

| | |
|--------------|---|
| Title | 高周波パルス電磁界の生体組織損傷治癒効果に関する研究 |
| Author(s) | 井出, 和宏 |
| Citation | |
| Issue Date | |
| Text Version | none |
| URL | http://hdl.handle.net/11094/42157 |
| DOI | |
| rights | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

| | |
|---------------|--|
| 氏 名 | 井 出 和 宏 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学) |
| 学 位 記 番 号 | 第 1 5 0 3 2 号 |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 1 2 年 1 月 2 1 日 |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科 物理系専攻 |
| 学 位 論 文 名 | 高周波パルス電磁界の生体組織損傷治癒効果に関する研究 |
| 論 文 審 査 委 員 | (主査) 教 授 林 紘三郎 (副査) 教 授 荒 木 勉 教 授 田 中 正 夫 |

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、血管拡張効果があることが報告されている周波数10 MHz、繰り返し周波数10 kHz、デューティ比50%の非熱的な高周波パルス電磁界を軟組織の損傷モデルに連続的に照射し、損傷治癒に対する高周波パルス電磁界の効果を検討した。軟組織の損傷モデルとして家兎の耳介皮膚の切開創、欠損創、及び膝関節の内側側副靭帯 (MCL) に切開創を作成し、治癒組織の力学的、組織学的検討を行うとともに治癒組織の血液循環との関連性についても検討した。

まず、家兎の両耳介内側に深さ300 μm 、長さ30 mm の切開創モデルを作成し、片側の耳介創部にのみ直径30 mm、厚さ約0.06 mm、重量約0.25 g の渦巻き状プリントコイルを貼り付け、コイルへの供給電流を100 mAp-p とし、前述の高周波パルス電磁界を連続的に照射した。創部の厚さ及び力学強度を測定した結果、高周波パルス電磁界は創部の隆起を抑制し、治癒組織の強度を増大させ、治癒を促進させる作用があることが分かった。

また、コイルへの供給電流を200 mAp-p に上げることにより、治癒初期の治癒組織の力学強度がより大きく増加することが分かった。さらに創部の形態学的、ならびに治癒組織の組織学的検討を行った結果、高周波パルス電磁界は、創収縮、ならびにコラーゲンの合成を促進させる効果があることが分かった。

次いで、家兎耳介に作成した直径 6 mm の欠損創の治癒に及ぼす高周波パルス電磁界の効果を、欠損部の面積および治癒組織の血流量から検討した結果、電磁界照射は自然治癒に比べて欠損部面積をより早く、減少させる効果を示した。また治癒組織の血流量は電磁界照射によって治癒初期において顕著に増加し、欠損部がほぼ修復される時期においても高い血流量を持続させる効果があった。これらのことから、高周波パルス電磁界は、欠損創の治癒を促進させ、その効果には血流量の増加が関与することが明らかになった。

さらに、右膝の MCL 実質部中央を切断した後の治癒に及ぼす高周波パルス電磁界の効果について検討した結果、高周波パルス電磁界は、治癒組織の血流を治癒初期の段階で増加させ、治癒組織の断面積、及び力学強度を増加させる効果があることが明らかになった。力学強度の増加は、線維芽細胞のコラーゲン合成が促進されたためであることが示唆された。

以上の研究より、高周波パルス電磁界は、皮膚、靭帯など軟組織の損傷治癒に対して、形態的には創収縮を促進させるとともに、創部の厚さを減少させ、創痕を目立たなくさせる効果があり、欠損創などの虚血を伴う組織の修復に対しては、治癒組織の血流を増加させ、欠損部を早期に埋める効果があることがわかった。また機能的には、切開創、靭帯切断のいずれに対しても治癒組織の力学強度をより速く正常なレベルへと回復させる効果があることがわかった。

論文審査の結果の要旨

本論文は、生体軟組織に生じた損傷に対する高周波電磁界照射の治癒効果を、治癒組織の力学的性質と血液循環の計測、及び組織学的観察を行って検討したものである。家兎を実験動物とし、損傷モデルとして、耳介の切開創と欠損創、及び膝関節の内側側副靭帯の切断創を取り上げている。

まず、家兎の耳介内側に深さ300 μm 、長さ30 mmの切開創モデルを作成し、創部に渦巻き状のプリントコイルを貼り付け、100 mAp-pの供給電流でパルス周波数10 MHz、バースト周波数10 kHz、デューティ比50%の高周波パルス電磁界を照射したところ、創部の隆起を抑制し、治癒組織の強度を増大して、治癒を促進することを明らかにしている。また、供給電流を200 mAp-pに増大させると、初期に治癒組織の強度が大きく増加することを示している。さらに、創部の形態と組織の観察より、創収縮とコラーゲン合成を促進する効果があることも明らかにしている。

次いで、耳介に直径6 mmの欠損創を作成し、上記と同じ条件で高周波パルス電磁界を照射すると、治癒組織の血流量を増加し、このために自然治癒に比べて欠損部面積をより早く減少させ、治癒を促進することを明らかにしている。

さらに、内側側副靭帯を中央部で切断したのち高周波電磁界を照射すると、治癒の初期で組織の血流量を増加させるとともに、線維芽細胞のコラーゲン合成を促進させることによって、治癒組織の断面積と強度を増加させることを示している。

以上の研究は、バイオメカニクスの立場から、高周波電磁界は、皮膚や靭帯などの生体軟組織に生ずる損傷に対して、形態的には創痕を目立たなくさせ、機能的には治癒組織の力学的強度を向上させ、治癒を促進させるのに有効であることを明確に示している。これらは、高周波電磁界の損傷治癒効果のメカニズムについて多くの知識を提供するとともに、臨床治療機器の開発へと発展する可能性も大いに期待されることから、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。