

AMCoR

Asahikawa Medical University Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

日本口腔外科学会雑誌 (1992.09) 38巻9号:1357~1363.

仮骨延長法を利用した絶対的歯槽堤形成に関する研究

西村泰一、神保 誠、池田寿実、佐々木雅彦、奈良潤一
郎、鳥谷部純行、吉田裕一、市川 徹、北 進一

仮骨延長法を利用した絶対的歯槽堤形成に関する研究

西村 泰一・神保 誠・池田 寿実
佐々木雅彦・奈良潤一郎・鳥谷部純行
吉田 裕一・市川 徹・北 進一

Study on ridge augmentation by callus distraction (callotasis)

Taiichi NISHIMURA・Makoto JINBO・Hiromi IKEDA
Masahiko SASAKI・Jun-ichirou NARA・Yoshiyuki TORIYABE
Yu-ichi YOSHIDA・Tohru ICHIKAWA・Shin-ichi KITA

Abstract: To test that callotasis can be used for ridge augmentation, the present experiments were performed in dogs. In the experimental group, ridge augmentation by callus distraction was performed; in the control group ridge was augmented in a single period. New bone formation in the distraction gap was evaluated radiographically and histologically.

In the experimental group, most of ridges were structurally stable after removal of the distraction appliances, and all of the dogs were able to eat hard pellet food.

Radiographically, radiopaque appearance could be seen throughout the distraction gap. But the distraction gap was still less radiographically dense than the pre-existing mandible.

Histologically, in the lingual area numerous new bone formations aligned in the direction of distraction could be seen throughout the distraction gap. In the center of the distraction gap, osteoblasts could be seen around new bone formations. New bone formation bordering on the pre-existing mandible and transport disk demonstrated lamellar structure. In the buccal area a lot of fibrous connective tissue could be seen, but little new bone formation could be seen.

In the control group, most of the transport disks were widely exposed during the distraction process, and suffered from major infections.

Radiographs showed that most of the distraction gap was filled with radiolucent appearance.

Histologically, the central area of the distraction gap was filled with fibrous connective tissue, though a little new bone formation could be seen around the transport disk and pre-existing mandible.

Key words: callotasis (仮骨延長法), ridge augmentation (絶対的歯槽堤形成), distraction gap (牽引間隙)

緒 言

著しく吸収された顎堤に対する義歯の作製はきわめて

困難であり、これらの症例に対しては骨・軟骨移植あるいはヒドロキシアパタイトを用いた絶対的歯槽堤形成術が行われているが¹⁻⁵⁾、骨移植の場合には骨採取部に侵襲を加えるばかりか、移植骨の吸収という欠点があり、

旭川医科大学医学部歯科口腔外科学講座
(主任：北 進一教授)
Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

Asahikawa Medical College (Chief: Prof. Shin-ichi Kita)
受付日：平成4年5月13日

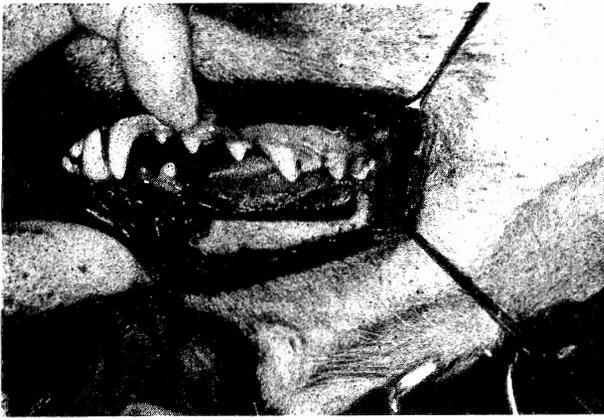


写真1 下顎骨を箱型に切除

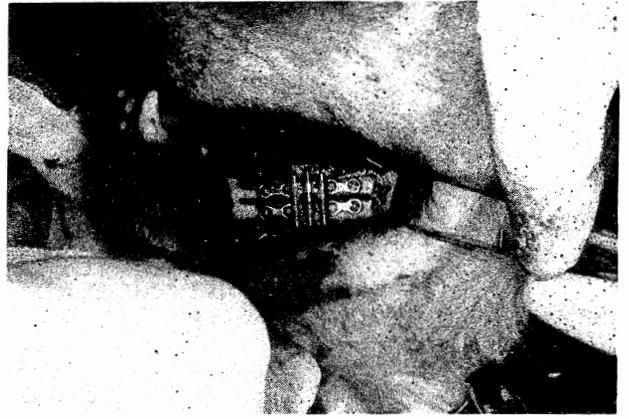


写真3 骨延長器装着



写真2 水平骨切り

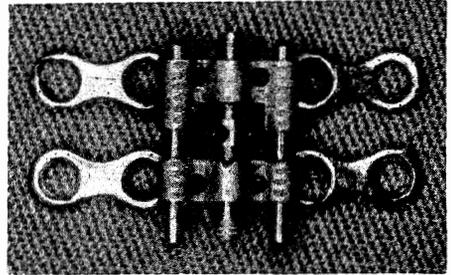


写真4 骨延長器

ヒドロキシアパタイトブロックは賦形性という点では優れているが、被覆粘膜の穿孔をきたしやすく、ヒドロキシアパタイト顆粒は安全性は高いが歯槽の形態を作りにくいという欠点がある。

ところで整形外科領域では、Ilizarov 法^{6,7)} や De Bastiani 法⁸⁾ などの骨延長術を用いて四肢骨の延長が盛んに行われているが、顎骨の延長に関する報告は少ない⁹⁻¹¹⁾。そこで今回われわれは、仮骨延長法を利用して機能的、構造的に安定した顎堤の挙上が可能か否かを調べることを目的として、仮骨延長法を利用した絶対的歯槽堤形成を行い、挙上した顎堤の機能を評価するとともに骨延長部の骨形成状態をX線像、組織像を中心に検索し、一期的に顎堤を挙上した場合と比較検討し、若干の知見を得たので報告する。

実験方法

実験動物には体重8kg前後の雑種成犬を用い、最初の下顎骨を箱型に切除して著しく吸収された顎堤を形成した(写真1)。2週後に口腔内より頬側粘膜に切開を加えて骨膜下で剝離し、同部顎堤に水平骨切りを行い(写真2)、骨延長器を装着した(写真3)。次に上方骨

片の近心部と遠心部で垂直骨切りを行って下顎骨から切離し、上方へ移動できるようにして粘膜で被覆した。この移動可能になった上方骨片のことを移動骨片と呼ぶ。骨延長器はシャンピーミニプレート2個をエクステンションスクリュー(三金工業(株)製600-010型)にろう着して作製した。骨延長器の中央部にネジ穴があり、1回ネジを巻くと移動骨片が0.2mm上方へ移動し、顎堤が挙上される(写真4)。

実験は以下の2群に分けて行った。

実験群(7匹): 仮骨延長法を利用して顎堤の挙上を行った群。

対照群(5匹): 一期的に顎堤の挙上を行った群。

実験群では前述した水平骨切り部に仮骨形成が認められてから、すなわち、装着後20日目から1回0.4mm、1日3回の割合で6日間骨延長を行った。一方対照群では装着後ただちに一期的に7mm骨片移動を行った。延長終了後4週まで骨延長器を留置し、骨延長器除去後2週目に屠殺した。

屠殺後、下顎骨を摘出し、softexによるX線撮影を行った後、組織学的観察を行った(図1)。

Softexの撮影条件は50kV、3.5mA、30secとした。組織学的観察は通法に従ってヘマトキシリン-エオジン染色を行った上で鏡検した。機能的に安定した顎堤であるか否かは装置を除去してから屠殺までの2週間、普通に食事を摂取できたか否かで判定した。

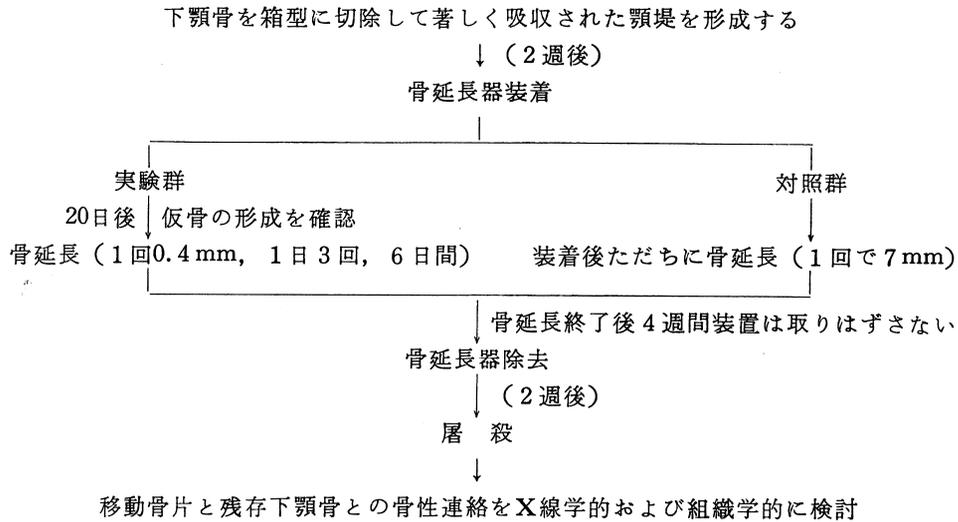


図1 実験方法



写真5 実験群：骨延長器除去時の咬合状態

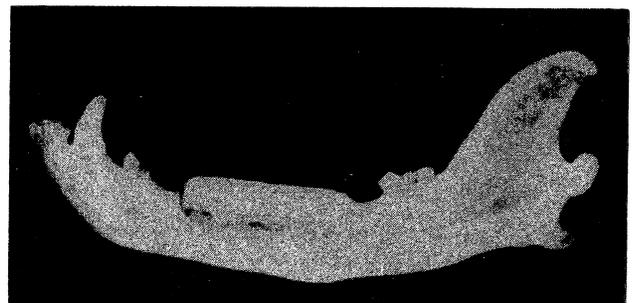
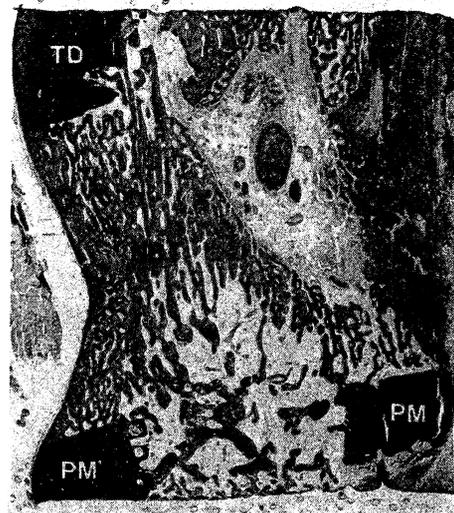


写真7 実験群：延長終了後6週



写真6 実験群：屠殺後、摘出した下顎骨



(舌側) (頰側)

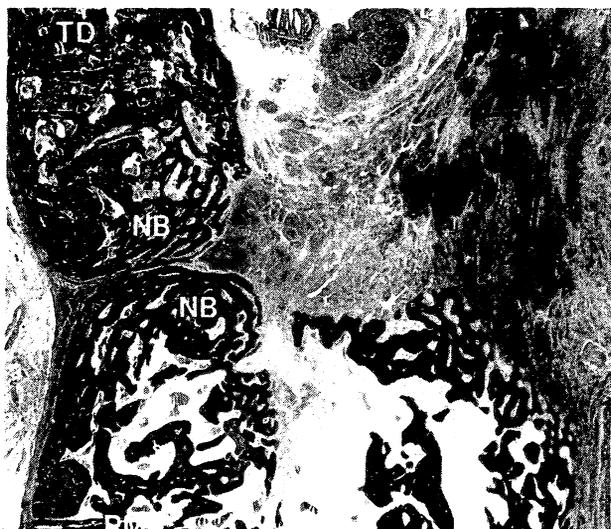
写真8 実験群：前額断面，弱拡大
PM：残存下顎骨，TD：移動骨片
NB：新生骨，CT：結合組織

結 果

1. 実験群

大部分の例において骨片移動期間中に被覆粘膜に穿孔を生じたが、骨露出の範囲は狭く感染もわずかであった。延長器除去後も挙上した顎堤は安定し、経口摂取も可能で機能的障害が生じたものはなかった(写真5)。また屠殺後、触診では延長部と残存下顎骨とを区別することは困難であった(写真6)。

X線所見では移動骨片と残存下顎骨との間隙，すなわち延長間隙にはX線不透過像が延長方向に規則的にほぼ連続して配列する傾向があった。中心部でところどころ



(舌側)

(頬側)

写真9 実験群：前額断面，弱拡大

PM: 残存下顎骨，TD: 移動骨片
NB: 新生骨， CT: 結合組織

写真11 実験群：前額断面，中拡大（移動骨片切除断端部）

TD: 移動骨片，NB: 新生骨

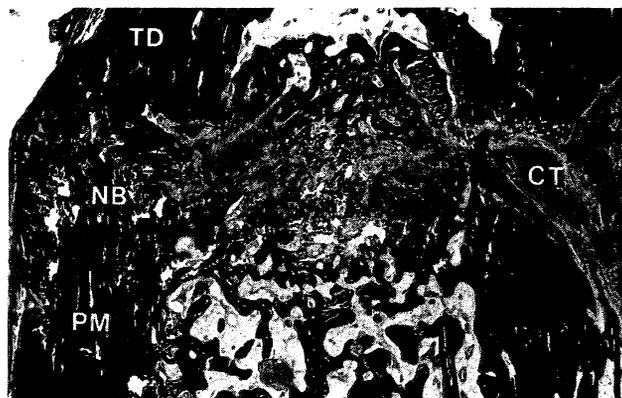


写真10 実験群：前額断面，強拡大（延長間隙中心部）

NB: 新生骨，OB: 骨芽細胞

に断裂する像も認められた。また延長間隙の不透過度は残存下顎骨部よりも低かった（写真7）。

組織学的所見では，前額断の舌側では延長方向に細長く伸びた多数の骨梁が延長間隙の全域にわたって連続的に配列しているのが認められた（写真8）。一部には，外骨膜に由来する新生骨が残存下顎骨および移動骨片の切除断端部から延長間隙の中心部に向かって拡がり，その間に線維性結合組織が介在しているのが認められた（写真9）。またこれら延長間隙中心部の新生骨に接して骨芽細胞が1層配列しているのが認められた（写真10）。一方，延長間隙両端部の新生骨は骨梁が豊富で，一部では層板骨状を呈していた（写真11）。頬側では線維性結合組織が多く，新生骨はほとんど認められなかった（写真8，9）。横断面でみると舌側では移動骨片と残存下顎



(舌側)

(頬側)

写真12 実験群：横断面，弱拡大

PM: 残存下顎骨，TD: 移動骨片
NB: 新生骨， CT: 結合組織

骨とは骨性連絡を認めたが，頬側では毛細血管に富み比較的細胞成分に富む線維性結合組織が残存下顎骨と移動骨片との間に介在しているのが認められた。また炎症性細胞浸潤はほとんど認められなかった（写真12，13）。

2. 対照群

被覆粘膜が破れて移動骨片が広範囲に露出し感染したものが5例中4例に認められ，このうち1例は移動骨片の大部分が吸収し，著しい機能障害が認められた（写真14）。また実験期間中に残存下顎骨の骨折したものが1例あった。



写真 13 実験群：横断面，中拡大
PM：残存下顎骨，TD：移動骨片，CT：結合組織



写真 14 対照群：骨延長器除去時

X線所見では，移動骨片の切除断端部と残存下顎骨の切除断端部にわずかに不透過像が認められたが，延長間隙の大部分は透過像であった（写真15）。

組織学的所見では舌側の残存下顎骨，移動骨片それぞれの切除断端部の周辺に外骨膜に由来する新生骨がわずかに認められたが，延長間隙の中心部には線維性結合組織が介在し，残存下顎骨と移動骨片との骨性連絡は認められなかった。頬側では線維性結合組織が多く，新生骨はほとんど認められなかった（写真16）。

考 察

歯槽堤萎縮のきわめて高度な無歯顎症例では，相対的歯槽堤形成術のみでは安定性の高い機能的な義歯の作製は困難で，このような症例に対しては，歯槽堤の高径を高める絶対的歯槽堤形成術が必要である。従来の絶対的歯槽堤形成術は骨，軟骨あるいはヒドロキシアパタイトをはじめとする人工骨補填材を顎堤上ないしは顎骨体中央部に水平骨切りを施して，遊離した骨片と残存骨片との間に移植し，一期的に歯槽堤の高径を高める手術であるのに対し，仮骨延長法を利用した絶対的歯槽堤形成術

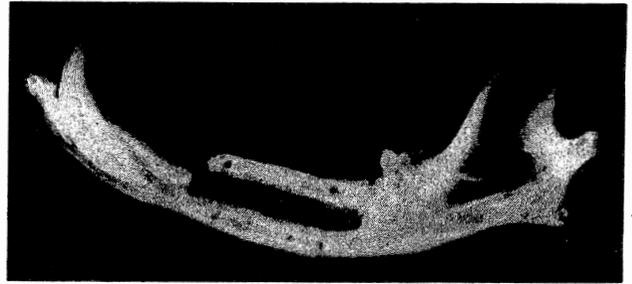


写真 15 対照群：延長終了後6週



（舌側） （頬側）

写真 16 対照群：前額断面，弱拡大

PM：残存下顎骨，TD：移動骨片
NB：新生骨， CT：結合組織

は生体骨修復能を巧みに利用して骨延長を行い，歯槽高径の増大を図ろうとする方法である。

骨延長法は下肢の長管骨に対して，1905年 Codivilla¹²⁾により最初に報告された。以後，骨延長器と延長方法が改良され，1987年 De Bastiani⁹⁾が骨延長開始までに waiting period を設けた仮骨延長法 (callotasis) を発表し，さらに1989年 Ilizalov^{6,7)}が現在の骨延長の根底をなす概念である tension-stress effect を発表するにいたり，現在では比較的 safely に骨延長を行うことができるようになり，整形外科領域で広く普及するようになった。

下顎骨に骨延長術を適用した最初の実験は1973年 Snyder ら⁹⁾によって報告された。彼らは犬の下顎骨を1.5 cm 片側のみ短くし著明な交叉咬合を形成した後，下顎骨を延長し交叉咬合を改善した。1976年 Michieli ら¹⁰⁾は2匹の犬の下顎歯列に骨延長器を設置し，下顎骨体を5 mmと15 mm 延長した。さらに1990年 Costantino ら¹¹⁾は，犬を用いて下顎骨の区域欠損部を骨延長術を利用して再建するという報告を行った。しかしわれわれが

渉し得た範囲では、骨延長術を利用して絶対的歯槽堤形成を行ったという報告はない。

これまで使用されていた骨延長器の大部分は創外固定器で、しかも大型であり、また口腔内設置型骨延長器は歯牙に骨延長器を装着するもので、これらはいずれも絶対的歯槽堤形成には適用できない。そこで今回われわれは、口腔内設置型骨延長器を作製し、絶対的歯槽堤形成を行った。骨延長器は骨を牽引することができ、しかも十分な固定力を有することが必要であるが、今回の実験では長さ5 cm程度の骨片を7 mm移動したが十分な固定が得られた。

骨切離後、修復性仮骨が形成されてから延長することを仮骨延長法と呼んでいる⁹⁾が、犬の下顎骨の場合には骨切離後14~21日経ってから延長するのが最も良く、骨切離後7~10日あるいは25日以後に延長を開始すると骨形成のかわりに線維性組織が形成されるといわれている¹¹⁾。また骨延長速度ならびに骨延長の頻度に関しては、Ilizarov⁷⁾は延長速度は1 mm/日が最適で、延長頻度は1回1.0 mmで1日1回よりは1回0.25 mmで1日4回、さらにそれよりも1回0.017 mmで1日60回のほうが骨形成が良好であった。すなわち延長頻度が多ければ多いほど骨形成が良好であったと報告している。今回は骨切離後20日目に延長を開始し、1回0.4 mm、1日3回の割合で骨延長を行ったが延長間隙にはほぼ連続的な骨形成が認められた。X線所見では、延長間隙の不透過度が残存下顎骨部と同程度になったものはなかったが、いずれ時間の経過に伴って同程度になるものと思われる。一方、一期的に顎堤を挙上した群では移動骨片の切除断端部と残存下顎骨の切除断端部にわずかに骨形成を認めたが、延長間隙の大部分は線維性結合組織で占められていた。また残存下顎骨の骨折したものが1例あったが、このことはまだ構造的に十分な強度でなかったことを示唆している。今回の実験から構造的に強固な顎堤を得るためには、仮骨延長法を利用して顎堤を挙上する必要があることが示された。

骨形成は頬側よりも舌側で盛んで、しかも延長間隙の周辺から中心部へ向かって進行しているのが認められた。このように骨延長器装着側の反対側に骨形成が起りやすいという事実は、四肢骨の延長の場合においても同様に認められ、その理由としては骨延長器装着側に比較して反対側では軟部組織、特に骨膜に対する侵襲が少ないことがあげられている¹³⁾。本実験では骨延長器を頬側の骨膜下に装着したため、骨膜の損傷が少なかった舌側に骨形成が著明に認められたと考えられる。

また延長間隙に軟骨が全く認められなかったことから、骨化様式は膜性骨化であることが示唆された。

以前の研究では、骨切離後の骨延長を成功させるには骨髓内動脈の保存が重要であるといわれていたが、最近では骨膜の保存が最も重要であると考えられてい

る^{11,13~15)}。今回の実験では、移動骨片を作製する際に下歯槽神経血管束を結紮切断し骨膜を保存したが、骨延長には支障はなかった。このように今回の実験は、骨延長には骨膜の保存が重要であるという報告を支持する結果であった。

骨延長を行った場合、骨ばかりでなく周囲軟組織も延長されるといわれているが⁶⁾、われわれの実験では大部分の例で骨片移動期間中に被覆粘膜に穿孔を生じた。このことは、周囲軟組織と骨とは延長の限界に差があることを示唆している。被覆粘膜に穿孔を生じると感染しやすくなるため、被覆粘膜に穿孔を生じない範囲で骨延長を行うことが望ましいが周囲軟組織の延長の限界に関してはいまだあきらかではない。この点に関しては今後の検討が必要とされる。

本法の臨床への応用に際してはいくつかの問題点があげられる。第1に骨片移動期間中はネジ穴部が口腔内に露出した状態となるために感染しやすいこと、第2に下歯槽神経血管束の処理の問題、第3に骨修復能の低下している老人に適応が可能かという問題である。これらの問題は今後検討されねばならないが、仮骨延長法を上手に利用すれば移植なしに顎堤の挙上が可能であり、臨床への応用が十分に期待されるものと考えられる。

結 語

雑種成犬の下顎骨を箱型に切除して著しく吸収された顎堤を形成し、仮骨延長法を利用して同部顎堤の挙上を行い、挙上した顎堤の機能を評価するとともに骨延長部の骨形成状態をX線像、組織像を中心に検索した。対照として一期的に顎堤を挙上した実験を行い、両群を比較し、次のような結果を得た。

- 1) 仮骨延長法を利用して顎堤の挙上を行った群では機能的な顎堤の挙上がなされ、延長間隙にはほぼ連続的な骨形成が認められた。また骨形成活動は舌側で盛んだった。
- 2) 一期的に顎堤を挙上した群では被覆粘膜が破れて移動骨片が広範囲に露出し感染、吸収することが多かった。機能的な顎堤の挙上がなされた場合でも、延長間隙には連続的な骨形成は認められなかった。

引用文献

- 1) Propper, R.H.: A technique for controlled placement of hydroxylapatite over atrophic mandibular ridges. *J Oral Maxillofac Surg* 43: 469-470 1985.
- 2) Lew, D.: A method for augmenting the severely atrophic maxilla using hydroxylapatite. *J Oral Maxillofac Surg* 43: 57-60 1985.
- 3) Pham, H.: Use of an open splint in ridge

- augmentation with hydroxylapatite. *J Oral Maxillofac Surg* 44: 80-81 1986.
- 4) Harle, F. and Kreusch, T.: Augmentation of the alveolar ridges with hydroxylapatite in a vicryl tube. *Int J Oral Maxillofac Surg* 20: 144-148 1991.
 - 5) 野間弘康, 佐々木研一, 他: 腸骨による下顎骨再建後にハイドロキシアパタイト顆粒を用いて絶対的歯槽堤形成を行った1症例. *日口外誌* 35: 1261-1267 1989.
 - 6) Ilizarov, C.A.: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part 1. The influence of stability of fixation and soft tissue preservation. *Clin Orthop* 238: 249-281 1989.
 - 7) Ilizarov, C.A.: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part 2. The influence of the rate and frequency of distraction. *Clin Orthop* 239: 263-285 1989.
 - 8) De Bastiani, G., Aldegheri, R., et al.: Limb lengthening by callus distraction (Callotasis). *J Pediatr Orthop* 7: 129-134 1987.
 - 9) Snyder, C.C., Levine, G.A., et al.: Mandibular lengthening by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg* 5: 506-508 1973.
 - 10) Michieli, S. and Miotti, B.: Controlled gradual lengthening of the mandible after osteotomy. *Minerva Stomatol* 25: 77-88 1976.
 - 11) Costantino, P.D., Shybut, G., et al.: Segmental mandibular regeneration by distraction osteogenesis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 116: 535-545 1990.
 - 12) Codivilla, A.: On the means of lengthening in the lower limbs, the muscles, and tissues which are shortened through deformity. *Am J Orthop Surg* 2: 353-369 1905.
 - 13) 安井夏生: 骨延長—その方法と適用—. 南江堂出版, 東京, 1990, 42-43頁.
 - 14) Paley, D.: Current techniques of limb lengthening. *J Pediatr Orthop* 8: 73-92 1988.
 - 15) Kojimoto, H., Yasui, N., et al.: Bone lengthening in rabbits by callus distraction. The role of periosteum and endosteum. *J Bone Joint Surg* 70-B: 543-549 1988.
-