

# 足関節捻挫後の機能的不安定症に対する TENS の効果について

## — フォースプレートによるジャンプ着地時の安定性の検討 —

○吉田 隆紀(よしだ たかき)(PT, AT)<sup>1)</sup>, 谷埜 予士次(PT)<sup>1)</sup>, 増田 研一(MD)<sup>2)</sup>, 鈴木 俊明(PT)<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 関西医療大学 保健医療学部理学療法学科

<sup>2)</sup> 関西医療大学 スポーツ医科学研究センター

### はじめに

足関節捻挫受傷後、何らかの症状が長期にわたり残存している症例は少なくない。足関節捻挫後の足関節不安定性は、構造的な不安定性や機能的な不安定性、さらに両方が混在するケースに分類することが出来る<sup>1)</sup>。足関節の機能的な不安定性を有する場合、固有感覚機能の低下や腓骨筋群の筋収縮遅延化が存在するという報告<sup>2)</sup>がある。今回、近年の末梢神経への長時間の電気刺激によって大脳皮質運動野の興奮性が増大するという報告<sup>3)</sup>に着目した。そこで足関節捻挫後の機能的な不安定性に対しての末梢神経電気刺激療法(以下 TENS)が、ジャンプ着地時安定性向上に関与し、理学療法として効果的であるかを検討する。

### 方 法

対象は大学サッカー部に所属する男子学生7名(平均年齢20.3歳, 平均身長175.1cm, 平均体重64.0kg)である。被験者には、捻挫経験のある全部員から Karlsson ら<sup>4)</sup>の足関節機能的安定性スコアで捻挫の既往がある足部側(以下捻挫側)が80点以下であり、反対側は捻挫側より15点以上(以下非捻挫側)のものを選定した。また左右足関節

の前方引き出しテスト, MSGテストを実施し不安感や疼痛を誘発したものを陽性とし、どちらかのテストが陽性であり構造的な不安定性の疑いがあるものは除外した。

測定方法は、フォースプレート(AMTI)を用いて高さ20cmの台を連続で横向きに飛び越えて片足で着地した時の単位時間あたりの足圧中心軌跡長(以下 COP)を捻挫側の TENS 施行前と施行後において比較した。なお TENS は総腓骨神経に単相矩形波, パルス幅 1ms, バースト周波数 1bps, パルス周波数 10Hz, 刺激強度は感覚閾値レベルの強さ  $4.7 \pm 1.2\text{mA}$  (平均  $\pm$  標準偏差) を 40 分間実施する。電気療法機器にはインテレクトモバイル・スティム(CHATTANOOGA GROUPS 製)を用いて、電気刺激の電極には  $5\text{cm} \times 5\text{cm}$  の粘着パッド式電極を使用した。統計学的検討には、捻挫側と非捻挫側及び末梢神経への TENS の施行前・後の比較を Wilcoxon 検定で実施した。危険率は 5% とした。

### 説明と同意

本研究は、研究目的及び方法を対象者に書面にて説明し、本研究の同意書にサインを貰い同意を得ている。また本研究は、関西医療大学倫理委員会にて承認されている。

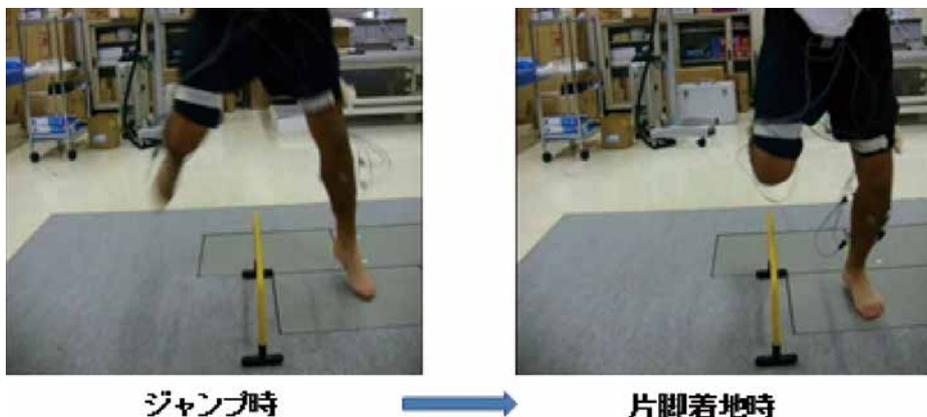


図1. フォースプレートによるジャンプ動作片脚着地時のCOP軌跡長の計測場面

両手を胸の前で組んだ姿勢で高さ20cmの台を連続で横向きに飛び越えて片脚で着地した時の軌跡長を計測した。

## 結 果

TENS前後のジャンプ動作片足着地時における単位時間あたりのCOP軌跡長における変化は、TENS実施前において捻挫側の軌跡長が $24.5 \pm 3.7\text{mm}$ （平均 $\pm$ 標準偏差）であり、非捻挫側軌跡長の $21.0 \pm 2.5\text{mm}$ と比較してジャンプ着地時の単位時間あたりの総軌跡が有意に増加していた。そしてTENS前後の変化としては、捻挫側は治療前の軌跡長 $24.5 \pm 3.7\text{mm}$ から治療後には $20.8 \pm 2.5\text{mm}$ となり、有意に改善した。また捻挫側の治療前後での軌跡長の変化は、X軸は $13.9 \pm 2.3\text{mm}$ から $16.4 \pm 2.3\text{mm}$ と有意な変化は認められなかったが、Y軸は $10.6 \pm 5.4\text{mm}$ から $4.4 \pm 0.5\text{mm}$ と有意に改善した。非捻挫側は治療前の

軌跡長 $21.0 \pm 2.5\text{mm}$ から治療後において、軌跡長 $21.0 \pm 23.0\text{mm}$ となり治療前後で比較して有意な差は認められなかった。

## 考 察

足関節捻挫後の機能的不安定症を有するものは、関節位置覚、腓骨筋の反応時間、姿勢制御機能は低下しているとの報告が多い。しかし、過去の報告では腓骨筋の筋力低下は、一定の見解が得られていない<sup>5)</sup>。

研究の結果より、捻挫側は、非捻挫側と比較してジャンプ着地時の単位時間あたりのCOP軌跡長が有意に増加していた。これは過去の報告と同様に捻挫側が腓骨筋群の反

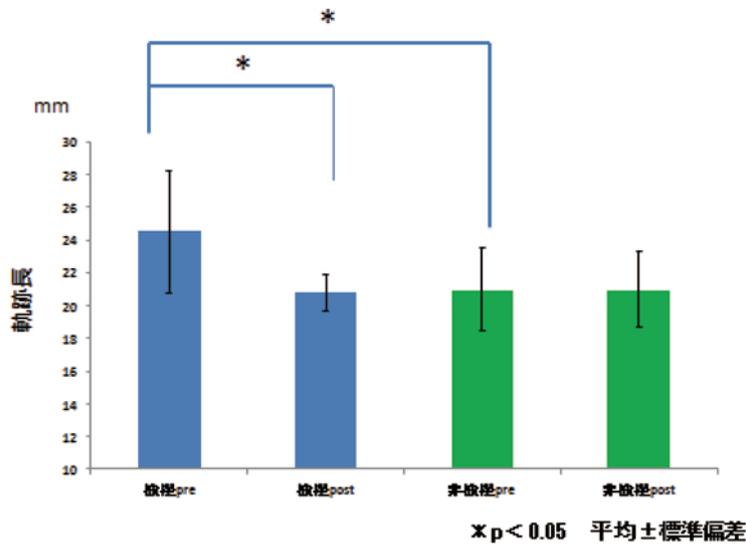


図2. 軌跡長結果①

TENS実施前において、捻挫側の軌跡長が $24.5 \pm 3.7\text{mm}$ であり、非捻挫側軌跡長の $21.0 \pm 2.5\text{mm}$ と比較してジャンプ着地時の単位時間あたりの総軌跡が有意に増加していた。そしてTENS前後の変化としては、捻挫側はTENS前の軌跡長 $24.5 \pm 3.7\text{mm}$ からTENS後には $20.8 \pm 2.5\text{mm}$ となり有意に減少した。

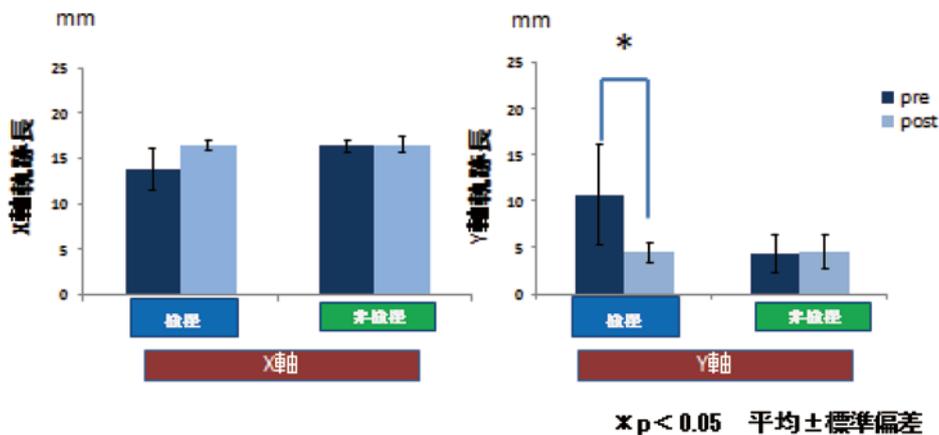


図3. 軌跡長結果② (X-Y軸)

捻挫側のTENS前後での軌跡長の変化は、X軸は $13.9 \pm 2.3\text{mm}$ から $16.4 \pm 2.3\text{mm}$ と有意な変化は認められなかったが、Y軸は $10.6 \pm 5.4\text{mm}$ から $4.4 \pm 0.5\text{mm}$ と有意に減少した。

応時間低下を示唆させる。そして捻挫側によるジャンプ着地時の重心動揺は、TENS後に有意に減少した。これは末梢神経への電気刺激によって大脳皮質運動野の興奮性が増大するというWuら<sup>3)</sup>の報告と同様に総腓骨神経への電気刺激が関連した一次運動野や背側運動野に影響を与え、総腓骨神経支配である長・短腓骨筋などの下腿筋群の反応性を高めた結果であると推察する。さらにX軸（左右方向）とY軸（前後方向）に分けた軌跡長の分析では、捻挫側のX軸での変化は認められないが、Y軸での改善が認められた。これは、ジャンプ動作着地時の捻挫側軌跡長の減少は、前後方向（Y軸）へのCOP軌跡長が有意に減少したことによると考えられる。この理由としては、長・短腓骨筋などの足関節外反筋群の反応性増大が、左右方向（X軸）の安定性向上をもたらし、前後方向（Y軸）への足関節の背屈・底屈運動による代償を減少させたと考えられる。

足関節機能的不安定性は、急性足関節捻挫後の10～30%の割合で生じる<sup>6)</sup>。また足関節捻挫受傷者の80%以上に再受傷がみられたという報告<sup>7)</sup>がある。今回の結果より、急性期における捻挫後の理学療法において、TENSは捻挫

後のスポーツ復帰や再発予防に早期から介入できる手段として、効果的であると考えられた。

#### 参考文献

- 1) Hertel J. Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Med* 2000 ; 29 : 361 - 371
- 2) Mitchell A, J, Dyson R. Biomechanics of ankle instability. *Med Sci Sports Exerc* 2008 ; 40 : 15 - 21
- 3) Wu CW, Geldere P. Enduring representational plasticity after Somatosensory stimulation. *Neuroimage* 2005 ; 27(4) : 872 - 884.
- 4) Karlsson J, Peterson L, Andreasson G, et al. Evaluation of ankle joint function the use of a scoring scale. *The Foot* 1991 ; 1 : 15 - 19
- 5) 佐保泰明. 足関節捻挫の予防プログラムの科学的基礎. 福林徹, 蒲田和芳監修. 東京. 有限会社NAP, 2010, pp 82 - 88
- 6) Peter JW, Trevino SG, Renstrom PA, et al. Chronic ankle instability. *Foot and ankle* 1991 ; 12 : 182 - 191
- 7) Yeung M, Cha KM, So CH, et al. An epidemiological survey on ankle aprain. *Br J Sports Med* 1994 ; 28 : 112 - 116