

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 21 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24593111

研究課題名(和文) 低出力超音波パルスによる歯の骨性癒着抑制効果について

研究課題名(英文) Effect of Low Intensity Pulsed Ultra Sound stimulation on the inhibition of  
conrescent tooth

研究代表者

本吉 満 (MOTOYOSHI, Mitsuru)

日本大学・歯学部・准教授

研究者番号：40246913

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：低出力超音波パルス(LIPUS)による歯周組織回復促進、骨性癒着抑制効果の検証を行うことを目的に、ラットを用いてin vivoにて検証を行った結果、LIPUS照射を行ったラットの組織所見において、5個体中3個体で歯根と歯槽骨との癒着が抑制され、Periotest値においても、対照群にほぼ等しい値を示した。以上より、LIPUS照射は再植歯のアンキローシス抑制に寄与する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：We aimed to verify the effect of Low Intensity Pulsed Ultra Sound (LIPUS) stimulation on the inhibition of conrescent tooth using SD rats, and the following conclusions were reached: In histological findings of the rats that were stimulated by LIPUS, three out of five subjects indicated inhibition of the conrescent tooth, and their Periotest values showed values equal to control group. Thus, the efficacy of the LIPUS stimulation on the inhibition of conrescent tooth was possibly verified.

研究分野：歯科矯正学

キーワード：骨性癒着 超音波 アンキローシス 外傷 癒着歯

## 1. 研究開始当初の背景

歯科矯正学の臨床において、**外傷や再植の既往がある歯に骨性癒着がみられ、これにより当該歯の移動が困難となり、治療計画の変更を余儀なくされることが少なくない。**骨性癒着をすでに起こしてしまった歯に対する外科的対処法として、歯槽骨皮質骨切除術 corticotomy (Ohkubo et al., Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 111, 561-567, 2011) が広く行われており、これにより歯を周囲歯槽骨と共に移動することが可能となり、骨性癒着歯を移動するときの有効な手段となっている。しかしこの方法は、外科的侵襲を伴うため患者の負担が大きく、さらに骨切除部の治癒接合により矯正治療中に再度の corticotomy を必要とする場合があるなどの問題がある。外傷や再植手術を受けた患歯の歯根膜を再生し、骨性癒着を抑制・予防することができれば、矯正歯科臨床において極めて有用であると考えられるが、その具体的方法についての検討は十分に行われていない。

一方近年、整形外科学領域において LIPUS による骨折治癒促進効果を応用した骨折治療 (Rutten et al., Bone, 43, 348-354, 2008) が試みられており、その効果が確認されている。神宮司ら (神宮司誠也他、松下 隆編集：骨折に対する低出力超音波パルス治療の基礎と臨床、メディカルレビュー社、大阪、第1版、p35-41、2008) によると、LIPUS 照射に伴い、照射部位の骨塩量と骨密度が有意に増加したと述べ、骨折の治癒促進に加え、骨の緻密度の増大に効果があることが確認された。さらに最近、Rego らは再植歯に LIPUS を照射することにより、歯根吸収が顕著に減少することを報告し、LIPUS には歯周組織への侵襲抑制効果があることを確認した。さらに Rego らは **LIPUS には TNF- $\alpha$  シグナル経路を阻害する効果があり、これにより外傷性の炎症反応が軽減し、再植歯の歯周組織の再生能を適正化する可能性がある**ことを示唆している。

(Rego et. al., J Periodont Res, doi: 10.1111/j.1600-0765.2011.01384.x, 2011)

## 2. 研究の目的

侵襲を受けた歯根膜の治癒促進に LIPUS が作用し、骨性癒着を抑制、予防できるのではないかと考え、本研究では LIPUS による歯根膜の再生促進による骨性癒着抑制効果の検証を行なうことを目的に、ラットを用いて in vivo にて検証する。

## 3. 研究の方法

(1) 8週齢のウイスター系雄性ラット 60頭を用いて、ハロタン吸入による鎮静後、ソムノペンチル 50mg/Kg を腹腔内注射し、全身麻酔後、上顎第一臼歯周囲歯槽部に 2%キシロカイン 30ml/Kg により局所麻酔を施す。

(2) 上顎第一臼歯の抜歯および再植方法は Kvinnsland ら<sup>1)</sup>に従い、近心の付着歯肉の一部を残して、この部位を中心に近心に歯を回転させて抜去し、その後再植する。抜去時に近心根遠心面の歯根膜を外科用メスを用いて剥離し、骨性癒着モデルを作成する。

(3) ラット 30頭を実験群、残りの 30頭を対照群とし、実験群のラットの顎部に低出力超音波パルス発生器 (オステオトロン) を用いて LIPUS を照射する。LIPUS 照射条件は周波数 1.5 MHz、出力 60 mW/cm<sup>2</sup>、1回の照射時間を 20分とする。対照群には LIPUS 照射を行わない。

(4) 実験群への LIPUS 照射は再植手術直後から 3週間に渡り、毎日行う。

(5) 全身麻酔下にて、動揺度計測器 (PERIOTES T) を用いて再植手術直後および再植後週 1回の頻度で再植歯の動揺度を計測し、歯の生着状態について 4週間に渡り評価する。

(6) MicroCT 撮影装置を用いて、再植手術の 1週後より週 1回の頻度で V) の動揺度計測と同日に CT 撮影を行い、実験群と対照群の第一臼歯周囲の CT 像により、歯根膜腔の消失の有無を観察し、再植歯の生着状態を 4週間に渡り、経時的に評価する。

## 4. 研究成果

本研究では当初、Kvinnsland らの再植法に準じて骨性癒着モデルの作成を試みた。その結果、再植後の MicroCT 像所見により、14週以降に根尖周囲の歯槽骨の吸収が生じ、経時的に増大していく像が観察された。そこで、Kvinnsland らの再植法に改変を加える必要性が生じた。すなわち、歯根膜削合による歯根尖への感染を防止する目的で、歯根膜削除を行う過程を省き、抜歯即時再植を行い、さらに再植歯への過剰な負担を除去することにした。具体的には再植歯の対合歯となる下顎臼歯の抜歯ないし歯冠の削合を行い、Chen らが行った前歯部にバイトプレートを用いて臼歯部のへの干渉を軽減し、咬合負担の軽減を試みた。結果、バイトプレートの脱落の生じなかった個体において、Periotest 値の低下がみられ、MicroCT 像では歯槽骨の吸収の抑制がみられ、アンキローシスとおぼしき組織切片が得られた。

そして、これらの癒着モデル群と同様に再植操作を行ったのち、該当歯類側より LIPUS 照射を行った。結果、CT 画像上で癒着の有無は断定できなかったが、組織所見において 5個体中 3個体での歯根と歯槽骨との癒着が確認されず、Fisher の直接確率計算でも LIPUS 照射の寄与がうかがわれた。Periotest 値においても、対照群との有意差は確認されなかった。

以上より、LIPUS 照射は再植歯のアンキローシス抑制に寄与する可能性が示唆された。

## 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 7 件)

Yosuke Matsuyama, Mitsuru Motoyoshi, Niina Tsurumachi, Noriyoshi Shimizu "Effects of palate depth, modified arm shape, and anchor screw on rapid maxillary expansion: a finite element analysis" European Journal of Orthodontics 37, 188-193, 2015. doi: 10.1093/ejo/cju033. (査読有)

Mitsuru Motoyoshi, Yasuki Uchida, Miho Matsuoka, Mizuki Inaba, Hiroaki Iwai, Yoko

Karasawa, Noriyoshi Shimizu "Assessment of damping capacity as an index of root proximity in self-drilling orthodontic mini-implants" *Clinical Oral Investigations* 18, 321-326, 2014. doi: 10.1007/s00784-013-0965-8. (査読有)

Kyoko Miura, Mitsuru Motoyoshi, Mizuki Inaba, Hiroaki Iwai, Yoko Karasawa, Noriyoshi Shimizu "A preliminary study of the effects of low-intensity pulsed ultrasound exposure on the stability of orthodontic miniscrews in growing rats" *European Journal of Orthodontics* 36, 419-424, 2014. doi: 10.1093/ejo/cjt066. (査読有)

Seil Son, Mitsuru Motoyoshi, Yasuki Uchida, Noriyoshi Shimizu "Comparative study of the primary stability of self-drilling and self-tapping orthodontic miniscrews" *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 145, 480-485, 2014. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.12.020. (査読有)

Shinya Yano, Mitsuru Motoyoshi, Mizuki Inaba, Saori Yano, Hiroyuki Takenouchi, Seil Son, Yoshinori Arai and Noriyoshi Shimizu "A healing period increases mini-implant stability in growing rats" *Journal of Oral Science* 56, 113-118, 2014. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/josnusd/56/2/56\\_113/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/josnusd/56/2/56_113/_article). (査読有)

Satoshi Ueno, Mitsuru Motoyoshi, Kotoe Mayahara, Yoko Saito, Yuko Akiyama, Seil Son, Noriyoshi Shimizu "Analysis of a force system for upper molar distalization" *European Journal of Orthodontics* 35, 628-633, 2013. doi:10.1093/ejo/cjs052. (査読有)

Akihiko Shinohara, Mitsuru Motoyoshi, Yasuki Uchida, Noriyoshi Shimizu "Root proximity and inclination of orthodontic mini-implants after placement: Cone-beam computed tomography evaluation" *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 144, 50-56, 2013. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.02.021. (査読有)

[学会発表](計 20 件)

本吉 満: 歯科矯正用アンカースクリューの現状を学ぶ - 矯正と口腔外科の両面からその効果と課題 - . 第 18 回日本成人矯正歯科学会セミナー 2014/11/27. フクラシア東京ステーション(東京都・千代田区)

本吉 満: 一般歯科医のための歯科矯正アンカースクリューの基礎と実践. 日本大学歯学部同窓会杉並支部学術講演会 2014/10/30. 杉並区歯科医師会会館(東京都・杉並区)

清河智康、本吉 満、稲葉瑞樹、清水典佳: 低出力超音波パルス(LIPUS)照射は再植歯のアンキローシスを抑制する. 第 73 回日本矯正歯科学会大会(日本矯正歯科学会優秀発表賞受賞) 2014/10/22. 幕張メッセ(千葉県・千葉市)

秋山祐子、矢野晋也、本吉 満、清水典佳: 口蓋正中部に植立した歯科矯正用アンカースクリューを用いて上顎大臼歯近心移動を行った多数歯欠損症の一例. 第 73 回日本矯正歯科学会大会 2014/10/21. 幕張メッセ(千葉県・千葉市)

佐々木京三、本吉 満、新井嘉則、清水典佳: 成長期ラットにおける低出力超音波照射の下顎頭成長促進効果について: マイクロ CT を用いた検討. 第 73 回日本矯正歯科学会大会(日本矯正歯科学会優秀発表賞受賞) 2014/10/21. 幕張メッセ(千葉県・千葉市)

中田智雄、本吉 満、清水典佳: 皮質骨への近接と歯根吸収の関連について - 歯科用コーンビーム CT による検討 - . 第 73 回日本矯正歯科学会大会 2014/10/21. 幕張メッセ(千葉県・千葉市)

高橋麻衣子、本吉 満、稲葉瑞樹、江島堅一郎、萩原芳幸、清水典佳: 光機能化による歯科矯正用アンカースクリューの骨内安定性について. 第 73 回日本矯正歯科学会大会 2014/10/21. 幕張メッセ(千葉県・千葉市)

Mitsuru Motoyoshi: Coping with intractable cases -Application of evidence based anchor screw-. Taiwan Association of Orthodontists 2014/08/10. Taichung(Taiwan)

岩井裕昭、本吉 満、内田靖紀、松岡美帆、清水典佳: 上顎に植立した歯科矯正用アンカースクリューの歯根接触が安定性に及ぼす影響 - self-drilling法とself-tapping法の比較 - . 第 73 回東京矯正歯科学会大会 2014/07/10. 有楽町朝日ホール(東京都・千代田区)

Mitsuru Motoyoshi: Evidence-based Orthodontic Anchor Screw for Safety Placement. Seminars in Faculty of Dentistry, Chung Shan Medical University, Taiwan 2014/02/26. Taichung(Taiwan)

本吉 満: ISA アドバンスの特徴と応用. 愛知学院大学歯学部「歯科矯正用アンカースクリュー」シンポジウム 2013/11/17. 愛知学院大学歯学部(愛知県・名古屋市)

本吉 満: 歯科矯正用アンカースクリューを安全かつ確実に使用するために - リスクファクターの解明 - 第 72 回日本矯正歯科学会大会 シンポジウム 2 2013/10/9. キッセイ文化ホール(長野県・松本市)

浅田 薫、本吉 満、外木 守、大木秀郎、清水典佳：上下顎同時移動術を行った骨格性下顎前突者の満足度調査 - 下顎骨後方移動術との比較 - . 第72回日本矯正歯科学会大会 2013/10/7. キッセイ文化ホール(長野県・松本市)

内田靖紀、本吉 満、篠原昭彦、清水典佳：歯科矯正用アンカースクリューの歯根近接と傾斜について - 歯科用コーンビームCTによる検討 - 第72回日本矯正歯科学会大会 2013/10/7. キッセイ文化ホール(長野県・松本市)

本吉 満、内田靖紀、稲葉瑞樹、岩井裕昭、柄澤瑠子、清水典佳：歯科矯正用アンカースクリューの歯根近接の指標として Damping capacity の評価は有効か？ 第72回日本矯正歯科学会大会 2013/10/7. キッセイ文化ホール(長野県・松本市)

松山陽介、本吉 満、清水典佳：口蓋の深さの違いによる上顎急速拡大装置の効果について. 第72回日本矯正歯科学会大会 2013/10/7. キッセイ文化ホール(長野県・松本市)

本吉 満：歯科矯正用アンカースクリューを窮める. 新潟大学歯学部同門会セミナー 2013/7/21. 新潟大学歯学部 (新潟県・新潟市)

棧 淑行、菅野直之、本吉 満、小池一喜、岡 俊一、大木秀郎、今村佳樹、前野正夫：日本大学歯学部第5学年臨床実習における学生自験調査について (2011~2013年の3年間の比較) 第32回日本歯科医学教育学会総会および学術大会 2013/7/12. 北海道大学 (北海道・札幌市)

本吉 満：歯科矯正用アンカースクリューの安全な使用方法について. 第23回日本顎変形症学会総会・学術大会・ビデオレクチャー 2013/6/22. 大阪国際会議場 (大阪府・大阪市)

本吉 満：歯科矯正用アンカースクリューを極める 第54回北海道矯正歯科学会総会・学術大会・特別講演 (札幌) 2013/6/16. 北海道歯科医師会館 (北海道・札幌市)

〔図書〕(計 2 件)

本吉 満 (著), 清水 典佳 (監修): 歯科矯正用アンカースクリューの基礎と実践 - 安全な植立と臨床応用例 - . クインテッセンス出版、東京、第1版、2014、144

本吉 満：臨床家のための矯正 YearBook'13 ISA システムの臨床レポート、クインテッセンス出版 2013、178(33-40)

〔産業財産権〕

取得状況 (計 件)

〔その他〕

<http://www.ajodo.org/>

ショートムービー

Hiroaki Iwai, Mitsuru Motoyoshi, Yasuki Uchida, Miho Matsuoka, Noriyoshi Shimiz: Effects of tooth root contact on the stability of orthodontic anchor screws in the maxilla: Comparison between self-drilling and self-tapping methods

6. 研究組織

(1) 研究代表者

本吉 満 (MOTOYOSHI, Mitsuru)

日本大学・歯学部・准教授

研究者番号：40246913