

(様式 13)

氏名(本籍) 河野 宗光 (埼玉県)
学位の種類 博士(歯学)
学位記番号 歯甲 第411号
学位授与日 2023年3月15日
学位授与の要件 博士の学位論文提出者(学位規程第11条第1項該当者)
学位論文題目 Effect of Nd:YAG Laser on Bone Formation in Rat Tibia Defects:
Three-dimensional Micro-computed Tomography Image Analysis
論文審査委員 (主査)教授 横瀬 敏志
(副査)教授 鬼頭 慎司
(副査)教授 天野 修
(副査)教授 竹島 浩

論文内容の要旨

本研究では、骨組織の骨代謝に対する Nd:YAG Laser の Photobiomodulation についてマイクロ CT の画像を用いて、ラット脛骨の骨欠損部を三次元構築モデル化し解析した。実験動物は生後 10 週齢の雌性 SD ラットを用いた。踵骨底から約 20mm の位置する両脛骨の中心部分に直径 1mm のラウンドタイプスチールバーを用いて、長軸に対して垂直に注水下で皮質骨を削合、骨髓まで穿孔させた後縫合し、骨欠損を作成した。左側脛骨を非照射群、右側脛骨を照射群とした。照射群には Nd:YAG Laser を出力 1.0W、周波数 20Hz、出力密度 50mJ、照射時間 20 秒の条件下に設定し、経皮下で 7 日間及び 14 日、21 日間の毎日照射を行った。7 日、14 日、21 日後に、それぞれ無痛的にラットを屠殺し、試料を採取した後、直ちに 10%中性緩衝ホルマリン液で固定を行った。マイクロ CT 撮影を行い、撮影後は直ちに K-CX または EDTA で脱灰し、通法に従って脱水パラフィン包埋を行った。厚さ 4 μ m の組織切片を作成し、ヘマトキシリン-エオジン染色(H-E 染色)を行った。撮影したマイクロ CT のデータを元に、骨欠損部での新生骨形成の状態を三次元可視化解析ソフトウェア Amira で体積及び表面積を計測した。脛骨の骨欠損部を XY 軸、YZ 軸、XZ 軸断面の 3 方向から抽出して、新生骨の三次元モデルを構築し、解析した。H-E 染色した組織切片を光学顕微鏡にて観察し、新生骨に及ぼすレーザーの影響を調べた。骨欠損部にみられた新生骨の体積及び表面積を計測した結果、体積及び表面積は 7 日及び 14 日間の非照射群より照射群の方が有意に高い値を示した。21 日間では、実験群とコントロール群間に有意差は認めなかった。特に 7 日間の照射で形成された新生骨の割合は 14 日間の照射より多いことが示された。これらの結果は骨欠損部に Nd:YAG Laser 照射をすることによって、初期の段階での骨形成を強く誘導することが示唆された。組織学的所見では、7 日後では非照射群と比較し、照射群は穿孔部において骨髓まで及ぶ多くの幼若な新生骨形成が見られ、14 日後では照射群はより成熟した新生骨が見られた。21 日後で両群において穿孔部が皮質骨によって修復され、有意な差は認められなかった。この組織学的所見は、マイクロ CT 画像を用いた三次元的構築モデルの解析と同様の結果を示した。以上より、Nd:YAG Laser は、ラットの骨欠損部の治癒過程の初期段階において新生骨の形成を促進させた。

論文審査および試験結果の要旨

本論文は、Nd:YAG Laser の LLLT の更なる臨床応用の模索することを目的とし、ラット脛骨骨欠損の治癒過程において新生骨の三次元モデルを構築し、解析した。

三次元的解析評価としては、非照射群と比較して初期の骨形成に当たる 7 日間で照射群において多くの骨形成が見られ、14 日間では成熟した骨形成が照射群で多く見られた。

HE 染色による組織学的所見でも三次元的解析評価の結果を裏付ける結果を認めた。

これらの結果は、今後の Nd:YAG Laser の対する更なる臨床応用につながる基礎研究となり、LLLT の発展において重要かつ意義のあるものだと考えられる。

明海大学大学院歯学研究科 河野宗光に対する最終試験は、2023 年 1 月 13 日、主査 横瀬敏志教授、副査 竹島浩教授、天野修教授、鬼頭慎司教授により、主論文の内容及び専攻学術に関し、口頭試問をもって実施した。その結果、合格と認めた。また、河野宗光の語学試験は、大学院入学時の外国語試験、及び、二年次に実施した英語コアプログラムの試験結果をもって合格とした。よって、申請者 河野宗光の本論文は、博士(歯学)の学位論文に値するものであり、河野宗光は博士(歯学)の学位を授与されるに値するものと判断した。

よって、申請者：河野 宗光は、博士(歯学)の学位を授与されるに値するものと判断した。