階段昇降時の運動機能評価法の研究

○坂本和義、太田大樹（電気通信大学）

The study of evaluation of motor skill during ascending and descending the stairs

Kazuyoshi Sakamoto and Daiki Ota (The University of Electro-Communications)

1. **緒言：**近年特に高齢化の問題が報告されるようになってきた。そのなかで、歩行時の転倒の問題が取り上げられている。従来研究では、床反力計を用いた研究が行われているが、本研究では、階段昇降時における平行機能や下肢筋の機能を研究した。測定項目は、頭頂部に装着した加速度センサーと下肢部の筋電図を主要な項目とし、テレメータ・システムで測定項目を記録した。測定した加速度を衝撃力の評価値と考えると衝撃加速度とした。そして、階段昇降時の衝撃加速度と筋電図を比較し、さらに、両者の相関係数を求めて階段昇降能力を検討した。従来研究では床反力計の設置されている場所で測定が行われており、大がかりな装置は必要としたが、本研究では、装置が小型で、測定場所を選ぶ必要がなく、どこでも測定可能である点が特徴である。

2. **方法：**被験者は健康男性12名（平均年齢24.4才）。使用階段は11段、踏面と蹴上はそれぞれ300mmと165mm。階段昇降速度はメトロノームを用いて一定速度で昇降させた。昇降速度は3種とし、slow、moderate、fast、それぞれ、80、112、144（歩/分）とした。下肢筋筋電図（EMG）と加速度はテレメータシステム（日本光電製）を用いた（図1）。加速度センサーを頭頂部に装着し、重力加速度単位（ $G = 9.8 \text{ Kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ ）で求めた。筋電図測定部位は図2に示した5種の右側の下肢筋とした。衝撃加速度の解析は、加速度波形のピーク値と積分値を求めた。筋電図の解析は整流後の筋電図の積分値を1歩行周期、立脚期、遊脚期においてそれぞれ求めた。さらに、衝撃加速度とEMGとの相関係数を求めた。

3. 結果と考察

3-1 衝撃加速度の結果（図3）：

（1）昇段時の衝撃加速度は、降段時と比較して小さい値を示した。Slow から moderate へは衝撃加速度が上昇したが、moderate から fast へは減少を示した。この結果は、降段速度が増加したことにより膝部と腰部屈曲による緩衝作用が作用したものと考えた。

図1：実験システム

図2：下肢筋の構造と名称

（2）降段時では、昇段時と比較して大きい。これは、体幹と頭部が下肢に対して伸展位となるため、重心が高くなり不安定な姿勢となることが原因と考えられた。また、下肢の関節と筋の緩衝機構が働かない結果であると考えられた。Moderate から fast へで衝撃加速度の変化が無いのは緩衝機構が働いていない

ことを示している。

3-2 筋活動の結果 (図4と図5) :

(1) 昇段時においては、全ての筋のEMGは昇段速度の上昇と共に増加している。この結果は、立脚期で腓腹筋により膝関節の伸展を行い。遊脚期では前脛骨筋による足部の背屈を行っていることに起因している。

(2) 降段時においては、降段速度の上昇と共にEMGは上昇し、ハムストリング以外の全ての筋活動量は各速度間で有意差が見られた。また、大腿部の伸筋群の活動が顕著であった。これは、測定肢の立脚期での遠心性収縮が行われているためであると考えられた。立脚期においては大腿伸筋群が、遊脚期にお

いては腓腹筋の活動が顕著であった。

3-3 衝撃加速度とEMGの相関係数(図6) 両者の相関係数は小さかった。相関係数が0.2以下の場合は、単一の筋活動だけが緩衝作用に参与しているのではなく、それ以外の要因(腰部の屈曲)が関与していることが想定される。一方、相関係数が負で比較的大きな値の場合には、下肢筋活動量が小さい時は衝撃加速度が大きくなり。下肢筋活動量が大きい場合は、衝撃加速度が小さいと考えられる。すなわち、下肢筋群活動が緩衝機能に影響を与える指標として見る事が出来る。昇降速度の影響は、下肢筋の緩衝機構の関与程度に現れた。

図3: 歩行速度を変化させたときの衝撃加速度の変化
【*(5%有意)**(1%有意)N.S.(有意差なし)】

図6: 降段時・衝撃加速度と下肢筋電位の相関係数

図4-1: 昇段時の各筋活動量の変化(立脚期)

図5-1: 降段時の各筋活動量の変化(立脚期)

図4-2: 昇段時の各筋活動量の変化(遊脚期)

図5-2: 降段時の各筋活動量の変化(遊脚期)