

氏名(本籍)	中島 美和 (千葉県)
学位の種類	博士 (鍼灸学)
学位記番号	鍼博甲第52号
学位授与の日付	平成22年 3月 15日
学位授与の要件	大学院規則第33条第1項および学位規程第5条第1項該当
学位論文題目	ラット脛骨骨折モデルの骨癒合能に及ぼす鍼通電刺激の効果
論文審査委員	(主査) 糸井 恵 (副査) 川喜田 健司 (副査) 平澤 泰介

論文内容の要旨

【目的】鍼通電刺激の骨癒合能に対する影響を調査する目的で、ラット脛骨の骨折モデルを用いて、X線学的、肉眼的、および生体力学的に検討した。

【方法】Wistar系ラット(雄性、12週齢)30匹を用いて、片側の脛骨骨幹部に開放的横骨折モデルを作成し、無作為に鍼通電刺激群(EA群)、鍼群(Sham群)、無処置群(Control群)の3群に分けた。EA群は鍼を骨折部、および骨折部より近位15mmの脛骨骨膜まで刺入し、骨折部を陰極、他方を陽極とした間欠的直流鍼通電刺激(刺激条件:刺激幅5ms、50Hz、20 μ A、20分間)を骨折作成日の翌日から3週間連日行った。Sham群はEA群と同一部位・同一深度まで鍼の刺入のみ行い、電気刺激は行わなかった。Control群はモデル作成後、処置を行わなかった。評価は、モデル作成後1、3、4、6週に軟X線画像を用いて仮骨・骨面積の定量を行った。併せて、モデル作成後6週には脛骨を摘出し、仮骨部の前後径、左右径の計測を行った後、3点曲げ試験を行い、破断点試験力を測定した。

【結果】EA群ではSham群・Control群と比較して早期に仮骨形成が見られた(モデル作成後3週の仮骨・骨面積の比較; $p < 0.05$)。経過とともに全ての群で仮骨量の増大を認めたが、モデル作成後6週経過時において、EA群では他の実験群と比較して、仮骨量の有意な増大を認めた(仮骨・骨面積; $p < 0.05$ 、仮骨部の前後径、および左右径; 各々 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$)。さらに、EA群では、モデル作成後6週において、力学的にも高い仮骨強度を示した($p < 0.001$)。全ての評価においてSham群とControl群の間には有意差を認めなかった。

【考察・結語】EA群で良好な結果が得られた理由として、直流鍼通電刺激が陰極周囲、骨折部局所の環境変化を引き起こし、細胞活性に有利に働いた可能性が考えられ、それにより仮骨形成の促進・増大を引き起こしたことが示唆された。さらには、仮骨の石灰化を促進・誘導した可能性が考えられた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、微弱電気刺激による骨形成に関して、1953年に保田らが家兎大腿骨への直流電気刺激により陰極側へ新生骨が形成されることを発見して以来多くの実験的報告がなされ、現在では整形外科の臨床において実用化されていることを踏まえて、その手法に鍼を使用して通電刺激をおこなったものである。鍼は、生体の限局した深部局所へ選択的な刺激が可能であり、簡便、かつ効率良く刺激を行いうることを利用した。

本研究では、ラットの脛骨骨折モデルを作成し、骨折部を陰極、近位を陽極とした間欠的直流鍼通電刺激（刺激条件：刺激幅 5ms、50Hz、20 μ A、20分間）を3週間連日行う鍼通電刺激群（EA群）、鍼のみで通電はおこなわない群（Sham群）、無処置群（Control群）の3群に分けて、骨癒合能に及ぼす鍼通電刺激の効果を測定した。評価は、経時的に軟X線画像を用いて仮骨・骨面積の定量を行い、6週間後には脛骨を摘出し、肉眼的に仮骨部の計測を行った後、生体力学的に、3点曲げ試験を行い、破断点試験力を測定した。その結果、EA群では早期から仮骨形成が促進され、6週間後において、力学的にも高い仮骨強度を示した（ $p < 0.001$ ）。全ての評価において Sham群と Control群の間には有意差を認めなかった。この結果から、鍼通電刺激が化骨の形成、石灰化に寄与し、骨癒合を促進することが確認できた。

これまで、直流電気刺激により、陰極周囲は、酸素分圧の低下、pHの上昇が見られ、 Ca^{2+} の増加が起こることが報告されている。本研究においても、鍼通電刺激が骨折部局所、つまり陰極周囲の環境変化を引き起こし、骨芽細胞の活性化がおり、種々の成長因子やサイトカインの産生・分泌が促進されたことにより、骨折治癒過程に影響を与え、骨癒合の促進に繋がったものと考えられた。

以上の内容は、科学的に立証された、非常に価値ある論文である。さらに、この研究は、鍼による通電刺激が骨折の治療に臨床応用される可能性を提示しており、今後の鍼灸学の発展に大きく寄与する内容である。以上のことから本論文は本学大学院博士（鍼灸学）の学位を授与するに値するものと認める。

（主論文公表誌）

全日本鍼灸学会雑誌 第59巻5号 平成21年