

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 16 日現在

機関番号：17701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K20484

研究課題名(和文) バイオメカニクスを応用した歯根膜誘導型歯槽骨造成法の確立

研究課題名(英文) Establishment of alveolar ridge augmentation induced by periodontal ligament using biomechanics

研究代表者

竹内 尚士 (TAKEUCHI, NAOSHI)

鹿児島大学・歯学部総合研究科・客員研究員

研究者番号：60630762

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：歯牙矯正を利用した骨造成法の確立の為に、歯牙を効果的に移動させる方法であるクローズドコルチコトミー(歯槽骨皮質骨切除術)の検証を行った。結果、14週間で約5mmの移動を行うことができ、一定の効果を確認することができた。しかし、ワイヤーの変形により傾斜移動しないように、ワイヤー径を太くしたり、イヌが飼育ケージを噛まないように網を張ったりする工夫が必要である。また固定用の歯牙がアンカレッジロスを起こしたため、固定源にインプラントアンカーの併用も検討すべきであった。歯牙矯正を利用した骨造成法の本実験では、以上の点を考慮し実験を行う予定である。

研究成果の概要(英文)：For establishment of alveolar ridge augmentation using orthodontics, closed corticotomy that was a method to move teeth effectively was tested. In results, it was able to confirm a constant effect because teeth could be moved 5mm for 14 weeks. However, it is necessary to use thicker wire and to put on net so that dogs does not bite breeding cage for preventing teeth from moving slantingly. Also, the combination of the implant anchor should have examined an anchor because teeth for the fixation caused anchorage loss. The study of alveolar ridge augmentation using orthodontics will be tested in consideration of the above-mentioned points.

研究分野：歯周病学分野

キーワード：歯牙矯正 骨造成 歯根膜 コルチコトミー

1. 研究開始当初の背景

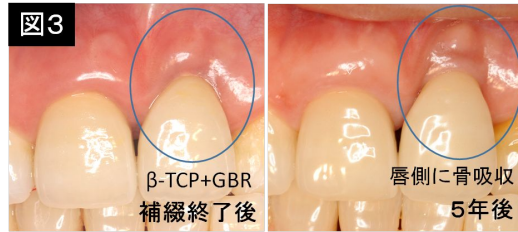
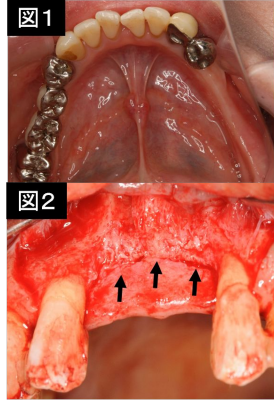
これまでインプラント植立のために適切な顎堤を得るために、様々な骨造成法が検討されてきた。骨造成の難易度は骨欠損の大きさ、形態、粘膜の状態などに左右される。特に下顎臼歯部については歯を喪失することにより顎堤の吸収が顕著に認められる(図1)。

また重度の慢性歯周炎により抜歯となった部位の顎堤もインプラント治療には不利になる。

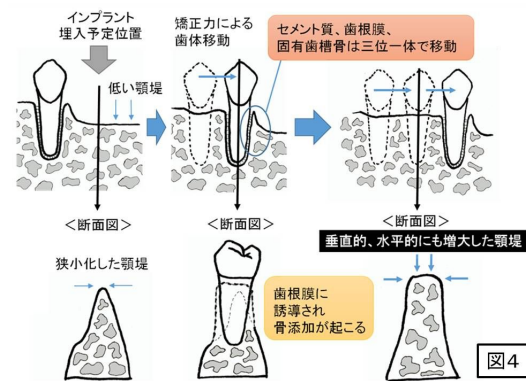
(図2 矢印)このような歯槽骨の垂直的高さおよび、頬舌的幅径が不足している Seibert の分類の Class

にあたるケースを臨床ではよく見かける。このような顎堤にインプラントを植立しようとする場合、骨再生誘導法 (Guided bone regeneration : GBR) やブロック骨移植の一つであるサドルグラフトなどを行い、インプラント埋入に必要な骨を事前に造成する必要がある。しかし、GBR は造成できる骨量に限りがあり、骨欠損が大きいと適応できないこと、サドルグラフトは移植骨を確保するために埋入部位以外の場所から骨を採取する必要があり、かなり外科的侵襲が大きくなることなど欠点も多い。したがって、**抜歯後の骨吸収の進んだ顎堤を改善するための、効果的かつ確実な治療法の確立が強く望まれており、このことは口腔機能回復の観点からも非常に重要な課題であるといえる。**

また、歯根破折などで抜歯後インプラントを予定する場合に、抜歯前によく矯正の挺出が行われる³⁾。これは歯に残存する歯根膜を利用した歯槽骨再生であり、歯根破折により失われた歯槽骨を垂直的に回復することができる。歯根膜は線維芽細胞、骨芽細胞、セメント芽細胞、未分化間葉系幹細胞などの細胞成分とコラーゲンからなる歯根膜線維で構成されている。歯根膜に含まれる細胞成分が矯正力などのメカニカルストレスを受けることにより、インスリン様成長因子や骨形成タンパク質などのサイトカインを分泌しながら細胞増殖、分化を繰り返し、結果セメント質形成、固有歯槽骨形成などを行う。このように生体のメカニズムを利用した再生骨はいわば既存骨に近いものと考えられ、長期間吸収しないことが知られている。骨移植や GBR では自家骨や人工骨などが使用されるが、粉碎自家骨を使った場合が最も吸収が速く、人工骨の吸収は一般的には遅いが、自家骨に置換された時点で骨吸収が始まる(図3)。インプラントと人工骨との間にオステオインテグレーションは起きないため、人工骨が長期間吸収されずに残存したとしても、



そこに一旦感染が起きると人工骨は生体にとって異物と認識され排除されてしまう。こうした背景を基に、狭小化した顎堤に対し矯正力(至適なメカニカルストレス)を利用した歯根膜誘導の歯槽骨造成法を着想するに至った(図4)。この方法は生体メカニズムを有効的に利用したもので、低侵襲かつ安全性も高く、歯根膜誘導による骨再生であるため、長期的に安定した歯槽骨増大を期待できるため、临床上非常に意義深い研究といえる。



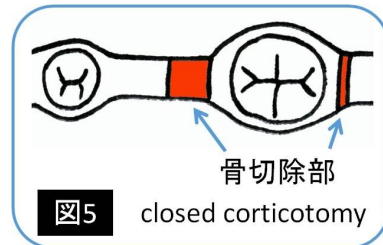
2. 研究の目的

本研究は、歯牙矯正を利用した骨造成法のプレ実験として、歯牙を効果的に移動させる方法であるクローズドコルチコトミーを検証することが目的である。

3. 研究の方法

【外科処置】

1. 前処置として、下顎左右第3前臼歯を抜歯する。
2. 片側の下顎第2前臼歯部の粘膜骨膜弁を剥離し、近遠心の皮質骨を削合して歯槽骨皮質骨切除術(クローズドコルチコトミー)を行う(図5)。反対側はコントロール群として処置なしとする。

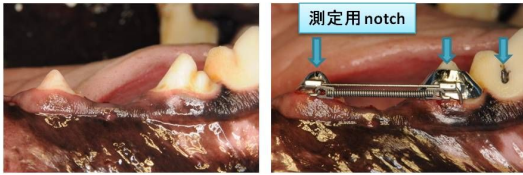


3. その後、両側下顎第2、4前臼歯(P2, P4)に矯正装置を装着し、クローズドコイルスプリングで牽引(牽引力約200g、期間:14週間)する(図6)。術後3日間は感染予防と鎮痛のためペンシリン G

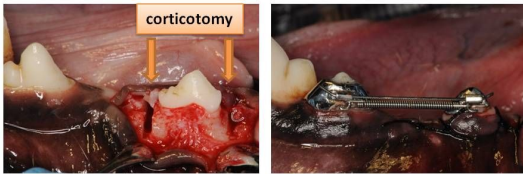
とカピステンを投与する。安楽死までの間、週3回、クロルヘキシジンを用いて口腔内を消毒する。また術後2週ごとにP2、P4間の距離の測定および規格X線写真撮影を行う。

<コントロール側>

図6



<実験側>



【安楽死および組織標本作製 放射線学的評価】

1. 手術後、14週目に安楽死させる。実験部位を一塊として採取した後、10%中性緩衝ホルマリンで固定する。通法に従い脱灰標本作製し組織学的評価を行う。
2. 規格X線写真により、石灰化硬組織について経時的に上記群間での比較評価を行う。

4. 研究成果

<実験側とコントロール側>

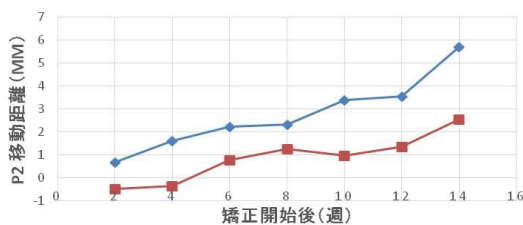
CorticotomyはP2の近遠心骨に幅1mm、深さ4mmのグループを形成した。牽引装置はあらかじめ作製した鑄造冠に0.17×0.25ステンレスワイヤーを通し、クローズドコイルスプリングで牽引した。途中歯牙間距離が近接してきたOpe後6週からはパワーチェーン(ライト)を併用した。測定はP2、P4、M1にノッチを形成し、P2-P4間、P4-M1間を電子ノギスで測定した。

<イヌ P2の遠心方向への移動量>

図7

イヌ ①

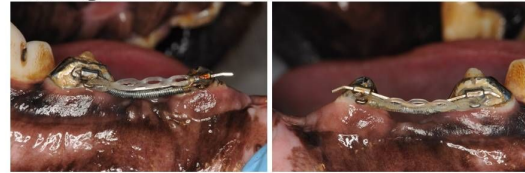
■ 実験側 ◆ コントロール側



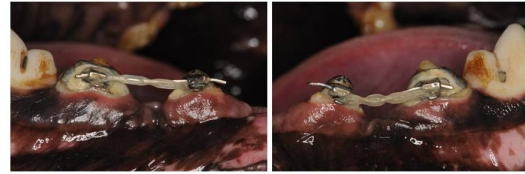
コルチコトミーを行っていないコントロール側でP2の移動量が増加した。これはイヌがケージを咬む癖があり、毎回ワイヤーが変形し、結果、歯が傾斜移動したため、正確な計測結果が得られなかったことによるものと考えられる(図7, 8)。

ワイヤーの変形と傾斜移動
(イヌ① オベ後8週)

図8



(イヌ① オベ後14週)

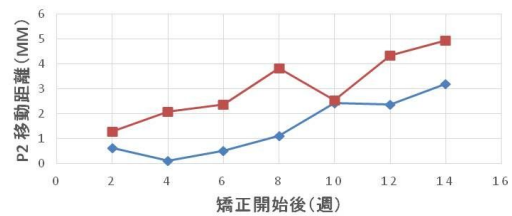


<イヌ P2の遠心方向への移動量>

図9

イヌ ②

◆ コントロール側 ■ 実験側



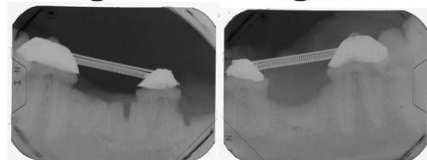
コルチコトミーを行った実験群でP2の移動量の増加を認めた。10週目に移動量が落ちたのはワイヤーの変形によるものと考えられる(図9)。

図10

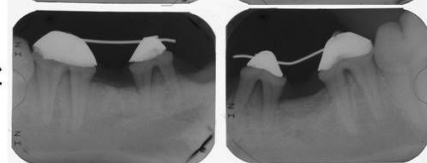
①右

①左

Ope直後



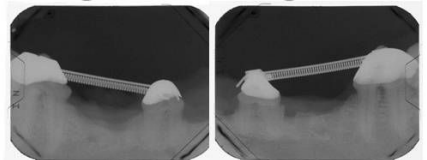
Ope後14週



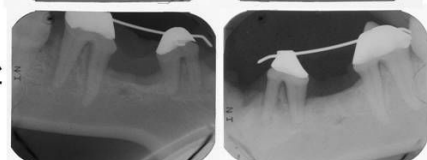
②右

②左

Ope直後



Ope後14週



レントゲンによる評価ではイヌ②はワイヤーの変形により傾斜移動をしていた。イヌ②でもワイヤーの変形はわずかではあるが、傾斜移動となっていた。2頭ともP4の近心移

動を認めた。また経時的には6週目のレントゲンで、コルチコトミーのグループの透過像は消失していた(図10)。
なお組織標本については現在作製中である。

(まとめ)

クローズドコルチコトミーを併用した矯正移動の検証を行い、14週間で約5mmの移動を行うことができ、一定の効果を確認することができた。しかし、イヌの習癖によるワイヤーの変形が原因で実験歯が傾斜移動をしたため、ワイヤー径を太くしたり、イヌが飼育ケージを噛まないように網を張ったりする工夫が必要である。また固定用の歯牙がアンカレッジロスを起こしたため、固定源にインプラントアンカーの併用が必要かもしれない。歯牙矯正を利用した骨造成法の本実験では、以上の点を考慮し実験を行う予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

Shirakata, Y., Sculean, A., Shinohara, Y., Sena, K., Takeuchi, N., Bosshardt, D. D., & Noguchi, K.

Healing of localized gingival recessions treated with a coronally advanced flap alone or combined with an enamel matrix derivative and a porcine acellular dermal matrix: a preclinical study.

Clinical oral investigations, 20(7), 1791-1800, 2016 (査読あり)

DOI: 10.1007/s00784-015-1680-4

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計1件)

岩永譲、竹内尚士 他
臨床解剖学に基づいた Comprehensive Dental Surgery
医歯薬出版, 2017, P164 (P28-35)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

竹内 尚士 (TAKEUCHI Naoshi)

鹿児島大学・医歯学総合研究科・客員研究員

研究者番号: 60630762

(2)研究分担者
なし

(3)連携研究者
なし

(4)研究協力者
白方良典 (SHIRAKATA Yoshinori)
篠原敬哉 (SHINOHARA Yukiya)
瀬名浩太郎 (SENA Kotaro)