

脊髄損傷者の下肢筋活動電位と関節運動の関係  
～装具歩行時の速度変化による影響～

Relation between leg muscle EMG and kinematics in paraplegic patient:  
Influence of the gait speed during orthotic gait

0130116 鈴木里江 太田裕治

Rie SUZUKI, Yuji OHTA

### 1. 背景

運動は、随意と不随意の2種類に分けられ、後者のうち外部刺激により誘発されるものを反射という。反射は、大脳皮質を経由することなく引き起こされる筋収縮で、運動の最も基本的な型である。特に反射中枢が脊髄にあるものを脊髄反射という。代表的なものに膝蓋腱反射がある (Fig.1)。

脊髄損傷とは、脊髄の断裂により断裂部以下の神経機能を喪失することである。従って脳と末梢間で情報のやり取りができなくなる。つまり脊髄損傷者は自力での歩行が不可能になり、自発的な下肢筋活動が現れなくなる。しかし、これまでの研究から脊髄損傷者による装具歩行において筋活動が出現することがわかっている。このような脊髄を経由する無意識な運動の回路と歩行周期に同調した筋・神経活動は密接な関係にあると言われている。

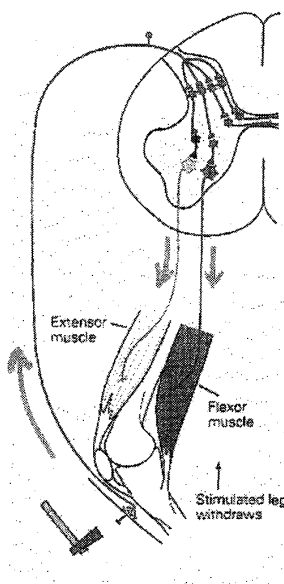


Fig.1 Stretch reflex

### 2. 目的

本研究では、脊髄損傷者の装具歩行の際の速度変化による筋活動電位の違いに着目し、床反力や股関節動作との相関関係について調べることを目的とする。

### 3. 実験方法

#### 3-1. 脊髄損傷者歩行補助装具について

本研究ではイギリスの RSI Steeper 社製の歩行補助装具である ARGO (Advanced Reciprocating Gait Orthosis)を用い歩行解析を行った。外観を Fig.2 に示す。ARGO は胸部・骨盤部を固定する体幹装具と膝・足関節・足底部を固定する足部装具を備えた長下肢装具で、ヒップドライブケーブルが左右の股継手と連結されており、右の股関節が屈曲すれば左は伸展するという特徴を持つ。

#### 3-2. 測定方法

被験者は第11胸髄完全損傷の脊髄損傷者30歳男性1名とした。装具着用状態でトレッドミル上を歩き、歩行が安定した後に1試行30秒として歩行動作並びに筋活動を計測した。速度は1.4, 1.6, 1.8 km/hの3種類とし、各速度において1試行の歩行を実施した。

歩行動作は、被験者に15個のマーカを貼り付け、7台のCCDカメラで撮影し、VICON370を用いて3次元解析した。またヒラメ筋 (SOL)、前脛骨筋 (TA)、内側腓腹筋 (MGAS)、外側腓腹筋 (LGAS)、大腿直筋 (RF)、大腿二頭筋 (BF)の麻痺下肢左右各6箇所の筋活動電位を採取した。さらにトレッドミルの2本のベルトに埋め込まれた床反力計にて左右それぞれの床反力を計測した (Fig.3)。

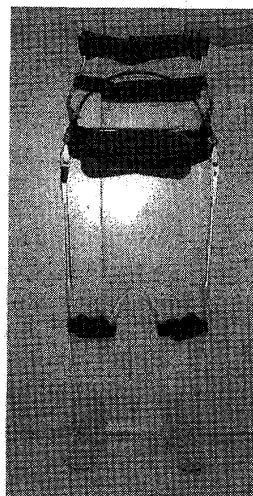


Fig.2 ARGO

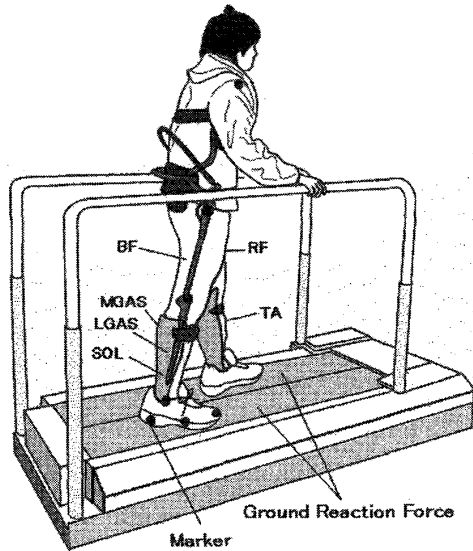


Fig.3 Schematic diagram of gait orthotic experiment

4. 結果と考察

左右脚で同様の傾向が見られたため、以下右脚の結果のみを示す。床反力は二峰性をとり、第一峰は制動力、第二峰は駆動力を示す。両者の変化に大きな差は見られなかった。これはトレッドミル上では速度の変化に対して受動的であったためと考えられる。

次にマーカ位置から足関節・股関節角度と角速度を求めた。まず足関節での底屈時・背屈時、股関節での屈曲時・伸展時の最大角速度と歩行速度を比較した。歩行において股関節の伸展運動は立脚期に相当し、トレッドミル速度に等しいため、トレッドミル速度すなわち歩行速度と伸展角速度は比例した。また屈曲時は遊脚期に相当し、屈曲角速度は歩行速度間で差は現れなかった。使用した装具は左右が連動するため屈曲角速度でも比例すると思われたが、比較した角速度が各相の最大値であったためと変化が現れなかったと考えられる。

次に、足関節の底屈・背屈時の最大角速度と筋活動の相関関係を求めた (Fig.4)。相関係数が1に近いほど相関が強いとみなす。屈曲時では関節周辺の腓腹筋で高い相関が出た。同様に股関節の屈曲・伸展時の最大角速度と筋活動の相関関係を求めたところ、内側腓腹筋、大腿直筋、大腿二頭筋で0.9以上の強い相関が現れた (Fig.5)。内側腓腹筋は相関の出た他の筋より遠くに

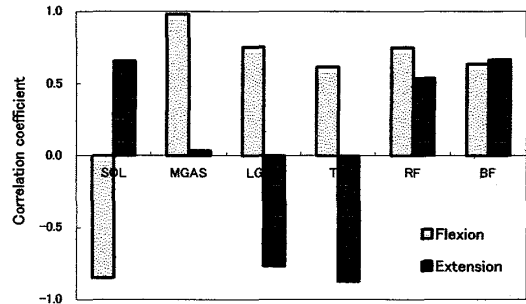


Fig.4 Correlation between EMG and ankle angular velocity

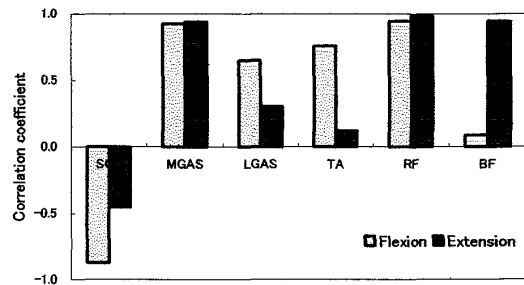


Fig.5 Correlation between EMG and hip angular velocity

位置するにも関わらず股関節と強い相関が出たことから、股関節からのより大きい求心性入力によって、筋が賦活されたといえる。

5. 結論

被験者一人からのデータより、同じ床反力下において股関節では周辺だけでなく他の部位にも強い影響が認められた。従って股関節からの求心性入力は神経活動をより活発にし、また歩行様筋活動の発生に重要だと考えられる。

6. 参考文献

1. Dietz V, Muller R, Colombo G. Locomotor activity in spinal man: significance of afferent input from joint and load receptors. *Brain*, 125, 2626-2634, 2002.
2. Harkema SJ. Neural plasticity after human spinal cord injury: application of locomotor training to the rehabilitation of walking. *Neuroscientist*, Oct; 7(5):455-68, 2001.