

# 骨膜下顎骨離断術後の骨新生に伴う 血管像の変化に関する実験的研究

岡山大学歯学部口腔外科学第1講座（主任：西嶋克己教授）

永 山 久 夫

（昭和60年5月22日受稿）

**Key words :** Subperiosteal hemimandibulectomy,  
blood vessel and bone regeneration,  
dry-cast model, transparent specimen

## 緒 言

顎・口腔領域に嚢胞、腫瘍などが発生した時治療上、余儀なく顎骨離断を施行せねばならない症例を経験することがあるが、術後の顔貌の変形、機能障害などは避けられず、これら顎部の形態と機能の回復には、顎骨欠損部の非生物学的物質や骨移植などの補填による修復・再建法が施行される。実際的には、下顎骨々体のように強い咀嚼圧の加わる場所では、人工的補填物は一時的な組織内シーネ（副木）としての役割以上の効果は期待できず、やはり骨欠損補填には自家骨移植が最も優れた方法である<sup>1)</sup>。しかし、自家骨移植の場合、自己の健全な組織へ侵襲を加え donor となる骨を求めなければならないこと、また骨移植後感染や不完全な固定による腐骨、偽関節の形成などで手術が失敗に終ることもあることは充分留意すべきことである。このような骨移植による再建法の欠点を避ける目的で下顎骨切除後骨膜を保存し、骨移植することなく骨膜からの骨新生を期待することが臨床的に試みられ注目されている<sup>2-13)</sup>。実験的にも下顎頭を含めた下顎骨離断術後骨膜を保存すると、骨移植をしなくても顎骨が再生されることが実証されている<sup>14-16)</sup>。しかしながら、この時の骨欠損部の骨新生、修復と血管の新生修復過程については報告が少く、特に片側離断のように骨欠損部が大であるような時の骨膜からの骨欠損部の骨新生、なかんずく血管の新生、

修復に関する研究は知る限りでは文献をみない。

本研究は骨膜を保存したままで顎骨離断術を施行し手術後血管がどのように新生、修復し、時日とともに骨の新生、修復に関与するかについて詳細に検討したものである。

## 実験材料ならびに方法

### I. 実験材料

実験動物は生後2～3ヵ月、体重1.5～2.0kgの幼若家兎55羽で、オリエンタル固形飼料RC4で飼育した。

動物は Somnopentyl 0.4 ml/kg の静脈麻酔のもとに下顎角部～頸部を剃毛清拭、術野の消毒を行い下顎下縁に沿って約5 cm の皮膚切開を加えた。次いで顔面動静脈に損傷を与えないように注意深く軟部組織を剥離し、咬筋を露出したのち下顎下縁に骨膜に至る切開を加え、咬筋とともに骨膜を下顎骨より剥離した。骨膜剥離後、下顎血管圧痕と下顎臼歯遠心部を結ぶ線をバーで切断し、下顎頭を含めて離断摘出した（図1, 2）。手術後創部を生理食塩液で洗浄し、剥離した骨膜からの小出血に対しては特に止血処置を施さず、骨膜の内面が密着するようマットレス縫合を行った。特にドレナージなどの処置は行わなかった。切開した軟部組織を腸線で縫合し、モノフィラメントのナイロン糸で皮膚縫合を行った。術後感染予防のため、3日間抗生物質（ペニシリンG 10万単位/日）を筋肉内に注射した。



図1. 骨膜を咬筋とともに剥離し露出した下顎骨(矢印).

## II. 観察方法

1. 乾燥鑄型標本による観察：顎・顔面に分布する主血管が骨新生にいかに関与しているかを知るため、術後14日目、30日目、60日目、90日目に乾燥鑄型標本を作製して観察した。尚、骨離断側を実験群とし、対側を対照群とした。

動物は Somnopentyl 0.4ml/kg の静脈麻酔下に仰臥位に固定、両側頸部を剃毛清拭後正中頸部にダブルY型の皮膚切開を加え、両側総頸動脈および内頸静脈を十分露出し、21ゲージ翼状針を両側総頸動脈に挿入固定した。次に両側内頸静脈を切断し、両側総頸動脈よりヘパリン加生理食塩液(0.9% NaCl 1,000ml+ヘパリン5,000単位)で舌、歯肉、眼瞼結膜が蒼白となるまで灌流を行った。灌流液量は片側約100mlである。実験側、即ち骨離断側には青色、反対側即ち対照側には赤色の樹脂(Mercocx CL 応研商事)をほぼ等圧(約500ml Hg)下で注入した。両側内頸静脈より樹脂が流出するまで注入を続け(約50ml)た後、総頸動脈、内頸静脈を結紮し、樹脂が完全に硬化するまで、約10~15分間室温下に静置した。その後動物は断頭し、孵卵器(約50℃)内に約6時間温置することで樹脂をさらに硬化させた。樹脂の硬化が完全であることを確認した後、pH 7.4のトリスバッファーに蛋白・脂肪分解酵素(トリプシン、リパーゼ)を入れた水溶液中に動物を約1週間浸漬し、軟部組織を溶解させた後、3~7日間流水下で溶解した蛋白・脂質を洗い流し、乾燥鑄型標本を作製した。標本は肉眼および実体顕微鏡下に、針・ピンセット・ハサミなどを用い解剖を進め観察を行った。

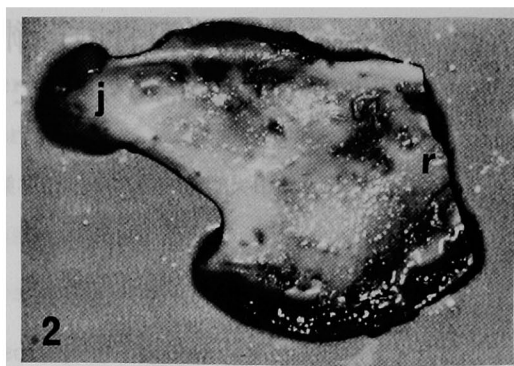


図2. 離断摘出した下顎骨。J：下顎頭、骨膜は完全に剥離されている。

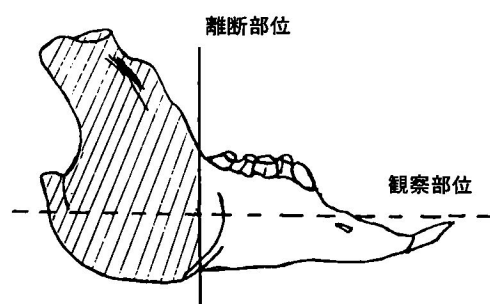


図3. 顎骨透明標本の観察部位を示す。顎骨を摘出後点線部で水平断標本とし、離断部位(実線)を中心に観察した。斜線部は離断摘出による骨欠損部を示す。

2. 透明標本による観察：骨膜および顎骨内の血管像の変化を観察するため、クロロパーチャ血管注入法<sup>17)</sup>を用いた。実験は家兎各々5羽を用い、術直後、術後3日目、7日目、14日目、30日目、60日目、90日目に乾燥鑄型標本と同様の方法で灌流した。灌流後クロロパーチャ(クロロホルム500ml+ガッタパーチャプレート150g)をほぼ等圧(約500mmHg)下で注入した。注入後口蓋・歯肉・舌・眼瞼結膜が淡灰赤色となり、クロロパーチャが両側内頸静脈より流出するのを確認した後、両側総頸動脈、内頸静脈を結紮し24時間室温下に静置した。その後断頭を行い、10%ホルマリンで2日間固定し、7%トリクロール酢酸で7日間脱灰後、図3のごとく下顎部を水平断し、約1mmの切片を作製、通法に従ってアルコールで脱水、テトラリンで透明標本とし、実体顕微鏡下に観察した。

3. 組織学的観察：組織の一部は10%中性ホルマリン液で固定し、そのままあるいは希塩酸

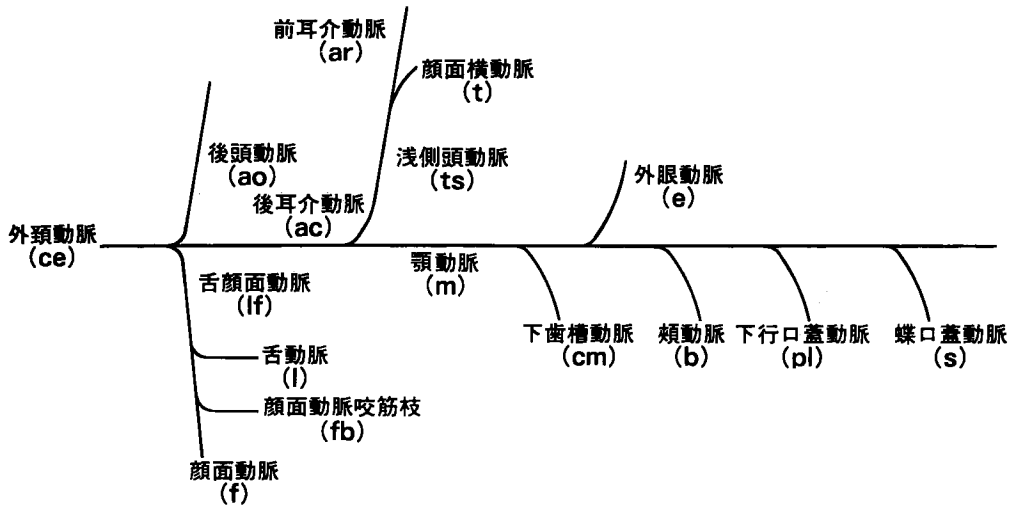


図4. 健常動物の外頸動脈からの血管分岐を示す。

中にて脱灰，脱水を経てパラフィン包埋後，切片標本作製し，ヘマトキシリン・エオジン染色を施して観察に供した。

## 結 果

### 1. 乾燥鋳型標本による観察

頭部主要血管(図4, 5)：対照動物では下顎骨周辺には，外頸動脈から分岐した舌顔面動脈・顔面動脈・顎動脈・顔面横動脈・浅側頭動脈・前耳介動脈などが分布している。外頸動脈より舌顔面動脈と顎動脈が分岐し，舌顔面動脈より顔面動脈と舌動脈が分岐する。分岐した顔面動脈は，下顎骨下縁に沿って進み下顎棘付近で上方に向け走行する。顎動脈は，下顎枝中央部付近で外頸動脈より分岐して下顎骨内側に伸展していた。顔面横動脈と前耳介動脈は，浅側頭動脈より後下顎切痕の上方で分岐して下顎頭周辺を走行し，顔面横動脈は前方に走行して幾つかの分岐を出す。

術後14日目(図6)：実験側(骨離断側)では，外頸動脈・舌顔面動脈・顔面動脈・顔面横動脈・浅側頭動脈の走行に極だった変化はみられないが，血管は少し細くなり骨断端部付近では，わずかながら毛細血管網の形成が認められた。血管を露出する過程で，骨様顆粒状の組織は非常に少なかった。

術後30日目(図7, 8)：外頸動脈・顔面動脈・

浅側頭動脈・顔面横動脈・前耳介動脈の各々が骨欠損部へ向って明瞭な分枝を出して副側血行路をなし，骨断端部で密な毛細血管吻合網を形成していた。個々の血管を露出する過程では，末梢毛細血管網を露出するとき，骨様顆粒状組織が認められたが，末梢血管の露出は比較的容易であった。分枝細血管網の追跡は困難である。

術後60日目(図9, 10)：外頸動脈・顔面動脈・顔面横動脈より分岐した血管が，欠損部に向け走行して血管網を形成しており，個々の毛細血管網の追跡は容易となる。即ち，骨欠損周辺部の毛細血管網は，その太さを増し，毛細血管網は粗となる。毛細血管および血管網の露出時には，骨性顆粒状組織が毛細血管網に付着し露出が容易でなかった。

術後90日目(図11, 12)：外頸動脈・顔面動脈・顔面横動脈より分岐した多くの血管がほぼ様な太さで整然と走行し，骨欠損周辺部に進入しているのが明瞭に追跡できた。下顎枝前方付近に新生した骨の周辺では，外頸動脈・顔面動脈・顔面横動脈などから伸展したと考えられる毛細血管網が観察された。毛細血管末梢では骨性の組織が強度に付着し，末梢部の追求が極めて困難で，無理に露出操作を進めると血管が断裂した。

### 2. 透明標本による観察

正常血管像(図13)：下顎骨の頰側ではほぼ等

大の血管、顔面動脈ないしはその分枝が骨膜に沿って比較的整然と走行し、周囲軟部組織へ向け数多くの分枝を出す。舌側では、少数の細い血管が観察されたのみで、顎骨内では顎骨の頰側から約1/3の部分を下歯槽動脈が、少数の分枝を出しながら整然と走行していた。

術後3日目：実験側では、下顎骨の頰側骨膜に沿って走行する顔面動脈は、拡張・弯曲し、骨膜より顎骨へ伸展する分枝は、骨断端部で断裂・拡張しており、血管断裂部からのクロロパ－チャ塊の湧出がみられた。

術後14日目(図14)：骨膜より骨断端部付近に向かう舌動脈と顔面動脈、ないしそれらの分枝は、頰側・舌側ともに断裂と拡張像が消失し、走行が整然となる。顎骨内の新生血管は数的に増加し、末梢部で互いに癒合して密な血管網を形成しているのが観察された。顎骨内毛細血管網は、健常動物のそれに比し、繊細であった。この所見は、骨形成の開始を示唆している。

術後30日目：骨膜に沿った舌動脈と顔面動脈、ないしその分枝、および下歯槽動脈は整然と走行し、骨髓内の毛細血管および顎骨断端部付近の新生血管網は、術後14日目と比較し網状構造が少しく粗となる。

術後60日目(図15)：頰側の骨膜に沿った顔面動脈はその太さを増し、舌側の舌動脈もほぼ対照動物と同様の血管走行となり、これら血管の分枝が、骨断端部に規則的整然と伸展するようになる。顎骨内毛細血管の網状構造は、広く伸展しさらに密となり、骨形成の進展がうかがわれた。

術後90日目(図16)：骨膜に沿った舌動脈と顔面動脈、またはこれら血管の分枝は、頰・舌側ともに健常の血管像となり、骨膜からの新生血管と顎骨内からの新生血管が吻合し、血管網を形成しながら新生骨に沿って遠心側に伸展していた。骨断端部の毛細血管網は太さを増し、遠心部では毛細血管網は繊細・散在性・塊状であった。

### 3. 組織学的観察

術後3日目の骨離断部では、骨膜内面および外面に肉芽組織の形成がみられるが、まだ骨形成は認められない。術後14日目では軟骨形成と

線維性仮骨形成が認められるようになり(図17A)、術後30日目では、これら仮骨組織に層板形成が認められ、新生骨は成熟骨の様相を呈した(図17B)。術後60日目ではこれら骨形成が増加し(図17C)、術後90日目では新生骨は骨梁の太さを増し、層板構造は成熟骨同然となる(図17D)。尚、髓腔様構造の形成は術後30日目から見られるが造血像は認められない。

## 考 察

本研究は骨膜を保存したままで顎骨を広範に離断し、術後経日的に観察した結果、創部において経日的に血管が新生し、毛細血管網形成に伴い、骨新生が起ることを明らかにしたものである。

ここで、骨折時または骨移植時における骨新生と治癒機転について考えてみると、一般的に骨新生には、骨自体の細胞から形成される内骨性仮骨と骨膜細胞から誘導される骨外性仮骨の過程を経て骨形成に至る<sup>18)</sup>経過が常道である。本実験では、骨離断後肥厚した骨膜からも硝子様軟骨または線維性軟骨が誘導され、仮骨・骨形成が起ることが示された(図17A~D)。この仮骨は術後14日目頃から明瞭となるが、この時点の創部血管網の形成は充分である(図14)。これら仮骨・骨形成過程では、骨形成細胞が増殖・分化するのに当然栄養の供給を受ける必要があり、従って術後14日目の栄養血管の新生・修復に伴う創部の血管疎通を治癒機転の開始期と想定でき、以後創部は血管に栄養されつつ骨形成が進行するであろうことは当然の理であろう(図17B~D)。

本実験では、栄養血管の新生・修復は骨膜側と骨離断側の双方から起った(図14~16)。この観察結果は、下顎骨移植に際しても、骨膜と骨髓よりの血管の相互作用により骨新生が起るとする榎本(1971)<sup>19)</sup>・金平(1979)<sup>20)</sup>の報告に一致する。しかしながら、これら報告はいずれも移植骨自体の機転についての研究であり、骨欠損部における血管新生と骨新生の詳細な経日的推移については触れていない。本実験では、顎骨離断直後、離断部骨内と骨膜剥離部における出血がみられた。この出血は3日後には断裂像が

認められたが、術後14日目には透明標本で明らかに出血が消失し、顎骨内の顕著な毛細血管網の新生と、繊細な毛細血管が骨膜に侵入しているのが観察された(図14)。この時期には骨内、骨膜双方から仮骨の形成がみられ(図17A)、乾燥鋳型標本で、毛細血管網に骨性顆粒状組織の付着が認められたことから、この毛細血管網は直接新生骨を栄養しているものと考えられた。新生骨の形成に関する組織所見は、長束(1983)<sup>16)</sup>の報告に一致するが、乾燥鋳型標本では、この時点の末梢毛細血管の露出はなお容易であったことから、組織所見と併せて骨化が質的・量的に充分でないためと考えられる。顎骨離断術後30日目の乾燥鋳型標本では、末梢毛細血管の剝離露出が比較的困難となり、骨様顆粒状組織が毛細血管末梢部に密に付着している(図7,8)。このことは、この時点で骨形成が一段と進み、骨の硬化が進行している組織(図17B)を推測できるものである。このような新生骨の増加と骨硬度の増加が、骨離断術後60日目ではさらに進み(図17C)、この骨硬化は乾燥鋳型標本では、末梢毛細血管露出の難度から、また透明標本では毛細血管網の広範性進展と細密な網状構造の形成からもうかがい知れる。術後90日目では、乾燥鋳型標本の顆粒状組織と組織標本(図17D)の層板形成にみられるごとく、骨性硬度の点では対照側のそれと類似し(図17D)、透明標本では骨形成が著しく遠心性に進展しているのが観察された(図16)。尚、透明標本に見るごとく、末梢毛細血管網の分布が不均等・塊状であることは、仮骨の局在が散在性であることを示唆しており、長束(1983)<sup>16)</sup>のX線写真所見と一致する。組織学的にも、骨形成果は不連続・散在性であった。

片側顎骨欠損部の血液供給は、対側または隣接血管の交通枝または吻合枝<sup>21,22)</sup>からの代償、近接動静脈の側芽による副側血行路形成、または血管断端部からの新生血管が関与するものと考えられる。解剖学的に、顎骨末梢血管は左右の吻合枝より成る網状構造をとる。本実験で下歯槽動脈を無結紮で切断後、出血が両断端部にみられたことは、この動脈が末梢部で交通または吻合枝を持つことを意味しており、骨欠損部に

おける吻合枝の修復と対側からの栄養供給が示唆される。

血管を切断した場合、断端部から血管が新生されるか、或いは断端部から中枢寄りの血管壁から新生萌芽するかについては、定説がない<sup>22-27)</sup>。本実験においては、下顎骨内を走行する主動脈、即ち下歯槽動脈を切断し、無結紮としたものである。この場合、栄養血管の新生は、直接血管断端部からの萌芽伸展ではなく、断端部より中枢寄りの管側性萌芽による副側血行路形成の様式であった。尚、血管を結紮せずに切断する場合<sup>23,28)</sup>、と結紮し切断する場合<sup>21,22,29)</sup>、および結紮のみで血管を切断しない場合<sup>27)</sup>では血管新生様式が異なり、また動静脈で新生活性が違うといわれているが<sup>30)</sup>、この点については確かめていない。

血管新生の仮骨形成関与について、前述の通り骨内および骨膜双方の関与が考えられるが、骨膜血管の関与については実にさまざまで定説がない。即ち骨膜血行の有無は、移植骨の生着を左右しない<sup>31,32)</sup>とするものから、骨膜血管によるものに比較して著しく劣るとするもの<sup>33)</sup>、また骨膜血行が移植骨生着に重大な意義を有しているとするものまである<sup>34-37)</sup>。しかしながら解剖学的に、骨膜には骨膜自体を栄養する微小血管と骨膜を穿通し骨実質および骨髓内に至る血管があることで、本実験のような骨膜細胞が旺盛に骨細胞へ分化する必要性のある場合、これら血管は仮骨・骨新生に極めて重要な意義を持つものと理解される。

以上をまとめると、術後14日目あたりまでの血液供給は骨膜血管が主役を演じ、術後30日目以降になると、顎骨内血管および顎外系統の血管が骨新生、即ち仮骨の形成と進展に密接に関与していることが示唆された。しかしながら、主血行が遮断されれば当然血管支配領域の組織変性が起こるであろうし、側副血行が完成されても、その血液供給量は健状々態と比べ減少しているであろうから、治癒機転には当然好適状態とはいえない。従って、この種の手術を行うにあたっては、骨膜の損傷を避けることは当然として、不用意に顎骨内外血管系を切断・結紮することは、極力避けるべきであろう。

## ま と め

骨膜下顎骨離断術後の骨新生に伴う血管系の変化の過程を知る目的で、家兎を用い下顎頭を含めた骨膜下顎骨離断術を行い、メルコツクス樹脂注入法による乾燥鋳型標本、クロロパッチ血管注入法による透明標本、およびヘマトキシリン・エオジン染色組織標本を作製し観察、検討を行ったところ、術後3日目までは骨断端部での血管の断裂・拡張が認められ、術後14日目では新生した骨膜血管末梢と骨断端部の末梢細血管の吻合による密な毛細血管網の形成と、同部における骨膜からの仮骨形成初期像が認められた。術後30日目では顎外系の血管が骨欠損部付近へ伸展しているのが認められ、組織学的に仮骨形成が明瞭となる。術後60日目では骨膜血管は進展した仮骨部へ集中し、顎骨々髓内血管の数的増加が認められ、組織学的にも仮骨と骨形成が進行し全体的に規則的整然とし、新生骨後方へと伸展しているのが認められ、組織学的に新生骨は完全な成熟骨に生長していた。

以上より次の結論を得た。

1. 骨離断術後骨欠損部の血液供給は、初期には新生した骨膜血管が主体をなし、これら末梢細血管は、次第に新生した骨髄血管末梢部と吻合し、血管網を形成しながら栄養血管として骨新生に関与することが示唆された。
2. 顔面動脈・顔面横動脈より萌出新生した副側血管は、術後30日目頃より骨欠損部へ伸展する。
3. 以上より、骨離断手術に際しては骨膜血管、骨髄血管、顎外の主血管系のいずれもが、骨の新生による欠損充填に重要な役割を演じていることが示唆された。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導ならびに御校閲を賜った恩師西嶋克己教授、ならびに有益なる助言、鞭撻を頂いた本学医学部第一病理学教室栗井通泰教授、林肇輝助教授に深謝の意を表します。

本論文の要旨は昭和56年10月第26回日本口腔外科学会総会、昭和58年9月第28回日本口腔外科学会総会において発表した。

## 文 献

1. 上野 正：骨移植による顎骨形成手術。形成外科，6，192，1963。
2. Byars, L.T.: Subperiosteal mandibular resection with internal bar fixation. *Plast. Reconstr. Surg.* 1, 236, 1946.
3. Kazanjian, V.H.: Spontaneous regeneration of bone following excision of section of the mandible. *Am. J. Orthodont.* 32, 242, 1946.
4. Byars, L.T. and McDowell, F.: Preservation of jaw function following surgery and trauma. *Surg. Gynecol. Obstet.* 84, 870, 1947.
5. Francksen, U.: Periostale Regeneration des Unterkiefers nach halbseitiger Exartikulation. *Fortschr. Kiefer-u. Gesichtschir.* 4, 337, 1958.
6. Haunfelder, D.: Über die Regeneration des Unterkiefers nach subperiostaler Resektion und Exartikulation. *Chirurg.* 33, 62, 1962.
7. Steinhardt, G.: Bewährte Operationsmethoden bei "semimaligenen" Geschwülsten der Kiefer. *Dtsch. Zahn-, Mund-u. Kieferheilk.* 49, 124, 1967.
8. Steinhäuser, E.: Unterkieferrekonstruktion durch intraorale Knochentransplantate, deren Einheilung und Beeinflussung durch die Funktion- eine tierexperimentelle Studie. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 782, 213, 1968.

9. 西嶋克巳, 他: 下顎頭を含めた下顎骨片側離断術後の骨新生について. 日口外誌, 21, 491, 1975.
10. 西嶋克巳, 他: 骨膜下顎骨離断術後の骨新生. 歯界展望, 46, 251, 1975.
11. 福田仁一, 他: 下顎骨片側離断後, 骨新生をみた1例(抄). 日口外誌, 25, 958, 1979.
12. 中根康夫, 他: 顎切除部に旺盛な骨修復をみたエナメル上皮腫症例(抄). 日口外誌, 27, 826, 1981.
13. 樋田謙二郎, 他: 下顎骨片側離断後, 著明な骨新生をみた1例. 日口外誌, 29, 1976, 1983.
14. Weiss, P.: Unterkiefer- und Kiefergelenkregeneration nach subperiostaler Unterkiefer- Exartikulation am jungen Hund. *Dtsch. Zahnärztl. Z.* 24, 355, 1969.
15. 四倉圭一: 幼若犬における下顎骨片側離断後の骨再生に関する実験的研究. 九州歯会誌, 36, 330, 1982.
16. 長束崇仁: 骨膜下顎骨離断術後の骨新生に関する組織化学的研究. 口科誌, 32, 509, 1983.
17. 西嶋克巳, 他: クロロパーチャ血管注入法の検討. 口科誌, 21, 540, 1972.
18. Sandritter, W.: 図説組織病理学. 医学書院, 東京, pp. 258—261, 1978.
19. 榎本洋史: 下顎骨への骨移植における血管像の変化に関する実験的研究. 歯科学報, 71, 92, 1971.
20. 金平康弘: 下顎骨移植の血管像の変化に関する実験的研究. 口科誌, 28, 239, 1979.
21. 都富典夫: 動脈結紮にともなう Microarteriogram の変化に関する実験的研究. 歯科学報, 63, 827, 1963.
22. 林 秀彦: 創傷治癒に伴う血管の立体的研究. 6. 犬の下歯槽動脈結さつ切断後に成立する側副血行路について. 日口外誌, 18, 326, 1972.
23. 森 高廣: 創傷治癒に伴う血管の立体的研究. 8. 実験的下顎骨骨折による下歯槽動脈切断部の変化について. 歯科医学, 33, 167, 1970.
24. Eckstein, R.W. and Gregg, D.E.: The magnitude and time of development of the collateral circulation in occluded femoral, carotid and coronary arteries. *Am. J. Physiol.* 132, 351, 1941.
25. Hino, M.: Stereological studies on the vascularization phenomena. 1. The collaterals following ligation of the facial artery of the rabbit. *J. Osaka Odont. Soc.* 29, 39, 1965.
26. 浜之上洋: 外頸動脈結紮後の末梢血行回復についての実験的研究. 日耳鼻誌, 70, 1155, 1967.
27. 岸 幹二: 外頸動脈結紮に伴う分布領域血管像に関する実験的研究. 口科誌, 24, 9, 1975.
28. 稲葉 修: 創傷治癒に伴う血管の立体的研究. 12. 両側下顎骨骨体部離断ならびに両側下歯槽動脈切断がその治癒過程におよぼす影響について. 歯科医学, 38, 165, 1975.
29. 橋本 武: 創傷治癒に伴う血管の立体的研究. 9. 実験的下顎骨離断による骨欠損部の治癒過程について. 日口外誌, 18, 416, 1972.
30. 蔵田克彦: 創傷治癒に伴う血管の立体的研究. 7. カイウサギの耳介に作った切創部の血管について. 歯科医学, 31, 354, 1968.
31. Abbott, L.C. and Schottstaedt, E.R.: The evaluation of cortical and cancellous bone as grafting material. *J. Bone Jt. Surg.* 29, 381, 1947.
32. Reynolds, F.C.: Experimental evaluation of homogenous bone grafts. *J. Bone Jt. Surg.* 32, 283, 1950.
33. Johnson, R.W.: A physiological study of the blood supply of the diaphysis. *J. Bone Jt. Surg.* 9, 153, 1927.
34. Lexer, E.: 20 Jahre Transplantationsforschung in der Chirurgie. *Arch. Klin. Chir.* 138, 251, 1925.
35. 東條経治: 骨遊離移植に関する動物試験の成績特に其骨端線関係に就て. 日外会誌, 15, 1120, 1913.
36. Kolodny, A.: The periosteal blood supply and healing of fractures. *J. Bone Jt. Surg.* 5, 698, 1923.
37. May, H.: The regeneration of bone transplants. *Ann. Surg.* 106, 441, 1937.

## 付 図 説 明

- 図5. 健常動物頭部乾燥鑄型標本。青色鑄型は実験側とし赤色鑄型は対照側とした。ce: 外頸動脈, lf: 舌顔面動脈, f: 顔面動脈, t: 顔面横動脈。
- 図6. 術後14日目の頭部乾燥鑄型標本。骨断端部付近の顎骨欠損部にわずかながら毛細血管網の形成を認める。ce: 外頸動脈, f: 顔面動脈, t: 顔面横動脈。
- 図7, 8. 術後30日目の頭部乾燥鑄型標本。骨断端部付近で密な毛細血管吻合網を形成。ce: 外頸動脈, lf: 舌顔面動脈, f: 顔面動脈, t: 顔面横動脈, n: 毛細血管吻合網。
- 図9, 10. 術後60日目の頭部乾燥鑄型標本。骨欠損周辺部の毛細血管網はその太さを増し, 毛細血管網は粗となる。ce: 外頸動脈, lf: 舌顔面動脈, f: 顔面動脈, t: 顔面横動脈。
- 図11, 12. 術後90日目の頭部乾燥鑄型標本。下顎枝前方付近に新生した骨の周辺では, 外頸動脈・顔面動脈・顔面横動脈などから伸展, 分枝したと考えられる毛細血管網が観察される。f: 顔面動脈, t: 顔面横動脈。
- 図13. 健常動物下顎骨透明標本。頰側・舌側の骨膜に沿った血管の走行がみられ, 顎骨内に下歯槽動脈が少数の分枝を出しながら整然と走行している。cm: 下歯槽動脈, m: 近心側, d: 遠心側, b: 頰側, l: 舌側。
- 図14. 術後14日目の透明標本。血管の断裂・拡張像は消失し, 顎骨内の新生血管は数的に増加している。r: 骨断端部, m: 近心側, d: 遠心側, b: 頰側, l: 舌側。
- 図15. 術後60日目の透明標本。顎外系統の血管は規則的に整然とし, 顎骨内毛細血管の網状構造は広く伸展し, さらに密となる。cm: 下歯槽動脈, r: 骨断端部, m: 近心側, d: 遠心側, b: 頰側, l: 舌側。
- 図16. 術後90日目の透明標本。骨膜からの新生血管と顎骨内からの新生血管が吻合し, 血管網を形成しながら新生骨に沿って遠心側に伸展している。r: 骨断端部, o: 歯, m: 近心側, d: 遠心側, b: 頰側, l: 舌側。
- 図17. 仮骨・骨形成巣の組織標本。H.E.染色。A. 術後14日目; 肥厚した骨膜からの軟骨分化を示す。p: 骨膜, c: 軟骨, 4×10倍。B. 術後30日目; 肥厚した骨膜から線維性仮骨を経て頰骨形成が認められ, 一部には不明瞭ながら層板構造も認められる。p: 骨膜, f: 線維性仮骨, 4×10倍。C. 術後60日目; 新生骨は骨梁の太さを増し, 層板構造が一層明瞭となり成熟骨類似となる。p: 骨膜。D. 術後90日目; 新生骨は健常動物同様の硬化した層板構造を持つようになる。10×10倍。

永 山 久 夫 論 文 附 図

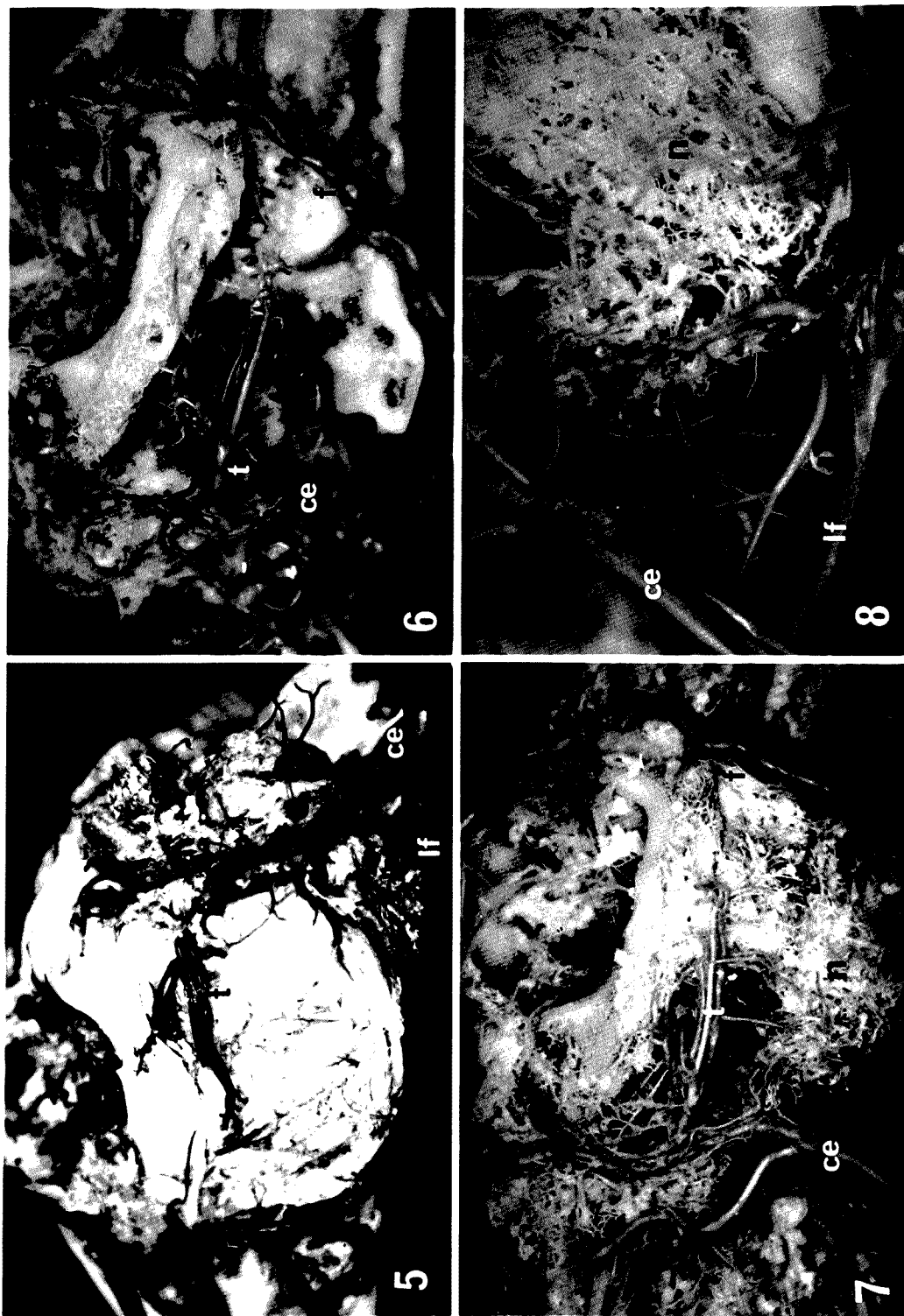


図 5 - 8

## 永山久夫論文附図

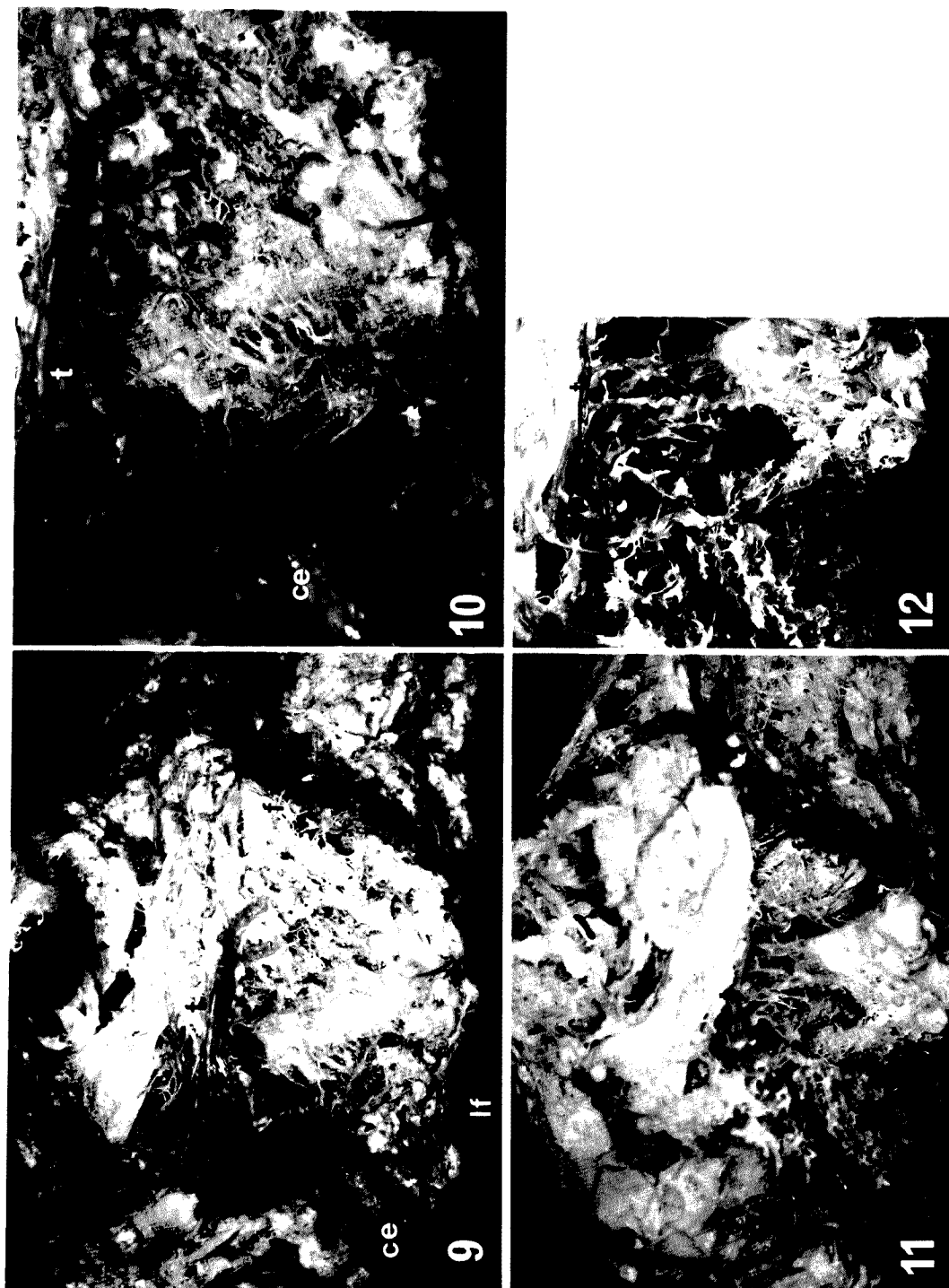


図 9-12

永 山 久 夫 論 文 附 図

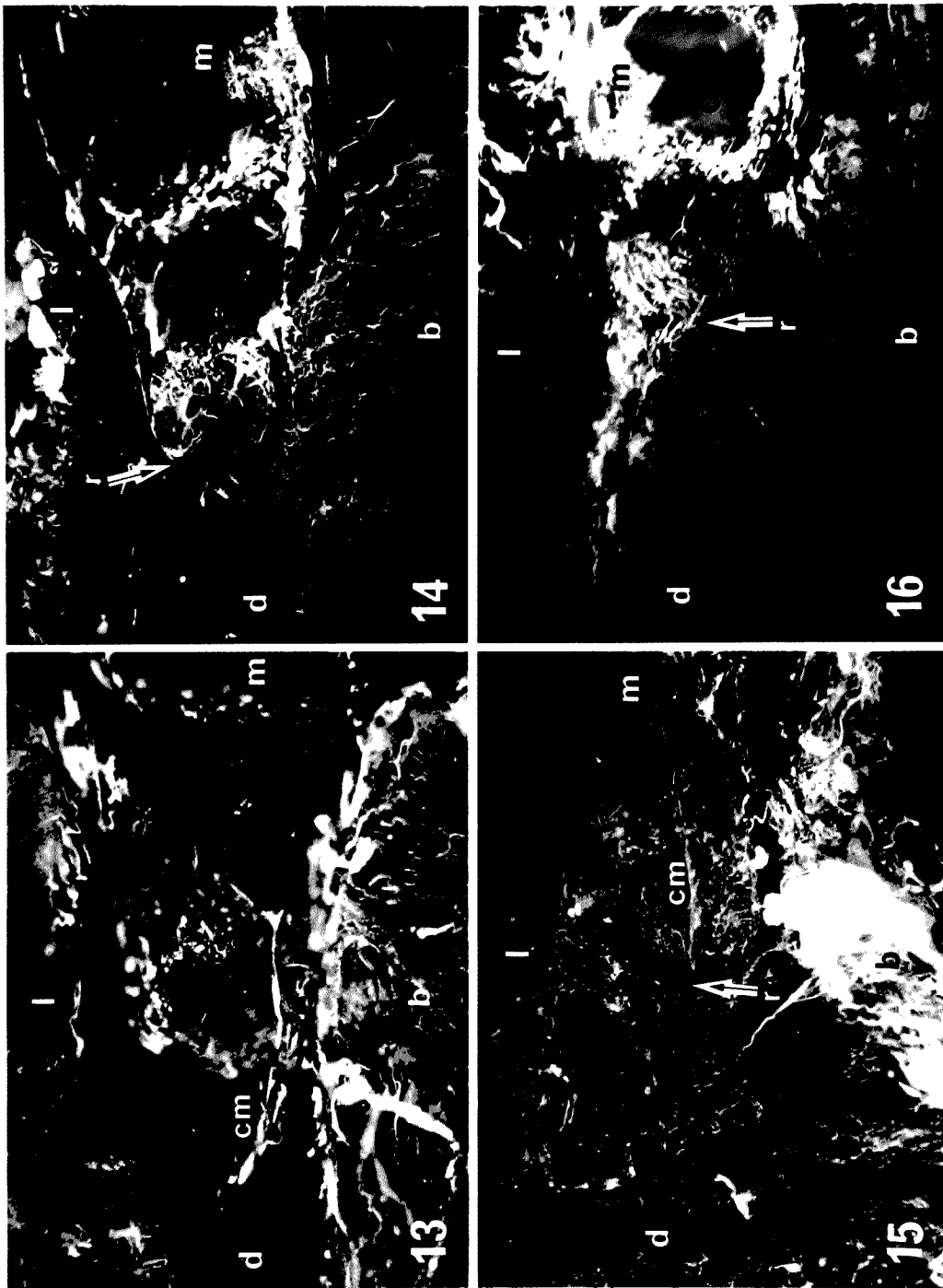


図13—16

## 永山久夫論文附図

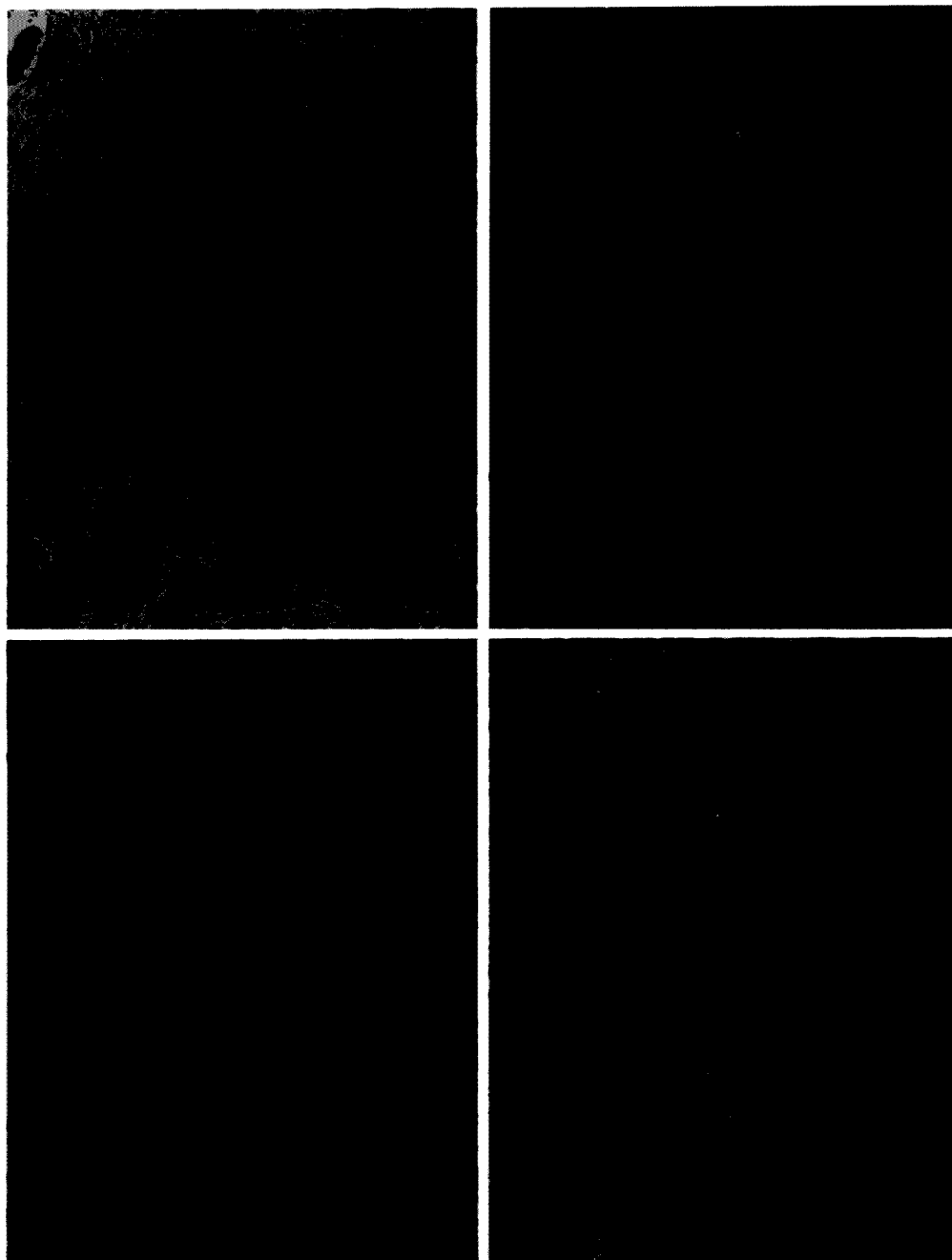


図17A—17D

## **Experimental studies on vascular changes and bone regeneration after subperiosteal hemimandibulectomy**

**Hisao NAGAYAMA**

**The First Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Okayama University Dental School**

**(Director: Prof. K. Nishijima)**

When jaw resection is necessitated by mandibular tumors, deformities and dys- or hypofunction of the jaw are unavoidable. To secure recovery from impairment, prostheses of the jaw bone, for instance, artificial substances or autologous bone, are usually utilized. When an artificial substance is used, however, it is difficult to obtain satisfactory results due to poor tissue affinity and compatibility. When an autologous transplantation is performed, healthy tissue other than the lesion it self is inevitably damaged in addition to bone fragments being required from the patients. Recent reports have shown that bone regeneration occurs without bone transplantation if the periosteum is left behind at the time of jaw resection. Thus, attention has been paid to bone regeneration by the periosteum, especially among young patients. To my knowledge, there have been no reports concerning vascular and bone regeneration after subperiosteal hemimandibulectomy.

Subperiosteal hemimandibulectomy, including removal of the mandibular head, was performed in rabbits. Dry-cast models were prepared by resin injection into the carotid artery, and transparent specimens were prepared by chloropercha injection into the carotid artery. Regeneration of blood vessels and bone were observed macro- and microscopically.

During the initial stage, blood supply to the site of the bone defect was made mainly from periosteal blood vessels. The periosteal blood vessels, related to bone regeneration, gradually developed and anastomosed with the blood vessels extending from the bone marrow, resulting in a fine vascular network. The external carotid, facial, and transverse facial arteries extended to the site of the bone defect approximately thirty days after the operation.

The periosteal, bone marrow and extramaxillary blood vessels probably play an important role in bone regeneration.