

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 1 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21592613

研究課題名（和文） 低出力超音波パルスによる歯科矯正用チタンミニスクリューの骨内安定化効果について

研究課題名（英文） Effects of Low-intensity Pulsed Ultrasound on endosseous stability of orthodontic titanium mini-screw

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

研究成果の概要（和文）：チタンミニスクリュー埋入後の 1 週間、低出力超音波パルス（以下 LIPUS）を照射することにより、周囲の骨形成が促進され、LIPUS 照射群では、骨—ミニスクリュー接触率が増加し、動揺度が減少した。また、走査型電子顕微鏡像の比較においても、LIPUS 照射群の周囲皮質骨がより緻密化されていた。よって、LIPUS 照射がミニスクリューの骨内安定性を向上させることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：Bone formation surrounding titanium mini-screw was induced by irradiation of Low-intensity Pulsed Ultrasound (LIPUS) for 1 week after the placement. Bone-miniscrew contact ratio was improved and mobility of the screw decreased in the test group. Bone surrounding the screw was also elaborated in scanning electron microscope images. It was then suggested that endosseous stability of the miniscrew was improved by LIPUS irradiation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・矯正・小児系歯学

キーワード：歯科矯正学

1. 研究開始当初の背景

(1) 矯正歯科治療において、歯を移動する際には、矯正力に抵抗する固定源が十分に強ければ、歯の移動も十分に行えるが、固定源が不十分であると相反的な移動が生じ、目的とする移動量に到達し得ないことになる。そこで固定源の強化のために、舌側弧線装置などの口腔内装置や、ヘッドギアなどの顎外固定装置が使用されてきたが、これら従来の固定装置は、完全不動の固定源には成り得ず、移

動歯への矯正力作用効果の予測が難しく、治療結果の予知性は極めて低いものであった。

そこで最近、矯正用インプラントアンカー、すなわちチタンミニスクリュー（以下ミニスクリュー）やアンカープレートを骨内固定システムとして利用した新しい矯正治療が普及している。これらを口蓋や唇頬側歯槽骨に設置することにより、絶対不動の固定源が得られ、患者の協力性に頼ることなく、良好な治療結果を容易に得ることが可能となった。

アンカープレートについては生体への埋入後の安定性が高く、有効な固定源となる一方、外科的侵襲が大きいことから、埋入処置が容易に行えるミニスクリューが広く臨床に普及している。

(2)一方、ミニスクリューを用いた動物実験による研究報告では、埋入後の安定性は極めて高く、有効な固定源として利用できることされているにも関わらず、矯正治療中にミニインプラントの動揺や脱落を経験する場合があります。研究代表者は、従来、このミニインプラントの埋入後の安定性を向上させるべく、そのリスクファクターについて検討を行ってきたが、以前として脱落を認める場合がある。

(3)整形外科学領域において低出力超音波パルス（以下LIPUSとする）による骨折治癒促進効果を応用した骨折治療が試みられており、その効果が確認されている。LIPUSを用いた過去の研究報告によると、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示唆されている。

(4)そこで本研究代表者は、LIPUS照射がミニスクリュー周囲骨組織の緻密度の増大に効果を及ぼし、ミニスクリューの脱落を減らすことができるのではないかと考えた。また、ミニスクリュー埋入後、骨面より露出したミニスクリュー頭部に、直接LIPUSを照射することにより、ミニスクリューを介して骨内深部の骨組織の緻密化にも効果が期待できる。そこで本研究ではLIPUSによるミニスクリューの骨内安定化効果の検証を行なうために、ラットを用いてこれを *in vivo* にて検証する。

2. 研究の目的

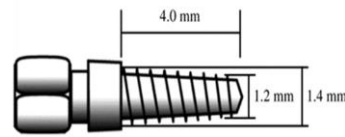
(1)ラット脛骨にミニスクリューを埋入し、埋入部位にLIPUSを照射することでミニスクリュー周囲の骨形成を促進し、骨内安定性を向上させるか否かについて動揺度を計測することによって検討する。

(2)同様に、骨内安定化効果について走査型電子顕微鏡像を用いて検討を行う。

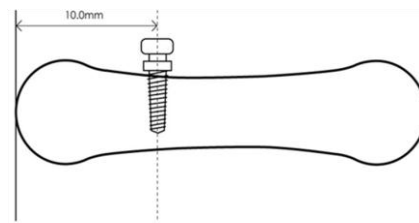
3. 研究の方法

(1)6週齢の雄性SDラット7匹の左右脛骨の膝関節から10mm尾側に1.0mm径のドリルに

て埋入孔を形成後、直径1.2mm長さ4.0mmのミニスクリューを骨面に対して垂直に埋入し、皮膚を縫合した。

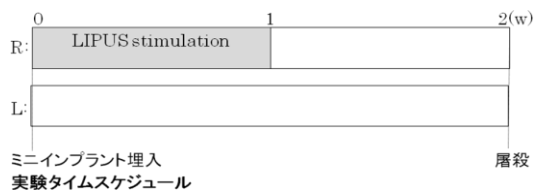


本実験にて使用したミニインプラント



knee joint
ミニインプラントの埋入部位

(2)右足をLIPUS照射側とし、埋入直後より7日間、15分/日、皮膚上からLIPUS用ゲルを介して、LIPUS照射器（BRソニックpro、伊藤超短波社製）を用いてミニスクリューの長軸に対して垂直方向にLIPUS（3MHz、240mv、duty20%）を照射した。左足はcontrol側としてLIPUS照射を行わなかった。

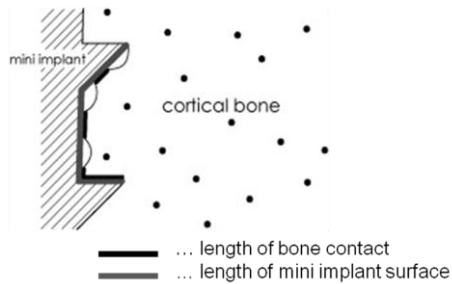


(3)埋入より14日後、全てのラットをネンブタールの大量投与により屠殺し、脛骨を切り出した。

(4)Periotest（東京歯科産業社製）により各標本のミニスクリューの動揺度を計測した。

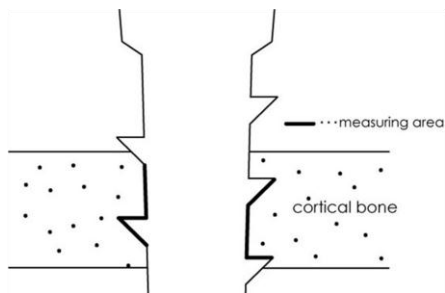
(5)ミニスクリュー周囲骨を浸漬固定後、脱水、包埋を行い、標本をミニスコープ

（TM-1000、日立社製）を用いて観察し、ミニスクリュー表面と骨との接触状態を検討した。



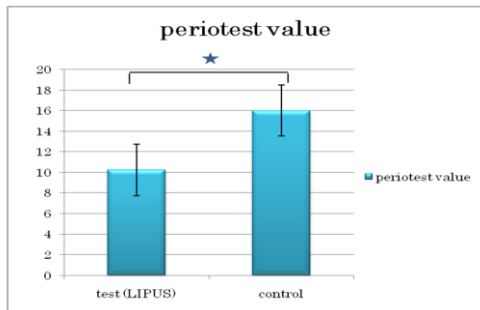
骨-ミニインプラント接触率

$$\text{Bone implant contact ratio (\%)} = \frac{\text{Length of bone contact}}{\text{length of mini implant surface}} \times 100$$

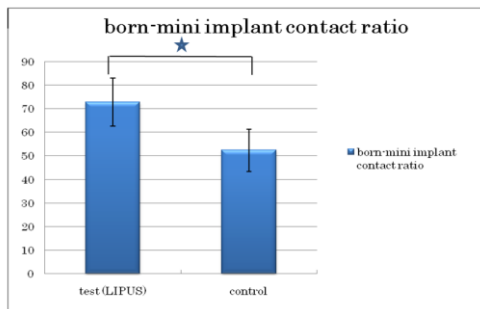


接触率の計測は、皮質骨内にあるミニインプラントのネジ山1つとその隣のネジ山までの範囲(太線部)を、ミニインプラントの両側で行なった。

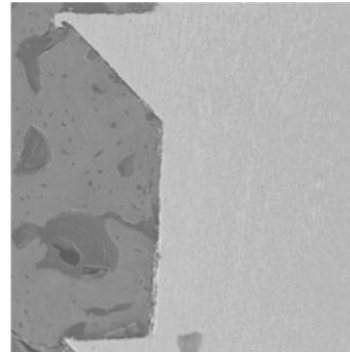
4. 研究成果



(1) 動揺度は、LIPUS 照射群 (10.2 ± 2.5) に比べて control 群 (16.0 ± 2.5) が有意に大きな値を示し、LIPUS 照射群においてミニインプラントの動揺が有意に減少した。(P < 0.05)

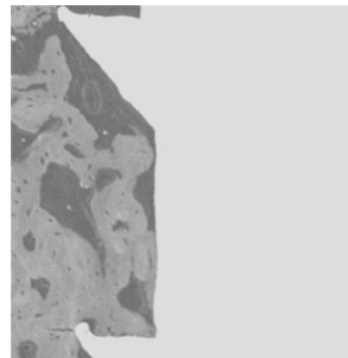


(2) 骨-ミニインプラント接触率は、LIPUS 照射群で 72.9 ± 10.2 %、control 群では 52.3 ± 9.0 %であった。LIPUS 照射群は、control 群に比べて接触率が有意に高かった。(P < 0.05)



LIPUS照射群 SEM画像

ミニインプラントの周囲には骨の増生を認め、スレッド間に皮質骨が密に存在しており、ミニインプラントと皮質骨の緊密な接触を認める。



control群 SEM画像

ミニインプラント周囲の皮質骨には空隙を認め、スレッド間に存在する骨も疎である。ミニインプラントと皮質骨の緊密な接触は認められなかった。

(3) SEM 画像の比較では、LIPUS 照射群は control 群と比較してミニインプラント周囲の皮質骨がより緻密化されていたが、これは LIPUS 照射によってミニインプラント周囲の骨形成が促進されたためだと考えられる。その結果、LIPUS 照射群では、骨-ミニインプラント接触率が増加した。LIPUS 照射群が control 群と比較して、接触率が高く、動揺度が小さかったことより、ミニインプラント周囲の骨の緻密化と骨-ミニインプラント接触率の増加がミニインプラントの動揺を減少させ、安定性を向上させたと考えられ

る。

以上より、成長期ラットにおいて、チタンミニインプラント埋入後に一定期間連続してLIPUSを照射することで、ミニインプラントの骨内安定性を向上させることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計1件）

①Miwa Uemura, Mitsuru Motoyoshi, Shinya Yano, Masahito Sakaguchi, Yu Igarashi and Noriyoshi Shimizu, Orthodontic mini-implant stability and the ratio of pilot hole implant diameter, Euro J Orthod Vol.34, 査読有, 2012, 52-56.

〔学会発表〕（計2件）

①小山恭子、本吉 満、矢野晋也、稲葉瑞樹、大政沙織、清水典佳、低出力超音波パルス（LIPUS）照射によるチタンミニインプラントの骨内安定性について、第70回日本矯正歯科学会大会、2011年10月18日、名古屋国際会議場（愛知県）。

②大政沙織、本吉 満、江島堅一郎、新井嘉則、本田和也、清水典佳、低出力レーザー照射がラット脛骨埋入ミニインプラントの安定性に及ぼす影響について、第70回日本矯正歯科学会大会、2011年10月18日、名古屋国際会議場（愛知県）。

〔図書〕（計1件）

①本吉 満、臨床家のための矯正 YEAR BOOK' 11、クインテッセンス出版、2011、55-58.

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

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：