

骨膜下顎骨離断術後の骨新生におよぼす 自家骨小片移植の影響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（指導：西嶋克巳教授）

高橋利近

（昭和58年5月25日受稿）

Key words: bone regeneration,
bone pieces,
periosteum

緒言

口腔外科領域においては、外傷による粉碎骨折で顎骨に欠損を生じたり、また大きな嚢胞や、良性、悪性の腫瘍のためやむなく顎骨の切除、あるいは離断を行う症例にしばしば遭遇する。このような場合、顎の変形や機能障害が現われることが多く、現在それらの回復には新鮮自家骨、特に腸骨や肋骨を用いての顎骨補填術が盛んに行われている。しかし、若年者の場合など自家骨の蒐集に困難なことが多く、他の移植材料による修復も試みられているが、未だ充分満足すべき結果は得られていない。

一方骨膜は旺盛な骨新生能力を有し、骨膜を残して下顎骨離断を行うと骨移植をすることなく顎骨が再生する。このことに注目し、私達はその臨床応用や研究に関して報告してきた¹⁻⁵⁾、従来骨膜下顎骨離断術は一般的には行われていないが、その有用性は長束⁵⁾の実験的研究により示された。また他方石灰沈着部には骨組織の形成が促されることは古くから知られている。そこで著者は家兎を用い、骨膜下顎骨離断術後に骨小片を骨欠損部に移植することにより骨新生が更に促進されるのではないかと考え実験的研究を行った。実験には家兎の骨膜下顎骨から骨小片を採取、骨欠損部に移植後経日的に骨新生の過程をX線学的、および病理組織学的に観察し、良好な結果を得たのでここにその概要を報告する。

実験動物ならびに実験方法

実験動物には生後2～3ヵ月で体重1.5kg前後の健康な幼若雌雄家兎40羽を使用した。

実験方法は Somnopentyl 0.4ml/kg の耳静脈内注射により麻酔、右顎下部を剃毛清拭後、手術野を常法に従って消毒した。右下顎下縁に沿って約5cmの骨膜に至る切開を加え、骨膜を可及的に損傷しないように注意しつつ筋組織とともに骨から剝離し、下顎角部から下顎頭に至る下顎骨を露出、下顎角部にて離断、下顎頭を含めて下顎骨を摘出した。ついで摘出した下顎骨より直径5mmの円形骨小片を採取、ただちに骨摘出部の下顎頭部、粘膜側の上方、中央部に移植した(図1、2)。移植後残存している骨膜の内面と内面を合わせ、死腔をつくらないように注意してカットグートにて筋組織とともに縫合、ついでナイロン糸にて皮膚縫合を行った。術後1週間は感染予防のため、ペニシリンG60万単位を筋肉内に注射した。

観察方法は術後、3、7、10、14、21、30、60、90日目の各階梯で実験動物を Somnopentyl 静注により薬殺、下顎骨を摘出し10%ホルマリン液にて固定を行った。各階梯において採取した下顎骨は超軟X線撮影装置 (Softex-CMB, 日本ソフテックス社製) にて撮影後、常法に従って脱灰後、パラフィン包埋、切片を作製し、ヘマトキシリン・エオジン重染色を施して光学顕微鏡にて観察した。

実 験 結 果

術後3日目

X線学的所見では、下顎骨の切除部には移植した骨小片のX線不透過像がみられるだけで、下顎骨の切断端と骨切除部との境界は明瞭であった(図3, A)。

病理組織学的所見では、残存骨膜の周囲には血液凝塊がみられ、その周囲に幼若な肉芽組織が形成されている部分も認められた。結合組織は浮腫状を呈し、組織には全般に円形細胞の浸潤を認め特に筋組織間隙に強い浸潤がみられた。また一部残存骨膜に沿って石灰沈着を示すヘマトキシリン濃染の部分もみられた(図3, B)。

術後7日目

X線学的所見では骨の切断端と骨切除部との境界は比較的明瞭で、骨欠損中央部の移植した骨小片周囲の一部にX線不透過像をわずかに認めた(図4, A)。

病理組織学的所見では、いまだ凝血塊が残存しているが、注目すべきはそれに隣接して見られた幼若肉芽組織内に既に軟骨組織の分化が認められたことである(図4, B)。さらに残存骨膜に沿って石灰化の機転がみられた。また移植骨小片周囲には破骨巨細胞の出現も認められた。

術後10日目

X線学的所見では、切断端より骨欠損中央に向かい少量の新生骨梁様の石灰化像が認められ、切断端と骨切除部との境界は不明瞭となっていた。また骨欠損中央部において移植骨小片周囲に弱いX線不透過像がみられ、それは下顎頭部にも及んでいるが、いまだ骨小片は明瞭に識別できた(図5, A)。

病理組織学的所見では、血液凝塊はほとんど肉芽組織に置換され軟骨組織の分化はさらに進行し、一部に新生骨が出現し明瞭な骨梁の形成がみられた。また移植骨小片は肉芽組織で覆われ、骨小片に接して軟骨組織が出現、新生骨梁がみられた。また周囲の肉芽組織には多くの破骨巨細胞が認められた(図5, B)。

術後14日目

X線学的所見では、切断端と骨切除部との境界は不明瞭となり、移植骨小片もX線学的に識

別できなくなっていた。切断端周囲には線状の骨様不透過像が生じ、骨欠損部全体にも不定型なX線不透過像がみられ、とくに下顎頭部や粘膜側の上方において石灰化の著しい太い線状ないし塊状の不透過像が認められた(図6, A)。

病理組織学的所見では、肉芽組織における軟骨性骨化は進行し新生骨梁は太くなり、骨膜からの骨化も進行し、骨芽細胞の増殖が認められた。また新生骨髄腔では血球の分化が認められた(図6, B)。なお移植骨周囲には軟骨細胞が分化、この部分と接して新生骨梁がみられ周囲に骨芽細胞も多数みられた。

術後21日目

X線学的所見では、切断端と骨切除部との境界は全く不明瞭となり、骨欠損部の粘膜側の上方、下顎頭から中央部や下顎角部にかけて部分的に連続した新生骨梁を認めた(図7, A)。

病理組織学的には旺盛な軟骨細胞の増生に続いて新生骨は仮骨からの改造が進み、骨髄腔には血球成分が少なくなり、腔は狭くなり、わずかの結合組織を認めた。こうして骨梁は太さを増してきているが、その緻密度からすれば、新生骨はいまだ幼若な骨の形成を保っていた(図7, B)。

術後30日目

X線学的所見では、粘膜側の上方から下顎頭部、中央部から下顎角部へと石灰化は著しく進み、新生骨のX線透過度はもとの骨と同程度になっていた(図8, A)。

病理組織学的所見では、骨化は更に進行し骨梁はますます太くなってきていた。骨小腔もみられ骨質は緻密度を増しているが、いまだ完全な成熟骨の像をとるには至っていない(図8, B)。

術後60日目

X線学的所見では、骨質は母骨より下顎頭、下顎角部をつなぐ線に明瞭な連続した太い骨を形成していた(図9, A)。

病理組織学的には、骨化はさらに進み骨小腔もみられ、骨層板が完成して成熟骨の様相を呈しているが、一部にはいまだに軟骨と仮骨の状態にあり骨形成の途中にあると思われる部分もみられた(図9, B)。

術後90日目

X線学的所見では、骨はさらに輪郭が明瞭となり各部は互いに太さを増し連続して、顎骨の修復像が明確に認められた(図10, A)。

病理組織学的には、骨化はほとんど完了しハバース管が形成され骨質はより緻密となり、完成された骨組織の像を呈するに至った(図10, B)。

考 察

以上の実験に示した如く、骨膜を残して顎骨を切除した場合、骨を除去した腔内に骨片を移植すると骨形成は著しく促進される。さきに長東⁵⁾の行った実験、すなわち骨膜を残して顎骨を切除したままで放置した状態に比べると骨形成はかなり早められ、また長東⁵⁾の場合には仮骨の形成がまず誘導され、それが骨形成の主役を演じたのに対して、骨片を移植した場合には軟骨の誘導による骨形成の過程が主役を演じるのが特徴的であった。臨床的にも顎骨の切除、あるいは離断を行う症例では、骨膜を残し、さらに自家骨小片を移植すれば骨形成はかなり促進されることが期待できる。もちろん回復の程度や過程は欠損の大きさ、年齢、部位等に大きく左右されるであろうが、この実験結果は骨膜からの骨新生と移植骨片による骨組織形成の誘導効果を併用すれば有効な治療法となるであろうことを示すものである。

骨膜よりの骨新生については、Axhausen⁶⁾、Baetzner⁷⁾、Levander⁸⁾、Oberdalloff⁹⁾、Axhausen¹⁰⁾、Bonfiglio¹¹⁾、Krüger¹²⁾、Ecke¹³⁾らによる骨折における治癒や骨移植による観察で多くの知見が報告されている。顎口腔領域では、Byars¹⁴⁾、Kazanjian¹⁵⁾、Francksen¹⁶⁾、Haunfelder¹⁷⁾、Steinhardt¹⁸⁾、Steinhäuser¹⁹⁾、Adekeye²⁰⁾らが下顎骨連続離断術後、また下顎骨の片側離断術後に骨移植することなく残存骨膜から著明な骨新生が認められたことを報告している。本邦においては1975年西嶋ら¹⁾が下顎骨片側離断術後に顎骨が再生された症例を報告して以来、玄番ら²¹⁾、四倉ら²²⁾の報告がみられる。また骨膜の骨新生力を利用し、Skoog^{23,24)}、Ritsiläら²⁵⁾、Strickerら²⁶⁾らは顎裂や口蓋裂

への応用を行っている。したがって骨膜の損傷を可及的に少なくして残すことが骨形成の誘導に非常に重要であり、骨化の進展を早めるものと考えられる。

骨形成の時間的進展について、Burman & Umansky²⁷⁾は家兎の骨膜移植実験において術後1～2週で明瞭なX線不透過像がみられ、同様な実験でRitsilä & Alhopuro^{28,29)}は2～3週でX線不透過像を認め、Finleyら³⁰⁾は犬で実験を行い、2～3週でX線不透過像を認めたと述べている。またWeiss³¹⁾は幼犬の下顎骨連続離断術後に約1ヵ月でX線不透過像を認めている。著者が対照群としている長東⁵⁾の実験の第1群では術後7日目に淡いX線不透過像を認めている。本実験でも同様に術後7日目骨欠損中央部の移植した骨小片周囲の一部にX線不透過像を認め、組織学的に仮骨の形成がみられた。臨床的にはKazanjian¹⁵⁾は下顎骨の連続離断術後の骨新生の時期を6ヵ月以内とし、Francksen¹⁶⁾は下顎骨片側離断術後、数週で下顎頭に至る骨新生を認めたと述べている。一方、西嶋・岸²⁾は骨新生は比較的早期よりなされるものであり、約1週間でX線不透過像がわずかではあるが認められたと報告している。これらの実験は術後1週間で石灰沈着を伴う仮骨の形成が起こることを示している。

骨膜からの骨新生の形成に関しては、長東⁵⁾および著者の観察から仮骨の形成がまず誘導されることを示し、移植骨小片からは軟骨の誘導が起こる傾向が認められた。骨膜からの骨新生はRitsiläら³²⁾によると軟骨性骨化によって生じるものであると述べているが、Fell³³⁾、Cohen & Lacroix³⁴⁾はある条件下では軟骨性骨化が生じる可能性はあるが、一般的には軟骨性骨化が生じることは考え難いと述べ、長東⁵⁾も軟骨性骨化の所見は非常に稀であったと述べている。Kolodny³⁵⁾、Ritsilä & Alhopuro²⁸⁾、Uddstromer & Ritsilä³⁶⁾は骨膜内骨化機転は血液の供給の良否により大きく左右されると述べ、一定の条件下でRitsiläら³²⁾は線維芽細胞からまず軟骨細胞への分化の誘導が起こり、ついで骨形成に移行すると報告し、また別にRitsilä & Alhopuro^{37,29)}、Poussa & Ritsilä³⁸⁾も軟骨組織

の形成を報告しているまた Ham³⁹⁾、浜田^{40,41)}、宮地⁴²⁾、金子⁴³⁾、石川・秋吉⁴⁴⁾、平野⁴⁵⁾、山村ら⁴⁶⁾の骨折における治癒過程でも軟骨組織がまず形成されると述べている。しかし軟骨細胞の分化誘導に何が直接関与しているかは明らかにされていない。

骨形成の過程で骨芽細胞と軟骨芽細胞の分化誘導がされることは疑問の余地のないところであるが、骨折の場合には破壊された骨組織によって骨形成が誘導されること、また一方骨膜により骨芽細胞の分化が誘導されることも長東⁵⁾の実験から明らかである。これら骨芽細胞や軟骨芽細胞の分化に関して、Bassett⁴⁷⁾は未分化の間葉系細胞を種々な条件下で培養し、好气的でしかも加圧された培養条件下でのみ骨が形成され、酸素分圧が高いことが分化のための条件であると述べているが、血管の少ない肉芽組織で骨の形成が促進されされることは高酸素分圧は必要条件の一つであると考えられる。これと関連して Ham³⁹⁾は軟骨性骨化の発生機転について実験的肋骨骨折の病理組織像から Osteogenic cell の分化は血管密度の差によって異なると述べ、血管密度の高い場合には骨芽細胞の分化が誘導され、低い場合には軟骨芽細胞の分化が誘導されると報告している。これは金原⁴⁸⁾により電顕的にも認められている。従ってこの現象を基底において考えれば血管密度の粗な部分においては軟骨の分化が誘導されやすくなることが考えられ、血管網の良く発達している骨膜からは直接骨の形成が行われることが理解できる。

さて、外科的処置により生じた種々の骨欠損に対する骨移植は、Hinds⁴⁹⁾によると1858年 Ollier により初めて報告されたと述べている。骨移植の目的として Bell⁵⁰⁾は欠損部の固定、強度の補強、外形の回復の他に骨形成の促進をあげている。今回、著者は骨膜を残して骨を離断した後に骨小片を挿入すると骨形成が促進されることが認められた。各種抗生剤の発達にともない、骨移植による細菌の感染は大幅に抑制できるようになり、以来 Marino & Turco⁵¹⁾、Stuteville⁵²⁾、Huebsch & Wickstrom⁵³⁾、熊野御堂⁵⁴⁾、藤野⁵⁵⁾、宿南⁵⁶⁾、上野⁵⁷⁾、Richardson & Cohen⁵⁸⁾、内山⁵⁹⁾、河合ら⁶⁰⁾、高橋・吉田⁶¹⁾、

Boyne⁶²⁾、Green⁶³⁾、河西⁶⁴⁾、平川ら⁶⁵⁾、らにより骨小片移植は臨床に広く応用され、Boyne⁶⁶⁾、高橋⁶⁷⁾、飯田⁶⁸⁾、宇治⁶⁹⁾らの実験的研究が報告されている。

口腔外科領域において、Huebsch & Wickstrom⁵⁸⁾、熊野御堂⁵⁴⁾、藤野⁵⁵⁾、内山⁵⁹⁾、Green⁶³⁾らが囊胞の摘出腔への骨移植に腸骨や肋骨よりの海綿骨小片を用いているが、Richardson & Cohen⁵⁸⁾は自家腸骨を有形骨片のまま移植し、いずれも良好な結果を得ている。また、平川ら⁶⁵⁾は囊胞摘出の際に取り出した骨片を利用し、それが海綿骨小片であっても、緻密骨を含んだ小片であっても骨創腔の修復機転に重要な役割を演じていると述べている。著者はこの実験で緻密骨を含む骨小片を移植片として用いたが、その結果はこれまでの報告とよく一致するものであった。

宇治⁶⁹⁾は犬で自家新鮮骨片の移植を行った結果、7日目移植された骨小片を中心として未熟骨が認められ、10日目には隣接の移植片を起点とした新生骨と創壁からの新生骨が連なっていたと述べている。移植骨小片の骨新生に対する役割として、中村⁷⁰⁾、宇治⁶⁹⁾はこれら骨片が移植骨周囲の骨新生に刺激を与えるものと考えられると述べているが、骨組織の何らかの成分が軟骨細胞の分化誘導を行っていることは、これらの研究からみても確実であろう。本実験においても、術後7日目移植骨小片周囲に破骨巨細胞が出現、術後10日目では移植骨小片は肉芽組織で覆われ骨小片に接して新生骨梁がみられ、周囲には多数の骨芽細胞が認められた。さらに21日目には新生骨では骨の改造がみられ、以後骨化は進行し間もなく成熟骨となっていた。すなわち長東⁵⁾の骨膜下顎骨離断術後の骨新生に関する実験と比較し、骨欠損部に骨小片を移植することにより明らかに骨新生が促進され、骨化が急速に進行することを本実験は示しており、臨床的に骨の再生に対し骨膜よりの骨新生と骨移植の併用が極めて有望であることを示した。

結 論

顎・顔面領域で顎骨の切除、離断を行う症例に対し骨膜の骨新生能力を利用し、さらに自家

骨小片移植を行うことの有用性を検討する目的で、家兎を用い骨膜下顎骨離断術後に自家骨小片移植を行い骨の再生過程を観察した。その結果、骨膜下顎骨離断術後そのまま放置したものに比し、骨小片を移植したものは明らかに骨形成の促進が認められた。すなわち術後3日目で一部残存骨膜に沿って石灰沈着がみられ、術後7日目にすでに骨形成が始まり、10日目では明らかに切断端よりの旺盛な新生骨梁の形成がみられ、同時に移植骨小片周囲や下顎頭部においても骨形成を認め、著明な軟骨組織の形成と共に骨形成は進行し、90日で骨形成はほとんど完了していた。さらに病理組織学的に術後7日目で移植骨片を中心に旺盛な軟骨の分化誘導が確認され、破骨巨細胞の出現から骨形成へと進展

していく過程が観察された。なお骨膜からの骨新生は主として仮骨の形成からはじまり、それだけでは骨新生のされにくかった欠損中央部や下顎角部などにも骨小片移植により骨形成が促進された。

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巳教授に深謝いたします。また病理学的に御教示を賜った本学妹尾左知丸名譽教授に厚くお礼申し上げます。さらに絶大なる御協力を下さった教室員各位に感謝の意を表わします。

本論文の要旨は、昭和54年4月第33回日本口腔科学会総会、昭和55年12月第28回国際歯科研究学会日本部会総会、昭和57年10月第3回岡山歯学会総会において発表した。

文 献

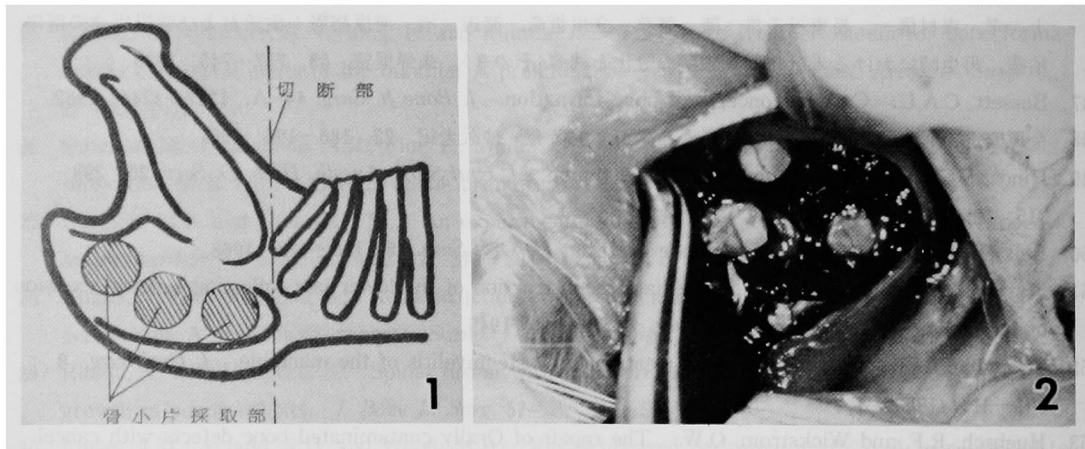
- 1) 西嶋克巳, 岸 幹二, 長畠駿一郎, 田村淳一, 岡本全允, 前田健一郎, 和気和也, 長東崇仁, 十川和彦, 高木 慎: 下顎頭を含めた下顎骨片側離断術後の骨新生について. 日口外誌, 21, 491—497, 1975.
2. 西嶋克巳, 岸 幹二: 骨膜下顎骨離断術後の骨新生. 歯界展望, 46, 251—258, 1975.
3. 西嶋克巳: 図説小児の口腔外科. 医歯薬出版, 東京, pp. 216—238, 1979.
4. 高木 慎: 家兎脛骨骨膜遊離移植に関する実験的研究. 口科誌, 31, 272—288, 1982.
5. 長東崇仁: 骨膜下顎骨離断術後の骨新生に関する組織化学的研究. 口科誌, 32, 509—528, 1983.
6. Axhausen, G.: Die histologischen und klinischen Gesetze der freien Osteoplastik auf Grund von Thierversuchen. *Arch. Klin. Chir.* 88, 23—145, 1909.
7. Baetzner, W.: Über experimentelle freie Periostverpflanzung. *Arch. Klin. Chir.* 118, 504—506, 1921.
8. Levander, G.: Über die knochenregeneratorische Fähigkeit des periosts. *Acta Chir. Scand.* 83, 1—24, 1940.
9. Oberdahlhoff, H.: Experimentelle und klinische Studien zur Frage der Knochenregeneration. *Arch. Klin. Chir.* 269, 109—150, 1948.
10. Axhausen, W.: Die Quellen der Knochenneubildung nach freier Knochenüberpflanzung. *Arch. Klin. Chir.* 270, 439—443, 1951.
11. Bonfiglio, M.: Repair of Bone-Transplant Fractures. *J. Bone Jt. Surg.* 40—A, 446—456, 1958.
12. Krüger, E.: Vergleichende experimentelle Untersuchungen an autoplastischen Knochen-Transplantaten mit und ohne Periost. *Arch. Klin. Chir.* 229, 150—155, 1961.
13. Ecke, H.: Histologische Beobachtungen zum Wesen der primären Knochenheilung. *Arch. Orthop. Unfall-Chir.* 56, 475—481, 1964.
14. Byars, L.T.: Subperiosteal mandibular resection with internal bar fixation. *Plast. Reconstr. Surg.* 1, 236—239, 1946.
15. Kazanjian, V.H.: Spontaneous regeneration of bone following excision of section of the mandible. *Am. J. Orthodont.* 32, 242—248, 1946.

16. Francksen, U.: Periostale Regeneration des Unterkiefers nach halbseitiger Exartikulation. *Fortschr. Kiefer-Gesichtschir.* **4**, 337—339, 1958.
17. Haunfelder, D.: Über die Regeneration des Unterkiefers nach subperiostaler Resektion und Exartikulation. *Chirurg.* **33**, 62—66, 1962.
18. Steinhardt, G.: Bewährte Operationsmethoden bei semimaligen Geschwülsten der Kiefer. *Dtsch. Zahn-, Mund- Kieferheilk.* **49**, 124—129, 1967.
19. Steinhäuser, E.: Unterkiefer rekonstruktion durch intraorale Knochentransplantate, deren Einheilung und Beeinflussung durch die Funktion-eine tierexperimentale Studie. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk* **78**, 213—235, 1968.
20. Adekeye, E.O.: Rapid bone regeneration subsequent to subtotal mandibulectomy, Report of an usual case. *Oral Surg.* **44**, 521—526, 1977.
21. 玄番涼一, 小松世潮, 久保二郎, 杉田 仁, 山本悦秀, 小浜源都: 若年者の下顎骨離断切除術後に骨新生の認められた4症例. *日口外誌*, **7**, 1623—1624, 1980.
22. 四倉圭一, 福田仁一, 山田長敬: 若年齢における下顎骨片側離断術後の骨再生に関する実験的研究. *日口外誌*, **7**, 1678, 1980.
23. Skoog, T.: The use of periosteal flaps in the repair of clefts of the primary plate. *Cleft Palate J.* **2**, 332—339, 1965.
24. Skoog, T.: The use of periosteum and surgical for the bone restoration in congenital clefts of the maxilla, A clinical report and experimental investigation. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* **1**, 113—130, 1967.
25. Ritsila, V., Alhopuro, S., Gylling, U. and Rintala, A.: The use of free periosteum for bone formation in congenital clefts of the maxilla, A preliminary report. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* **6**, 57—60, 1972.
26. Stricker, M., Chancholle, A.R., Flot, F., Malka, G. and Montoya, A.: La greffe périostée dans la réparation de la fente totale du palais primaire. *Ann. Chir. Plast.* **22**, 117—125, 1977.
27. Burman, M.S. and Umansky, M.: An experimental study of free periosteal trasplants, wrapped a around tendon. *J. Bone Jt. Surg.* **12**, 579—594, 1930.
28. Ritsilä, V. and Alhopuro, S.: Reconstruction of experimental tracheal cartilage defects with free periosteum, A preliminary report. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* **7**, 116—119, 1973.
29. Ritsilä, V. and Alhopuro, S.: Spinal fusion with free periosteal grafts and its effect on vertebral growth in young rabbits. *J. Bone Jt. Surg.* **57—B**, 500—505, 1975.
30. Finley, J.M., Acland, R.D. and Wood, M.B.: Revascularized periosteal grafts — A new method to produce functional new bone without bone grafting. *Plast. Reconstr. Surg.* **61**, 1—6, 1978.
31. Weiss, P.: Unterkiefer- und Kiefergelenkregeneration nach subperiostaler Unterkiefer-Exartikulation am jungen Hund. *Dtsch. Zahnärztl. Z.* **24**, 355—361, 1969.
32. Ritsilä, V., Alhopuro, S. and Rintala, A.: Bone formation with free periosteum, An experimental study. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* **6**, 51—56, 1972.
33. Fell, H.B.: The osteogenic capacity in vitro of periosteum and endosteum isolated from the limb skeleton of fowl embryos and young chicks. *J. Anat.* **66**, 157—180, 1932.
34. Chen, J. and Lacroix, P.: Bone and cartilage formation by periosteum, Assay of experimental autogenous grafts. *J. Bone Jt. Surg.* **37—A**, 717—730, 1955.
35. Kolodny, A.: The periosteal blood supply and healing of fractures, Experimental study. *J. Bone Jt. Surg.* **5**, 698—711, 1923.

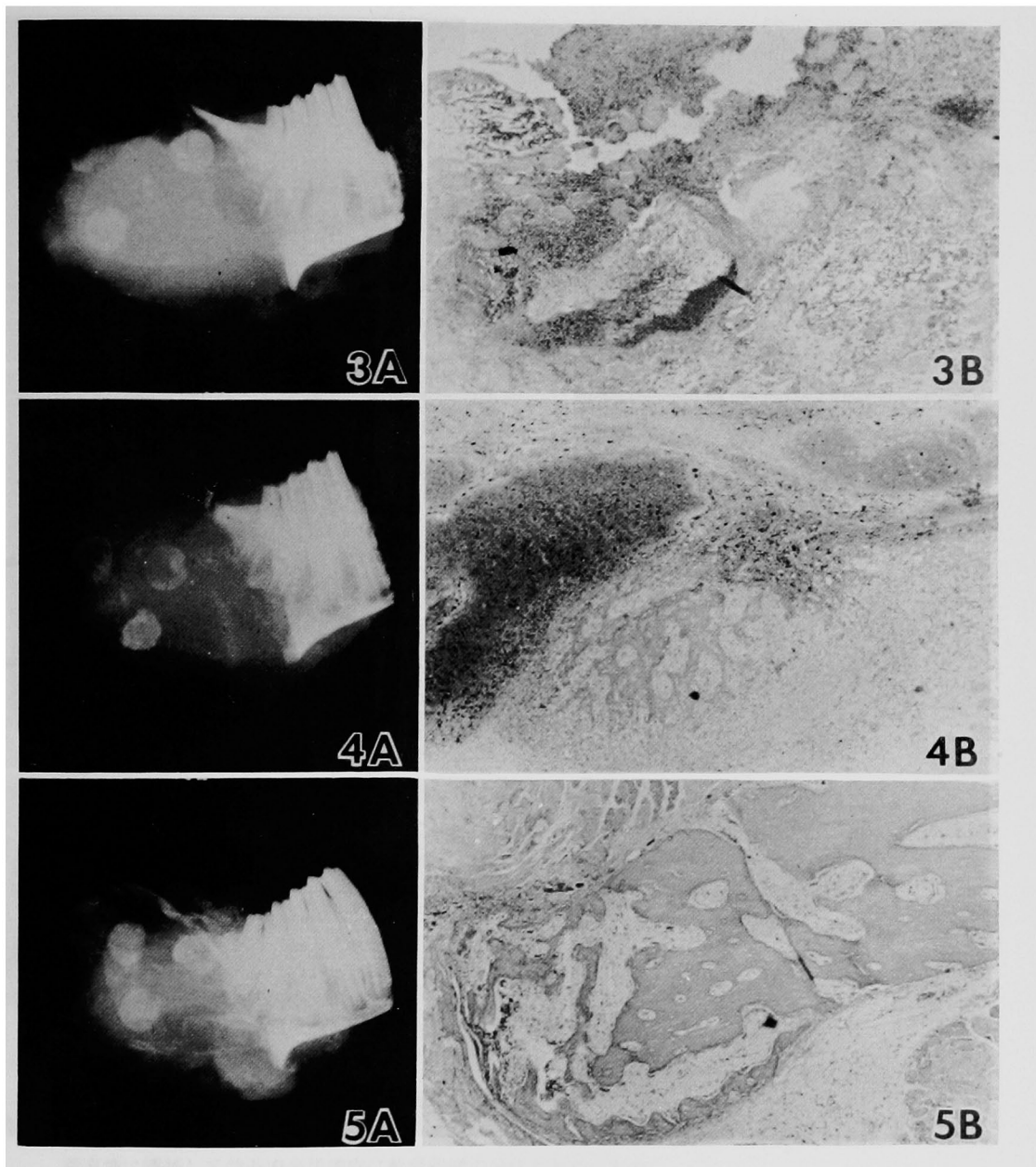
36. Uddströmer, L. and Ritsilä, V.: Osteogenic capacity of periosteal grafts, A qualitative and quantitative study of membranous and Tubular bone periosteum in young rabbits. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* **12**, 207—214, 1978.
37. Ritsilä, V. and Alhopuro, S.: Experimental studies on the repair of bone defects and tracheal cartilage defect with free periosteum. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* **29**, (Suppl. 122) 51, 1972.
38. Poussa, M. and Ritsilä, V.: the osteogenic capacity of free periosteal and osteoperiosteal grafts, Comparative study in growing rabbits. *Acta Orthop. Scand.* **50**, 491—499, 1979.
39. Ham, A.W.: A histological study of the early phases of bone repair. *J. Bone Jt. Surg.* **12**, 827—844, 1930.
40. 浜田青志：骨折治癒の脈管学的研究（特に薬物の影響について）第1編，正常骨折治癒機転の脈管学的研究。日整会誌，**32**，219—225，1958。
41. 浜田青志：骨折治癒の脈管学的研究（特に薬物の影響について）第2編，骨折治癒機転に及ぼす精製痘苗並びに Estradiol の影響。日整会誌，**32**，329—345，1958。
42. 宮地 徹：臨床組織病理学。杏林書院，東京，pp. 606—608，1965。
43. 金子 讓：骨折ならびに骨髄炎における血管像の変化に関する実験的研究，第1編，下顎骨骨折治癒過程における血管像。歯科学報，**67**，1474—1501，1967。
44. 石川梧朗，秋吉正豊：顎骨骨折の修復，口腔病理学Ⅱ。永末書店，京都，pp. 796—798，1967。
45. 平野紀正：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系細胞の分化について。歯科学報，**71**，2203—2241，1971。
46. 山村武夫，下野正基，小池平一郎，市川 徹，寺尾導子，山根 瞳，田中陽一，堀田祐二，酒井康友，井上 孝，森村儀一，長東三千雄，陳 肇華，立川哲彦，渡辺 治，河原裕憲：歯牙および歯周組織の創傷治癒，再生時における未分化間葉細胞の分化と誘導くその3。歯界展望，**53**，737—745，1979。
47. Bassett, C.A.L.: Current concepts of bone formation. *J. Bone Jt. Surg.* **44**-A, 1217—1244, 1962.
48. 金原宏之：骨折治癒過程に於ける電子顕微鏡学的研究。神医大紀，**22**，186—196，1961。
49. Hinds, E.C.: Bone grafts, Indications and timing. *J. Oral Surg. Anesth. Hosp. D. Serv.* **20**, 298—315, 1962.
50. Bell, W.H.: Current concepts of bone grafting. *J. Oral Surg.* **26**, 118—123, 1968.
51. Marino, H. and Turco, N.B.: Immediate reconstruction of the lower jaw following surgical excision of large tumors. *Plast. Reconstr. Surg.* **4**, 36—44, 1949.
52. Stuteville, O.H.: A new concept of treatment of osteomyelitis of the mandible. *J. Oral Surg.* **8**, 301—313, 1950.
53. Huebsch, R.F. and Wickstrom, O.W.: The repair of Orally contaminated bone defects with cancellous chips. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **4**, 1127—1131, 1951.
54. 熊野御堂正良：他家肋骨煮沸骨移植を下顎骨の巨大な歯根嚢胞に応用せる1例。口科誌，**1**，49，1952。
55. 藤野 博：顎骨における骨移植の研究特に小骨片移植について。口科誌，**2**，153—154，1953。
56. 宿南修士：困難なる智歯抜去手術後の小骨片封入経験について。口科誌，**2**，273，1953。
57. 上野 正：顎骨補填術。口病誌，**29**，150—156，1953。
58. Richardsom, F.H. and Cohen, M.: Atypical multilocular follicular cyst of the mandible. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **7**, 1—11, 1954.
59. 内山清春：他家骨移植の研究。口科誌，**4**，97—104，1955。
60. 河合 幹，福岡公介，大橋良昭，山崎文男，香川 亘：上顎洞炎と歯牙との関係に関する研究，特に歯性上顎洞炎手術時の歯牙抜去窩の自家骨片移植閉鎖について（追補）。口外誌，**3**，54—60，1957。
61. 高橋健次郎，吉田恵夫：抜歯創への自家骨小片充填の臨床成績。口科誌，**6**，215—221，1957。

62. Boyne, P.J.: Treatment of oral bony defects in man with anorganic heterogenous bone. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 11, 322—329, 1958.
63. Green, H.G.: Bone grafts. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 11, 453—460, 1958.
64. 河西一秀：慢性上顎洞炎と歯牙との病因的研究。口科誌, 7, 164—198, 1958.
65. 平川正樹, 久原勝之, 宇治寿康, 西正勝：顎嚢胞摘出手術における局所自家骨片充填移植について。日口外誌, 4, 258—264, 1958.
66. Boyne, P.J.: The use of anorganic bone implants in oral surgery. *J. Oral Surg.* 16, 53—62, 1958.
67. 高橋健次郎：抜歯創の治癒に関する実験的研究特に抜歯創への新鮮自家歯槽骨々小片移植の意義について。口病誌, 25, 126—139, 1958.
68. 飯田博美：歯槽骨に対する骨移植の実験的研究。医学研究, 29, 2832—2844, 1959.
69. 宇治寿康：局所自家骨片移植に関する実験的研究。日口外誌, 9, 2—9, 1963.
70. 中村平蔵：顎部骨移植について。口外誌, 2, 105—112, 1956.

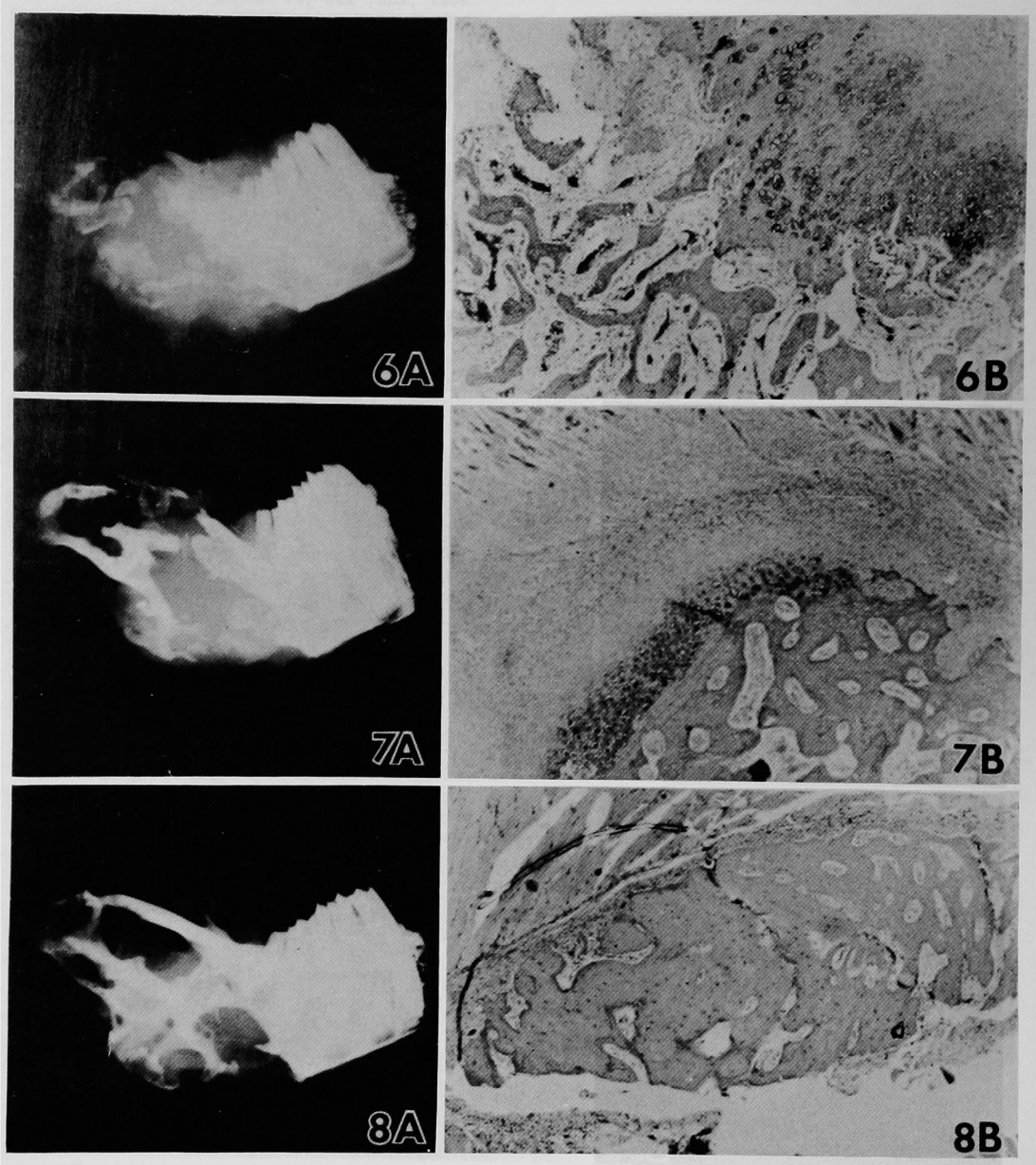
高橋利近論文附図



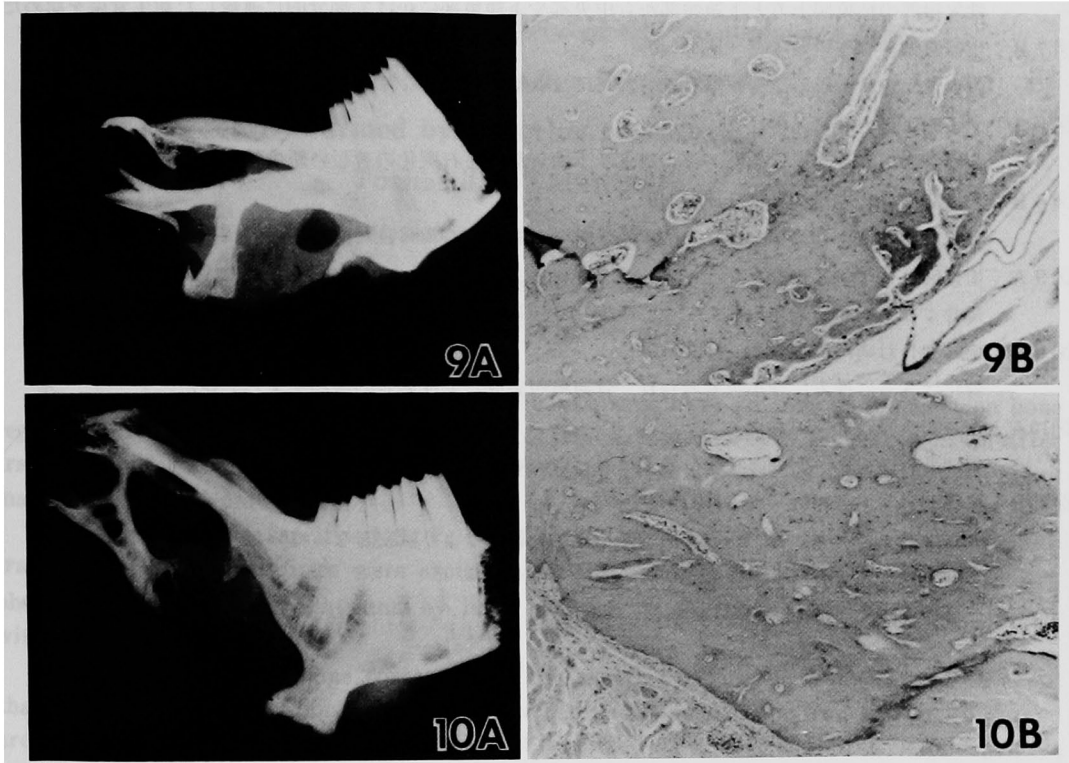
高橋利近論文附図



高橋利近論文附圖



高橋利近論文附図



附 図 説 明

図 1 : 下顎骨切断部, および骨小片採取部位.

図 2 : 骨小片を骨欠損部に移植.

図 3 A : 術後 3 日目超軟 X 線写真.

図 3 B : 術後 3 日目病理組織写真 (HE×40).

残存骨膜の周囲に血液凝塊がみられ, 円形細胞の浸潤が認められた.

図 4 A : 術後 7 日目超軟 X 線写真.

骨欠損中央部, 移植骨小片周囲の一部に X 線不透過像を認めた.

図 4 B : 術後 7 日目病理組織写真 (HE×40).

凝血塊に隣接して幼若肉芽組織内に軟骨組織の分化が認められた.

図 5 A : 術後 10 日目超軟 X 線写真.

骨切断端は不明瞭となり, 下顎頭部, 骨欠損中央部などに弱い X 線不透過像を認めた.

図 5 B : 術後 10 日目病理組織写真 (HE×40).

移植骨小片は肉芽組織で覆われ, 骨小片に接して軟骨組織が出現, 新生骨梁が認められた.

図 6 A : 術後 14 日目超軟 X 線写真.

移植骨小片は識別できなくなり, 全体に不定型な X 線不透過像が認められた.

図 6 B : 術後 14 日目病理組織写真 (HE×40).

軟骨性骨化は進行し新生骨梁は太くなり, 新生骨髓腔では血球の分化が認められた.

図7 A : 術後21日目超軟X線写真.

骨欠損部の粘膜側上方と下顎頭部から中央部や下顎角部にかけて部分的に連続した新生骨梁を認めた.

図7 B : 術後21日目病理組織写真 (HE×40).

新生骨は仮骨からの改造が進み、骨髓腔には血球成分が少なくなり腔は狭くなってきている.

図8 A : 術後30日目の超軟X線写真.

粘膜側の上方より下顎頭部、中央部より下顎角部へと石灰化の著しい新生骨が認められた.

図8 B : 術後30日目病理組織写真 (HE×40).

骨化は更に進行し、骨梁はますます太さを増し骨小腔もみられた.

図9 A : 術後60日目超軟X線写真.

母骨より下顎頭、下顎角部をつなぐ明瞭な連続した太い骨が形成されていた.

図9 B : 術後60日目病理組織写真 (HE×40).

骨化はさらに進み、骨小腔もみられ、骨層板が完成して成熟骨の様相を呈していた.

図10 A : 術後90日目超軟X線写真.

骨はさらに輪郭が明瞭となり、各部は互いに太さを増して連続していた.

図10 B : 術後90日目病理組織写真 (HE×40).

骨化はほとんど完了し、ハバース管が形成され骨質はより緻密となっていた.

**Osteogenesis-enhancing effect of the transplanted self
bone pieces on bone regeneration in the artificial periosteal
cavity formed by removing mandibular bone.**

Toshichika TAKAHASHI

The First Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

Okayama University Dental School

(Director: Prof. K. Nishijima)

To examine whether or not transplanted bone pieces have an enhancing effect on bone regeneration by the periosteum, the author observed the process of bone formation after transplanting self bone pieces into the artificial periosteal cavity made by removing mandibular bone from rabbits.

The animals were sacrificed 3, 7, 10, 14, 21, 30, 60 and 90 days after bone piece transplantation; the cavities were excised, and the bone formation in fresh tissues was observed by roentgenography and by light microscopy in fixed tissue sections stained with hematoxylin and eosin.

Much more enhanced bone formation in the cavities having bone pieces was observed than in those having no bone pieces. Active proliferation of chondrocytes was observed around the transplanted bone pieces followed by bone formation, while the chondrogenesis was rather poor in periosteal osteogenesis without transplantation.

Diffuse bone formation was observed in the periosteal cavities having bone pieces, in which osteogenesis proceeded from the marginal zone of the periosteum, hardly filled the central area of the cavities.