

令和 4 年 5 月 30 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K18773

研究課題名(和文) 矯正学的歯の移動の促進に向けた低出力超音波パルスによる骨改造亢進効果の検討

研究課題名(英文) Examination of bone remodeling enhancement effect by LIPUS for promoting orthodontic tooth movement

研究代表者

坂本 麻由里 (SAKAMOTO, MAYURI)

東北大学・大学病院・医員

研究者番号：20846422

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)：数年間に及ぶ長期間の矯正歯科治療は、う蝕や歯周病、歯根吸収の発生に関与するため、治療期間の短縮は非常に重要である。本研究では、実験的歯の移動モデルラットを用いて矯正学的歯の移動時の骨改造におけるLIPUSの影響を組織学的に解析した。実験的歯の移動にLIPUS刺激を負荷すると、歯根周囲の歯槽骨はコントロール群と同様に圧迫側での骨吸収と牽引側での骨形成が生じていたが、歯槽骨内部の骨髄腔はコントロール群と比べて増大していた。実験的歯の移動時におけるLIPUS刺激が、歯槽骨内部の骨吸収を促進している可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ラットを用いた実験的歯の移動モデルを確立することができ、実験動物を用いた矯正学的歯の移動を組織学的に解析することが可能となった。さらにLIPUS刺激負荷モデルは、矯正学的歯の移動時の骨改造におけるLIPUSの影響の解析に有用であり、LIPUS刺激が矯正学的歯の移動時における骨改造に影響を及ぼしている可能性が示唆された。これらの研究成果は、矯正学的歯の移動を促進するメカニズムの解明に繋がり、矯正歯科臨床に貢献できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Shortening the duration of orthodontic treatment is very important because long-term treatment is associated with complications such as caries, periodontal disease, and root resorption. In this study, the effects of LIPUS on bone remodeling were analyzed histologically using experimental tooth movement model in rats. When LIPUS stimulation was applied to experimental tooth movement, the alveolar bone around the tooth showed bone resorption on the compression side and bone formation on the tension side as in the control group. In contrast, LIPUS stimulation increased the volume of the bone marrow in deep alveolar bone compared to the control group. These results suggest that LIPUS stimulation may promote bone resorption in deep alveolar bone during experimental tooth movement.

研究分野：歯科矯正学

キーワード：矯正学的歯の移動 低出力超音波パルス 骨改造

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

矯正歯科治療は、歯槽骨内での歯の移動を必要とする。矯正学的な歯の移動は、歯に矯正力が負荷されると、歯根膜圧迫側での破骨細胞による歯槽骨の吸収、歯根膜牽引側での骨芽細胞による歯槽骨の添加によって惹起され、歯槽骨の骨改造が生じることにより行われている。臨床的には、矯正歯科治療では、このような矯正力に応じた骨改造を伴いながら歯を移動させるため、数年間に及ぶ長期間の治療を要する。そのため、口腔内にブラケットやワイヤーなどの装置を長期間にわたって装着することとなり、審美的問題だけでなく口腔衛生状態の悪化によるう蝕や歯周病、歯根吸収の発症のリスクが高まる。従って、治療期間の短縮は、矯正治療において非常に重要な課題である。

矯正歯科治療の治療期間を短縮するには、矯正学的歯の移動を促進することが必要であるため、歯槽骨の骨改造を亢進することが重要であると考えられる。これまで矯正学的歯の移動の促進方法として、骨代謝を促進する薬剤の局所投与や歯周組織に外科的侵襲を与える外科的方法、振動刺激の付与など様々な方法が研究されてきたが、副作用の発現や治療効果が疑問な報告もあり、不明な点も多い。

低出力超音波パルス(Low Intensity Pulsed Ultrasound: LIPUS)は、温熱や刺激感のない非侵襲的な微弱な超音波を断続的に与える機械的刺激であり、骨形成作用を有し、骨折治癒を促進させることが報告されている。従って、矯正学的歯の移動時においても骨形成が促進され、骨改造が亢進され、矯正学的歯の移動を促進させる可能性が示唆されるが、矯正学的歯の移動時における LIPUS 刺激が歯槽骨に与える効果の詳細は不明である。

2. 研究の目的

矯正学的歯の移動時における LIPUS 刺激の促進効果を検討するために、実験的歯の移動モデルを用いた in vivo の系で、矯正学的歯の移動時の骨改造における LIPUS の影響を組織学的に解析する。

3. 研究の方法

(1) ラット実験的歯の移動モデルの作製

10 週齢 Wistar ラットの上顎歯列にコの字型に屈曲した直径 0.012 インチのニッケル・チタン製ワイヤーを装着し、上顎両側第一臼歯に水平的かつ持続的な荷重が加わるように調整し、上顎両側第一臼歯を頬側へ移動させた。実験的歯の移動開始から 1, 3, 7, 14, 21 日後にシリコン印象材を用いて上顎歯列の印象採得を行い、歯科用超硬石膏による石膏模型を作製した。得られた石膏模型を用いて歯の移動量を測定した。

(2) LIPUS 刺激負荷モデルの作製

上記と同時に 10 週齢 Wistar ラットを用いて実験的歯の移動を行い、同時に頬側から LIPUS プローブを固定し LIPUS 刺激を負荷した。LIPUS 刺激を負荷しない群をコントロールとした。

(3) 実験的歯の移動および LIPUS 刺激負荷モデルラットの上顎組織切片の作製

実験的歯の移動開始から 21 日後にコントロール群と LIPUS 刺激負荷群において、全身麻酔下で 4%パラホルムアルデヒド(PFA)を用いて灌流固定を行った。上顎骨を摘出後、4% PFA を用いて浸漬固定を行い、20%エチレンジアミン四酢酸(EDTA)にて 2 週間脱灰後、上昇エタノール系列で脱水、キシレンによる透徹を行った後に、パラフィン包埋した。ミクロトームを用いて、厚さ 5 μm の水平断連続切片を作製した。

(4) LIPUS 刺激を負荷した実験的歯の移動時におけるラット歯槽骨の圧迫側、牽引側、歯槽骨内部の組織学的解析

得られた組織切片に対して、脱パラフィン後、ヘマトキシリン-エオジン染色を行い、歯槽骨における骨改造様相を組織学的に解析した。

4. 研究成果

(1) ラット実験的歯の移動期間における体重変化について

実験的歯の移動を行った歯の移動開始 0 日後から 21 日後までラットの体重を測定した結果、コントロール群および LIPUS 刺激負荷群のいずれの群もわずかな増加を示し、2 群間に差は認めなかった。

(2) ラット実験的歯の移動距離の経時的変化について

コントロール群では、矯正学的歯の移動距離は、歯の移動開始 1 日後で 0 日後に比べて増加した後、歯の移動開始 1 日後から 7 日後までは、大きな変化は認められなかった。歯の移動開始 7 日後から 14 日後、14 日後から 21 日後にかけては大きく増加した。特に、歯の移動開始 14 日後

から 21 日後に大きな増加が認められた。LIPUS 刺激負荷群においてもコントロール群と同様に、歯の移動開始 0 日後から 1 日後、7 日後から 14 日後、14 日後から 21 日後にかけては大きく増加していた。

(3) ラット実験的歯の移動時における骨改造時の LIPUS 刺激負荷による組織学的変化について
コントロール群では、実験的歯の移動により歯根周囲の歯槽骨に骨改造が生じ、圧迫側では破骨細胞による歯槽骨の吸収が生じ縮小していた歯根膜腔に拡大が生じ、牽引側では拡大した歯根膜腔に骨形成が生じてきており、圧迫、牽引側での歯根膜腔の幅の差が少なくなっていた。LIPUS 刺激負荷群においても同様に歯根周囲の歯槽骨に骨改造が生じ、圧迫側における破骨細胞による歯槽骨の吸収と牽引側における骨形成が生じてきていた。一方、歯根間の歯槽骨内部では、歯槽骨内部の骨髓腔が、コントロール群と比べて LIPUS 負荷群が増大していた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 坂本麻由里
2. 発表標題 片顎抜歯を伴う非外科的治療により形態および顎口腔機能の改善が認められた骨格性下顎前突症例
3. 学会等名 日本矯正歯科学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------