能履行其應有之功能，大多數亞哺乳類脊椎動物牙齒直接連在顎骨上，雖然這樣的結構比較牢固，但在正常功能時也較易折斷，因此這類動物有較多的後繼牙 (successional teeth) 可補充隨時脫落的牙齒。

牙齒主要為一個由上皮細胞製造之堅硬、不易起反應、無細胞的牙釉質 (enamel) 與支持它的有著略少礦物質化、較多彈力、有活性的硬結締組織—牙本質 (dentin)，及形成並支持牙本質的軟組織—牙髓 (dental pulp) (圖 1-2) 所組成。在哺乳類，牙齒是由一些牙齒支持結締組織 (tooth-supporting connective tissues) 連接到顎骨上，包括了牙骨質 (cementum)、牙周韌帶 (periodontal ligament, PDL) 及齒槽骨 (alveolar bone)，這些組織除讓牙齒連在顎骨上，也提供了足夠的緩衝性讓牙齒更能承受咀嚼所帶來的各種壓力。在正常的功能下牙齒很少會脫落，沒有不斷替換的需要。人類及大部分哺乳類雖然仍有後繼牙的存在，但並非為了補充不斷失去的牙齒，而是為了適應生長中的

本章對牙齒及其支持組織就組織學觀作簡要描述 (圖 1-1)，並對唾液腺、顎骨與兩顎間關節 (顫顎關節) 簡單的討論，以期對本書主題有一整體觀，在討論到詳細內容前也可有初步了解。

口腔 (The Mouth)

口腔可用多種方式敘述其結構，就功能性位置而言，如用一種無害的染劑去漱口，可見



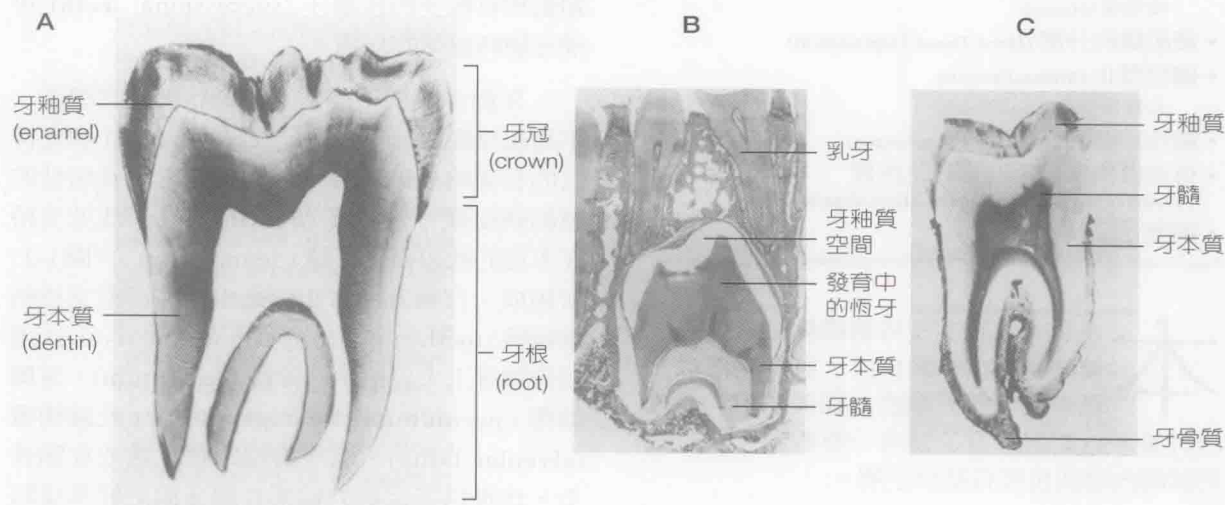
► 1-1 牙齒及其支持組織結構圖，箭頭指處為牙齒磨損方向。

顏面與顎骨。兒童期的面顎較小，僅能允許較小及較少的牙齒生長，這些小牙齒稱作乳牙或初生牙 (deciduous or primary dentition)，隨著顎骨的增長，但牙齒一旦成形後卻無法增加大小，乳牙不再適合，因而替換一套數目較多尺寸較大的牙齒，稱作恆牙或次生牙 (permanent or secondary dentition)。

就解剖學而言，牙齒分牙冠 (crown) 與牙根 (root) 兩部分，其交界處稱齒頸緣 (cervical margin)，臨床牙冠 (clinical crown) 是指在口腔中可以看得到的部分，雖然牙齒形狀大小各有不同（如門齒與臼齒的比較）但在組織學上卻無差異。

牙釉質 (Enamel)

牙釉質是由上皮細胞所製造的牙冠外層覆蓋保護結構，為身體上最高度礦物質化的組織，超過90%以上的無機磷灰石 (apatite) 結晶體及少許有機物所組成，負責製造牙釉質的細胞稱牙釉質母細胞 (ameloblasts)，這些細胞在牙齒形成時覆蓋於整個牙釉質表面，到牙齒萌發至口腔才會完全消失，因而牙釉質為一無活

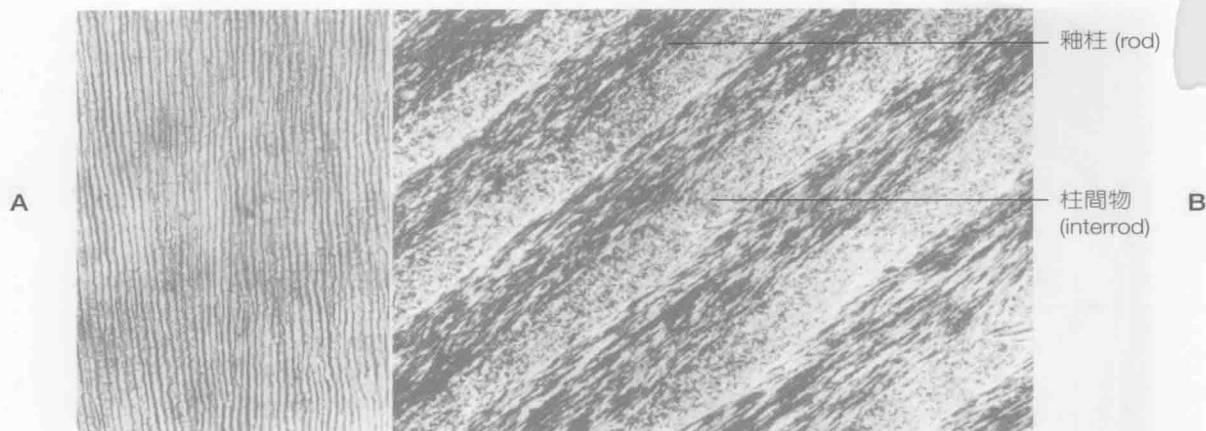


► 1-2 各種牙齒標片的製備組織學圖光源顯微鏡下觀。
(various ways of preparing the tooth for histologic observation with the light microscope.)

A. 磨片，先將牙齒以鑽石盤切割成片，再以磨膏磨薄之，僅硬組織留下。

B. 脫鈣切片，先將礦物質移除，可見礦物質化之牙釉質完全不存在。

C. 特殊薄切 (100 μm) 法製備，軟硬組織皆有存留。



1-3 牙釉質。A. 磨片以光源顯微鏡檢視可見釉柱結構。B. 電子鏡觀察可見牙釉質釉柱與柱間物中結晶體的排列。

性、不敏感，在遭受到破壞後（磨耗或齲蝕）也無法主動替換或再生的組織，為補償此天生的侷限，牙釉質有著極高度的礦物質化與相當複雜的組織結構，可讓其能承受巨大的咀嚼力量與不斷的食物或細菌帶來之酸性侵蝕，磷灰石結晶體以各種不同的方向排列成柱狀結構稱釉小柱 (enamel rod)，小柱間由柱間物 (interrod substance) 相隔（圖 1-3），在生物學上雖然牙釉質是一死去的組織，但其有滲透性，也可與口腔環境特別是唾液作離子交換，在局部牙釉質表面塗氟時，氟離子可取代氫氧磷灰石結晶中的氫氧基而使牙齒變的更能抵抗酸蝕。

牙本質 (Dentin)

因為有著超高礦物質的含量，牙釉質也是個易碎的組織，如非其下有一較具彈性的組織支持著，當無法承受咀嚼力量而不斷裂，此組織即為牙本質 (dentin)。牙本質形成牙齒最大的一部分，支持著牙釉質，補償其易碎性。

牙本質為堅硬、有彈性、黃白色、無血管的組織，中間包圍著一個髓腔（圖 1-4），就重量而言，70% 為礦物質，有機成分主要為纖維狀膠原蛋白 (collagen)，牙本質的一大特點為有穿越其整個厚度的小管緊密排列著，內含在形成時即已存在的細胞胞突，而後這些胞突還要有牙本質的維持功能，細胞稱牙本質母細胞 (odontoblasts) 排列在牙本質的內緣，也形成了

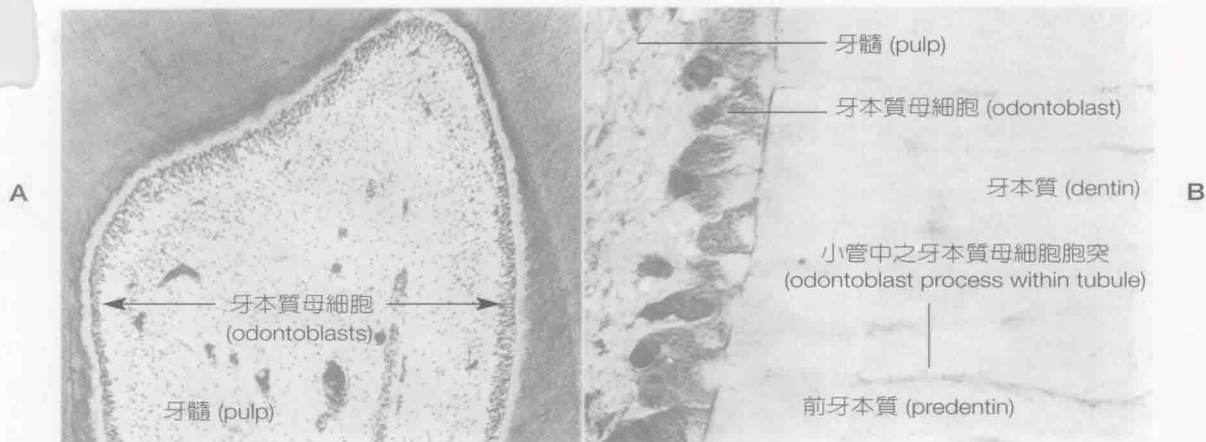
牙髓 (dental pulp) 的周界（圖 1-4, B）。由於有牙本質母細胞的存在而使牙本質與牙釉質有很大的差異，牙本質為一敏感的組織，更重要的是能夠修復，其原因為牙髓中的牙本質母細胞或間葉細胞在牙本質受損時，受到刺激會製造更多的牙本質。

牙髓 (Pulp)

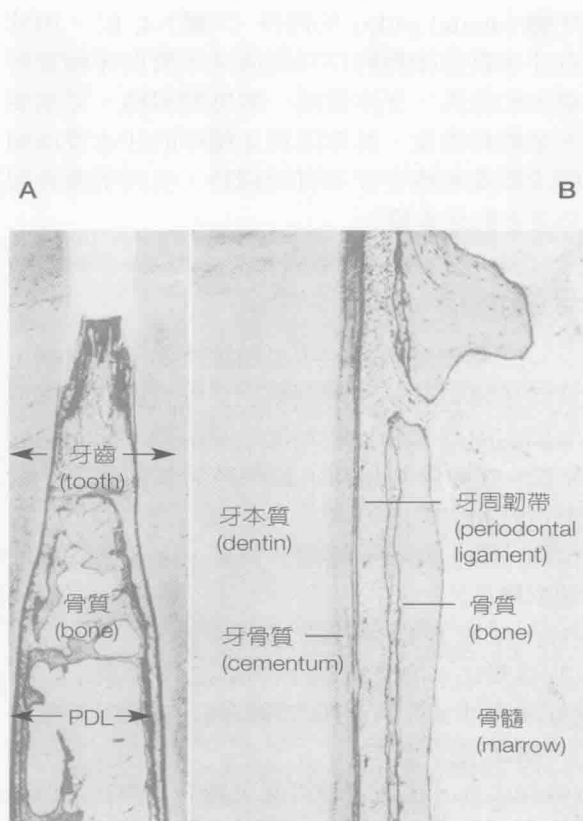
牙本質所包圍的中央髓腔充滿了軟組織，稱為牙髓 (pulp)。解剖學上牙本質與牙髓為很明顯的兩個部分，牙本質是硬組織，牙髓是軟組織（在乾燥的牙齒，軟組織消失而留下一清晰可見的空腔）。但就胚胎學或功能性而言二者相同，為一個組織結構。傳統上，牙髓的功能被認為有：

- (1) 形成性，在其週邊形成牙本質。
- (2) 營養性，供應營養給無血管的牙本質。
- (3) 保護性，其內存在的神經讓牙本質具相當之敏感度。
- (4) 修復性，在需要時可產生新的牙本質。但所有牙髓的功能都與牙本質有關。

總之，牙齒結構包含兩個硬組織，無細胞的牙釉質與支持用的牙本質。後者為一特化的結締組織，其形成細胞存於牙髓之中，這兩種組織的結合給予牙齒有著堅硬但具彈性的特質，也因二者皆為礦物質化之組織，所以形成了牙齒特有的恆久性。此外，牙齒也給了許多



1-4 牙本質與牙髓。A. 牙本質母細胞（製造牙本質的細胞）排列在牙髓中。B. 高倍數放大可見胞突伸入牙本質中。



1-5 牙周韌帶 (periodontal ligament)。
A. 縱切低倍數放大圖，為牙齒的支持結構。
B. 牙周韌帶組織製備圖光源顯微鏡觀，請注意纖維細胞結構。

人類進化的線索，如北京人 (Peking man, *Sinanthropus pekinensis*) 的精采故事即基於 1921 年奧地利古生物學家 Otto Zdansky 發現一顆臼齒化石，當時 Zdansky 並未提到他的發現，到 1926 年加拿大的解剖教授 Davidson Black 在北京大學根據照片與手札，認為是類人類的牙齒，然後又有兩顆牙齒的發現，再依其獨有特質推論為新的人種，此僅就牙齒證據而獲得結論，再經骨骼的發現而得到證實。這種牙齒不易被破壞的特性在古生物學上有特別的重要性，也就是鑑別作用。

牙齒的支持組織 (Supporting Tissues of the Tooth)

牙齒依靠特殊之支持結構連接在顎骨上，包括齒槽骨 (alveolar bone)、牙周韌帶 (periodontal ligament, PDL)、牙骨質 (cementum) 及其保護組織—牙齦 (gingiva)。

牙周韌帶 (Periodontal Ligament)

牙周韌帶為高度特化的結締組織，寬約 0.2mm，位在牙齒與齒槽骨之間（圖 1-5），主要的功能為將牙齒連接在顎骨上，而且要讓牙齒能承受相當大的咀嚼力量，為符合此需求，牙齒與骨頭間充滿著大量的膠原纖維束與基底物質 (ground substance)，纖維束的一端埋

在骨頭中，另一端則埋在牙骨質中。每一條膠原纖維束又像一細絲絞成的粗繩，每根細絲可繼續不斷的重塑但不會影響其完整的結構與功能，因此，膠原纖維束能承受各種不同的壓力。又，牙周韌帶有另一重要功能為感覺，因牙釉質是一無反應、不敏感的組織，當上下牙接觸時我們可以知道，即是由牙周韌帶中的感覺接受器感覺到的。

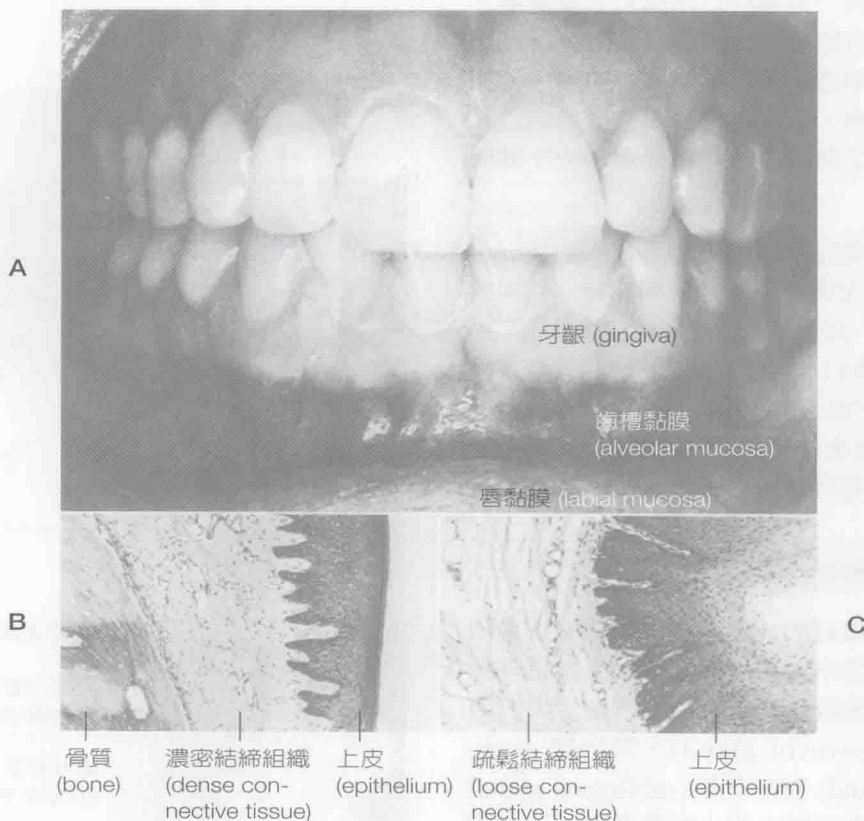
牙骨質 (Cementum)

牙骨質覆蓋著整個牙根，且與牙本質緊密相互鎖合，為礦物質化的結締組織，與骨質非常相似，但無血管在其中。牙骨質約50%礦物質化（亦由磷灰石結晶形成），其有機基質多為膠原蛋白，形成牙骨質的細胞稱牙骨質母細胞 (cementoblasts)。

牙骨質分為有細胞 (cellular) 及無細胞 (acellular) 兩種形式，在牙根上部（近牙頸部）為細胞牙骨質，也稱為初級 (primary) 牙骨質，下部（近根尖側）則由有細胞或稱次級 (secondary) 牙骨質覆蓋。後者為牙骨質母細胞陷在自己分泌的基質空腔 (lacunae) 中而成，恰似骨質中骨細胞所佔據的空腔，陷在空腔中的細胞稱為牙骨質細胞 (cementocytes)。無細胞牙骨質將牙周韌帶固定在牙齒上，有細胞牙骨質則擔任適應者的角色，在牙齒矯正移動時，骨、牙周韌帶及牙骨質三者形成一特別重要的功能性單位。

口腔黏膜 (Oral Mucosa)

口腔由黏膜結構所襯裡，包括上皮及結締組織（固有層 lamina propria）兩層。口腔黏膜



1-6 口腔黏膜 (Oral mucosa)。

- 請注意緊密貼合的牙齦黏膜與可移動的唇溝黏膜之差異，此差異可見於組織切片。
- 牙齦上皮經由濃密結締組織緊連在骨頭上。
- 唇溝上皮則由疏鬆結締組織支持。

因其功能而作最好的適應（圖 1-6）。雖然更爲襯裡及保護，但也會因爲某些功能而作修整，如可讓唇部與頰部的肌肉自由活動或成爲有味覺的器官。

組織學上，口腔黏膜可分三種：

- (1) 咀嚼 (masticatory)；
- (2) 襯裡 (lining)；
- (3) 特化 (specialized)。咀嚼黏膜覆蓋在牙齦與硬腭，下由固有層緊密的與骨頭相連（圖 1-6, B），覆蓋其上的上皮細胞形成角質化能承受咀嚼時食物的衝擊，而襯裡黏膜則必須儘可能的有伸縮性以達保護功能。其上皮不能有角質化而固有層結構也以能活動爲主（圖 1-6, C）且不能與其下組織緊連。舌背側覆蓋著特化的黏膜爲能高度伸展的咀嚼黏膜，並具乳突 (papillae) 及味蕾 (taste buds) 結構。

口腔黏膜有一最獨特之處爲有牙齒穿通，此一解剖結構也是牙周疾病起始之處。牙齒是身體上唯一能穿透上皮的結構，指甲與毛髮僅爲上皮的附屬物，上皮在此並未失去連續性。牙齒穿通的部位仍有連結的結構存在於牙齦與牙齒之間。

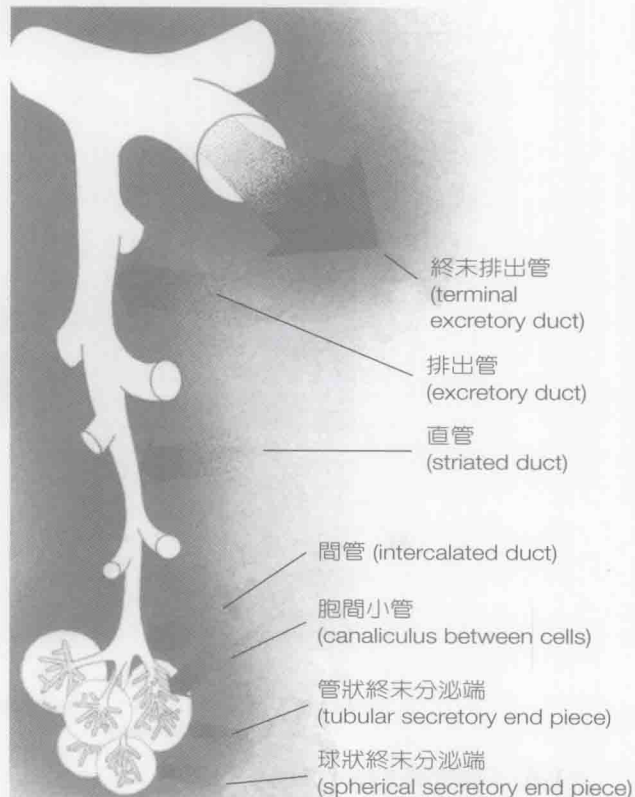
圍繞在萌發的牙齒周圍黏膜稱牙齦 (gingiva)，就功能性而言，牙齦包含兩部分：面向口腔爲咀嚼黏膜，面向牙齒部分則與牙齒黏連，也是形成牙周組織的一部分。自齒槽骨到牙齦脊畫一條線可簡單的區分這兩個部分，口腔黏膜與牙齒連結處爲可被滲透性抗原輕易穿過而造成牙齦組織的炎症（邊緣性牙齦炎 marginal gingivitis）。

唾液腺 (Salivary Glands)

唾液爲一複雜的液體，在健康狀況下連續不斷將露在口腔中的牙齒浸泡其中，所以唾液也就是牙齒直接接觸的環境。由三個主要的腺體—耳下腺 (parotid gland)、顎下腺 (submandibular gland) 與舌下腺 (sublingual gland) 一及許多分散在口腔中的小腺體產生，要精確知道唾液的組成非常困難，因爲不僅每一大小腺體的分泌不同，在同一時間每一腺體分泌的量也不同。一般而言混合唾液 (mixed saliva) 即

指口腔中的液體，先不論其確實成分，唾液有許多功能：濕潤口腔、方便講話、潤滑食道及以食物分子溶劑的角色幫助味覺，另也含各種消化酶（澱粉酶 amylase）。唾液不但可以稀釋無意中置入口中的有害物質，也包含了多種抗體與抗微生物物質，另外還有緩衝劑的能力而有維持口腔 pH 的重要功能，要知道唾液的重要性只要回想一下感冒時早晨起床的“乾燥口腔 (dry mouth)”感覺。

主要唾液腺的基本組織結構非常相像，皆似一串“葡萄 (grapes)”，而每顆葡萄就是一個腺泡 (acinus) 或終末分泌單位 (terminal secretory unit)，一團細胞圍繞著中心空間 (central space)，此空間通出的管道包括間管 (intercalated)、直管 (striated) 與排出管 (excretory ducts)（圖 1-7）。也正如葡萄串的幹與莖，管道不僅是一個通道而已，管壁的細胞也有決定唾液最終成分的能力。

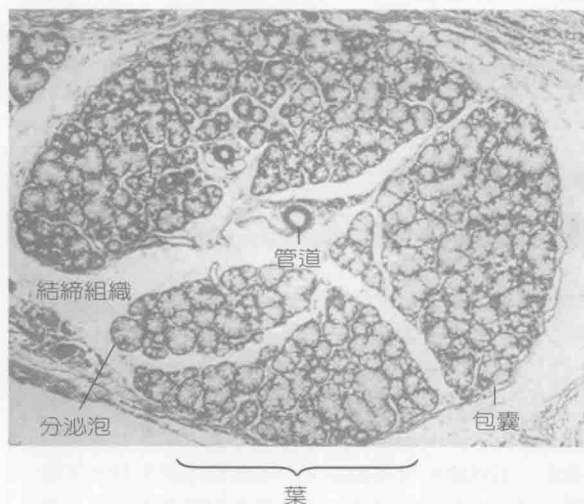


1-7 唾液腺管道系統圖。
(the ductal system of a salivary gland.)

管道與腺泡構成腺體實質部分 (parenchyma)，其他則為具有血管神經的結締組織間質部分，這些結締組織支持到每一個腺泡，將腺體分隔為一系列的葉或小葉，在外也包裹著整個腺體 (圖 1-8)。

顎部骨頭 (Bones of the Jaw)

如前已敘述過的牙齒由牙周韌帶連接到骨頭上，這些骨頭即齒槽骨 (alveolar bone)，組

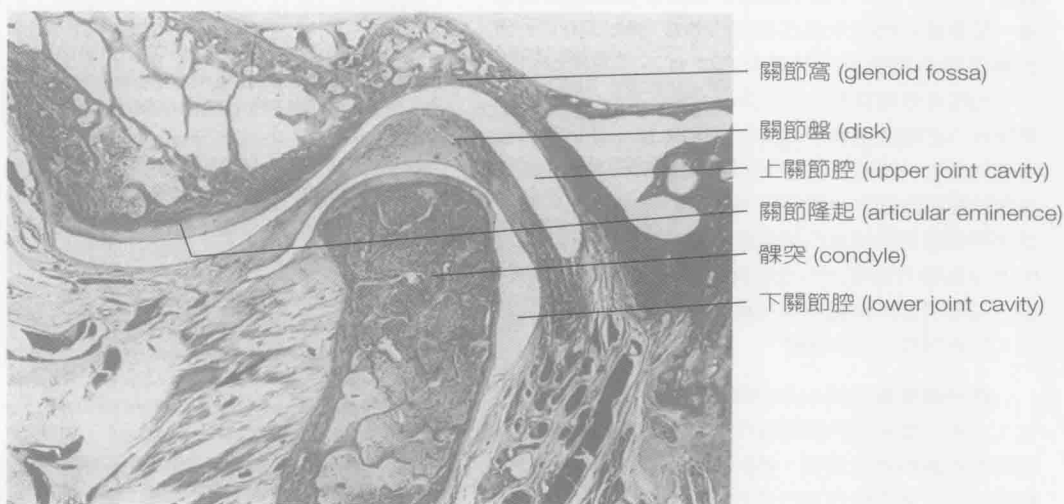


1-8 唾液腺低倍數顯微鏡圖顯示其分葉結構。

成了齒槽突 (alveolar process) 緊緊與顎底骨 (basal bone) 相連，齒槽突的形成與牙齒有關。當牙齒缺失，齒槽骨也逐漸消失。在完全無牙的病患會有特殊的臉型，因面部的長度減低，因此鼻子與頸部顯得特別靠近。雖然在組織結構齒槽突與基底骨相同，但實際上二者仍有區別。牙齒與其支持組織包括齒槽突的位置都很容易以矯正的力量加以修整，但要修整基底骨就要困難的多，唯一能影響他的就是“生長”，骨骼生長的方式對決定顎骨與牙齒的位置也就非常重要。

顳顎關節 (Temporomandibular Joint)

上下顎依靠下顎髁突 (condylar process) 與顳骨孟窩 (glenoid fossa) 形成的關節維持著，此關節稱顳顎關節 (temporomandibular joint, TMJ)，為一滑液關節 (synovial joint)，其特殊結構可允許各種複雜的咀嚼運動，這種特化的情形反映在其組織學結構上 (圖 1-9)。一個典型的滑液關節包括二塊有透明軟骨覆蓋的硬骨，內有滑液在兩骨之間，關節腔壁由襯裡滑液膜包囊包裹著，腔中間有一關節盤 (articular disk) 分隔，腔外有纖維囊包裹，以滑液膜為襯



1-9 顳顎關節矢切圖。可見關節盤 (將關節腔分成上下兩部分) 之位置，側翼肌連到髁突，開口時會將關節盤與髁突帶向關節隆起處。

(取自 Griffin CJ, Hawthorn R, Harris R: 人類顳顎關節解剖與組織學 Monogr Oral Sci 4: 1, 1975)。

移動的關節盤將此腔分成兩部分，骨頭關節面由骨膜延伸而形成的纖維層覆蓋，一個簡單方法了解顫顎關節的功能即想著一個關節腔中間隔有一個可移動的關節盤。

硬組織的形成 (Hard Tissue Formation)

身體上所能見到的硬組織—骨、牙骨質、牙本質、牙釉質—皆與牙齒的功能有關，因為牙科的工作上多為對這些組織的操作，故其對知識有責任去深入了解（後面的章節將會分別探討）。本主題的目的為：

- (1) 解釋一些與硬組織形成有關的共同情形，及又如何形成完全不同的結構。
- (2) 敘述迄今尚未完全清楚的一些結構之功能角色。
- (3) 討論硬組織分解的共同機轉。

四個硬組織的其中三個（骨、牙骨質與牙本質）在形成上有許多的相同性，三者都是特化的結締組織，並皆由膠原蛋白（主要是第一型）來決定其結構。雖然牙釉質不是結締組織，其製造過程也無膠原蛋白參與，但仍遵循硬結締組織形成的許多原則。硬組織的形成可總結為細胞製造能接受礦物質的蛋白質，此一



問題與爭論 (Questions and Controversies)

生物性礦物質化 (Biological Mineralization)

雖然鈣化是骨骼與牙齒形成的基本重要事件，但我們對礦物質化的基本結構磷灰石結晶，卻瞭解的非常不足，在結締組織中有兩種完全不同的礦物質沉積模式，其一為在膠原纖維中見到的晶體基粒增長，形成磷灰石結晶的球形沉積，其二為第一型膠原纖維的礦物質化，可注意到的是以球形沉積為主的礦物質新生處有被覆牙本質（見第八章），軟骨肥大區，與編織骨（見第六章），雖然基質泡常與此型礦物質化相連，但基質泡也非永遠在這些位置都可見的到，而且也無直接證據顯示，基質泡有能力可誘導晶體核心化，也即此結構在核心化的角色仍有爭論，同時，卻有很強烈的證據證實骨涎蛋白 (BSP) 推動骨與牙骨質的礦物質化，不僅 BSP 能促使核心磷灰石晶體形成，其在時間與空間的表現更可看出與礦物質化起始及形成球形晶體沉積的蛋白質是該有連連，然而僅少量之 BSP 在明顯有基質泡的牙本質或礦物質化中的軟骨呈現，又顯示球形晶體形成可能與膠原纖維礦物質化無關，而另有其不同的機轉。

膠原纖維礦物質化為結構組織礦物質化的主要形式，幾乎在整個成熟的骨質中皆以此模式進行，膠原蛋白參與礦物質化過程，最明顯的證據可由磷灰石晶體排列的方式與膠原蛋白結構關係看出，另外也可由疾病的結果可獲證實，如骨化不全症，為膠原蛋白基因的點狀突變，而造成膠原纖維組織結構失常，也因

而造成礦物質化的缺失，但不清楚膠原蛋白是主動還是被動的參與礦物質化過程，作為被動角色，膠原蛋白在培養狀況下無礦物核心化的能力，促使研究者努力尋找與膠原蛋白相連之核心物 (collagen-associated protein nucleator)，然而在培養狀態下並不能創造出一個與體內骨母細胞或牙本質母細胞所控制的環境，或牙本質或板狀骨一樣的高度組織及濃密排列的膠原蛋白所具之特有物理或化學性。因之，由基因連貫分析得知，牙本質骨涎蛋白 (DSPP) 基因可指導牙本質磷蛋白與牙本質骨涎蛋白的製造，由第二型牙本質發育不全 (dentinogenesis imperfecta) 與第二型牙本質形成異常 (dentin dysplasia) 的礦物質化缺失之牙齒可推知，膠原纖維的組織化可誘導磷灰石的核心化。

多年來對脊椎或無脊椎動物鈣化的積極研究，清楚顯示生物性礦物質化為一非常複雜的過程，在不同物種中發展出多種機制起始或控制此過程，因為在哺乳類動物中鈣化組織為獨立發展，所以在不同生物，即使在型態上看來相同，不同組織的鈣化機轉皆需單獨考慮。

Jaro Sodek
Faculty of Dentistry
University of Toronto
Toronto, Ontario, Canada