

電気刺激を応用したリハビリテーションの新しい波

杏林大学保健学部 内部障害系理学療法学研究室

門馬 博

1. はじめに

電気刺激療法は、リハビリテーション医学において伝統的な物理療法の一つである。電気刺激療法は時代とともにその目的、治療法が大きく変化してきている。本稿では、電気刺激療法に用いられるリハビリテーション機器を目的別に紹介しながら、電気刺激を応用した治療法のトピックスを概説する。

2. 電気刺激療法の目的

従来より電気刺激療法は、主に治療的電気刺激（Therapeutic electrical stimulation ; TES）を用いた痙縮の減弱や筋力の増強を図る治療、および、疼痛に対する治療として鎮痛を目的とした経皮的電気神経刺激（Transcutaneous electrical nerve stimulation ; TENS）として行われてきた。これらの電気刺激療法は、いずれも治療機器において、刺激出力、パルス幅、刺激周波数、刺激時間と休止時間、治療時間などの治療条件を設定して治療に用いられる。

3. 機能的電気刺激

TES は、電気刺激によって神経筋接合部を刺激し、筋収縮を起こすことで痙縮の減弱や筋力の増強を図っていたが、電気刺激によって合目的な筋活動を引き出すという治療法も考案されてきた。このように、身体機能を補うことを目的とした電気刺激を機能的電気刺激（Functional electrical stimulation ; FES）という。例えば、心臓ペースメーカーに用いられる電気刺激は、心臓を拍動させ、体循環を維持するという機能を補うものであるため、FES の一種といえる。リハビリテーションにおいては上肢や下肢の筋活動を補うシステムとして 1961 年の Liberson らの表面電極を用いた FES システムが端緒と言われている。1980 年代に入ると、片麻痺や対麻痺の患者を対象とした経皮型埋め込み電極を用いたシステムが開発され、本邦においてもいくつかのシステムが商品化された経緯がある。

しかし、表面電極を用いたシステムでは複雑な運動の再建は困難であり、埋め込み電極を用いたシステムでは侵襲性が高いといった点が問題となり、その時点で広く普及するには至らなかった。

4. 近年のトピックス

近年では、侵襲性の低い表面電極を用いた、FES リハビリテーション機器が多く開発されており、その治療効果が注目を集めている。代表的なものを以下に紹介する。

【IVES（Integrated Volitional controlled Electrical Stimulation）】

村岡らにより開発された、随意運動介助型電気刺激を用いた治療機器である。製品としてはオージー技研の IVES+、パシフィックサプライの MURO Solution がこれにあたる。脳卒中片麻痺患者に多くみられる上肢の不良肢位（手関節屈曲、手指握りこみ）に対し、総指伸筋や、手関節伸筋の働きを筋電出力に応じてアシストするというのが最も一般的な利用法である。IVES+では筋電検出筋と電気出力筋を分けることができるコードや、歩行の立脚期に足関節背屈を促すことがで



図 1 : IVES+ (左)と IVES (右)

きる歩行センサーなどのオプションが用意され、汎用性が高くなっている。一方、MURO Solution はオプションとして手関節を機能的な肢位（手関節中間位，母指対立位）に保つ装具が用意されており，FES と装具の双方を用いて上肢機能をアシストし，日常での使用を促すといった治療（HANDS 療法；Hybrid Assistive Neuromuscular Dynamic Stimulation Therapy）が行いやすくなっている。



図 2 : MURO Solution

【NESS システム】

NESS システムは Bioness Inc. が製造しているもので，IVES と同様に表面電極を利用した FES 装置である。上肢用の NESS H200 と，下肢用の NESS L300 がある。現在，本邦においてはフランスベッド株式会社が販売，レンタルを行っている。

上肢用の H200 は麻痺を有する患者の手指機能の再建を主目的とし，5 つの表面電極から成る装具型のコンポーネントと，コントロールユニットで構成される。IVES のように筋電に連動する機能は有さないが，5 つの表面電極を用いることで伸展・屈曲の訓練モード，円筒握りモード，鍵握りモードなど，複数の活動パターンを引き出すことができる。また，装具に電極が一体化しているため，一度電極の位置を設定すれば，次回からは装具を着用するだけで適切な位置に刺激電極を貼付することができるという構造が大きな特徴である。これにより，医療・介護施設だけでなく，患者の自宅での利用もより身近なものとなっている。

下肢用の L300 は刺激ユニット付きカフ，コントロールユニット，歩行中の立脚・遊脚相を識別するセンサーから構成される。L300 はフットドロップシステムとも呼ばれているように，センサーによって歩行周期を識別することで，遊脚相における toe clearance を電気刺激によりアシストする機能をもつ。特にプラスチック短下肢装具を用いて歩行している患者が最も良い適応であり，歩行速度の改善，随意性の向上が治療効果として見込まれる。また，L300 も上肢用の H200 と同様に，カフに電極が一体化しているため，一度刺激部位を決定した後は，カフを膝蓋骨に合わせて装着するだけで適切な刺激位置に電極を貼付することができる構造になっている。



図 3 : NESS H200 (左) と NESS L300 (右)

5. 終わりに

これまでに紹介してきた IVES や NESS システムは，リハビリテーション病院を中心に現在普及が進んでいる。しかしながら，患者個人が気軽に購入できる価格のものではないのが現状である。施設側で，新たな治療に取り組んでいる情報の開示・提供や，レンタル制度の充実など，患者にとってこれらの治療機器より近づきやすいものになれば，更に多くの治療効果が期待できるものと考えている。