

2018-8-18作成

参考: Handbook of Sports Medicine and Science 第12章,  
用語(造語): FESrowing=FES漕

## 1 FESの概要

FES; Functional Electrical Stimulation, 機能的電気刺激とは、特定の部位の皮膚に電極パッドを貼り、皮下の対象筋群に微弱の電流を流しその筋肉を収縮させ、運動を起こす技術である。神経損傷などで筋肉を動かせない人の、外的な運動発現・制御の技術として、広く使われている技術である。

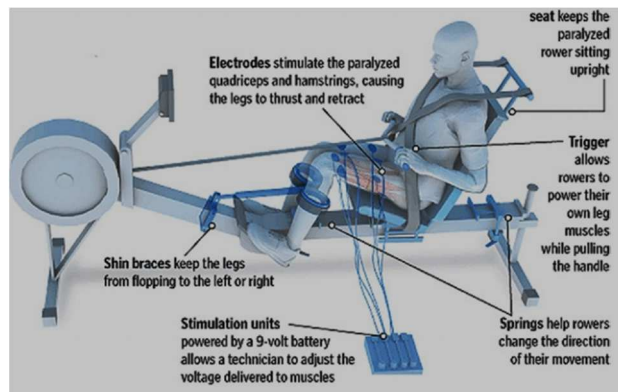
FESロウイング(以下、FES漕)は、脊椎損傷で、脚の運動ができない(PR1, ASクラス)の人に対し、一般的なロウイングエルゴメータに、簡易な改造を施し、脚部に電極を貼り、「本人が」スイッチを押して、腕漕ぎと連動させて、一般的なロウイング動作に近づける手法である。筋肉に過度のストレスを与えない、高度な有酸素運動として採用でき、脊椎損傷者の効果的な健康増進、疾病予防・軽減運動になるとともに、パラロウイングの1種目としても発展しつつある。

## 2 FESロウイングマシン

FESロウイングマシンは、C2のエルゴをベースとし、以下の改造を施す:

- ・シートに背もたれと上体を固定するベルトをつける(注:PR1における固定されたパラシートとは異なり、スライドする)。
- ・脚が左右にぶれないようにブレースをつける。
- ・大腿四頭筋とハムストリングスへの電極パッドと、ハンドルのスイッチ、電源と電気回路を構成する。

これにより、漕手が腕漕ぎの動作に加えて、自身でタイミングを測り、スイッチをいれ、脚の運動を連動させることができる。



図の出典: Aerobic Capacity With Hybrid FES Rowing in Spinal Cord Injury: Comparison With Arms-Only Exercise and Preliminary Findings With Regular Training(J. Andrew Taylor ら, 2011), the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation Vol.3,817-824, September 2011)

## 3 FESロウイングの効果

**心理的効果:** FESロウイングマシンを構築すれば、上体のスイングがない点異なるが、通常のロウイングと似たロウイング動作ができる。それは、「標準に近いトレーニングに参加できる」という心理的利点も大きい。

**FES漕の負荷:** FES漕での最大酸素消費量は、FESサイクリングより明確に多く、FESサイクリングに腕を曲げる運動を組み合わせたハイブリッドFESエクササイズよりわずかに

多かった。別の研究では、ある一定の力でFES漕をすると、同じかそれより弱い力で腕漕ぎをするよりも、容易だと感じると報告されている。つまりFES漕は、大きな筋群を動員することなので、トレーニング量を無理なく増加させ、そして小さな筋群(例えば腕・肩回りの)への負荷・使い過ぎを減らせる。

**肩の筋群の不均衡の軽減:** 長期の車椅子使用者には、肩の筋肉不均衡が起きやすい(ホイールを前に押し出す運動に偏重)。ロウイング動作は、肩の後引筋を訓練できるので、筋群のアンバランスを予防・軽減できる。EMGの研究からも、ロウイング動作の肩まわりの筋群の筋活動パターンが、肩の伸筋、収縮筋のバランスをとる上で効果的であることが確かめられている。

**静脈ポンプの復活:** FES漕で、脚の筋群を動かすことは、静脈ポンプの機能を稼働させ静脈血の戻りを助けることでもある。ある脊髄損傷(T5完全損傷)の人の、心拍数、酸素消費量を、腕漕ぎだけとFES漕で比較した実験では、同程度の力で漕いだ場合に、FES漕のほうが、心拍数が低く、酸素消費量が高かった。これは、FES漕の時、心臓はより多くの酸素を送れていることを意味する。それは、下肢の筋群の静脈ポンプの機能により心拍量が増大できているためである。また、FES漕での酸素消費量が高いことは、大きな筋群に大きなトレーニング負荷をかけられていることを意味する。

### 合併症の軽減

FES漕は、合併症や生活習慣病の軽減効果もある。

**床ずれの軽減:** 脊髄損傷者によく見られる床ずれは、かなり不快感を伴う合併症や二次的な障害のリスクがある。FES漕による筋量の増大が、自前の緩衝材の増量、血流の改善になり、床ずれのリスクを軽減できる。

**生活習慣病の予防・軽減:** また、全体として日常生活における運動量を増やすことで、心臓血管系の病気やⅡ型糖尿病など、いわゆる生活習慣病の予防・軽減の期待も大きい。

## 4 日本でのFESロウイングの発展

日本では、秋田大学工学資源学部機械工学科・巖見(いわみ)武裕先生が、秋田大学医学部附属病院リハビリテーション部、秋田県工業技術センターなどと連携し、FES、FESロウイングについて研究開発をされている。

## 5 FESロウイングの発展

**インドア・ロウイング:** 2004年、英国インドア・ロウイング選手権にFES漕が追加された。2006年、世界大会にも採用された。

**FESによる乗艇:** FES漕を、実際の乗艇で実現しようとする動きもある。

2009年、デビッド・エストラダは、FESのリアルスカリングを実現した。

出典: Hope is a River, David Estrada, Globe Staff / July 12, 2009

