

## 歯槽骨保全のための歯根骨内埋伏法に関する実験的研究

—生活歯根と失活歯根との比較検討—

小林 琢 三

岩手医科大学歯学部歯科補綴学第一講座 (主任: 田中久敏教授)

[受付: 1987年6月15日]

**抄録:** 歯根の骨内埋伏に関する外科的および補綴的処置法の改善を目的として、雑種成犬9頭を用いて生活歯根および抜髄、根管充填を施した歯根(失活歯根とする)を歯槽骨頂部より1mm下方で切断した後、歯槽骨内に埋伏し術後540日目まで組織学的に観察した。被験歯は下顎左右の第1, 第2, 第3, 第4前臼歯とし、生活歯根埋伏群では計47根、失活歯根埋伏群では計32根の合計79根を使用した。

その結果、生活歯根埋伏後の治癒過程は歯髄切断面での dentin bridge の形成、歯根切断面上部での新生骨の形成および象牙質切断面での骨様セメント質の形成により進行し、術後180日目で新生骨の緻密化がみられた。したがって、このような時期に通常の義歯を装着することが望ましく、それ以前には創傷の治癒を妨げないように埋伏歯根部を出来るだけ安静に保つ必要があることが示唆された。また、本研究での歯根の切断位置は dentin bridge の形成にとって好条件であると推察された。

**Key words:** root submergence, alveolar bone preservation, vital root, endodontically treated root, over-denture.

### 緒 言

無歯顎患者に対する補綴治療において、無歯顎堤の粘膜や歯槽骨などの健康状態を維持させることは、補綴治療を成功に導く重要な要素とされている<sup>1)</sup>。そのため、少数残存歯を保存し適切な固定装置を施して、維持・安定の良い局部床義歯を装着し、無歯顎顎骨を保全する方法がある。また、歯の支持歯槽骨の吸収の度合いによっては、歯冠歯根比を改善した後、メタルコーピングを施し、無歯顎顎骨の吸収を防止するためオーバーデンチャーの支台歯とする試みも提唱されている<sup>2, 3)</sup>。

しかし、このようなオーバーデンチャー適用

例においては、支台歯が義歯床に被覆されるために、支台歯周囲組織や義歯床内面にプラークが多く付着し、これにともなう歯周組織の炎症、さらには義歯による慢性刺激により支台歯が崩壊する例を多くみかける。

そこで、支台歯周囲の非衛生的環境を改善するため歯根の骨内埋伏法を用いたオーバーデンチャーが試みられてきた<sup>4-10)</sup>。本法は、口腔衛生の不良にともなう支台歯とその歯周組織の崩壊がひきおこされず、歯槽骨の吸収防止に役立つとされている。しかし、最近では治療成績の成否に外科的および補綴の問題点が提起されている<sup>6, 14, 18)</sup>。これらの問題点の多くは、歯根の骨内埋伏後の治癒過程が不明確であるため、治

An experimental study of root submergence for alveolar bone preservation with special reference to vital and endodontically treated roots.

Takuzou KOBAYASHI.

(Department of Removable Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University, Morioka 020)

岩手県盛岡市中央通1丁目3-27 (〒020)

Dent. J. Iwate Med. Univ. 12: 170-186, 1987

癒経過にもとづく適切な補綴処置方法が確立されていないことに起因すると思われる。

そこで、本研究は歯根の骨内埋伏後の治癒過程を組織学的に長期間観察するとともに、生活歯根と失活歯根の歯槽骨内埋伏後の治癒過程を比較検討し、今後の臨床における歯根の骨内埋伏法の改善の一助とすることを目的とした。

### 実験方法

本研究では、生活歯髄を有する歯根を粘膜弁で被覆して歯槽骨内に埋伏する方法を生活歯根埋伏法とし、抜髄、根管充填を施した歯根を歯槽骨内に埋伏する方法を失活歯根埋伏法とした。

#### 1. 実験動物

実験には、生後約2年前後（体重12 kg 前後）の雑種成犬9頭を使用した。実験に先立ち2週間の検疫期間をおき、実験期間中は固型飼料にて飼育した。被験歯は下顎左右の第1、第2、第3、第4前臼歯とし、生活歯根埋伏群では計47根、失活歯根埋伏群では計32根の合計79根を使用した（Table 1）。

#### 2. 生活歯根埋伏法

動物には Sodium pentobarbital (Nembutal<sup>®</sup>) を 2.5 mg/kg の割合で静脈内注射し、全身麻酔を施した。ついで、下顎前臼歯部遊離歯肉に連続的に内斜切開を加え内縁上皮を除去した後、第1前臼歯の約1 mm 近心および第1後臼歯近心頬側隅角部の頬側歯肉に縦切開を加え頬舌側歯肉を剝離し、骨面および歯根の一部を露出した。つぎに、タービン用ダイヤモンドポイントを用いて歯冠部を歯槽骨頂部の高

さで注水下にて切断した後、歯髄組織へ機械的侵襲を加えないように留意してタービン用カーバイトバーで慎重に歯根面および生活歯髄を歯槽骨頂部の1 mm 下方まで削除した。その後、歯根切断面および歯髄切断面を生理食塩水にて洗浄した。頬舌側歯肉弁は歯根切断面上を避け歯間部および根間中隔部で緊密に断続縫合して、歯根切断面を被覆した。

#### 3. 失活歯根埋伏法

全身麻酔下で、被験歯を歯頸部の高さで切断した後、抜髄処置を施し、ガッタパーチャポイントと酸化亜鉛ユージノールセメント（チャンネルス<sup>®</sup>）にて根管充填を行った。歯根の埋伏方法は生活歯根埋伏法と同様に行った。

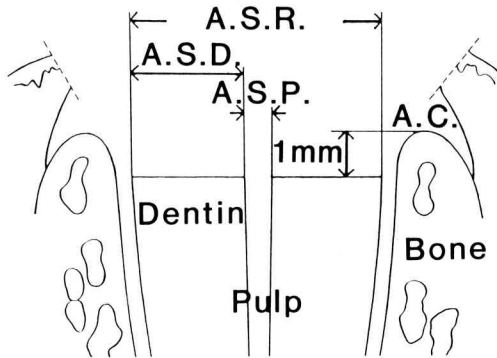
#### 4. 組織学的観察

歯根埋伏後の組織学的観察時期は両群とも、術後7日、14日、28日、56日、180日、540日とした。

動物を全身麻酔下で、頸動脈より10%中性緩衝ホルマリンを注入し、同時に外頸静脈より瀉血を行い灌流固定し、屠殺した。ただちに、埋伏歯根部を含む顎骨を摘出し、10%中性緩衝ホルマリンにてさらに浸漬固定した。固定完了後、埋伏歯根の位置を確認するために軟エックス写真（Sofron）を撮影した。ついで、Plank-Rychlo 迅速脱灰液にて脱灰後、通法にしたがいパラフィン包埋し、7 μm の近遠心的連続切片を作製した。薄切片はヘマトキシリン・エオジン染色、アザン・マロリー染色、鍍銀染色およびシュモールのチオニン・ピクリン酸染色を施して観察した。歯根切断面部の治癒過程の観察部位は、Fig.1 に示すように歯根切断面（歯

Table 1 Experimental groups and numbers of submerged roots.

Experimental groups	Numbers of submerged roots in each period						Total
	7	14	28	56	180	540/days	
Submerged vital roots	6	11	10	10	9	1	47
Submerged endodontically treated roots	5	4	7	7	8	1	32
Total	11	15	17	17	17	2	79



**Fig.1** Diagram of the root submergence.  
 A.S.R. : Amputated surface of the root.  
 A.S.D. : Amputated surface of the dentin.  
 A.S.P. : Amputated surface of the pulp.  
 The crowns were amputated at a level 1mm below the original alveolar crest.

髓組織をふくめた歯根の切断面—Fig.1, A. S. R.), 象牙質切断面 (歯髓組織をのぞく象牙質の切断面—Fig.1, A. S. D), 歯髓切断面 (歯髓組織のみの切断面—Fig.1, A. S. P), および, 歯根切断面直上部の粘膜下組織の4部位とした。

## 結 果

### 1. 組織所見

#### 1) 生活歯根埋伏群

##### (1) 術後7日目

歯根切断面上部は血餅によって満たされ, その一部には肉芽組織の増生が認められた。なかでも, 歯髓切断面の直上部の肉芽組織中には, 拡張血管が多数みられた (Fig.2)。肉芽組織の歯髓組織内への侵入は認められなかったが, 歯髓組織内の血管は一部で拡張し軽度の炎症性変化が認められた。

##### (2) 術後14日目

歯根切断面上部は, Fig.3 に示すように肉芽組織の線維化が進行し, 大小の血管を含み, 軽度の小円形細胞浸潤をともなったやや緻密な線維性結合組織によって満たされていた。歯髓

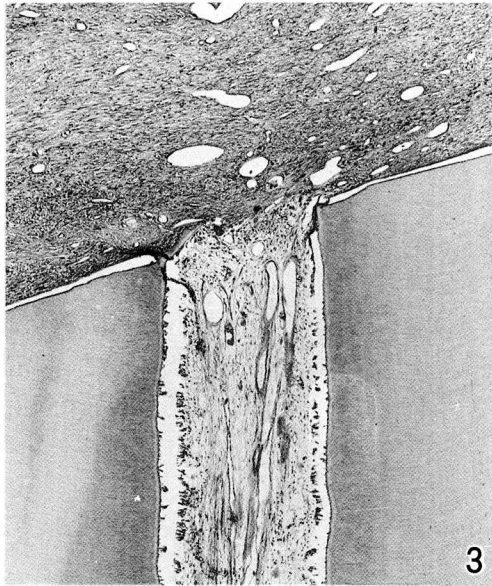


**Fig.2** Photomicrograph of the coronal region of a vital root seven days after its submergence. The region between mucous membrane flap and the amputated surface of the dentin is filled with blood clot and granulation tissue, H.E. stain,  $\times 13$ .

切断部付近の歯髓組織内には大小の血管を含む疎な線維性結合組織が認められ, 歯根切断面を被覆している線維性結合組織層へと移行し, この移行部付近には小円形細胞浸潤が認められた。歯髓組織中の象牙芽細胞は歯髓切断面付近で一部消失していたが, 根尖側では根管壁に沿って配列しており, 歯髓組織には炎症性変化は認められなかった (Fig.3)。

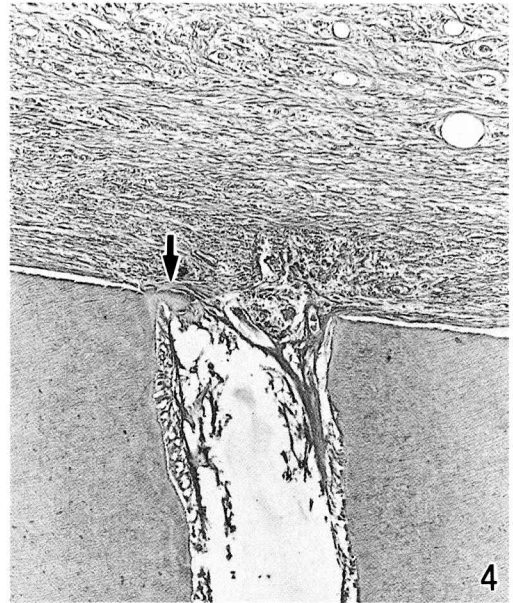
##### (3) 術後21日目

歯根切断面上部の線維性結合組織中には小円形細胞浸潤はほとんど認められず, 歯髓切断面の一部には隣接する象牙質よりわずかに新生象牙質 (dentin bridge) の形成が認められた (Fig.4)。



**Fig.3** Submerged area of vital root, 14 days after.

Granulation tissue over the amputated surface of the dentin was organized to connect to connective tissue. Collagen fibers in the connective tissue did not infiltrate the root canal. An odontoblastic layer lined in the walls and inflammatory infiltration was not absent within the root canal, H.E. stain,  $\times 13$ .



**Fig.4** The coronal region of vital root 21 days after submergence. The formation of secondary dentin bridge begins at the edge of amputated root canal (arrow), H.E. stain,  $\times 20$ .

(4) 術後28日目

Fig.5aに示すように歯根切断面上部は、線維性結合組織によって被覆され、その一部には、隣接する歯槽骨頂部付近から幼若な骨の新生が歯根切断面を覆うように認められた (Fig.5a, 矢印)。しかし、新生骨と歯根切断面との間には一層の線維性結合組織層がみられた。一方、歯髓切断面には、隣接する象牙質より新生象牙質 (dentin bridge) が明瞭に形成されていたが、象牙細管構造は不明瞭であった (Fig.5b)。術後14日目と比較し、歯根切断面付近の歯髓組織には線維化の傾向がやや高度に認められた。

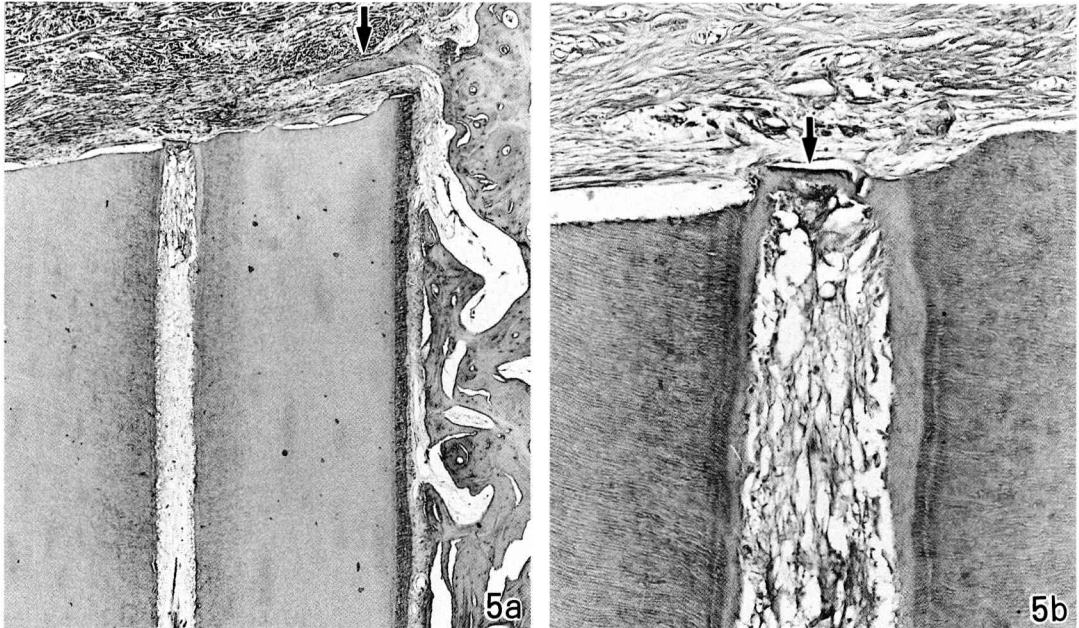
(5) 術後56日目

歯槽骨頂部付近から歯髓切断面を被覆するように形成された新生骨は術後28日に比較して、一段と伸張がみられた。新生骨には明瞭なハバース

ス管構造や層板構造は認められなかった。また、歯根切断面と新生骨との間に介在している線維性結合組織は新生骨上部の線維性結合組織に比較して疎であった (Fig.6a)。この時期には歯髓切断面に dentin bridge が明瞭に形成され、厚さも増していた。この dentin bridge には細管構造が認められ、さらに象牙前質もみられた。また、dentin bridge 直下にやや高円柱状を呈する象牙芽細胞が規則的に配列していた。歯髓切断面付近の根管壁には象牙質の添加がみられ根管は狭窄する様相を呈していたが、歯髓組織の線維化はみられなかった。また、象牙質切断面に接して骨様硬組織が一部に形成され、その硬組織中には細胞成分をもつ小腔が認められた (Fig.6b)。

(6) 術後180日目

歯根切断面上部は、完全に骨組織で被覆され、骨組織の直下には脂肪組織が認められた (Fig.7a)。また、この骨組織中にはハバース管構造や層板構造が明瞭に認められ、皮質骨様の構造



**Fig.5** The coronal region of vital root 28 days after submergence.  
 a : The formation of new bone over the amputated surface of the dentin begins from the alveolar bone (arrow), H.E. stain,  $\times 8$ .  
 b : The secondary dentin plugged the orifice of the amputated root canal (arrow), H.E. stain,  $\times 33$ .

を呈していた (Fig.7b)。また、象牙質切断面に接して形成された細胞成分を含む骨様硬組織が、歯髓切断面に形成された dentin bridge を被覆するようになったが、両者の境界は不明瞭であった。さらにこの骨様硬組織は歯槽骨側において歯根セメント質に連続している像が認められた。歯髓組織には線維化の傾向が認められた。

#### (7) 術後540日目

この時期になると新生骨の改造現象が進行し、歯根切断面上部の皮質骨様硬組織は薄くなり、一部には骨梁構造も認められた (Fig.8a)。骨組織直下の脂肪組織は、術後180日目と比較して豊富に存在し、隣接する既存の歯槽骨の骨髄組織へと移行していた。また、歯根切断面には全面にわたって薄い骨様硬組織が形成され、この骨様硬組織中には細胞成分を含む小腔や改造線が認められ、いわゆる骨様セメント質の像を呈していた。この骨様硬組織に接して骨膜様構

造を呈する細胞成分に富む薄い線維性結合組織層が存在し、この結合組織中の膠原線維は歯根切断面と平行に走行していた (Fig.8b)。歯髓腔は非常に狭窄し、象牙質によってほぼ満たされ、歯髓組織はわずかに認められるのみであった。さらに、この時期では歯根のほぼ全長にわたって歯槽骨と歯根セメント質とが癒着し、歯根膜組織は一部に認められるのみであった (Fig.8a)。

#### 2) 失活歯根埋伏群

##### (1) 術後7日目

歯根切断面は、根管から溢出したガッタパーチャポイントの層によって被覆されており、その上部には高度の小円形細胞浸潤を含む炎症性肉芽組織が認められた (Fig.9)。

##### (2) 術後14日目

歯根切断面はガッタパーチャポイントの層によって被覆され、その上部には小円形細胞浸潤をともなう線維性結合組織が認められた。また、

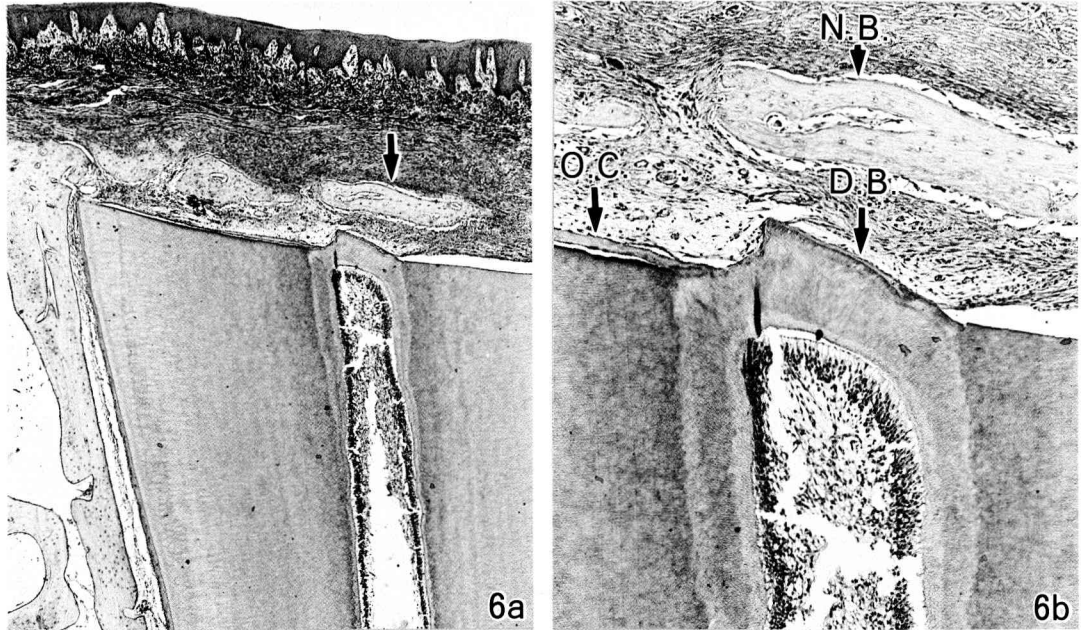


Fig.6 The submerged area of vital root, 56 days after.

- a : The coverage of the amputated surface of the root with new bone is advanced (arrow) and the plug of the orifice of the root canal with secondary dentin is accomplished at this stage, H.E. stain,  $\times 10$ .
- b : A higher magnification of "a" makes it clear that the secondary dentin (D.B.) contains dentinal tubes and predentin layer. An intact odontoblastic layer lined the walls of the root canal. The osteocementum (O.C.) is observed on the amputated surface of the dentin. At this stage the new bone (N.B.) is immature, H.E. stain,  $\times 28$ .

ガッタパーチャポイントと接する面には緻密な線維性結合組織層が認められた。

(3) 術後28日目

歯根切断面上部の線維性結合組織はさらに緻密となり、小円形細胞浸潤はほぼ消失していた。しかし、同時期の生活歯根埋伏群でみられたような歯根切断面を被覆する骨の新生はいまだ認められなかった。

(4) 術後56日目

歯根切断面の上部には、隣接する歯槽骨頂部付近から新生骨の形成が認められた。しかし、ガッタパーチャポイントと接する歯根切断面上部の線維性結合組織には、いまだ小円形細胞浸潤が残存し、生活歯根埋伏群でみられたような歯根切断面に接する硬組織の形成は認められな

かった (Fig.10)。

(5) 術後180日目

ガッタパーチャポイントの層が歯根切断面全体を被覆しており、その上部の線維性結合組織にはいまだ小円形細胞浸潤が残存し、生活歯根埋伏群でみられたような、新生骨および骨様セメント質の形成は認められなかった。

(6) 術後540日目

ガッタパーチャポイントによって被覆されていない歯根切断面の上部には、ハバース管を含む緻密な新生骨が形成されていたが、その成熟度は生活歯根埋伏群に比較して遅延していた。その直下には線維性結合組織層が存在し脂肪組織は認められなかった。また、象牙質切断面に接して薄い骨様セメント質が形成されており歯

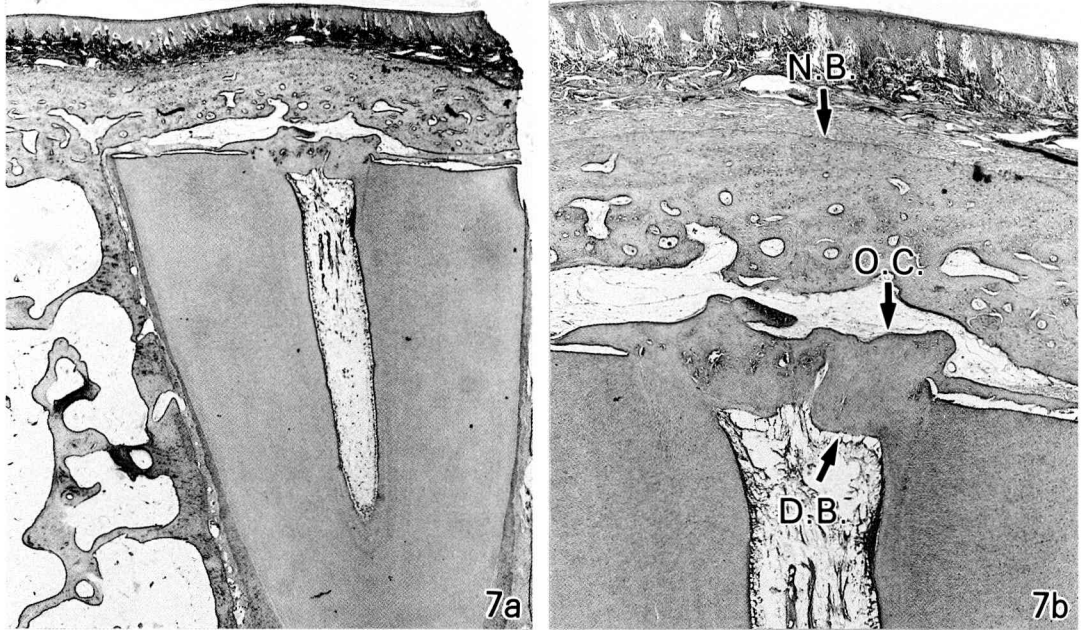


Fig.7 The submerged area of a vital root, 180 days after.

- a : The coverage of the amputated surface of the dentin with new bone is accomplished and became more compact than previously, H.E. stain,  $\times 7$ .
- b : A higher magnification of "a" makes it clear that the new bone (N.B.) contains Haversian systems and lamellar structure. The area between new bone and osteocementum (O.C.) filled with fatty tissue. The orifice of the amputated root is plugged with the osteocementum (O.C.) and the dentin bridge (D.B.), H.E. stain,  $\times 16$ .

根セメント質へ移行していた。しかし、溢出したガッタパーチャポイントと接する線維性結合組織中には新生骨や骨様セメント質の形成は認められず、dentin bridgeの形成もみられなかった。この時期では、歯根のほぼ全長にわたって歯槽骨と歯根セメント質の癒着がみられた (Fig.11a, b)。

## 2. 創傷治癒経過のまとめ

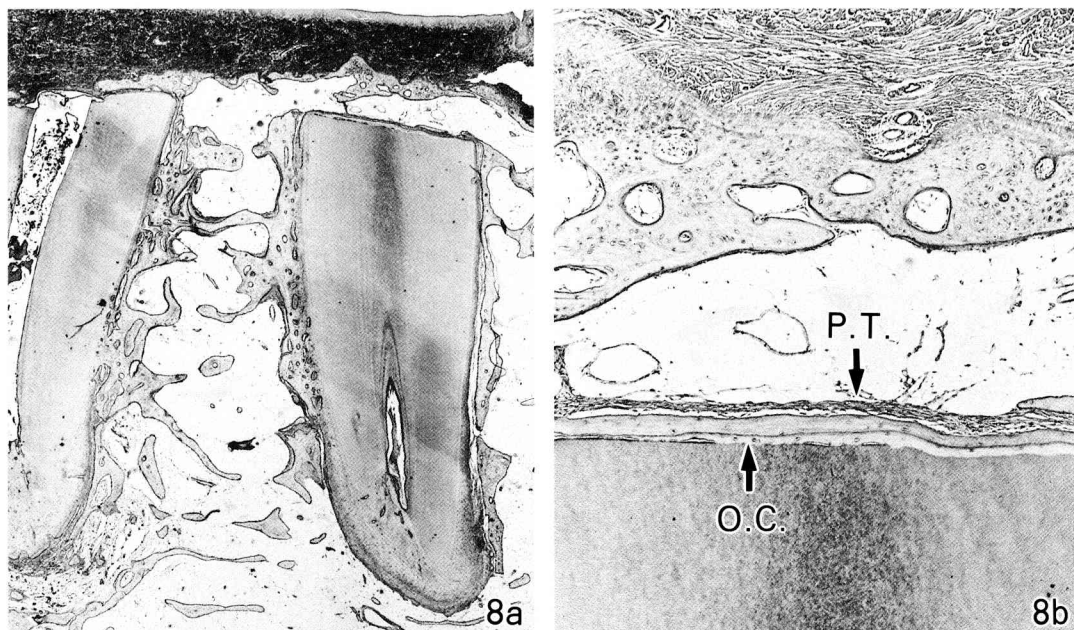
### (1) 埋伏歯根上部の粘膜下結合組織の炎症

生活歯根埋伏群では、埋伏歯根上部の粘膜下組織に術後28日目まで中等度の炎症がみられた。術後56日目以降になると炎症性変化は大部分の例において消退する傾向がみられた。失活歯根埋伏群では、術後28日目まで生活歯根埋伏群とほぼ同様の結果を示した。しかし、術後56日目以降にいたっても軽度から中等度の炎症性変化

を示す例が大部分を占め、生活歯根埋伏群と比較して埋伏歯根上部の粘膜下組織の炎症性変化が長期にわたって残存する傾向がみられた (Table 2)。

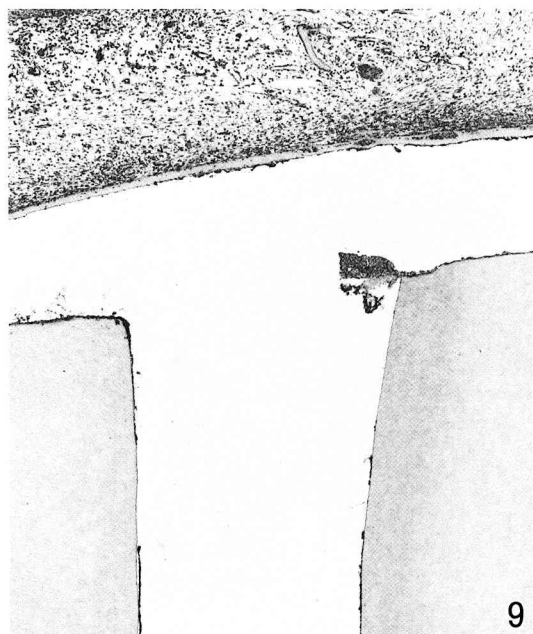
### (2) 生活歯根埋伏群の歯髓組織の炎症

歯冠側 (歯根切断側) の歯髓組織には、術後14日目まで軽度から中等度の炎症が大部分の例にみられ、術後28日目では、10例中2例に歯髓組織の壊死が認められた。しかし、炎症は経時的に軽度となり、術後56日目以降になると、ほとんどの例で炎症性変化はみられなかった。術後540日目では、歯冠側の歯髓腔は狭窄し、ほぼ象牙質によって占められていた。歯根側の歯髓組織には、術後14日目まで軽度の炎症が11例中5例にみられたが、術後21日目以降ではほとんどの例で炎症性変化は認められず、歯根側の



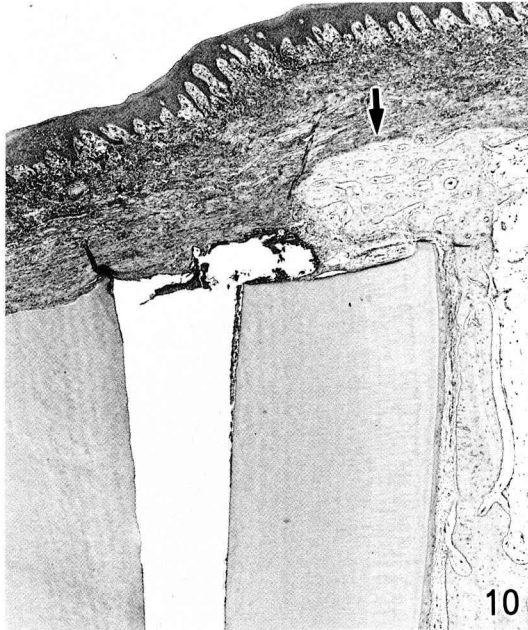
**Fig.8**

- a : The submerged area of a vital root (Right) and of an endodontically treated root (Left), 540 days after. The layer of new bone in this specimen is narrower than in the previous specimen, and the fatty tissue area is larger in the vital roots. The ankylosis between root cementum and alveolar bone was observed, H.E. stain,  $\times 2.5$ .
- b : The periosteal-like tissue (P.T.) is observed in proximity to the surface of the osteocementum (O.C.) which contains cementum-lines in the vital root, H.E. stain,  $\times 20$ .

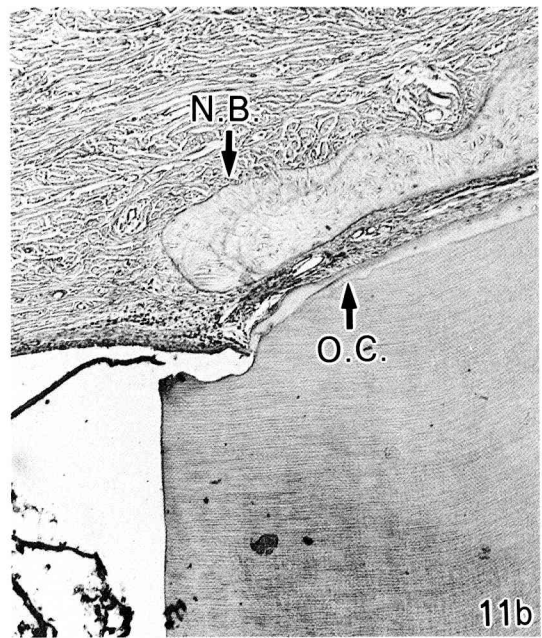
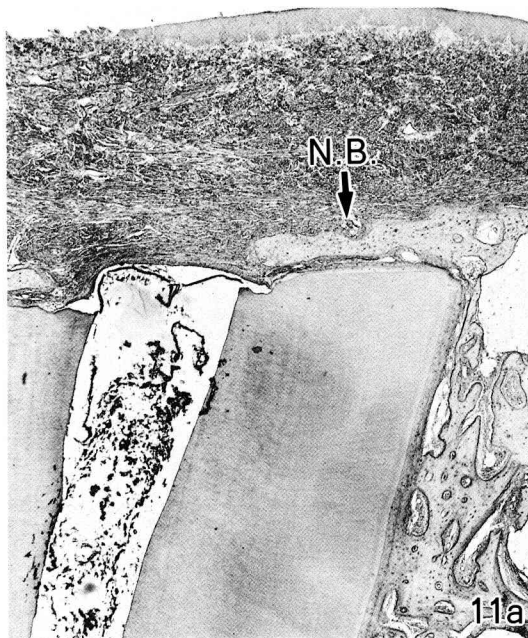


**Fig.9** The coronal region of an endodontically treated root seven days after submergence. Inflammatory cellular infiltration in the granulation tissue over a gutta-percha point, apparently greater than in the vital root, H.E. stain,  $\times 13$ .





**Fig.10** The coronal region of an endodontically treated root 56 days after submergence. The new bone (arrow) was formed over half the amputated surface of dentin. This only occurred in one case, H.E. Stain,  $\times 7$ .



**Fig.11** The coronal region of an endodontically treated root 540 days after submergence.

- a : The new bone (N.B.) was formed over the amputated surface, H.E. stain  $\times 10$ .
- b : A higher magnification of "a" makes it clear that the new bone (N.B.) contains lamellar structure and the area between the new bone and the osteocementum (O.C.) is filled with connective tissue, H.E. stain,  $\times 20$ .

歯髓組織は歯冠側の歯髓組織と比較して炎症性変化は軽度で、かつ術後早期に炎症が消退する傾向がみられた (Table 3)。

(3) 歯髓切断面での dentin bridge の形成

生活歯根埋伏群の歯髓切断面には、術後14日目まで dentin bridge の形成はみられず、術後21日目になって dentin bridge がわずかに形成されている例が認められた。術後28日目以降になると、歯髓切断面全体にわたって dentin bridge が形成されている例が多くなり、術後56日目以降で dentin bridge が全く形成されて

いない例は20例中6例のみであった (Table 4)。

(4) 象牙質切断面に接した硬組織 (骨様セメント質) の形成

生活歯根埋伏群では、術後28日目以降に象牙質切断面に接した硬組織の形成が著明となり、術後180日目になると象牙質切断面全体に骨様硬組織の形成がみられ、その厚さと成熟度は経時的に高度となっていた。術後180日目以降では、10例中9例に象牙質切断面全体にわたる硬組織の形成が認められた (Table 5)。この骨様硬組織は歯根のセメント質に連続しているこ

Table 2 Histological evaluation of inflammation with submucosal connective tissue over submerged roots.

Experimental groups	Evaluation of inflammation	Numbers of submerged roots in each period						
		7	14	28	56	180	540/days	
Submerged vital roots	No evidence	0	0	5	7	7	1	
	Mild reaction	0	7	2	3	2	0	
	Moderate reaction	4	4	1	0	0	0	
	Severe reaction	2	0	2	0	0	0	
	Total	6	11	10	10	9	1	47
Submerged endodontically treated roots	No evidence	0	0	3	2	0	0	
	Mild reaction	0	1	2	4	2	1	
	Moderate reaction	0	3	2	1	5	0	
	Severe reaction	5	0	0	0	1	0	
	Total	5	4	7	7	8	0	32
Total		11	15	17	17	17	2	79

Table 3 Histological evaluation of pulpal tissue of submerged roots.

Site of pulpal tissue	Evaluation of pulpal tissue	Numbers of submerged roots in each period						
		7	14	28	56	180	540/days	
Coronal site	No inflammation	2	2	6	7	7	calcification	
	Mild inflammation	3	4	1	3	2	of pulp chamber	
	Moderate inflammation	1	5	0	0	0		
	Severe inflammation	0	0	1	0	0		
	Necrosis/Gangrene	0	0	2	0	0		
	Total	6	11	10	10	9	1	47
Apical site	No inflammation	4	6	8	7	9	1	
	Mild inflammation	2	5	0	3	0	0	
	Moderate inflammation	0	0	0	0	0	0	
	Severe inflammation	0	0	0	0	0	0	
	Necrosis/Gangrene	0	0	2	0	0	0	
	Total	6	11	10	10	9	1	47

Table 4 Histological evaluation of dentin bridge formation across the coronal extent of the chamber.

Experimental groups	Evaluation of dentin bridge formation	Numbers of submerged roots in each period						
		7	14	28	56	180	540/days	
Submerged vital roots	No evidence	6	11	6	3	3	calcification of pulp chamber	
	Minimal	0	0	1	4	3		
	Half	0	0	0	1	0		
	Entire	0	0	3	2	3		
	(in each pulp chamber amputation surface)							
Total		6	11	10	10	9	1	47
Submerged endodontically treated roots	No evidence	5	4	7	7	8	1	
	Minimal	0	0	0	0	0	0	
	Half	0	0	0	0	0	0	
	Entire	0	0	0	0	0	0	
	(in each pulp chamber amputation surface)							
Total		5	4	7	7	8	1	32
Total		11	15	17	17	17	2	79

Table 5 Histological evaluation of hard tissue (osteocementum) formation over the dentin amputation site.

Experimental groups	Evaluation of osteocementum formation	Numbers of submerged roots in each period						
		7	14	28	56	180	540/days	
Submerged vital roots	No evidence	6	10	2	0	0	0	
	Minimal	0	1	5	2	0	0	
	Half	0	0	3	8	1	0	
	Entire	0	0	0	0	8	1	
	(in each dentin amputation surface)							
Total		6	11	10	10	9	1	47
Submerged endodontically treated roots	No evidence	5	4	6	0	4	0	
	Minimal	0	0	1	6	4	0	
	Half	0	0	0	1	0	0	
	Entire	0	0	0	0	0	1	
	(in each dentin amputation surface)							
Total		5	4	7	7	8	1	32
Total		11	15	17	17	17	2	79

ラセメント質と同様の構成物質と考えられる。

失活歯根埋伏群では、術後56日目以降象牙質切断面に接した硬組織の形成がみられるようになった。しかし、生活歯根埋伏群と比較して硬組織形成を示す例は非常に少なく、硬組織形成

を認める場合でも、形成量は軽度である例が大部分を占めていた (Table 5)。

#### (5) 埋伏歯根上部における骨形成

生活歯根埋伏群では、術後28日目以降に埋伏歯根上部の線維性結合組織中に新生骨の形成を

示す例が多くなり、術後56日目以降になると埋伏歯根上部全体にわたって骨形成を示す例が認められた。術後180日目では、埋伏歯根上部全体にわたって骨形成を示す例が9例中7例にみられた。失活歯根埋伏群では生活歯根埋伏群のような骨形成を示す例は非常に少なく、かつ骨形成が埋伏歯根上部全体にわたってみられる例はなかった (Table 6)。

このように、歯根切断面に接した新生骨の形成の経時的変化と、象牙質切断面に接した硬組織 (骨様セメント質) の形成の経時的変化はほぼ同調する傾向がみられたものの、生活歯根埋伏群と失活歯根埋伏群ではその形成に大きな差がみられた。

### 考 察

歯根を骨内に埋伏する方法としては、現在まで、1) 生活歯根を埋伏する方法<sup>19-22)</sup>、2) 生活歯根埋伏上部に皮膚または粘膜を移植する方法<sup>23, 24)</sup>、3) 抜髄後、根管充填をせずに歯根を埋伏する方法<sup>25)</sup>、4) 根管充填した歯根を埋伏する方法<sup>26, 27)</sup>、5) 根管治療した歯根を再植し、埋伏する方法<sup>28, 29)</sup>などが行われている。本研究では臨床的に最も利用頻度が高いと考えられる

1) と4) の方法を用い、両者の創傷の治癒経過を経時的に観察した。

歯根埋伏法における歯根の切断部位に関しては歯槽骨頂部より2~3mm下方で行っている報告が多いが<sup>20-22, 26-28)</sup>、歯槽骨頂部と同じ高さで歯根を切断している報告もある<sup>19)</sup>。しかし、歯根を歯槽骨頂部より3mm下方で確実に切断することは臨床においては技術的にかなり困難であることから、著者は歯槽骨頂部より約1mm下方で歯根を切断した。また、遊離歯肉部の内縁上皮を切除せずに粘膜弁を縫合した場合には、歯根の骨内埋伏の成功率が低いことが報告されており<sup>19)</sup>、多くの研究では埋伏歯根周囲の内縁上皮を切除し、粘膜弁の縫合を行っている<sup>26-28)</sup>。

正常な創傷治癒の経過は、便宜的に炎症性過程、増殖過程、再構成過程に分けられている<sup>30)</sup>。これらの経過は、局所的には壊死組織、感染、異物の介入、局所血流不全、局所の浮腫、出血などの因子により阻害される<sup>31)</sup>。そこで、本研究では、術後の治癒経過を良好にするため歯頸部に内斜切開を加え、埋伏歯根周囲の内縁上皮を切除した後に粘膜弁を縫合して歯根切断面を被覆した。この方法により、口腔と埋伏歯根と

Table 6 Histological evaluation of bone regeneration over submerged roots.

Experimental groups	Evaluation of bone regeneration	Numbers of submerged roots in each period						
		7	14	28	56	180	540/days	
Submerged vital roots	No evidence	6	10	5	0	0	0	
	Minimal	0	1	5	3	1	0	
	Half	0	0	0	4	1	0	
	Entire	0	0	0	3	7	1	
	(in each dentin amputation surface)							
	Total	6	11	10	10	9	1	47
Submerged endodontically treated roots	No evidence	5	4	6	2	7	0	
	Minimal	0	0	1	5	1	0	
	Half	0	0	0	0	0	1	
	Entire	0	0	0	0	0	0	
	(in each dentin amputation surface)							
	Total	5	4	7	7	8	1	32
Total		11	15	17	17	17	2	79

の交通を封じることができ良好な結果が得られた。

生活歯根埋伏群において、術後7日目では歯根切断面上部は血餅と肉芽組織によって満たされていたが、術後14日目になると肉芽組織は線維性結合組織に置換され、その後の経過とともに緻密さを増した。また、線維性結合組織中の炎症性変化は術後56日目以降になるとほぼ消退した。しかし、炎症性変化が残存する例では、歯根面断端に鋭縁のある場合が多く、このことが線維性結合組織中の炎症性変化に影響をおよぼしている可能性が考えられた。したがって、歯根を歯槽骨頂部より過度に深い位置で切断することは技術的に歯根面上に鋭縁を残しやすく、また、歯槽骨の損傷にも大きく影響すると考えられるので、歯根埋伏後の治癒経過にとっては望ましくないと思われる。

失活歯根埋伏群では、術後56日目以降でも大部分の例に軽度から中等度の炎症性変化がみられ、生活歯根埋伏群に比較して線維性結合組織中の炎症性変化は長期にわたって残存する傾向がみられた。術後28日目以前でも、生活歯根埋伏群と比較して炎症の程度は高度であった。Whitaker ら<sup>19)</sup>、服部<sup>22)</sup>、Reames ら<sup>26)</sup>、O'Neal ら<sup>27)</sup>、Gound ら<sup>28)</sup>は酸化亜鉛ユージノールセメントをシーラーとしてガッタパーチャポイントにて根管充填を行った歯根を骨内に埋伏した報告で、埋伏歯根上の線維性結合組織中に炎症性変化を認めている。この原因として、Whitaker ら<sup>19)</sup>、O'Neal ら<sup>27)</sup>はガッタパーチャによる刺激を挙げ、服部<sup>22)</sup>、Reames ら<sup>26)</sup>、Gound ら<sup>28)</sup>は酸化亜鉛ユージノールセメントによる刺激を挙げている。一方、曾我<sup>32)</sup>は過剰根管充填が根尖歯周組織に与える影響を研究し、ガッタパーチャポイントは術後早期に線維性結合組織により被包され根尖歯周組織におよぼす影響は軽微であったが、酸化亜鉛ユージノールセメントは根尖歯周組織に強い炎症性反応を惹起したと報告している。このような酸化亜鉛ユージノールセメントの組織刺激性はその成分中のユージノールによるものであると考えられてい

る<sup>33, 34)</sup>。

本研究における失活歯根埋伏後の治癒過程で、線維性結合組織中にみられた炎症性変化の長期残存はガッタパーチャポイントおよび酸化亜鉛ユージノールセメントの機械的刺激あるいは組織刺激性が影響しているものと考えられる。

埋伏歯根上部の創傷治癒過程におよぼす根管充填材の影響を避ける方法としては、根管口部をアマルガムで封鎖する方法<sup>28)</sup>、根管充填材を根尖側よりで切断する方法<sup>29)</sup>が考えられている。今後は失活歯根埋伏法に生体親和性のある人工材を用いて根管口部を封鎖することにより、埋伏歯根上部の創傷治癒過程を良好にできる可能性も考えられるがこれについては明らかではない。

根尖側の歯髓組織では術後21日目以降、歯冠側の歯髓組織では術後56日目以降ほとんどの例で炎症性変化が認められなくなり、大部分の例では歯髓組織の生活力が保たれていた。しかしながら、術後28日目の2例に歯髓壊疽がみられた。この例では口腔と歯髓組織との交通がみられ、感染が原因と考えられた。

生活歯根埋伏群の歯髓切断面における dentin bridge の形成は術後21日目からわずかに認められ、術後28日目では歯髓切断面全体にわたる dentin bridge の形成がみられた。しかしながら、この時期にはいまだ象牙細管構造は不明瞭であった。術後56日目になると歯髓切断面の dentin bridge は一段と厚くなり、象牙細管構造や象牙前質層も明瞭に識別されるようになってきた。この dentin bridge 直下にはやや高円柱状を呈した象牙芽細胞の規則的な配列が観察された。さらに、dentin bridge の形成の経過とともに歯髓腔の内壁に象牙質の添加がみられ、歯髓腔は経時的に狭窄していた。

歯髓組織の創傷治癒過程について、Kakehashi ら<sup>35)</sup>、小林ら<sup>36)</sup>は無菌飼育ラット臼歯を露髄後に放置したままで dentin bridge の形成をみている。しかし、通常飼育ラットでは dentin bridge の形成がみられず、歯髓組織には炎症性変化が認められたと報告し、歯髓の創

傷治癒過程における dentin bridge の形成には感染防止が重要であることを強調している。

一方、市川<sup>27)</sup>は犬における生活歯髄切断後の dentin bridge 形成に関して光顕的ならびに電顕的に検討し、一般的に間葉系組織は外界に露出したまま治癒することではなく、必ず上皮に覆われ治癒する。生活歯髄切断後に形成された dentin bridge も間葉系組織であり、歯髄切断面の治癒には外界から遮断するに必要な上皮に変わる人工的充填物が必要であると述べている。

このような点から、本研究における生活歯根埋伏後の歯髄組織の創傷治癒過程を考察すると、生活埋伏歯根上部を上皮で覆われた粘膜弁で被覆するため、粘膜弁は歯髄切断面の覆膜的役割を果たし、歯髄組織を外界から遮断し得るものと考えられる。

本研究では歯根を歯槽骨頂部より 1 mm 下方で切断することにより、dentin bridge の形成にとって良好な結果を得た。市川<sup>27)</sup>は多量の血餅は異物であり、長期にわたり器質化ないし被包化される結果 dentin bridge 形成の妨げになると考えている。また、歯根の切断位置を歯槽骨頂部より 2 mm 下方とした Plata ら<sup>21)</sup>、服部<sup>22)</sup>の報告があるが、これらには dentin bridge の形成によって明らかに歯髄切断面を閉鎖した例の記載がみられない。これらのことから、従来より数多く行われているように歯根の切断を歯槽骨頂部より 2~3 mm 下方で行った場合には、歯髄切断面における血餅層が厚くなり dentin bridge の形成が阻害されるものと思われる。しかしながら、この点についてはさらに今後の詳細な研究が必要と思われる。

切断歯根面上に接し、既存のセメント質と連続した骨様セメント質の新生とその改造現象が経時的にみられた。さらに、骨様セメント質の上部には線維性結合組織層を介して新生骨が形成され、経時的に新生骨は成熟度を増すとともに、線維性結合組織層は薄くなり、骨組織直下は脂肪組織によって占められるようになった。また、骨様セメント質の形成の経時的变化と新生骨の経時的变化との間にはほぼ同調する傾向

がみられた。しかし、失活歯根埋伏群での硬組織の形成は、生活歯根埋伏群と比較して劣り、硬組織形成を示す例は少なく、硬組織形成の認められた例では成熟度が低かった。

歯根の骨内埋伏後の治癒過程は、吉田<sup>28)</sup>、堀田<sup>29)</sup>、森村<sup>30)</sup>らによる歯周組織の創傷治癒過程の報告と同様であった。すなわち歯槽骨、セメント質、象牙質および歯髄切断面から増殖した未分化間葉細胞は骨芽細胞、セメント芽細胞、象牙芽細胞へと分化し、それぞれ、骨、セメント質および象牙質 (dentin bridge) を形成するものと考えられる。しかし、骨様セメント質と新生骨組織との間には歯根切断面に平行に横走する線維性結合組織層の介在が認められるのみで、明らかな歯根膜組織はみられなかった。このような所見は森村<sup>30)</sup>が歯髄切断例で象牙質削除表面に認めた所見と類似していた。また、失活歯根埋伏群で歯根切断面上部における硬組織の形成が劣った原因としては、酸化亜鉛ユージノールセメントの組織刺激性による炎症性変化や、ガッタパーチャポイントのリバウンドによる歯根切断面の被覆<sup>27)</sup>のほか、堀田<sup>29)</sup>が述べている象牙芽細胞の誘導の欠損や歯髄組織の喪失による血流の欠如<sup>31)</sup>などが影響していると思われる。しかしながら、これらの原因のうち歯髄組織の喪失にともなう原因<sup>18, 32)</sup>以外については失活歯根埋伏法の改善により防止できると考えられる。また、このような点が改善されたならば、失活歯根埋伏にともなう組織学的変化は多少の時間的な差があったとしても生活歯根埋伏群とほぼ同様の経過をたどる可能性も考えられる。

生活歯根埋伏群で、経過良好例における埋伏歯根上部の新生骨は術後180日目でも最も厚く緻密でハバース管構造や層板構造が認められたが、術後540日目ではむしろ新生骨は薄くなり脂肪組織の占める面積が増大した。

以上のことから、生活歯根埋伏後の治癒過程は、粘膜組織層の修復に始まり、さらに歯髄切断面における dentin bridge の形成、象牙質切断面に接する骨様セメント質の形成および埋伏

歯根上部での新生骨などの形成がおこり、その後新生骨の緻密化により一応の完了をみるものと考えられた。したがって、歯根埋伏後に義歯を装着するには上記のような治癒完了を思わせる組織変化を呈する時期が望ましいと考えられ、それ以前は埋伏歯根部を出来るだけ安静に保つように、義歯内面のリリースや粘膜調整材の使用を考慮する必要があると思われる。

## 結 論

歯根の骨内埋伏に関する外科的および補綴的処置方法の改善を目的として、雑種成犬を用い生活歯根および抜髄後根管充填を施した失活歯根を歯槽骨内に埋伏し、それらの治癒経過を組織学的に検討した結果、以下の結論を得た。

1. 埋伏歯根上部の線維性結合組織層の治癒過程は、生活歯根埋伏群と比較して失活歯根埋伏群で遅延し、炎症性変化が長期にわたって残存した。
2. 生活歯根埋伏群の歯髓切断面における治癒過程では、dentin bridgeの形成がみられ、経時的に成熟度を増し、象牙細管構造や象牙前質層も区別された。
3. 生活歯根埋伏群の歯根切断面上部における硬組織の治癒過程では、象牙質切断面に接して骨様セメント質の形成と、その上部での新生骨の形成がみられた。新生骨は術後180日目までは経時的に緻密化の傾向を呈し、一見

治癒完了を思わせる組織像が得られた。

4. 失活歯根埋伏群の歯根切断面上部における硬組織の治癒過程は、生活歯根埋伏群のそれと比較し時期的、質的に劣っていた。
5. 補綴処置を行うに際しては、新生骨の緻密化した時期以降に義歯を装着することが望ましく、それ以前には埋伏歯根部をできるだけ安静に保つ必要のあることが示唆された。
6. 歯槽骨頂部より1mm下方で歯根を切断することによりdentin bridgeの形成に関して良好な結果を得た。

## 謝 辞

稿を終るにあたり、始終御懇篤なる御指導と御校閲を賜りました恩師岩手医科大学歯学部歯科補綴学第一講座田中久敏教授に深甚なる謝意を表します。また丁寧な御教授、御校閲を賜りました岩手医科大学歯学部口腔病理学講座鈴木鍾美教授ならびに歯科保存学第一講座石橋真澄教授に深く感謝の意を表します。本研究にたいして数多くの御援助と御助言を賜りました口腔病理学講座武田泰典講師に衷心より謝意を捧げます。さらに、種々の御協力を賜りました岩手医科大学歯学部歯科補綴学第一講座の医局員各位、大学院生各位ならびに朴沢一成先生に感謝いたします。

本論文の要旨の一部は、昭和62年5月、第77回日本補綴歯科学会学術大会において発表した。

**Abstract :** An experimental study was conducted to improve the prosthetic and surgical results of the root-submergence procedure. Crowns of four mandibulars were amputated at a level 1mm below the original alveolar crest. Vital and endodontically treated roots of nine dogs were submerged and studied histologically over a period of 540 days postoperative period.

In the vital root submergence group, a dentin bridge at the pulp amputated surface, new bone over the root amputated surface, and osteocementum on the dentin amputated surface were formed 4 weeks after the operation. These tissues continued to mature. The thickness of the new bone 540 days after the operation was less than in the early stage of the experiment.

On the other hand, these reparative processes of hard tissues were somewhat delayed in the endodontically treated submerged roots. The findings obtained in this study suggest the following : A reparative process of the vital submerged root was mostly

accomplished in the early stage, 180 days after the operation. It was thought to be good for the formation of dentin bridges if roots were amputated at a level 1mm below the original alveolar crest. In the endodontically treated submerged roots, it was found favorable to place some bio-compatible material on the amputated root canal surface.

### 文 献

- 1) Boucher, C. O., Hickey, J. C. and Zarb, G. A. : Prosthodontic treatment for edentulous patients, 7th ed., The C. V. Mosby Company, St. Louis. ppl 15, 1975.
- 2) Toolson, L. B. and Smith, D. E. : A 2-years longitudinal study of overdenture patients. Part 1 : Incidence and control caries on overdenture abutments. *J. Prosthet. Dent.* 40 : 486-491, 1978.
- 3) Fenton, A. A. and Hahn, N. : Tissue response to overdenture therapy. *J. Prosthet. Dent.* 40 : 492-498, 1978.
- 4) Lam, R. L. : Effect of root implants on resorption of residual ridges. *J. Prosthet. Dent.* 27 : 311-323, 1977.
- 5) Masterson, M. P. : Retention of vital submerged roots under complete dentures : Reports of 10 patients. *J. Prosthet. Dent.* 41 : 12-15, 1979.
- 6) Guyer, S. E. : Selectively retained vital roots for partial support of overdentures : A patient report. *J. Prosthet. Dent.* 33 : 258-263, 1975.
- 7) Welker, W. A., Jivident, G. J. and Kramer, D. C. : Preventive prosthodontics-Mucosal coverage of roots. *J. Prosthet. Dent.* 40 : 619-621, 1975.
- 8) Murray, C. G. and Adkins, K. F. : The elective retention of vital roots for alveolar bone preservation : A pilot study. *J. Oral Surg.* 37 : 650-656, 1979.
- 9) 小林琢三, 山田芳夫, 清野和夫, 田中久敏, 竹下信義, 鈴木鍾美 : 生活歯根の骨内埋伏法を用いたオーバーデンチュア, 日歯評論, 444 : 47-59, 1979.
- 10) Garver, D. G. and Fenster, R. K. : Vital root retention in humans : A final report. *J. Prosthet. Dent.* 43 : 368-373, 1980.
- 11) Delivanis, P., Esposito, C. and Bickley, R. : Clinical considerations for root-submergence procedures. *J. Prosthet. Dent.* 43 : 487-490, 1980.
- 12) Wower, N. V. and Winther, S. : Submergence of roots for alveolar ridge preservation : A failure (4-year follow-up study). *Int. J. Oral Surg.* 10 : 247-250, 1981.
- 13) Veldhuis, A. A. H., Schade, G. J., Denissen, H. W. and Smitt, A. E. S. : Submerged tooth roots in preventive prosthetic dentistry. *Clinic. Prevent. Dent.* 3 : 13-15, 1981.
- 14) Kemp, W. B., Calhoun, R. L. and Andrews, C. H. : Subcrestal retention of endodontically treated roots : Discussion and report of case. *J. Endodont.* 5 : 154-157, 1979.
- 15) Casey, D. M. and Lauciello, F. R. : A review of the submerged-root concept. *J. Prosthet. Dent.* 43 : 128-132, 1980.
- 16) Dugan, D. J., Getz, J. B. and Epker, B. N. : Root banking to preserve alveolar bone : a review and clinical recommendation. *J. Am. Dent. Assoc.* 103 : 737-743, 1981.
- 17) Bowles, W. H. and Daniel, R. E. : Reevaluation of submerged vital roots. *J. Am. Dent. Assoc.* 107 : 429-432, 1983.
- 18) Polyzois, G. L. : An update on the submerged-root concept, Evolution and current knowledge. *Clinic. Prevent. Dent.* 7 : 14-22, 1985.
- 19) Whitaker, D. and Shankle, R. : A study of the histologic reaction of submerged root segments. *Oral Surg.* 37 : 919-935, 1974.
- 20) Johnson, D., Kelly, J., Flinton, R. and Cornell, M. : Histologic evaluation of vital root retention. *J. Oral Surg.* 32 : 829-833, 1974.
- 21) Plata, R. L. and Kelln, E. E. : Intentional retention of vital submerged roots in dogs. *Oral Surg.* 42 : 100-108, 1976.
- 22) 服部康二 : 歯根の骨内埋伏法に関する実験的研究, 歯科医学, 48 : 180-198, 1985.
- 23) Lambert, P. M. and Marquard, J. J. : Autogenous dermal graft coverage of submerged roots in dogs. *Oral Surg.* 42 : 100-108, 1976.
- 24) Lambert, P. M., Skerl, R. F. and Campana, H. A. : Free autogenous graft coverage of vital retained roots. *J. Prosthet. Dent.* 50 : 611-617, 1983.
- 25) Levin, M., Getter, L., Cutright, D. and Bhaskar, S. : Intentional submergence of nonvital roots. *J. Oral Surg.* 32 : 834-839, 1974.
- 26) Reames, R. L., Nickel, J. S., Patterson, S. S., Boone, M. and El-Kafrawy, A. H. : Clinical, radiographic, and histological study of endodontically treated retained roots to preserve alveolar bone. *J. Endodont.* 1 : 367-372, 1975.



- 27) O'Neal, R. B., Gound, T., Levin, M. P. and del Rio, C. E. : Submergence of roots for alveolar preservation. I. Endodontically treated roots. *Oral Surg.* 45 : 803-810, 1978.
- 28) Gound, T., O'Neal, R. B., del Rio, C. E. and Levin, M. P. : Submergence of roots for alveolar preservation. II. Reimplanted endodontically treated roots. *Oral Surg.* 46 : 114-122, 1978.
- 29) Simmon, J. and Kimura, J. : Maintenance of alveolar bone by the intentional reimplantation of roots. *Oral Surg.* 37 : 936-944, 1974.
- 30) 榊原 仟, 羽田野茂 : 福田 保監修, 外科学, 上巻, 医学書院, 東京, 175-188ページ, 1976.
- 31) 大浦武彦 : 創傷治癒, 萩野洋一, 倉田喜一郎, 牧野惟男編集, 形成外科学入門, 南山堂, 東京, 16-26ページ, 1978.
- 32) 會我直夫 : 根管充填に関する研究, 特に過剰根管充填が歯周組織に与える影響に関する実験的研究, 歯科医学, 38 : 615-632, 1975.
- 33) 小田雅裕 : 2, 3 の根管充填剤が根尖病変の治癒に及ぼす影響について, 歯科医学, 42 : 263-279, 1979.
- 34) 吉川 伸, 島銀一郎, 伊地智弘昌, 浜田 毅, 野津眞一郎, 戸田忠夫 : 根管用シーラーの根尖歯周組織への影響についての実験的研究, 日歯保誌, 29 : 1512-1521, 1986.
- 35) Kakehashi, S., Stanley, H. R. and Fitzgerald, R. J. : The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg.* 20 : 340-349, 1965.
- 36) 小林千尋, 吉田治志, 服部 治, 青木豊明, 加藤伊八 : 無菌飼育ラットの歯髄創傷の治癒に関する研究 (第1報), 日歯保誌, 24 : 747-753, 1981.
- 37) 市川 徹 : 犬における生活歯髄切断後の Dentin Bridge 形成に関する光顕的ならびに電顕的研究, 歯科学報, 76 : 391-439, 1976.
- 38) 吉田導子 : 歯根窩洞における白亜質, 歯根膜及び歯槽骨の再生に関する実験的研究, 歯科学報, 76 : 1197-1222, 1976.
- 39) 堀田祐二 : 無髄の歯根窩洞における白亜質, 歯根膜及び歯槽骨の再生に関する実験的研究, 歯科学報, 77 : 487-519, 1977.
- 40) 森村儀一 : 歯牙及び歯牙支持組織の創傷治癒に関する実験的研究, 歯科学報, 80 : 731-753, 1980.