

顎顔面領域の骨治癒に対する低出力超音波の有効性の検討

研究概要

- ・徳島大学病院矯正歯科に来院し、観血的処置を受けた顎顔面骨折患者(30名)、顎裂部への自家腸骨移植術を受けた口蓋裂患者(30名)、外科的矯正治療として顎離断術を受けた矯正患者(30名)を対象として、同意のもと、当該骨部への低出力超音波（LIPUS）照射を1日15分間（各部位）、2週間連続で実施する。評価方法として、痛みに対してはVASスケールを用いる。骨治癒については、照射前および照射後3カ月においてパノラマX線や頭部X線規格写真などの単純X線写真やCTを撮影し、評価する。
- ・抗炎症作用に対するLIPUSの効果
- ・筋損傷に対するLIPUSの効果
- ・骨粗鬆症治療薬「テリパラチド」との併用及びLIPUSによる骨粗鬆症への効果
- ・唾液腺細胞に対するLIPUSの影響（シェーグレン症候群への効果）：検討事項

研究成果

1. 損傷筋組織に対する低出力超音波照射が及ぼす効果

増殖段階にある筋芽細胞へのLIPUS照射により、細胞増殖が増大した。一方で分化段階にある筋芽細胞へのLIPUS照射により、筋分化マーカーであるmyogeninの発現は遺伝子レベル、タンパク質レベルともに有意に増加した。このことからLIPUSは筋芽細胞の増殖能、分化能を亢進させる可能性が示唆された。TNF- α 、IL-1 β 刺激下の筋芽細胞ではCOX-2の発現が有意に増大するのに対し、LIPUS照射によりコントロールレベルまで減少した。このことにより、LIPUSは炎症状態下の筋芽細胞に対する抗炎症作用を有する可能性が示唆された。

カルジオトキシンにより筋損傷を生じさせたマウスの前脛骨筋へのLIPUS照射により、壊死線維の減少と再生線維の断面積の増加が認められた。このことからLIPUSは筋損傷の治癒を促進し得ることが示唆された。

2. 口蓋裂患者の二次的骨移植、顎変形症患者の顎離断術、顎顔面領域の骨折患者の整復術における、骨治癒に及ぼす低出力超音波照射の効果

徳島大学病院矯正歯科に来院した顎変形症患者4名、口唇裂・口蓋裂患者で二次的骨移植を行った患者4名、および外傷による顎骨骨折患者8名を対象とした。LIPUS（BRソニック・pro、伊藤超短波株式会社、東京）照射は、1日15分間を2週間行った。超音波特性は定格周波数50/60Hz、発振周波数1.0MHz、パルスレート20%とし、出力

については 160mW とした。痛みに対する評価には VAS スケールを用い、骨治癒の評価には単純 X 線写真や CT を用いて行った。結果として、痛みの評価については、どの症例においても受傷直後は痛みがあったが、その後は痛みを生じることはなかった。骨治癒については、顎離断の症例は、LIPUS 照射を行っていない症例に比べ、早期に咬合の安定が得られた。二次的骨移植および顎骨骨折の症例では、それぞれ術後 3 ヶ月の CT で骨形成が確認できた。顎変形症の顎離断、口唇裂・口蓋裂の二次的骨移植および外傷による顎骨骨折のほぼすべての症例で早期に良好な骨治癒が認められたことから、LIPUS 照射が頭頸部領域の骨治癒に対してきわめて有効な補助療法であることが示唆された。

以上の結果より、低出力超音波は顎顔面領域の骨組織の骨治癒促進効果ばかりでなく、骨格筋組織の損傷後の修復・再生作用にも好影響を及ぼすことが示唆された。

参考文献

- Rego EB, Inubushi T, Kawazoe A, Tanimoto K, Miyauchi M, Tanaka E, Takata T, Tanne K (2010). Ultrasound stimulation induces PGE₂ synthesis promoting cementoblastic differentiation through EP2/EP4 receptor pathway. *Ultrasound in Medicine and Biology* 36(6): 907-915, June.
- Nakamura T, Fujihara S, Katsura T, Yamamoto K, Inubushi T, Tanimoto K, Tanaka E (2010). Effects of low-intensity pulsed ultrasound on the expression and activity of hyaluronic synthase and hyaluronidase in IL-1 β -stimulated synovial cells. *Annals of Biomedical Engineering* 38(11):3363-3370, Nov.
- Rego EB, Inubushi T, Miyauchi M, Kawazoe A, Tanaka E, Takata T, Tanne K (2011). Ultrasound stimulation attenuates root resorption on rat replanted molars and impairs TNF- α signaling *in vitro*. *Journal of Periodontal Research* 46(6): 648-654, Dec.
- Nakamura T, Fujihara S, Yamamoto-Nagata K, Katsura T, Inubushi T, Tanaka E (2011). Low-intensity pulsed ultrasound reduces the inflammatory activity of synovitis. *Annals of Biomedical Engineering* 39(12): 2964-2971, Dec.
- Rego EB, Takata T, Tanne K, Tanaka E (2012). Current status of low intensity pulsed ultrasound for dental purposes. *The Open Dentistry Journal* 6(Suppl 1: M3): 220-225, Dec.
- Inubushi T, Tanaka E, Rego EB, Ohtani J, Kawazoe A, Tanne K, Miyauchi M, Takata T (2013). Low-intensity ultrasound stimulation inhibits resorption of the tooth root induced by experimental force application. *Bone* 53(2):497-506, April.
- Nagata K, Nakamura T, Fujiwara S, Tanaka E (2013). Ultrasound modulates the inflammatory response and promotes muscle regeneration in injured muscles. *Annals of Biomedical Engineering* 41(6): 1095-1105, June.