

## 研究テーマ 多用途TES装置の開発

研究員	半田 康延	東北大学未来科学技術共同研究センター	客員研究員
	市江 雅芳	東北大学大学院医学系研究科	客員研究員
	関 和則	東北大学大学院医学系研究科	客員研究員
	大澤 治章	東北大学大学院医学系研究科	客員研究員
	今井 正三	工藤電機株式会社	企業出向研究員

### 1 フェーズ

#### (1) 研究の概要

多用途TES装置および排尿障害治療装置に共通使用可能なICチップの仕様を検討した。

市販の電気刺激装置を用いて、脳卒中片麻痺および顔面神経麻痺に対するTESの臨床応用を試みた。

多用途TES装置の仕様を検討し、褥瘡予防治療装置およびボディースーツ型電極の試作を行った。

市販の電気刺激装置を用いて、急性期および慢性期の脳卒中片麻痺に対するTESの臨床応用を試みた。

前年度試作した褥瘡予防治療装置を用いて、健常人を被験者に圧センサーによる実験を行った。

多用途TES装置の仕様を検討した

多用途TES用電極の臨床的な検討を行った。

#### (2) 研究の目標

共通ICチップの仕様決定。

多用途TES装置開発の役割分担。

脳卒中片麻痺および顔面神経麻痺に対するTESの臨床応用と効果の確認。

多用途TES装置の試作

急性期および慢性期の脳卒中片麻痺に対するTESの臨床応用と効果の確認。

褥瘡予防治療装置の評価。

多用途TES装置の仕様策定。

#### (3) 実施内容

電気刺激のパルス発生部については、多用途TES装置および排尿障害治療装置に共通なICチップで装置の開発を行うことを確認し、仕様の検討を行った。

市販の電気刺激装置(OG技研製)および2種類の大きさの表面電極を用いて、脳卒中片麻痺患者の麻痺肢に対するTESを試みた。

上記装置を用いて、末梢性の顔面神経麻痺(ラムゼイ・ハント症候群)の難治例に対し、TESを試みた。

多用途TES装置の仕様を検討し、後にパラメータを変更することで容易に四肢のTESに流用できる褥瘡予防治療装置を試作した。また、ボディースーツ型電極の試作も行った。

市販の電気刺激装置(OG技研製)および2種類の大きさの表面電極を用いて、急性期及び慢性期の脳卒中片麻痺患者の麻痺肢に対するTESを試みた。

褥瘡予防治療装置を用いて、健常被験者で圧センサーによる実験を行った。

多用途TES装置および電極の仕様を検討した。

#### (4) 結果

共通ICチップの細部の仕様を検討し、4チャンネルの刺激出力を有し、刺激パルス幅最大300  $\mu$  s ec、刺激周波数5から60Hz で定電圧刺激をできるものとするのが、もっとも汎用的であるとの見解に達した。しかし、新たなICを「設計して製造することに関しては、コストがかかりすぎ危険を伴うことが指摘され、カスタムICの使用の可能性を検討することで一致した。

脳卒中片麻痺へのTESにおいて、大腿部などにある比較的大きな筋に対しては、従来より大きな電極を用いた方が少ない電流で強い筋収縮が得られ、より効果的な刺激が可能であることが判明した。

ステロイドによる治療に反応しない難治性の顔面神経麻痺(ラムゼイ・ハント症候群)の患者4名に対しTESを行った。その結果、数ヶ月ですべての患者で顔面表情筋の麻痺の改善が認められた(図1-a)。筋電図学的にも、自発放電の振幅および発火頻度の著明な増大が認められ、いわゆる干渉波となることが確認された(図1-b)。

多用途TES装置の基本になる装置としての褥瘡予防治療装置につき、基本設計を行い通研電気工業株式会社に発注し開発した(図2-a)。刺激チャンネル数は4チャンネルで、麻痺肢へのTESにも流用できるよう交互刺激ができるよう設計し、刺激周波数などパラメータの一部を可変できるようにした。また、電極の素材を種々検討し、ボディースーツ型電極を試作した。

褥瘡予防治療装置を用いて、マット式圧センサーによる健常人被験者の実験を行った。両側の大殿筋を電気刺激すると、仙骨部の圧が著明に減少することが認められ、仙骨部褥瘡の予防について効果が期待できることが分かった(図2-b)

東北大学医学部附属病院リハビリテーション科に入院した急性期患者についてTESを行ったところ、運動機能改善が通常の回復より良好であり、CT上筋断面積の増大が認められた。また、外来でフォローしている慢性期の脳卒中片麻痺患者および脊髄損傷患者についても、筋断面積の増大や膝関節トルクの増大を認めた(図3)。これらの患者のほとんどが、評価終了後、自費で機器を購入し自宅で治療を継続している。

多用途TES装置の仕様について検討した結果、排尿障害治療装置と同じ基本回路を使用し、刺激パラメータを用途に合わせてホストコンピュータで設定できるよう提案がなされた。しかし、褥瘡予防治療装置や拘縮予防治療装置への応用も含め、パソコンベースのTES装置でパラメータを評価することが提案され、次年度に行うこととなった。

多用途TES用電極については、提供された素材をもとに、ズボンの内部に電極を縫いつけ、外部からベルトで締め付ける方法について、患者の協力のもと臨床的な評価を行った。

TES  
前



TES  
5ヶ月

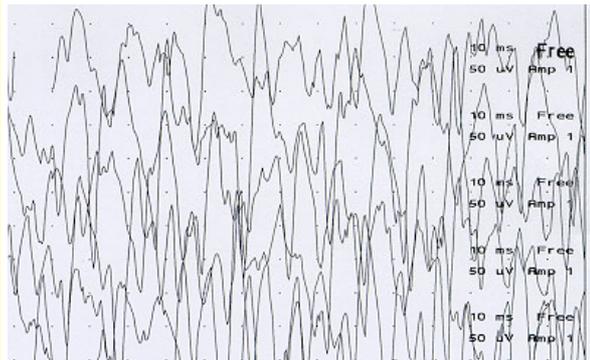
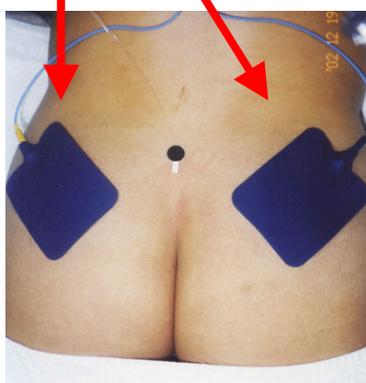
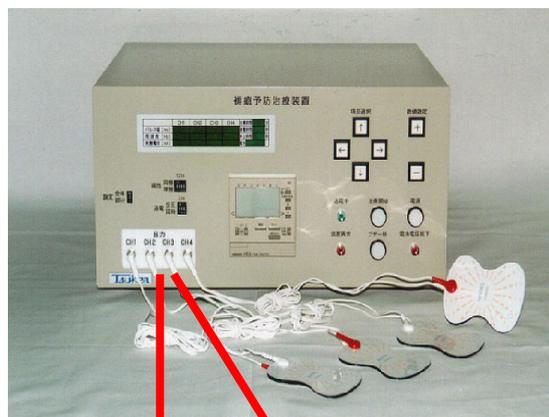


図1 末梢性顔面神経麻痺に対するTESの効果

a) 褥創予防治療装置と大殿筋刺激電極



b) 大殿筋刺激TESによる体圧分散効果

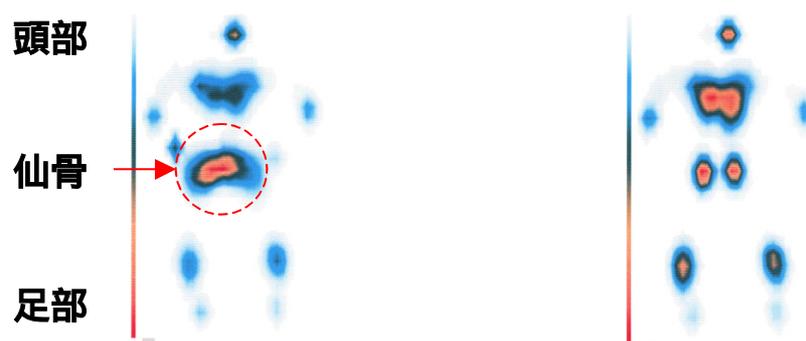


図 2 褥創予防治療用TES装置とその効果

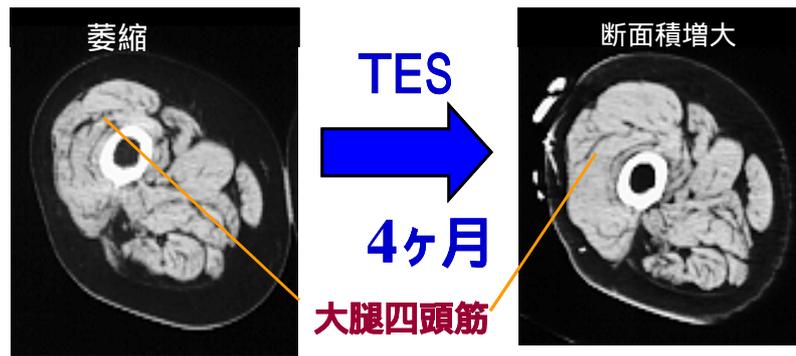


図3 脊髄損傷対麻痺者の大腿四頭筋萎縮に対するTESの効果