



Title	矯正学的歯の移動後の歯槽骨再形成に対する低出力超音波パルスの効果 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	彦根, 敦
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第11705号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58965
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Atsushi_Hikone_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（歯学） 氏 名 彦根 敦

学 位 論 文 題 名

矯正学的歯の移動後の歯槽骨再形成に対する低出力超音波パルスの効果

【緒言】

矯正治療による歯の移動後の後戻りは矯正治療の成否を決める重要な要因の一つである。近年、骨形成の促進と骨吸収の抑制を行う事によって後戻りを防ぐという試みが行われている。低出力超音波パルス（Low-Intensity Pulsed Ultrasound, 以下 LIPUS）は骨折部位に照射することにより骨密度が高まることや、治療期間が短縮することが報告されており、すでに骨折の治療などに臨床応用されている。LIPUS の生体刺激作用は IL-8, basic-FGF, VEGF, TGF- β , ALP, 非コラーゲン性タンパク等の造骨性因子の発現を増加し、また、骨破壊性の因子の発現を減少させることが明らかになっている。そこで、本研究の目的は矯正学的歯の移動後の歯槽骨を中心とした歯周組織に LIPUS を照射することで、矯正学的歯の移動後に生じる歯槽骨吸収部位の骨再形成におよぼす LIPUS の影響を明らかにすることである。

【材料と方法】

10 週齢ウィスター系雄性ラットの上顎第一臼歯と第二臼歯間のコンタクト部に厚さ約 0.5 および 1 mm のゴムを挿入することで 7 日間歯を移動させた。この後保定を目的として同歯と隣在歯をスーパーボンドで固定し、7 日間の保定期間中に LIPUS 照射を行った。観察は歯の移動を行わない群（無処置群）、歯の移動後の観察群（保定 0 日群）、および保定期間を 7 日とし、この期間中に LIPUS を照射する群（LIPUS 照射群）と照射しない群（対象群）に分け行った。LIPUS 照射条件は 1.0MHz, 240mW, 出力モード 20%, 照射時間は 1 日 1 回 15 分とし、保定時より安楽死させる 2 日前まで 6 回頭頂部より照射し、実験終了後、 μ CT を撮影し、三次元解析ソフトを用いて解析した。観察部位は、上顎第一臼歯遠心口蓋根および上顎第二臼歯近心口蓋根間の歯間中隔部の髓床底下 $754 \mu\text{m} \sim 1334 \mu\text{m}$ （以後、「歯根中央部」）および $1363 \mu\text{m} \sim 1943 \mu\text{m}$ （以後、「歯根尖側部」）とし、同部の骨体積の計測および μ CT の三次元立体構築画像から形態を定性的に評価した。また、組織学的評価として、ヘマトキシリン・エオジン染色を施した水平断薄切切片の観察を行った。統計処理に関しては、一元配置分散分析（one-way ANOVA）および Student's t-test を用い、有意水準は 5% とした。

【結果】

三次元立体構築画像から、保定 0 日群では、歯間中隔歯槽骨は高さ、近遠心的厚さは無処置群に比して著しく減少していた。対照群、LIPUS 照射群の「歯根尖側部」歯槽骨の近遠心的厚さは保定 0 日群に比して増大していたが、「歯根中央部」において、対照群の歯槽骨には骨頂部に骨が形成されていない像や骨頂部が二峰性を示すものなど、骨頂部の形態にばらつきが認められた。一方、LIPUS 照射群においては、骨頂部の高さは LIPUS 照射群のすべての個体で無処置群に比して低い位置にあることが認められたが、対照群と比較して高い位置にあった。また、骨頂部の形態はすべて一様に丸みを帯びた形態であった。

組織学的所見とし、「歯根中央部」である髓床底下 1000 μm 付近において保定 0 日群の第一臼歯と第二臼歯の歯根の距離は無処置群と比して開大していた。歯間中隔歯槽骨は著しい吸収を受け消失していた。一方、対象群、LIPUS 照射群はともに保定 0 日群に比して歯間中隔歯槽骨に骨添加がみられたが、対照群の第一臼歯遠心口蓋根遠心の歯根膜は第二臼歯近心口蓋根歯根膜とつながっているのに対し、LIPUS 照射群では一部で交通しているのみであった。

次に同じく「歯根中央部」である髓床底下 1250 μm 付近においては、保定 0 日群は 1000 μm 付近と近似した所見であった。対照群、LIPUS 照射群は 1000 μm 付近と同様に歯槽骨表面には骨添加が認められたが、対照群の歯根膜は一部第二臼歯歯根膜と交通しているのに対し、LIPUS 照射群歯根はすべて幅広い歯槽骨で覆われていた。また、LIPUS 照射群では歯根膜線維束に沿った骨添加が顕著にみられた。それに対し、対照群では骨の形成状態は LIPUS 群に比して遅れていた。

髓床底より 1450 μm 付近の「歯根尖側部」において、保定 0 日群の歯間中隔歯槽骨は 1000 μm 、1250 μm 付近の所見と同様に吸収を受けて消失していた。一方、対照群、LIPUS 照射群は、ともに無処置群に比して歯槽骨の近遠心的厚さは増加しており、ともに同程度の歯槽骨がみられた。なお、LIPUS 照射群の 1000 μm 付近は対照群の 1250 μm 付近と、また、LIPUS 照射群の 1250 μm 付近は対照群の 1450 μm 付近と組織所見が近似していた。

「歯根中央部」における歯槽骨体積は、無処置群に比し他の 3 群はすべて有意に小さかった。保定 0 日群に比し対照群の骨体積に有意差は見られなかったが、LIPUS 照射群においては有意に大きい値を示した。また、LIPUS 照射群の骨体積は対照群に比して有意に大きかった。「歯根尖側部」において保定 0 日群の骨体積は無処置群に比して有意に小さかった。また、保定 0 日群に比して、対照群および LIPUS 照射群の骨体積はいずれも有意に大きかった。一方、無処置群と対象群および LIPUS 照射群の間、ならびに対照群と LIPUS 照射群の間で骨体積に有意な差は見られなかった。

【考察】

本研究結果から、Waldo 法によってラット上顎第一臼歯と第二臼歯間を離開したことにより吸収された歯間中隔歯槽骨の 7 日間の保定期間における回復は高さと同遠心的な厚さの増加が歯根尖側部から生じ、歯根中央部の回復はそれに遅れて生じると考えられる。また、対照群と LIPUS 照射群とで歯根尖側部における歯間中隔部歯槽骨の回復の時期に差異が見られたことから、LIPUS の照射は特に歯間中隔部歯槽骨の回復を促進することに有効であったと考えられる。

これまでの文献から LIPUS の効果は、全体の骨量の増大を期待するものではなく、骨の形成を早める効果であることが報告されている。根尖の近くにおいては、照射 7 日間の時点においてすでに十分な骨量に到達していたため、LIPUS の有無による有意差は認められなかったが、7 日間よりも早い 3 日程度の時期では根尖近くにおいても対照群と LIPUS 照射群との間に有意な差があったとも推察できる。一方、歯根中央部においては照射 7 日間においてもまだ骨形成が盛んに生じている段階と考えられ、LIPUS 照射群においてその速度が有意に速かったものと考えられる。

また、LIPUS の照射は到達する体積は同じでも骨形成を早めるという観点から、すみやかに歯槽骨を回復させるという点で、矯正治療における保定を考える上では有用な手段であると考えられることができる。

【結論】

矯正学的歯の移動で一度消失した歯槽骨の再形成を促進するには LIPUS 照射が有効であることが示された。