

〔原著〕 松本歯学 8 : 197~209, 1982

骨内インプラント周囲結合組織の組織学的研究 —Peri-implant membrane の構造について—

村 松 力

松本歯科大学 口腔解剖学第2講座（指導：鈴木和夫 教授）

The Histological Study of the Connective Tissues Surrounding
the Endosteal Implant
—On the structure of the peri-implant membrane—

CHIKARA MURAMATSU

Department of Oral Histology, Matsumoto Dental College

(Chief : Prof. K. Suzuki)

Summary

The connective tissues surrounding a blade-vent endosteal implant were observed by the microscopy, the scanning electron microscopy and the micro-radiography. These implants were embedded in the mandible of Japanese monkeys during 12 or 30 months.

In the peri-implant membrane, the numerous cellular elements distributed. At the implant side, the fibrocytes existed and the osteoblast arranged at the bone side. In the middle portion of a distance from implant, the fibrocytes and the large cells like histiocytes were observed. These cells distributed regularly at the normal osseous tissues. So this peri-implant membrane around the successful implant was characterized by its density and regular organization.

The fiber bundles of the peri-implant membrane run parallel to the implant-surface at the implant side and radiated to the bone-surface at the bone side. But the fibers made a meshwork in the middle portion. Its fibers formed bundles that become oriented along the directions of stress. These results may be indicated that the masticatory forces added to the implant should be transmitted and absorbed to the bone surrounding implant by the peri-implant membrane.

In this study, numerous capillary vessels and nerve fibers were observed in the peri-implant membrane. Especially, the nerve fibers were suggested that there is a possibility of the existing of a self-receptor in the peri-implant membrane.

緒 言

歯科におけるインプラントには歯内骨内、骨内と骨膜下インプラントなどがあり、金属や高分子材料を骨内あるいは骨膜下に埋入、植立させ、これを支持体として上部構造物を維持固定させる方法である。これにより、粘膜負担による義歯に比べ、より天然歯に近い機能をもたせようとするものである。近年、国内外においてインプラントが歯科臨床に盛んに使用されるようになってきた¹⁻⁸⁾。

骨内に埋入したインプラントが、より組織親和性を持ち、機能的に優れたものとなるためにはインプラント周囲組織が天然歯歯根や正常骨組織に近いものであることが望まれる。したがってインプラント周囲組織の観察はインプラントの成功を評価したり、さらにその予後を知るための指標となる⁹⁻²⁶⁾。しかし、このインプラント周囲組織の変化についての組織学的観察は非常に少ない。

今回、著者はチタンを素材とする blade-vent 型インプラントをニホンザルの下顎骨に嵌入し、上部構造物を装着、機能（咬合）させる状態にして成功例と判断した試料を用いて、1) peri-implant membrane の構造、特に線維束の走行、2) peri-implant membrane とその周囲の骨組織やインプラントとの関係、3) peri-implant membrane 内の神経線維について観察し、骨内インプラントにおける peri-implant membrane についての考察をおこなったので報告する。

実験材料および実験方法

1) 実験動物およびインプラント試料

実験動物として、生後約3年の体重7 kg から8 kg 雌ニホンザル (*Macaca fuscata*) 5頭を用いた。

本実験に用いた blade-vent 型インプラントは I・T・C 社製フリー・デザイン・インプラント21型(神戸製鋼)に準じ²⁷⁾、そのサイズを1/2に縮小したものから、嵌入部位の範囲に合わせて作製した。

2) 実験方法

実験動物の腹腔内にネブタール(0.5mg/kg)を注射し、全身麻酔下で下顎右側小白歯の抜歯を行なった。その後、約4ヶ月飼育、口内法にてX線撮影を行ない、抜歯創治癒を確認し、上記と

同様な全身麻酔下で以下のごとき手術を行なった。

実験動物の口腔内清掃、洗浄ののち、通法¹⁴⁾のごとくインプラントの嵌入をおこなった。すなわち歯牙欠損部全域にわたり歯槽頂で骨面に達する近遠心的切開線を入れ、骨膜剥離子にて粘膜、骨膜を剥離した。エアータービン・エンジンを用い、注水下でカーバイト・バー(ゼックリア・バー)にて遠心より近心に向かって歯槽頂上に blade の高さに一致する骨溝を形成した。骨溝およびその周囲を生理的食塩水にて洗浄し、滅菌消毒を行なったインプラントを嵌入し、剥離した粘膜骨膜弁を縫合した。

インプラントの上部構造物作製のための印象採得は、G・C社 Modeling Compoundを用いて各個トレーを作製し、ただちに本印象(G・C社 Flexicon Injection type)を行なって模型を作製し、残存歯(M_1)とインプラントを支台とする架工義歯(18K Gold)を作製した。なおインプラント側では隣に残存歯とは連結せず遊離状態とした。架工義歯はインプラント嵌入1週間後にセメント(カルボキシレートセメント Durelon)にて合着し、対合歯と咬合させ、機能を営むようにし、術後、12ヶ月(3頭)および30ヶ月(2頭)飼育後、口内法X線撮影により Implant 周囲の骨の状態を観察した。さらに視診および触診で周囲歯肉に炎症が見られず、インプラントが動揺しないことなどを確認し、ネブタール麻酔下にて頸動脈より、10%ホルマリン溶液にて灌流固定を行なった。灌流固定後、下顎骨を摘出し、左右両側を分割、軟X線装置にて分割下顎骨のX線撮影を行なった。このX線写真においてあらかじめインプラントと周囲の骨梁の状態を詳細に観察し、特にインプラント周囲を包む微細な新生骨梁の存在を確認した。更に、摘出下顎骨は速やかに10%中性ホルマリン溶液中で再固定した。固定後、ファインカッター(平和工業)を用いて、頬舌的に約1.0 mmの厚さに連続切断し、光学顕微鏡的、走査電子顕微鏡的観察および Microradiograph の試料とした。

観察方法

1) 光学顕微鏡による観察

試料は5%硝酸ホルマリン液にて脱灰し、インプラント周囲組織を傷つけないように実体顕微鏡

下で、ピンセットにてインプラント金属を除去した。その後、通法に従い、セロイジン包埋し、約 $20\mu\text{m}$ の組織切片を作製した。各切片はヘマトキシリン・エオジン染色、アザン・マロリ染色を施し検鏡した。又、知覚神経線維の観察については、脱灰試料を十分に流水下にて洗浄後、10%中性ホルマリン溶液にて再固定し、凍結薄片を作製した。この薄片試料について瀬戸氏鍍銀法²⁸⁾およびBodian 鍍銀法の大塚変法²⁹⁾を施し、観察した。

2) 走査電子顕微鏡による観察

ファインカッターで約 1.0mm に細断した試料を、超音波洗滌器で十分に洗浄し、通法に従い、アルコール系列で脱水、酢酸イソアミルにて置換、臨界点乾燥装置(日立 HCP-1)を用いて乾燥を行った。その後イオンスパッタコーティングを施し、走査型電子顕微鏡(日本電子 JXA-783)を用いて観察した。

3) Microradiography

細断した試料を、砥石を用い 30μ から 50μ の厚さの研磨標本を作成し、軟X線発生装置(ソフテックス CMR)で7 KV, 3 mA, 焦点—標本間距離6 cm の条件下で45分間露出した。フィルムはコダック649—0を用い、FDI58現像液で 20°C 5分間現像し、光学顕微鏡下で観察した。

実験成績

1) 肉眼的および口外法X線フィルム所見

ブレード・ベント型インプラント嵌入後、良い経過をたどったものでは12ヶ月、30ヶ月後でもインプラントの動揺はほとんど認められず、強固な植立状態を示した。さらに、ネック周囲の歯肉は正常で、炎症性の腫脹などは認められず、歯肉溝

は 1.2mm 以下であった。インプラント嵌入後12ヶ月の口外法X線像では、インプラント周囲には骨の吸収像は見られず、周囲骨梁は正常な配列像を示すと共にインプラントに接し、新生骨組織像と思われる白線が、わずかに観察された(図1)。インプラント嵌入後30ヶ月経過したものでは、この白線は太く著明であり、ベント内を満たす緻密な骨梁像が見られた(図2)。

2) Microradiograph

インプラント嵌入後、12ヶ月、30ヶ月を経過した試料のインプラント周囲は新生骨で包まれていた。新生骨の緻密度は高く、ハバース管や骨髓腔も見られ、既存歯槽骨との境界は不明瞭になっていた。この新生骨では同心円状の層板構造は見られず、不規則で平行な層板構造が観察され、吸収や添加像は認められず、ほぼ均一に緻密化し、安定した状態を示していた(図3)。

3) 光学顕微鏡的観察

嵌入後、12ヶ月、30ヶ月経過した試料ではインプラント周囲歯肉の粘膜固有層に弱い円形細胞浸潤が見られたのみで、炎症所見はなく、骨内インプラントの肩部、脚部周囲には線維性結合組織(perimplant membrane)が認められた。またその外周には新生骨組織が存在していた(図4)。

インプラントの頭部と頸部に接する粘膜上皮では上皮の深部増殖や角質化はみられず、cuffの状態インプラントに接触していた。インプラント周囲を取り巻く、peri-implant membraneの結合組織は歯肉粘膜固有層と連続し、peri-implant membraneの結合組織を構成する様相を示していた(図5)。

インプラントと骨組織の間は線維性結合組織か

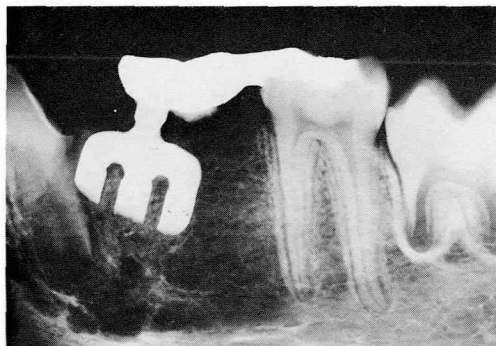


図1：インプラント嵌入後12ヶ月のX線像

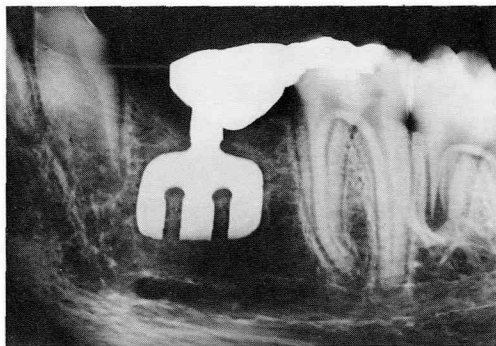


図2：インプラント嵌入後30ヶ月のX線像

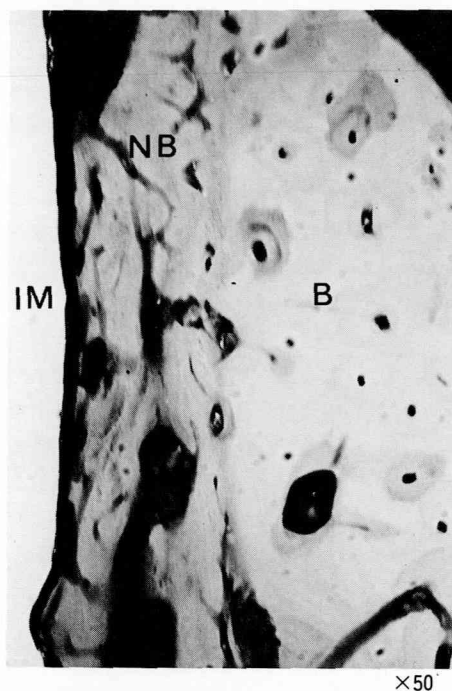


図3：インプラント嵌入後12ヶ月の周囲骨組織の
Microradiogram

IM：インプラント
NB：新生骨組織
B：骨組織

らなる peri-implant membrane によって充たされている。この peri-implant membrane を Azan-Mallory 染色を施し観察すると、膠原線維は Anilin blue に濃染される。インプラント側では膠原線維は密に分布し、インプラントに平行に走り、インプラントを被包するように走っている。このためにインプラント側では線維束の断端が密に集合し、その線維束間をインプラントに平行で縦走する細い線維がみられる。一方骨組織側ではこの線維の走行は不規則となるとともに骨組織に近づくに従い、線維は骨組織に対して直交あるいは放射状に走行する。骨組織に接する部では線維は骨基質内に侵入するのが観察される。また骨組織側では疎性線維性結合組織の様相を示し、多くの結合組織細胞の散在がみられる（図6）。

peri-implant membrane を H・E 染色を施した標本で観察すると、インプラント側には膠原線維に沿って紡錘形の線維芽細胞が散在し、骨組織側には細胞質突起をもった星形の骨芽細胞が骨基質

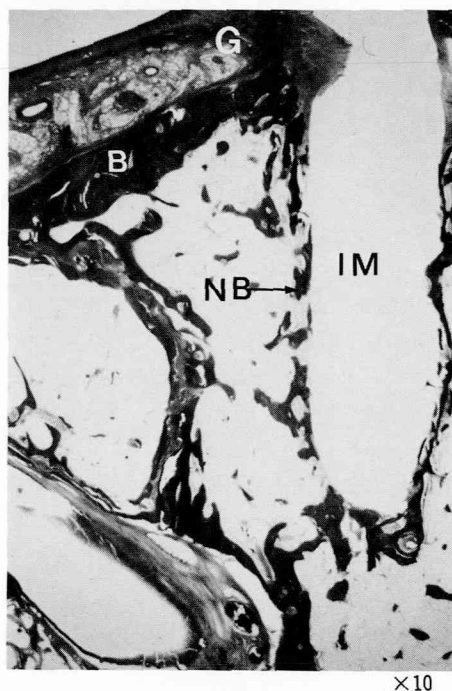


図4：インプラント嵌入後12ヶ月の光顕像（H・E 染色）

IM：インプラント
G：歯肉
NB：新生骨組織
B：骨組織

に接してみられる。peri-implant membrane の中間部にみられる線維芽細胞の多くは、細胞核は楕円形あるいは円形をなし、細胞質はインプラント側に散在する紡錘形の線維芽細胞より細胞質が大きく不正形をなしている（図7）。

特に peri-implant membrane の骨組織側では骨面に骨芽細胞が配列し、骨基質中に peri-implant membrane の線維が侵入する骨形成像が観察された（図8）。

インプラントの嵌入後12ヶ月では、peri-implant membrane 内の神経線維はインプラント頸部から肩部に分布するのみで、インプラント脚下部や窓部には分布していない。インプラント肩部には神経線維の増生像が多く見られ、神経線維は毛細血管に沿って増生するものが観察された。多くの神経線維新生では、毛細血管が新生されこれに沿って神経線維が延びて行く状態が見られた（図9, 10）。

インプラント嵌入後30ヶ月経過したものの

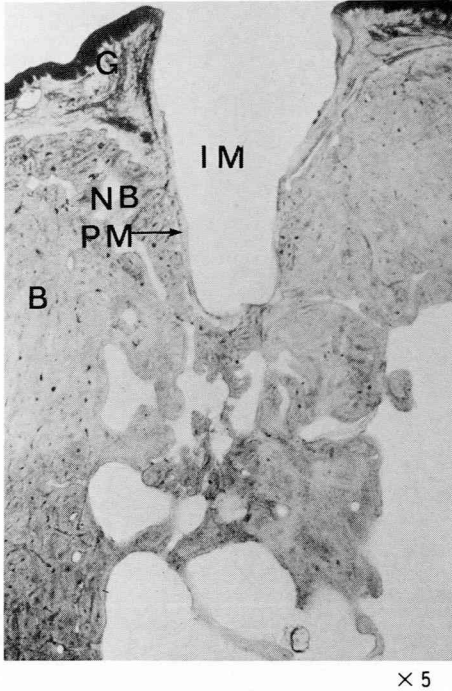


図5：インプラント嵌入後30ヶ月の光顕像（研磨標本）

IM：インプラント
G：歯肉
PM：peri-implant membrane
NB：新生骨組織
B：骨組織

peri-implant membraneを鍍銀法により観察すると、インプラント周囲の新生骨組織は黒紫色に染色され、peri-implant membraneの膠原線維は塩化金により赤紫色に染色される。このperi-implant membrane内に黒紫色に鍍銀される神経線維を観察することが出来た。神経線維はperi-implant membrane外周の結合組織内に多くみられ、インプラント頸部から肩部に多数分布しており、脚下部や窓部には神経線維は見られなかった（図11）。peri-implant membrane外周の結合組織内の神経線維は毛細血管に伴行するものが多く、末梢では蛇行しつつ血管から離れて走行するようになる。これらの神経線維には新生骨基質内に侵入する像は観察されなかった（図12）。peri-implant membraneの内層では、結合組織線維がインプラントを被包するかのようにインプラント表面に沿い平行に走行する。この平行に走行する線維束間に外周より来ると思われる神経線維がイ

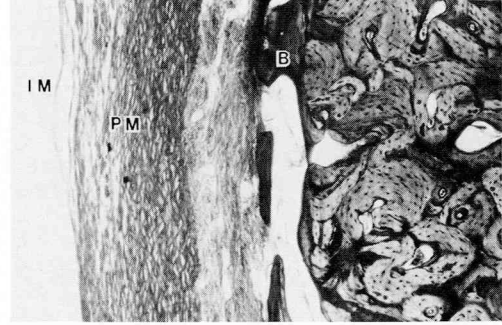


図6：peri-implant membraneの光顕像（アザン・マロリー染色）

IM：インプラント
PM：peri-implant membrane
B：骨組織

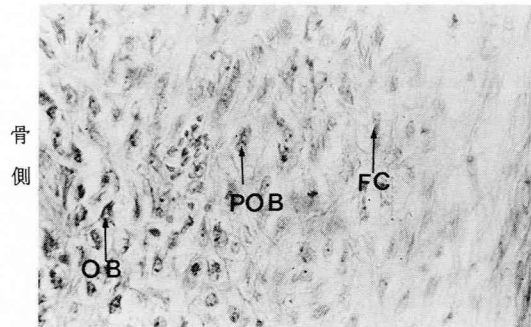


図7：peri-implant membraneの光顕像（H・E染色）

OB：骨芽細胞
POB：前骨芽細胞
FC：線維芽細胞

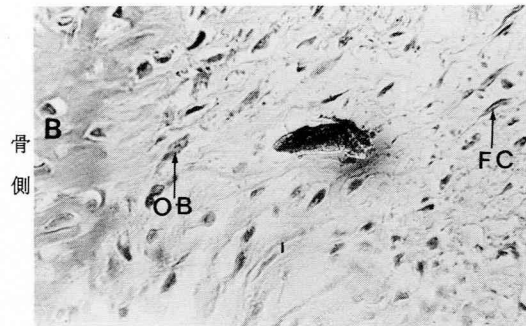


図8：peri-implnt membraneの光顕像（H・E染色）

OB：骨芽細胞
FC：線維芽細胞
B：骨組織

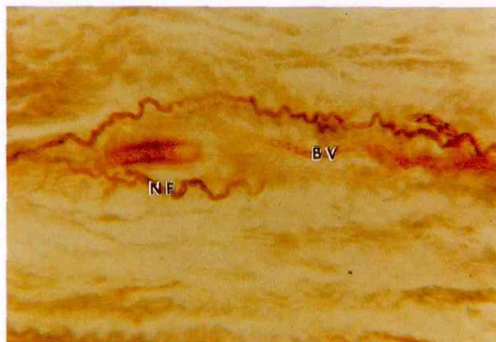


図9：peri-implant membrane 内の神経線維（嵌入後12ヶ月）（瀬戸式鍍銀法）×140

NF：神経線維

BV：血管



図10：peri-implant membrane 内（嵌入後12ヶ月）神経線維の新生像（瀬戸式鍍銀法）×280

NF：神経線維

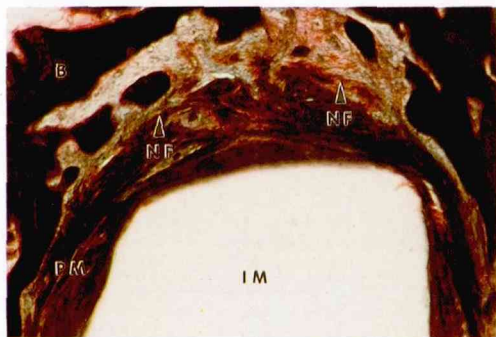


図11：インプラント肩部に分布する神経線維（嵌入後30ヶ月）（大塚変法鍍銀法）×20

IM：インプラント

PM：peri-implant membrane

NF：神経線維

B：骨組織

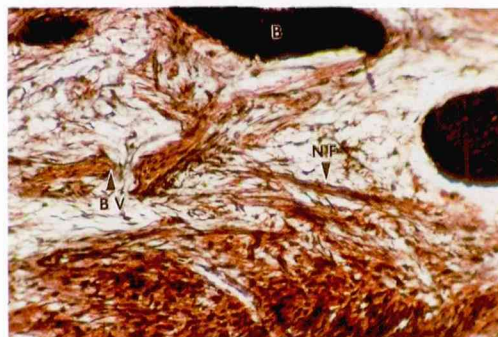


図12：peri-implant membrane 外周部にみられる（嵌入後30ヶ月）神経線維（大塚変法鍍銀法）×50

NF：神経線維

B：骨組織

BV：血管



図13：peri-implant membrane 表層に分布する神経線維（嵌入後30ヶ月）（大塚変法鍍銀法）×20

IM：インプラント

PM：peri-implant membrane

NF：神経線維

B：骨組織

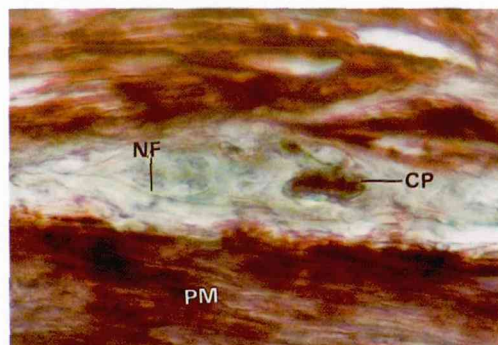


図14：peri-implant membrane 内層にみられる神経線維×100

CP：毛細血管

NF：神経線維

PM：peri-implant membrane

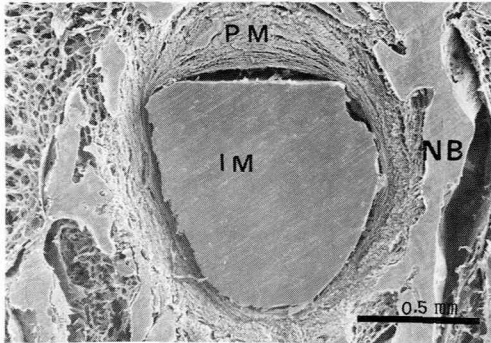


図15：インプラント・ベント部横断面の走査電顕像

IM：インプラント
PM：peri-implant membrane
NB：新生骨組織

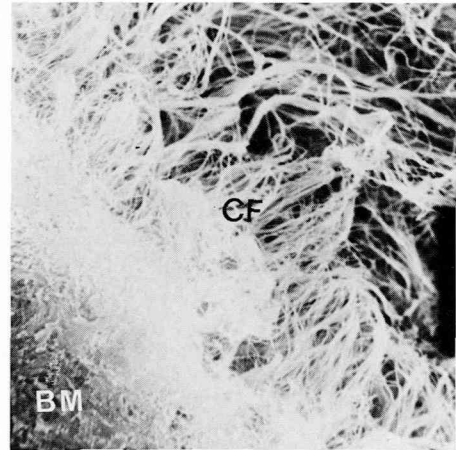


図17：インプラント体部における骨基質内に侵入する線維束（走査電顕像）

BM：骨基質
CF：膠原線維

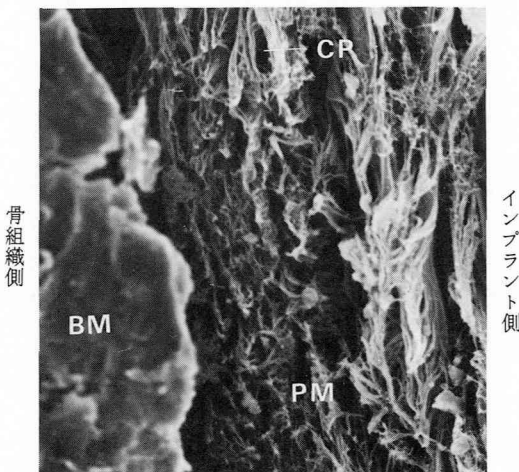


図16：インプラント体部における peri-implant membrane の結合組織線維（走査電顕像）

BM：骨基質
PM：peri-implant membrane
CP：毛細血管

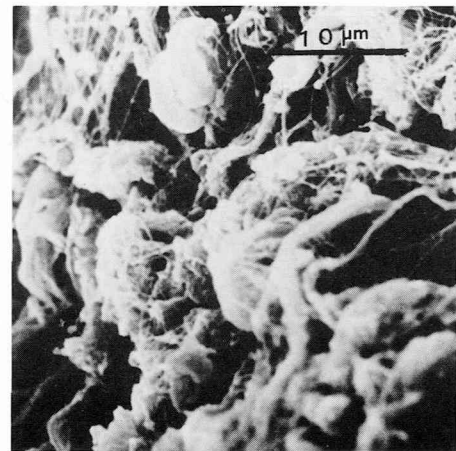


図18：インプラント体部における peri-implant membrane 内の結合組織細胞（走査電顕像）

ンプラント表面に沿って蛇行しているのが観察された。この神経線維はインプラント表面に密接する部位、すなわち peri-implant membrane の表面にまで延びて走行していた（図13）。

インプラント肩部では、peri-implant membrane の表層を走る神経線維は骨組織に沿って分岐しつつ走り、この神経線維の末梢は peri-implant membrane 内層のインプラントを被包する膠原線維束間に蛇行して侵入している。またこの神経線維の末梢はインプラントを被包する膠原線維束間に存在する毛細血管附近で終わっている（図

14）。

4) 走査型電子顕微鏡の観察

窓部を横断し、その肩部を走査型電子顕微鏡で観察すると、インプラントと骨組織の間には線維性結合組織より成る peri-implant membrane が観察された（図15）。その線維の走行は、インプラント側ではインプラントと平行に束状になって走っていた。一方、骨組織側では peri-implant membrane の線維は放射状に走り、新生骨基質中に侵入していた。中間層では網目状で、多数の血管が見られた。この部では膠原線維束の分布は疎



図19：インプラント体部における peri-implant membrane 内の神経線維（走査電顕像）
NF：神経線維

であり、多くの隙間がみられ血管が分布するのが観察された（図16）。

特に骨組織側では、peri-implant membrane の線維が、この骨組織の中に放射状に侵入しているのが認められた（図17）。この線維束に沿って、骨基質が増生する様相もうかがわれ、結合組織性骨化の像と一致する像が見られた。

インプラント周囲組織、すなわち peri-implant membrane の中には多くの結合組織細胞が散在し、それらの細胞は細い結合組織線維によって籠状に包まれているのが観察された（図18）。また、peri-implant membrane 中には毛細血管も多く観察された。この毛細血管は、骨新生部位に多くみられ、インプラント側でインプラントを被包するように結合組織線維束が平行に走行する部位には毛細血管の分布は非常に少なかった。このインプラント肩部から脚上部の peri-implant membrane 中層には、線維束間をぬって走る神経線維がみられ、この表面には細胞核と思われる隆起像が観察され、神経線維であると考えられた（図19）。

考 察

1) peri-implant membrane の厚さ、およびその組織構造について

インプラント周囲の線維性結合組織の起源については、以前は上皮の増殖によってインプラントが包まれるのではないかと考えられていたが^{30,31}

、現在ではインプラントを包んでいる線維性結合組織は、肉芽組織から作られることがわかっている³²。この peri-implant membrane と呼ばれるインプラント周囲の線維性結合組織の成因は次のように考えられる。インプラントの素材に金属、あるいは高分子材料が使われている以上、生体内に嵌入されたインプラントは生体にとって異物であることは確実である。そのため、インプラントも被包(Capsuling)と呼ばれる機転によって処理されるものと考えられる³³。つまり、生体内に嵌入されたインプラントは、周囲の組織に少なからず刺激を与える。生体組織は防禦のために、その刺激を遮断し、無害にしようとする反応を示し、インプラント周囲の肉芽組織が癒痕化し、線維性結合組織のカプセルで包んで刺激を無害化しようとする。

Gourley ら³⁴)によれば、咬合圧がインプラント周囲の結合組織に、どのような影響を与えているかは、同じ材料で作られた異なったデザインのインプラントを嵌入しても、インプラント周囲の結合組織の状態が異なっていたこと、また、同材料、同じデザインのインプラントの場合でも、動揺の激しい不成功例では周囲の結合組織が肥厚しているとのべている。著者の行なった動物実験によっても同様の所見が認められた。

このような理由から、生体組織に対する刺激が大きくなればなるほど、その刺激を無害化しようとするため、インプラントを包む線維性結合組織の層が厚くなると想像できる。すなわち、咬合によって、インプラントに加わる咬合圧に対し、インプラント自体および周囲骨組織の適切な方向と量の応力の分散がインプラントを成功させる上に不可欠であるといえることができる。

これについて Linkow は、咬合圧の適切な方向と量は¹³、逆にインプラント周囲の骨構造の強化を促進するものであり、また、線維は³⁵、骨組織の中に延びており、これら線維は骨に牽引力を及ぼし、その力は骨形成や骨吸収に大きな役割を果していると報告している。

本実験では、チタン製 blade-vent 型インプラントを使用し、術後12ヶ月と30ヶ月経過した良好な状態のインプラント周囲の組織を観察した結果、両者には著しい違いは認められず、共にインプラントを包んでいる線維性結合組織(peri-implant

membrane)が観察され、インプラントの周囲には正常な歯槽骨に特有な、散在した骨髓腔とハバース系によって特徴づけられる層板層が囲んでいた。インプラントとこの骨組織の間は線維性結合組織よりなるperi-implant membraneにより充たされていた。peri-implant membraneに分布する細胞はインプラント側では線維芽細胞がみられ、骨組織に接しては骨芽細胞が散在していた。さらに骨組織に接する部の膠原線維は骨基質中に侵入し、この部には骨組織に接して骨芽細胞が配列している。これらの像は結合組織性骨形成の状態を示しているものと考えられる。この結果から、インプラントをとり巻くperi-implant membraneは単なる病理学的な被包でなく、インプラント周囲骨組織の改造に関与しているものと思われた。歯槽窩壁の線維骨の改造には歯根膜中の結合組織細胞やシャービー線維が多く関与していることから考えてperi-implant membraneに存在する細胞はインプラント周囲骨組織の改造に大きな役割をもつと思われる。peri-implant membraneに適度の刺激が加わる時、ここに散在する線維芽細胞の増殖が行なわれ、ひいては骨形成が促進されることもあると考えられる。

peri-implant membraneは咬合関係も良く、正しく嵌入されたものでは、その厚さは天然歯の歯根膜の厚さ(0.1mm~0.2mm)に較べ、少し厚く(0.3mm~0.5mm)と考えられている。この厚さはインプラントの成功をあきらかにする指標となるもので、インプラント材料が生体に組織親和性がある程、その厚さは薄くなる。しかし、peri-implant membraneが薄ければ薄いほどインプラントに加わる咬合圧は、より直接的に周囲の歯槽骨に伝わることになる。このように相反する条件が平衡化したものが咬合関係も良く、正しく嵌入されたインプラント周囲に認められるperi-implant membraneではないかと思われる。peri-implant membraneは治癒しつつある状態では新生骨の沈着を促進し、また治癒が完了した状態では適度な咬合力によって送られてくる刺激を周囲の歯槽骨に伝え、骨の改造に関与していることから、peri-implant membraneの厚さは変化することが推測される。さらに、本実験でperi-implant membraneに多数の毛細血管が存在することを観察したが、これは骨化に必要な要素を運ぶため、

高度の血管新生がperi-implant membrane中で起こっているためだと思われる。

歯牙および歯牙支持組織の創傷治癒、再生における組織誘導の概念については山村ら^{36,37)}は次のように述べている。すなわち、骨組織の発生では間葉組織を原基として骨形成がみられ、骨の新生、再生では既存の結合組織から置換されて骨形成がなされていく。骨形成の骨芽細胞は間葉細胞の分化によりあらわれ、骨形成に関与する。この分化、誘導については山村ら^{36,37)}は「成熟個体の間葉系組織は傷害を受けると、分化した単潜能性の細胞が増殖、脱分化して、多潜能性を獲得し、未分化間葉細胞となり、この細胞は再び分化して組織形成を行ない、傷害は治癒再生される」と述べている。

森村³⁸⁾は、歯牙および歯牙支持組織の創傷治癒に関する実験的研究で、セメント質と象牙質の削除間隙に平行していた線維性結合組織は、この侵入した新生骨組織あるいは新生セメント質にはほぼ直角に線維の配列を変え、新生骨組織および新生セメント質にシャービー線維が侵入するのがみられたと報告している。また両者を結ぶ線維性結合組織の中央部は毛細血管に富む部、いわゆる歯根膜の中間叢を形成していたといっている。

本実験ではインプラント側ではインプラント内に侵入する線維はなく、これに平行する線維束がみられ、骨側では森村³⁸⁾の言う骨基質に入るシャービー線維と同意義の線維が見られた。これは新生骨基質には新生骨組織に接する結合組織より線維が侵入することにより骨形成が進むと考えられる。

2) peri-implant membraneの線維束の走行について

健全な歯周組織には顎骨歯槽部と歯根の間を充たす線維性結合組織によってつくられる歯根膜がみられる。その線維性結合組織の線維は、歯槽縁部より歯頸部のセメント質に向かって放射状に走る歯槽縁線維束、歯根の約1/4の部分と、歯根尖約1/4の部分にみられる歯槽窩壁よりセメント質に向って斜下方に走る斜走線維束、歯根尖部より歯槽窩底に向って不規則に放射状に走る歯根尖線維束、多根歯の歯根分岐にみられる根間隔頂より歯根分岐部に向って放射状に走る歯根分岐部線維束の5種の線維束に分けられる。斜走線維束は頰

舌、近遠心方向の水平力に対して抵抗する。また、歯根尖線維束や歯根分岐部線維束は牽引に対して抵抗するものと考えられる。歯周組織の構造からみると、歯に加えられた力は歯根膜線維から海綿骨骨梁に伝わり、顎骨外壁をつくる緻密骨に分散していくものと考えられる。歯根膜線維の走行は、力の伝達のみならず、各種方向からの力に抵抗し、歯を植立安定させる働きがあり、力の大きさ、方向と密接な関係をもっているものと考えられる³⁹⁾。

本実験の観察では、他の研究者の報告³²⁾と同様に peri-implant membrane の線維の走行はインプラントと接している面ではインプラントと平行に、骨組織側では骨組織に向かって放射状に、またその中間部では網目状に広がっていた。天然歯の歯根膜は歯根を歯槽窩内に懸垂する形で線維の大部分は斜めに走っており、咬合圧の緩衝の役割を果たすと同時に、セメント質と歯槽骨の中まで線維が入り込み、歯をしっかりと歯槽窩に維持している。これに対し peri-implant membrane の線維束はインプラント側ではインプラントに平行に走っていることからインプラントを被包すると共に、インプラントに加わった咬合力は線維束の応張力より、むしろ結合組織の圧縮によって受けとめられていると考えられる。

3) peri-implant membrane の血管および神経線維について

インプラント周囲の組織学的観察は数多く、peri-implant membrane に関しては光顕的、電顕的に観察され、この機能的意義や予後との関係について考察がなされている^{10,21,34,40~42)}。しかし、peri-implant membrane 中の血管、および神経組織に関する観察は少なく、本実験で観察された peri-implant membrane 中の血管、神経線維、またこれらが多く分布している中間部に関しては、いまだ報告はなされていない。

天然歯の歯根膜中には非常に多くの血管が見られる。歯根膜中の動脈枝は根尖部で歯髓枝と分岐した歯根膜枝と、歯槽壁を穿孔して歯根膜内に入ってくる枝と、歯肉から歯槽縁部を通過してくる枝からなっている。歯根膜の動脈枝は細く、主線維の間に互いに吻合しあって血管網を作り、毛細血管に移行している。動脈は同じように血管網を作り、隣接部の歯槽骨髓や歯肉に流れてゆくこ

とが知られている。又、歯根膜中の神経の分布は血管の分布と同じく歯肉からのものと歯槽骨からのものからなり、一種の神経叢を作っており、歯根の表面で終わっているか、一部はセメント質内にも入っている。このような神経線維はしばしば血管と一緒に疎性結合組織に包まれて主線維の間に介在していて、血管神経束を作っている⁴³⁾。

本実験では、peri-implant membrane の中間部では結合組織線維束間に血管や神経の分布が多くみられ、これは歯根膜にみられる脈管神経隙と類似した意味をもつものと考えられた。

神経線維の分布をみると、peri-implant membrane 表層では血管に伴行するように神経線維は走り、分岐した神経線維は peri-implant membrane 深層でインプラントを輪状に囲む線維束間に蛇行しつつ侵入し、さらに数本に分岐して終わっていた。

茂木⁴⁴⁾は、生後5日目の小猫の歯周組織中の知覚神経線維を観察し、下顎骨骨膜にある知覚神経線維は、最外層の線維層のみならず中層の造骨層、さらに造骨細胞層の中にまで入り、分岐性終末で終ると述べている。本実験においても、インプラント外周にみられる骨形成部位に多数の神経線維の分布がみられた。

健全な歯根膜は歯の支持の他にも、痛覚、触覚、圧覚の感覚受容器が多く存在し、感覚という機能を営んでいる⁴³⁾。すなわち、歯周組織にある咬合圧を刺激として受けとる自己受容器 (proprioceptor) が上下顎全体で、質的にも、量的にも適切な生理的範囲で感知しているときに、生理的な咬合が存在する。咬合の機能は、自己受容器 (proprioceptor) → 求心性神経 → 中枢神経 (視床下部) → 遠心性神経 → 効果器 (咀嚼筋肉群) → 上下歯列の接触 → 歯根膜の自己受容器に刺激が入る → 求心性神経と反復される。このようなことから、無歯顎の場合の人工歯による咬合は、顎関節の自己受容感覚と歯肉 (顎提) の代償性自己受容感覚が上下顎の機能の重要な因子となり、有歯顎の場合とは異なる。有歯顎の場合と無歯顎の場合の刺激に対する自己受容器の違いは、有歯顎の場合は歯周組織が自己受容器としての重要な役割りをなしており、無歯顎の場合と比較して、刺激に対する閾値は鋭敏である。歯根膜中に感覚受容器が存在する事は明らかで、組織学的知見では神経遊離終末

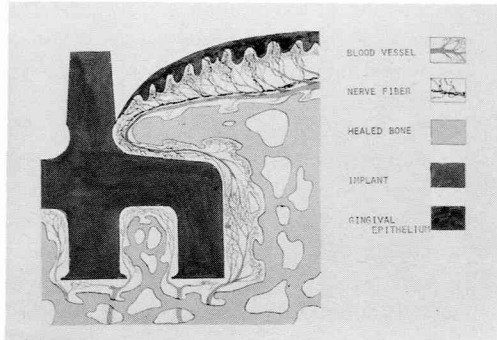


図20: peri-implant membrane内の血管および神経線維の分布図

であることが明らかにされている⁴³⁾。

嵌入後12ヶ月あるいは30ヶ月経過した本実験の観察では、神経線維はインプラント肩部から脚上部にわたり分布していた。しかし、脚下部や窓部には神経線維は観察されなかった。これは歯肉粘膜固有層より peri-implant membrane 中への神経線維の増生がこの時期では脚下部や窓部にまで至らなかったものと思われる。臨床的に患者の問診によりインプラント部の知覚を肯定する人もいるが、本実験では生理学的検索を行っていないので、この知覚の有無については論ずることは出来ない。peri-implant membrane に分布する血管の多くはインプラント頸部から下行し、血管網を形成している。一部はインプラント下方や側方の骨組織中より membrane 中に侵入し、血管網形成に関与している。また、インプラント肩部から脚上部にみられる神経線維は、インプラント頸部から増生してくると思われる。神経線維の分布がインプラント肩部、脚上部に限られているのは経過観察が短いため、増生はいまだこの部にとどまり、毎月の経過でさらに神経線維は増生し、インプラント全周の peri-implant membrane 中に分布するようになると考えられた(図20)。

結 論

ニホンザルの下顎骨に blade-vent 型インプラントを嵌入し、12ヶ月、30ヶ月後のインプラント周囲の組織、特に peri-implant membrane の構造を、光学顕微鏡、走査電子顕微鏡、および Micro-radiograph を用い観察した。

peri-implant membrane において、インプラント側には線維芽細胞、骨側には骨芽細胞、又その中間部には細胞核は楕円形あるいは円形で、細胞質が広い結合組織細胞の散在が観察された。この規律正しい一定の細胞の分布は、正常な骨組織の周囲にみられる組織像であり、peri-implant membrane が骨形成に重要な役割を果たしていることがわかった。

peri-implant membrane の走行は、インプラント側では、インプラントの面に平行で輪状に、骨側では骨組織に向かって放射状に、又その中間部では網目状に広がっているのが観察された。線維の走行からみて peri-implant membrane は、単なるインプラントの被包ではなくインプラントに加わる咬合圧を周囲の骨に分散させる緩圧機能を持つものと推測される。

本実験では、peri-implant membrane 中には多くの毛細血管と神経線維の存在が認められた。特に、peri-implant membrane 中の神経線維の存在はインプラント周囲組織に自己受容器が存在する可能性を示唆するものであろう。

稿を終るにあたり、終始御懇篤なる御指導御鞭撻を賜った口腔解剖学第II講座 鈴木和夫教授に深甚なる謝意を表わすと共に、本研究に御協力、御援助を頂きました教員各位に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Linkow, L. I. and Chercheve, R. (1970) Theories and Techniques of Oral Implantology. C. V. Mosby Co., St. Louis., 1: 66-77, 123-133.
- 2) 緒方哲郎(1975)骨内ブレード、歯界展望、別冊/インプラントの臨床., 177-187.
- 3) 緒方哲郎(1977)インプラント義歯の経過観察、補綴臨床., 10: 219-230.
- 4) 阪本義樹(1974)ブレードベント・インプラントの床例、補綴臨床., 7: 149-153.
- 5) 阪本義樹(1977)ブレードベント・インプラントの経過観察、補綴臨床., 10: 92-104.
- 6) 福与碩夫、佐野晴光(1971)Endosseous implant blade-vent, 歯界展望., 38: 827-836.
- 7) 福与碩夫、佐野晴光、石田幸男、山本稔(1974)ブレードベント・インプラントの予後、歯界展望., 44: 740-746.
- 8) 柳澤定勝、中城基裕、吉峰一夫(1977)インプラントの予後。日本歯科評論., 413: 95-103.

- 9) Kaketa, T and Suzuki, K. (1969) Histopathological findings on endo-osseous implants in dogs. *Bull. Tokyo dent. Coll.*, 10 : 61—70.
- 10) Armitage, J., Natiella, J., Greene, G. and Meenaghan, M. (1971) An evaluation of early bone changes after the insertion of metal endosseous implants into the jaws of rhesus monkeys. *Oral Surg.*, 32 : 558—568.
- 11) Babbush, C. A. (1972) Endosseous blade-vent implants: A research review. *J. oral Surg.*, 30 : 168—175.
- 12) Weiss, C. M., Judy, K. W. M. and Chiarenza, A. R. (1973) Precompacted, coined titanium endosteal blade implants. *J. oral Implantology*, 3 : 238—260.
- 13) Linkow, L. I., Glassman, P. E. and Asnis, S. T. (1973) Macroscopic and microscopic studies of endosteal blade vent implants (six month dog study). *J. oral Implantology*, 3 : 289—309.
- 14) Piliero, S. J., Schnitman, P., Pentel, L., Granin, A. N. and Dennison, T. A. (1973) Histopathology of oral endosteal metallic implants in dogs. *J. dent. Res.*, 52 : 1117—1127.
- 15) Linkow, L. I. and Mahler, M. S. (1974) Further evidence of the compatibility of the titanium blade implant with the skeletal structures. *J. oral Implantology*, 5 : 179—190.
- 16) Richards, L. W., Gourley, I. M. and Cordy, D. R. (1974) Titanium endosteal dental implants in the mandibles of dogs: preliminary studies. *J. pros. Dent.* 31 : 198—203.
- 17) Doms, P. (1974) The tissue response to endosteal blade implants-microradiographic and tetracycline marking (part I). *J. oral Implantology*, 4 : 470—474.
- 18) Natiella, J. R., Armitage, J. E., Meenaghan, M. A. and Greene, G. W. (1974) Tissue response to dental implants protruding through mucous membrane. *Oral Sc. Reviews*, 5 : 85—105.
- 19) Smithloff, M., Fritz, M. E. and Giansanti, J. S. (1975) A clinical and histologic evaluation of a single blade implant and surrounding bone. *J. pros. Dent.*, 4 : 427—432.
- 20) 鈴木和夫 (1976) 骨内インプラントの実験的研究 *Dental Implant.* 4 : 11—15.
- 21) 市川邦弘 (1977) ブレードインプラント挿入に伴う組織変化に関する実験的研究. *歯科医学*, 40 : 196—218.
- 22) 谷口幸次 (1979) Blade-Vent Implant に関する基礎ならびに臨床的研究. *インプラント誌*, 2 : 20—38.
- 23) Babbush, C. A. and Staikoff, L. S. (1974) The scanning electron microscope and the endosteal blade-vent implant. *J. oral Implantology*, 4 : 373—385.
- 24) James, R. A., Schultz, R. L., Whittaker, J. M. and Corbett, K. G. (1976) An ultrastructural study of the deep tissues found at the interface with subperiosteal oral implants. *J. oral Implantology*, 5 : 368—382.
- 25) Russell, T. E. and Kapur, S. P. (1977) Bone surfaces adjacent to a subperiosteal implant: A sem study. *J. oral Implantology*, 7 : 415—439.
- 26) Steinberg, B. (1978) Tissue response to dental implant. *J. oral Implantology*, 7 : 475—491.
- 27) 福与硯夫, 佐藤晴光, 石田幸男, 山本稔, 阪本義樹, 橋本京一, 鈴木和夫, 村松力 (1975) フリーデザインインプラント. *Dental Implant*, 3 : 44—48.
- 28) 瀬戸八郎, 山本重亮, 藤井蔦之助 (1950) On the paraganglia in the ganglion of the vagus nerve. *Tohoku J. Exp. Med.*, 53 : 39—42.
- 29) 佐野豊 (1975) 組織学研究法., 南山堂., 東京 : 358—361.
- 30) Nichols, F. C. (1954) Semiburied denture implants: review of literature and experimental study. *J. oral Surg.* 12 : 217—231.
- 31) Mack, A. O. (1973) A clinical and histologic assessment of subperiosteal implants. *J. pros. Dent.* 30 : 516—520.
- 32) 粕谷健次 (1981) Microradiography, TC labeling 法ならびに走査電子顕微鏡による Blade Vent Implant 挿入後の初期における周囲組織の観察. *日大歯学*, 55 : 372—385.
- 33) 赤崎兼義 (1974) 病理学総論. 第11版. 南山堂., 東京 : 204.
- 34) Gourley, I. M., Richards, L. W. and Coraly, D. R. (1976) Titanium endosteal dental implants in the mandibles of beagle dogs: A 2 years study. *J. pros. Dent.* 36 : 550—556.
- 35) Linkow, L. I. and Chercheve, R. (1970) Theories and Techniques of Oral Implantology. C. V. Mosby Co., St. Louis., 1 : 77.
- 36) 山村武夫, 下野正基, 小池平一郎, 市川徹, 寺尾導子, 山根暉, 田中陽一, 陳肇華, 堀田祐二, 酒井康友, 井上考, 渡辺治, 河原裕憲 (1979) 歯牙および歯周組織の創傷治癒, 両生時における未分化間葉細胞の分化と誘導について. *歯界展望*, 33 : 373—379, 555—563, 737—745, 54 : 19—34.
- 37) 平野紀正 (1971) 成熟個体における組織誘導に関する実験的研究, 特に抜歯創未分化間葉細胞の分化について. *歯科学報*, 71 : 2203—2241.

- 38) 森村儀一(1980) 歯牙およ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.
- 39) 鈴木和夫(1978) 歯科ハンドブック. 文京書院., 東京: 139—140.
- 40) Knowlton, J. P. (1953) Masticatory pressures exerted with implant dentures as compared with soft-tissue-bone dentures. J. pros. Dent. 3: 721—726.
- 41) Meenaghan, M. A., Natiella, J. R., Armitage, J. E. and Wood, R. H. (1974) Evaluation of the crypt surface adjacent to metal endosseous implants: An electron microscopic study in clinically successful implants. J. pros. Dent. 31: 574—581.
- 42) Meenaghan, M. A., Natiella, J. R., Armitage, J. E., Greene, G. W. and Lipani, C. S. (1974) The crypt surface of blade—vent implants in clinical failure: An electron microscopic study. J. pros. Dent. 31: 681—690.
- 43) 秋吉正豊(1968) 歯周組織の構造と病理. 医学薬出版., 東京, 25—40.
- 44) 茂木瑞夫(1959) 生後5日目小猫の下顎に於ける歯髓, 歯根膜, 骨膜, 歯肉及び Serre 氏真珠の知覚神経分布に就て. Arch. histo. jap. 18: 169—189.

第16回 松本歯科大学学会(例会)開催の案内

◎第16回松本歯科大学学会(例会)は, 昭和58年6月11日(土)午後1時より本学に於て開催致しますので, 何卒ご出席賜りますようご案内申し上げます。

松本歯科大学学会 会長 加藤 倉三

◎演題募集

講演に出題希望の方は, 400字以内(B5原稿用紙使用)の要旨をつけ, 5月21日(土)正午までに集会幹事までお届け下さい。(講演時間は1題8分の予定)。なお講演終了後, 目的・方法・成績・考察の順に書かれた1,200字以内(B5原稿用紙)の抄録を提出していただきます。

松本歯科大学学会 集会 幹事