

論文審査の要旨および担当者

愛知学院大学

報告番号	① 乙 第 号	論文提出者名	服部剛大
論文審査 委員氏名	主査 前田 初彦 副査 長尾 徹 鈴木 崇弘		
論文題名	低出力青色波長の LED 光照射がラットの骨髄 由来骨芽細胞様細胞および骨創傷治癒に与え る効果		

インターネットの利用による公表用

Low reactive Level Laser Therapy (LLLT)は骨折や抜歯創などの治癒促進、歯科用インプラント治療に有効であり、発光ダイオード (LED)においても医療用レーザーと同様の効果が認められている。

本研究は低出力青色波長の LED 光照射がラットの骨髄由来骨芽細胞様細胞および骨組織の創傷治癒に与える効果を検討したものである。

実験 1 の 1-3)ではラットの骨髄由来骨芽細胞様細胞への LED 光照射の影響を検索している。LED 光の照射条件は青色 LED 光 (波長 455 nm)、照射出力は 1)では 100 mW または 50 mW、2, 3)では 1)の結果を基に 100 mW、照射距離 20.8 mm、総ジュール数は 5.6 J/cm^2 と設定し、細胞を播種してから 12 時間後に光照射を開始している。1)では青色 LED 光を用いて実験群を Control 群:細胞培養のみ、Blue 14s 群:100 mW、14 秒間の光照射を 4 回 (1.5 時間の間隔)、Blue 56s 群 : 100 mW、56 秒間の光照射を 1 回、Blue 28s 群 : 50 mW、28 秒間の光照射を 4 回 (1.5 時間の間隔)、Blue 112s 群 : 50 mW、112 秒間の光照射を 1 回、の 5 群に分け、細胞増殖能の評価に WST-8 (光照射開始の 4.5 時間後)を用いている。2)では赤色 LED 光 (波長 655 nm)と青色 LED 光照射による細胞増殖能を比較するために実験群を Control 群、Blue 14s 群、Blue 56s 群、Red 14s 群:14 秒間の光照射を 4 回 (1.5 時間の間隔)、Red 56s 群 : 56 秒間の光照射を 1 回、の 5 群に分け、WST-8 を用いて細胞増殖能の評価 (1 回目の LED 光照射直後および 1.5、3.0、4.5、12、36 時間後)を行っている。3)では培地への bFGF 添加と青色 LED 光照射による細胞

増殖能・分化能・石灰化能を比較するために実験群を Control 群、LED 群：細胞培養・14 秒間の光照射を 4 回（1.5 時間の間隔）、FGF 群：bFGF を添加して細胞培養、LED・FGF 群：bFGF を添加して細胞培養・14 秒間の光照射を 4 回（1.5 時間の間隔）、の 4 群に分け、1 回目の LED 光照射直後および 1.5、3.0、4.5、12 時間後に WST-8 を用いた細胞増殖能、3、7 日後に Alkaline Phosphatase (ALP) 活性解析および 7 日後に ALP 染色による分化能、14、28 日後に Alizarin Red 染色による石灰化能の評価を行っている。実験 2 では SD ラットの頭蓋骨に $\phi 4.6$ mm の円形の骨欠損を形成して青色 LED 光の照射が与える効果を検索している。照射条件は波長 455 nm、照射出力 29 mW または 3 mW、照射時間 10 分間、照射距離 18.7 mm、総ジュール数 121.8 J/cm^2 または 12.6 J/cm^2 と設定している。光照射は閉創直後に始め、その後は 24 時間ごとに計 7 回行っている。実験開始の 2 週後（Control 群：光照射なし、LED 群：29 mW の LED 光照射）、4 週後（Control 群、LED 強群：29 mW の LED 光照射、LED 弱群：3 mW の LED 光照射）に頭頂骨の CT 撮影および冠状断の CT 画像上で人工的骨欠損部の最大幅径を計測して形成された硬組織の割合を解析している。

これらの実験の結果、以下の所見を得ている。

実験 1 の 1) では、総ジュール数が同じ場合、単回よりも間歇的な複数回の光照射で高い細胞増殖能が認められ、照射出力 50 mW による 28 秒や 112 秒照射よりも照射出力 100 mW による 14 秒や 56 秒の照射で細胞増殖能は高

くなっている。2)では、赤色 LED 光よりも青色 LED 光による光照射で高い細胞増殖能を示している。また、赤色 LED 光による光照射も総ジュール数が同じ場合、単回よりも間歇的な複数回の光照射で高い細胞増殖能が認められている。3)の結果では、培養細胞への光照射は bFGF を添加した培地で細胞を培養した場合よりも高い細胞増殖能および分化能が示されており、また、同程度の石灰化能がみられている。実験 2 では、LED 光を照射した群では Control 群よりも硬組織が多く形成される傾向が確認されたが、有意差は認められなかった。

以上の結果から、青色 LED 光の間歇的な複数回照射による LLLT は骨組織の形成に有用であることが示唆されたとしている。本研究は安価で安全性が高い LED 機器を用いた LLLT がより幅広く医療で使用される可能性を提供するための基礎研究であり、口腔病理学、口腔外科学、口腔生化学および関連諸学科に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（歯学）の学位授与に値するものと判定した。