

歯周組織の再生をめざした歯の自家移植と矯正歯科治療

丹根 一夫, 小室 明子*, 佐々木彰子
林 明輝**

Auto-transplantation of Teeth and the Subsequent Orthodontic Treatment Aiming Regeneration of the Periodontium

Kazuo Tanne, Akiko Komuro*, Akiko Sasaki and Meiki H. Lin**

(平成13年9月28日受付)

緒 言

近年、一般歯科臨床において歯の移植、とりわけ歯の自家移植が積極的に試みられてきた¹⁻³⁾。歯の移植は、外傷や齲蝕、歯周疾患等の疾患が原因で失われた歯とこれにより低下した咀嚼機能の回復をめざすものである。しかしながら、単純に歯の移植のみを行うのではなく、移植歯の移動を行ったり、抜去された歯の空隙を閉鎖したり隣接する歯の位置異常の改善が必要となる場合がある。すでに、我々は下顎第三大臼歯の自家移植により、失われた大臼歯部の機能回復と咬合の改善が達成された症例を報告し⁴⁾ 歯の自家移植と矯正歯科治療を有機的に統合した包括歯科医療の有用性を明らかにした。

一方、最近の歯科医療のトピックとして、各種口腔組織の再生医療が注目されてきた。とりわけ、分子生物学的手法を駆使した粘膜や軟骨、骨の再生と医療への応用が盛んに試みられている。しかしながら現段階の医療では患者の組織を摘出し、これを移植できる形態に修正した後、組織の欠損部に補填することが一般的に行われている。また、歯周病患者において歯槽骨の再生をめざしたさまざまな試みがなされているものの、その有効性については未だ明確ではない。このように、組織再生を確実に行うための展開研究は未だ検討段階にあるものの、近い将来臨床応用されることが確信される。

そこで、我々は、外傷により歯の脱落と歯槽骨レベル

の低下をきたした症例に対し、歯の自家移植とこれに続く移植歯の挺出移動を試み、歯槽骨の再生という観点から本手法の有用性を検討したのでここに報告する。

症 例

第一症例

初診時年齢19歳の女性で、左側上顎中切歯の欠損と歯の位置異常を主訴として来院した。

1. 初診時所見

1) 既往歴

受診の3週間前に交通事故に遭遇し、左側上顎中切歯の脱落と周辺歯槽骨の破折が生じた。同歯と歯槽骨を摘出、搔爬し、創傷の治療をはかった。

2) 咬合、顎顔面骨格所見

上下顎第一大臼歯の近遠心関係はアングルⅡ級で、オーバージェット3.5mm、オーバーバイト2.2mmであった(図1)。左側上顎犬歯は低位唇側転位を呈し、下顎前歯部には中程度の叢生が認められた。

顎顔面骨格形態については、前後的には Skeletal 1、垂直的には low angle で、大きな骨格的不調和は認められなかった。

3) X線写真所見

左側上顎中切歯部の歯槽骨はかなりの範囲にわたり欠損を呈し、とりわけ近遠心隣接部の歯槽骨の高さが大きく減少していた(図2)。

2. 診断、治療方針

アングルⅡ級叢生症例で、上下顎の前後関係は Skeletal 1、垂直的には low angle と診断された。

治療方針として、1) 左側下顎中切歯を抜去し、上顎中切歯部に移植、挺出をはかり、同部の歯槽骨の再生

広島大学歯学部口腔健康発育学講座

* 大阪市

** 滋賀県甲賀郡

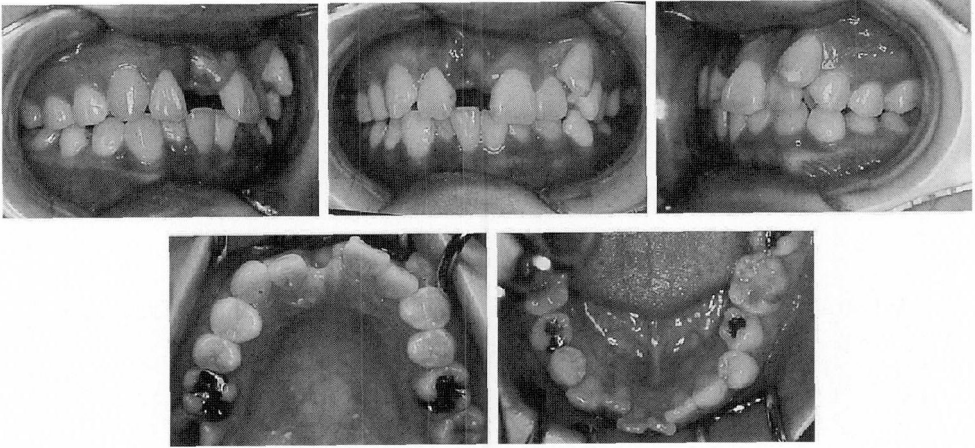


図1 初診時の口腔内写真（第一症例）

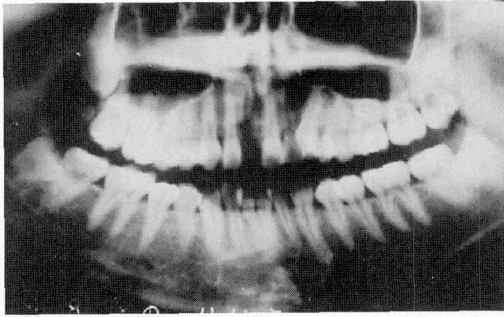


図2 初診時のパノラマX線写真

をめざし、2) 左側上顎第一小臼歯を抜去し、これと下顎中切歯の抜去スペースを利用して上下顎歯列の叢生を改善することとした。

3. 治療経過と成績

1) 治療経過

上下顎にマルチブラケット装置を装着し、レベリングを開始した。将来抜去、移植する予定の左側下顎中切歯にも弱い力を加えることにより歯根膜腔の拡大をはかり、抜去時の歯根膜の断裂、剥離を可及的に防止するよう工夫した。次いで、3週後に左側下顎中切歯を上顎中切歯部へ移植、粘膜縫合により移植歯を固定した（図3）。2週間後、創傷の治癒を確認した上で抜糸を行い、さらに2週後に移植歯の根管治療を行った。移植6週後より、きわめて弱い力を負荷することにより移植歯の挺出移動を開始した。図4は、移植歯の移動の様子を示したものである。移植歯の挺出はほぼ3週間で完了した。

その後、左側上顎第一小臼歯を抜去し、隣接する犬

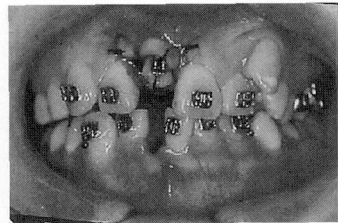
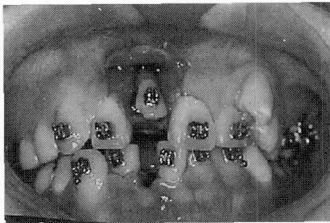


図3 移植直後の口腔内写真

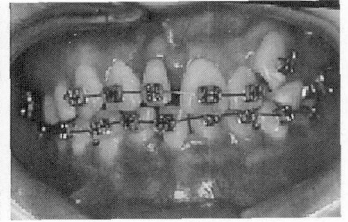
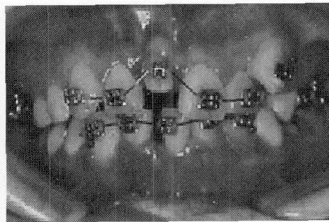
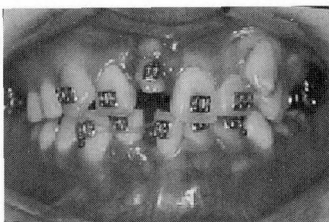


図4 移植歯の移動様相

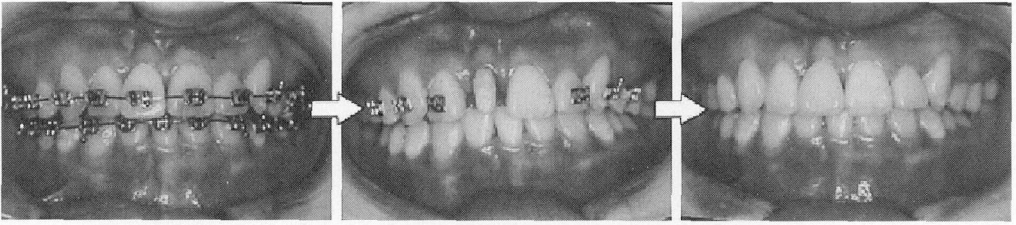


図5 動的処置終了時（左，中）と歯冠修復時（右）

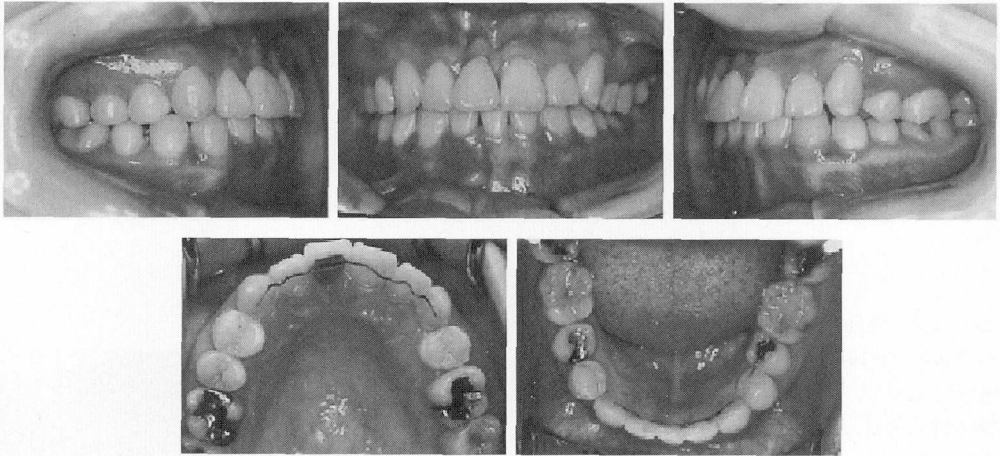


図6 保定開始時の口腔内写真

歯の配列を開始し、約7ヶ月にわたるマルチブラケット装置による治療を行った。動的治療終了時と歯冠修復終了時の咬合を、それぞれ図5に示す。良好な咬頭嵌合状態が獲得されるとともに、外観上も満足できる前歯部の配列が達成された。

2) 咬合の変化

歯の移植と挺出により移植歯は隣接歯とほぼ同じ高さに配列され、さらに左右側での歯数が異なるにも拘わらず、良好な咬頭嵌合状態を呈していた（図6）。また、補綴処置により中切歯としての歯冠の外観もほぼ反対側と同じように再現された。

3) 歯槽骨の変化

初診時ならびに移植直後には歯槽頂の高さは隣接する部位と比べてはるかに低位であったが、挺出を進めるにしたがい徐々に歯冠方向への再生を示してきた。その後、動的治療が終了し、歯冠修復がなされた時点では、隣接歯の歯槽頂とほぼ同じレベルに達した（図7）。

第二症例

初診時年齢18歳の女性で、空隙歯列を主訴として来院した。

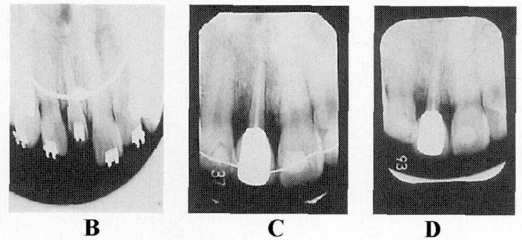
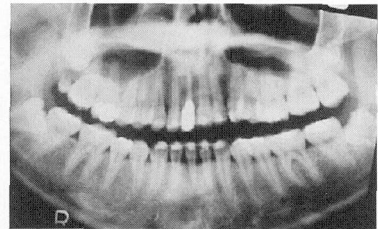


図7 歯槽骨頂の変化（A，C：動的処置終了時 B：歯の挺出開始時 D：保定開始2年2カ月後）

1. 初診時所見

1) 既往歴

12歳から16歳時まで某矯正歯科で反対咬合の治療を受けていた。

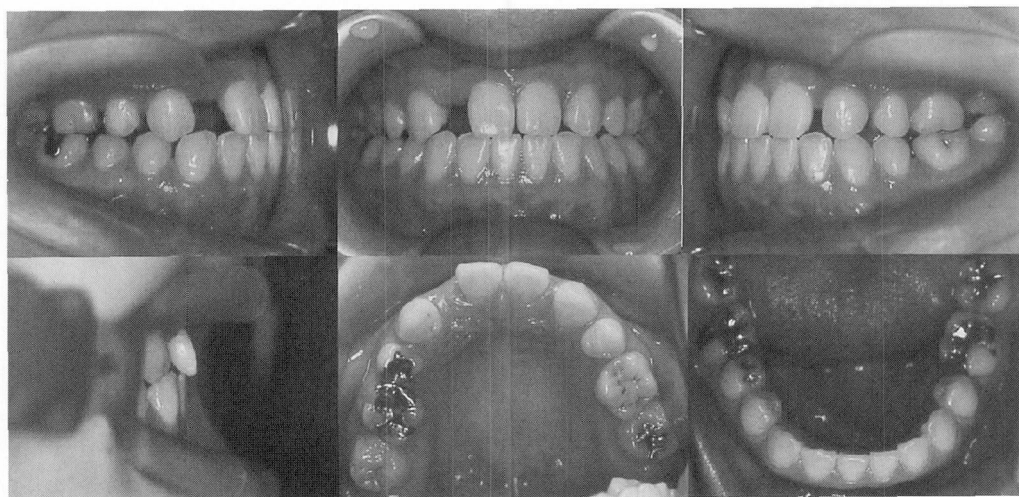


図8 初診時の口腔内写真（第二症例）

2) 咬合，顎顔面骨格所見

上下顎第一大臼歯の近遠心関係はアングルⅡ級で，切端咬合を呈していた（図8）。両側上顎側切歯，第二小臼歯が先天欠如，左側下顎第一小臼歯はカリエスのため抜去されていた。上顎前歯部に約 10.5 mm の空隙が認められた。

顎顔面骨格形態については，前後的には Skeletal 3，垂直的には average angle であった。

3) X線写真所見

両側上顎中切歯および第一小臼歯，下顎前歯部に重度の歯根吸収，左側下顎第一大臼歯遠心根に軽度の歯根吸収が認められた（図9）。

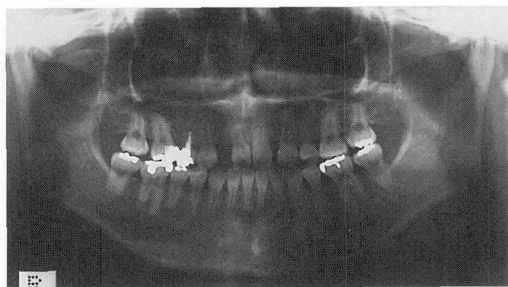


図9 初診時のパノラマX線写真

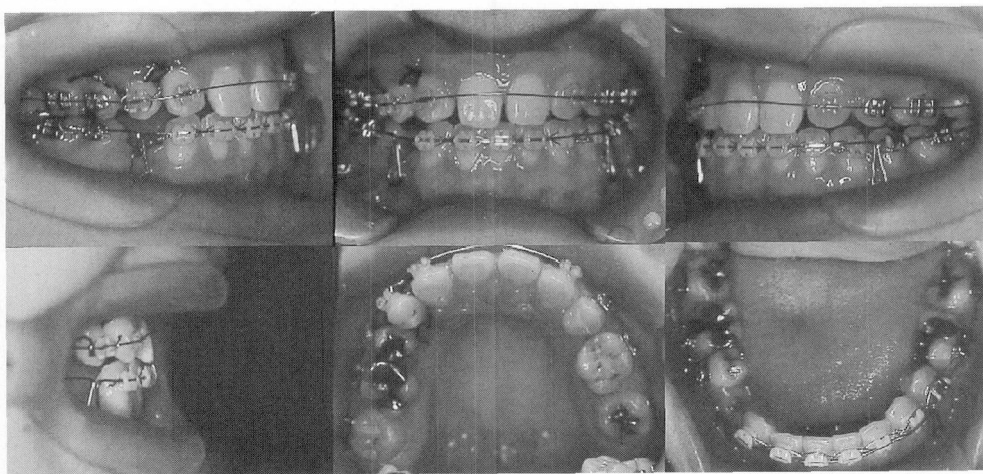


図10 移植直後の口腔内写真

2. 診断, 治療方針

上顎前歯部の空隙を伴う切端咬合症例で, 骨格的前後関係は Skeletal3, 垂直的には average angle case と診断された。

治療方針として, マルチブラケット装置を用いて両側上顎犬歯を側切歯の位置に配列し, 右側上顎犬歯相当部に生じたスペースに抜去した右側下顎第一小臼歯を移植することとした。また, 右側下顎第一小臼歯の抜去スペースを利用して下顎正中を上顎正中に一致させ, 前歯被蓋を獲得することとした。

3. 治療経過と成績

1) 治療経過

上下顎にマルチブラケット装置を装着し, レベリングを開始した。両側上顎中切歯は歯根吸収が著しかったため, レベリング終了後にブラケットを装着することとした。移植予定の右側下顎第一小臼歯には, 歯根膜腔の拡大をはかり, 抜去時の歯根膜の断裂, 剥離を防止し, 歯根に歯根膜が付着することを目的として弱

い矯正力を負荷した。

コイルスプリングにより上顎犬歯を近心移動させ, 上顎側切歯の位置に配列した。治療開始12カ月後に右側下顎第一小臼歯を右側犬歯の遠心に移植した (図10, 11)。移植後はスプリントを装着して移植歯に咬合圧が加わらないようにした。その後, 16カ月間, 下顎正中を合わせるとともに右側大臼歯を近心移動させて空隙閉鎖を行い, 左側上顎臼歯部の空隙は小臼歯および大臼歯を近心移動することにより閉鎖した。この間, 移植歯に歯髄壊死に伴い根尖病巣が認められたため根管治療を行った。

2) 咬合の変化

歯の移植と大臼歯の近心移動によりすべての空隙が閉鎖された。また, 上下顎の正中が一致し, 良好な咬頭嵌合状態を呈していた (図12)。

3) X線写真所見

移植歯の骨植は良好で, その後の根尖病巣などの異常所見は認められなかった (図13)。

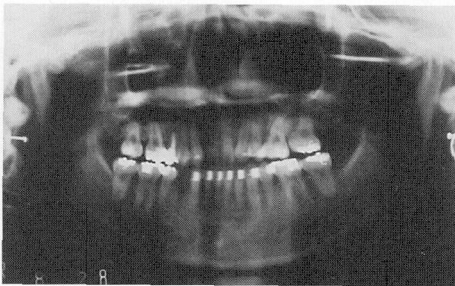


図11 移植直後のパノラマX線写真

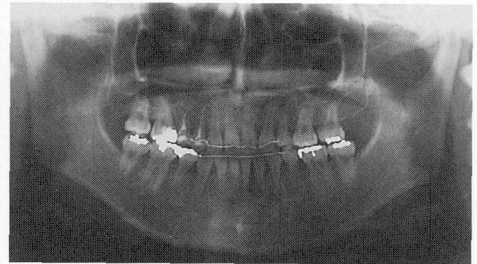


図13 保定時のパノラマX線写真

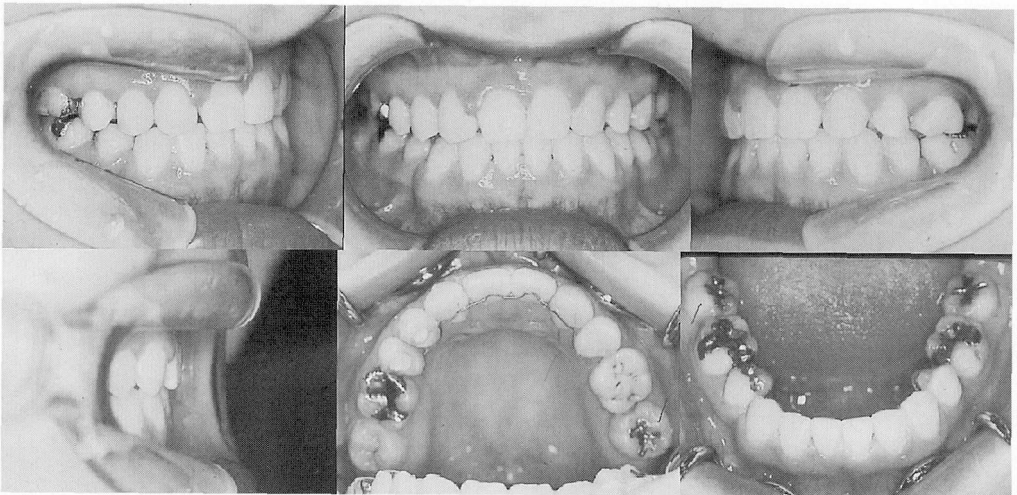


図12 保定時の口腔内写真

考 察

最近の医療分野でさまざまな生体組織の再生を目指した先進医療が試みられている^{5,6)}。歯科医療分野においても同様の試み^{7,8)}がなされているものの、現段階では医療現場で直ちに応用可能な手法は未だ確立されておらず、研究の途にあるものが多い。かかる状況下では、患者自身の組織を最大限に有効利用することにより、失われた組織を復元し、関係する機能回復を図るのが唯一最善の方法と考える。そこで、矯正歯科治療の一環として、口唇口蓋裂患者の骨欠損部への自家腸骨移植^{9,10)}、歯の欠損を呈する不正咬合患者への歯の自家移植^{11,12)}などが積極的に行われ、大きな治療効果を上げている。

今回報告した歯の自家移植そのものは、かなり以前から一般歯科医療に取り込まれているが、組織再生という観点からこれを応用することはきわめて少ないと言える。このような組織再生効果をもたらしたのが、移植歯にきわめて緩徐な矯正力を加えることであり、この点が新たな試みとなろう。一般に、生体硬組織に機械的負荷を加えると、さまざまな部位で骨の吸収と形成が起こり、これの繰り返しにより骨の改造が生じることとなる。人為的な歯の移動においても、圧迫域での骨吸収と牽引域での骨形成が起こることは周知の事実である。歯の挺出においては、歯周靱帯の伸張に伴って歯槽骨頂に骨の新生が起こり、これが何らかの原因で失われた骨の再生につながるものとなる。このような点が、歯科医療分野における新たな再生医療につながるものと考えられる。

また、矯正歯科治療と歯の移植を併せ行うことにより、欠損部の歯や歯周組織の再生が可能となるとともに、抜歯空隙を利用した咬合の改善が達成されることになる。このことは、従来の歯の移植では達成されることのない特筆すべき利点である。両症例で達成された前歯部の叢生の治療、反対咬合と下顎正中偏位の改善などは、より緊密な咬合関係の獲得に大きな貢献を果たしており、矯正歯科治療なしでは行えなかったことである。また、このような咬合の大きな改善は、移植歯への咬合負荷を調節することにもつながり、移植歯の術後安定性を大きく高めるものと期待される。

矯正歯科治療を組み合わせた歯の移植における対象歯としては、小白歯が最も多いと思われる。叢生の改善、前歯部の舌側移動などの必要上、抜去対象として小白歯が選択されるのが一般的であることがその理由として挙げられる。また、大白歯の欠損を呈する症例では、第三大臼歯が移植の対象になることが多い。さらに、第二症例のような前歯部欠損の症例では、歯槽

骨の唇舌的幅径を考慮して切歯がその対象になることが一般的である。

移植歯の適応条件として、歯根が未完成であることが挙げられる。Kristerson と Andreassen¹³⁾ は歯根未完成歯は歯根膜が厚く、生活力が旺盛で、しかも歯根膜の損傷を引き起こすことなく容易に抜去できるという点で移植に適していると述べている。また、Apfel¹⁴⁾ は歯根未完成の幼若永久歯の自家移植に関して、術後成績が良好な移植歯は生活歯のままで、歯根の形成が進行するとともに、低位に移植されても咬合位まで自然に萌出すると述べている。今回の両症例の移植歯については、いずれも根尖はほぼ完成していたが、移植後の経過はいずれも良好であったことより、根尖の完成度は移植の成否の決定的因子でないことが示唆された。また、月星¹⁵⁾ は歯根未完成歯の移植の場合、歯髓組織が壊死に陥った場合は歯根の形成が停止する可能性があり、不利な要因であると述べている。一方、いずれの症例においても移植歯の抜去直前に反復した矯正力を加え、歯根表面により多くの歯根膜が付着するように努めたことが成功の大きな要因であったと確信される。すなわち、移植前に弱い矯正力を負荷することにより歯根膜腔を拡大させ、抜去時に歯根膜が多く付着することが歯の生着を起こす重要な鍵となるものと考えられる。

歯の抜去時に歯髓神経や血管の根尖部での断裂は必然的に起こるため、歯髓処置は多くの場合に必要な処置となる。したがって、歯内療法が困難となる歯根形態を呈する歯はさけるべきであり、彎曲の少ない単根歯で、十分な量の歯根膜を有する歯が理想的であると考慮される^{13,15)}。また、移植歯の歯髓処置は、歯の移植が行われ、周囲軟組織の治癒が完了した後になされることが一般的である。その理由として、稀ではあるが移植歯が生活歯として生着することがあること、移植前の治療が新たな感染の原因となること、などが挙げられよう。

最後は近未来の課題となるが、抜去歯を長期に保存し、かつ不特定の患者に移植できる技術の開発が待たれる。すなわち、抜去歯を冷凍保存し、必要に応じて歯根膜の培養を行った後に移植するというものである。これには多くの難問が残されているが、その恩恵は計り知れないものがあり、是非とも確立すべき手法と思われる。

文 献

- 1) Slagsvold, O. and Bjercke, B.: Autotransplantation of premolars with partly formed roots. *Am. J. Orthod.* **66**, 355-366, 1974.

- 2) Baum, A.T. and Hertz, R. J.: Autogeneic and allogeneic tooth transplants in the treatment of malocclusions. *Am. J. Orthod.* **72**, 386-396, 1977.
- 3) Schatz J.P. and Joho, J.P.: Indications of autotransplantation of teeth in orthodontic problem cases. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **106**, 351-357, 1994.
- 4) 李 佳蓉, 佐々木彰子, 本田康文, 川原美幸, 丹根一夫: 下顎第三大白歯の自家移植を応用した下顎前突症の顎矯正手術例. 中・四矯歯誌 **11**, 9-16, 1999.
- 5) Sikavitsas, V.I., Temenoff, J.S. and Mikos, A.G.: Biomaterials and bone mechanotransduction. *Biomaterials* **22**, 2581-2593, 2001.
- 6) Murray MM and Spector M.: The migration of cells from the ruptured human anterior cruciate ligament into collagen-glycosaminoglycan regeneration templates in vitro. *Biomaterials*, **22**, 2393-2402, 2001.
- 7) Ripamonti, U., Crooks, J., Petit, J.C. and Rueger, D.C.: Periodontal tissue regeneration by combined applications of recombinant human osteogenic protein-1 and bone morphogenetic protein-2. A pilot study in Chacma baboons (*Papio ursinus*). *Eur. J. Oral Sci.* **109**, 241-248, 2001.
- 8) Kuru, L., Parkar, M.H., Griffiths, G.S. and Olsen, I.: Flow cytometry analysis of guided tissue regeneration-associated human periodontal cells. *J. Periodontol.* **72**, 1016-1024, 2001.
- 9) Boyne, P.J. and Sands, N.R.: Secondary bone grafting of residual alveolar and palatal clefts. *J. Oral Surg.* **30**, 87-92, 1972.
- 10) Boyne, P.J. and Sands, N.R.: Combined orthodontic-surgical management of residual palato-alveolar cleft defects. *Am J Orthod.* **70**, 20-37, 1976.
- 11) Paulsen, H.U.: Autotransplantation of teeth in orthodontic treatment. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **119**, 336-337, 2001.
- 12) Berglund, L., Kurol, J. and Kvint, S.: Orthodontic pre-treatment prior to autotransplantation of palatally impacted maxillary canines: case reports on a new approach. *Eur. J. Orthod.* **18**, 449-456, 1996.
- 13) Kristerson, L. and Andreasen, J.O.: Autopplantation and replantation of tooth germs in monkeys; effect of damage to the dental follicle and position of transplant in the alveolus. *Int. J. Oral Surg.* **13**, 324-333, 1984.
- 14) Apfel, H.: Autoplasty of enucleated prefunctional third molar. *J. Oral Surg.* **8**, 289-312, 1950.
- 15) 月星光博: 自家歯牙移植の科学と臨床. クインテッセンス **11**, 47-75, 1992.