

425 手動車いすの走行特性と筋電図

Electromyogram and Running Characteristics of Manual Wheelchair

正 大鍋 寿一 (新潟大工) 正木 昭雄 ((株)インテック)
 ○ 赤川 雄太 (新潟大院) 堀 潤一 (新潟大工)

Hisaichi Ohnabe, Niigata University, Ikarashi, 2 no-tyo, Niigata
 Akio Masaki, Intec Corporation, 2-12-24, motoumakoshi, Niigata
 Yuta Akagawa, Niigata University
 Junichi Hori, Niigata University

Due to the rapid increase in the proportion of elderly people in Japan and the realization of a need for rehabilitation of those who are disabled, the demand for wheelchairs will continue to increase. Research reported here relates to improved designs for wheelchairs, making them safer and more efficient. The relationship between the electromyogram (EMG) of the biceps and triceps and the driving torque at the different grip positions on the hand rim of the wheel, are analyzed for the first 'push' of the wheel on a level plane. We also analyze the relationship between the EMG of the biceps and triceps, driving torque and speed when moving in a straight line on a downward slope that has a tilt.

Key Words : Manual Wheelchair, Dynamic characteristics, Slope , Electromyogram (EMG)

1. はじめに

近年急速に進む高齢化、障害者の社会復帰の増加に伴い、車いすに対する需要も年々増加してくると考えられる。車いす使用者が発揮できる能力は様々であり、それに対応するため使用者のニーズに応じた仕様の車いすの選択、設計が求められている¹⁾。

そこで筆者らは、先に斜面における手動車いすの旋回特性と安定性^{2) 3)}や斜面横切り特性⁴⁾について述べた。ここでは、車いす使用者と車いすの相互関係を理解する上から、平面路をこぎ出す時の上腕二頭筋・上腕三頭筋筋電図波形、駆動トルク波形を元に、ハンドリム把持位置の違いにおける車いす動特性について考察を行う。また、片流れ路面に対して直角に直進走行する場合の、筋電図波形と走行特性の関係について述べる。

2. 計測用車いすシステム

Fig.1 に車いす計測実験のために製作した計測用車いすシステムの概要を示す。筋電図測定装置により筋電図を、車いすの左右後輪部に組み込んだトルクメータ、ロータリエンコーダ(共に共和電業製)により駆動トルク、駆動輪の回転数を計測する。このデータはAD変換機によりパソコンに取り込むことができる。ここで用いる計測用の車いすの重量は約22.8kgであり、後輪径は約55.8cm(22inch)である。なお、後輪車軸はバックレストの延長上にある。

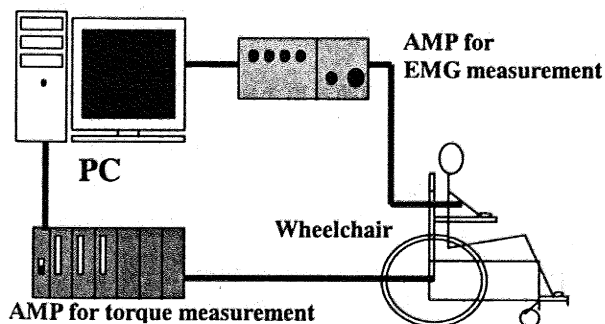


Fig.1 Experimental device system

3. 平面路こぎ出し

3.1 実験方法

平面路でハンドリムの把持位置を変えることによるこぎ出しの違いについて実験を行った。こぎ出しのハンドリム把持位置はハンドリム頂点を基準とし、さらにその位置からハンドリム円周上前後10cmに基準をおく。これら3点を車いす進行方向の後方から i、ii、iiiとし、こぎ出し

の把持位置とする。停止した状態から平面路をそれぞれの把持位置から1回こぎ、右腕上腕二頭筋・上腕三頭筋筋電図振幅、車いす駆動トルクを測定した。これを各把持位置で10回ずつ行った。

ここで筋電測定用電極は表面電極を用いている。配置はそれぞれの被験筋の最大収縮部を挟まず、一方を最大収縮の下方に10mmずらして配置し、もう一方を40mmの間隔を置いて配置した。これは神経支配帯と表面電極との位置関係により、評価パラメータの値の異なることが確認されているためである⁵⁾。ここでは22~38歳の健康な男子3名を被験者とした。

3.2 実験結果及び考察

Fig.2,3,4 にそれぞれ把持位置 i、ii、iiiの、平面路こぎ出し時の右腕上腕二頭筋・上腕三頭筋の筋電図振幅絶対値と駆動トルクの関係を示す。

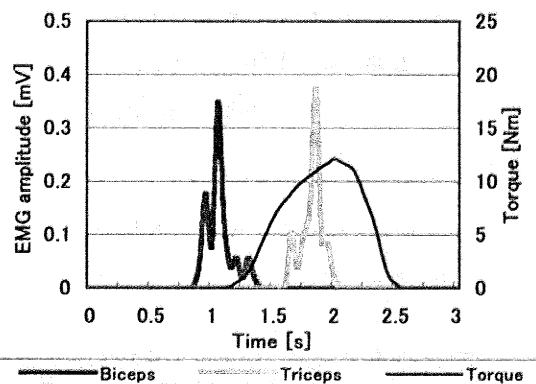


Fig.2 The relationship between EMG and driving torque at position i

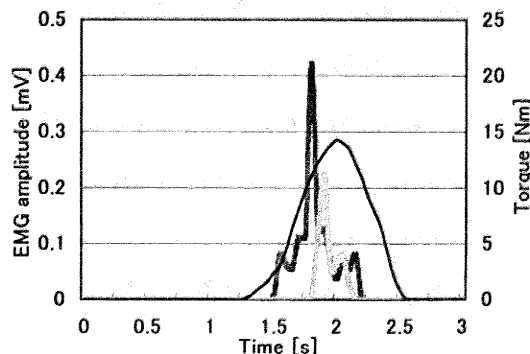


Fig.3 The EMG and driving torque at position ii

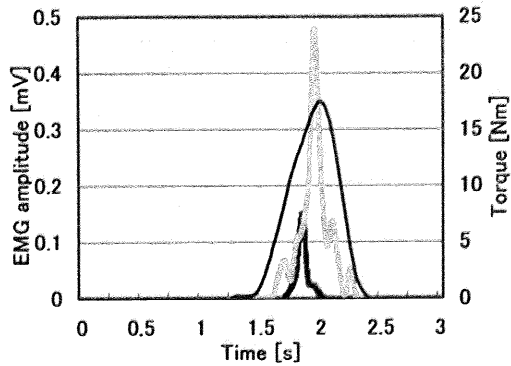


Fig.4 The EMG and driving torque at position iii

把持位置 i の場合は始めにハンドリムを前方に引きだす動作のため上腕二頭筋が働き、その後ハンドリムを押し出す動作の際には上腕三頭筋が主に働いている。一方把持位置を iii にした場合は、ハンドリムを引き出す動作がいらぬために上腕二頭筋の筋活動が少なく、ハンドリムを押し出すための上腕三頭筋の働きが強く見られる。

駆動トルク波形では、把持位置が前になるに従って、トルクの出力時間が短く、鋭い波形を描くようになる。これは把持位置を移動させるに従い、ハンドリム把持時間も変化するためである。把持位置 i ならば瞬間的に強いトルクを加えにくい、把持時間が長く、長時間トルクが加えられる。把持位置 iii ならば把持時間が短いため、短時間しかトルクを加えられない。

4. 片流れ路面横断走行

4.1 実験方法

進行方向の右側に傾斜している片流れ路面を、停止した状態からハンドリム把持位置を i としてこぎ出し、直進するようにもう一度こぐ。このときの傾斜路の谷側になる右腕上腕二頭筋・上腕三頭筋の筋電図と駆動トルクを測定した。片流れ路面の傾斜角は 0 度から 4 度とし、それぞれ 10 回ずつ測定した。被験者は 22 歳の健康な男子である。

4.2 実験結果及び考察

計測した駆動トルク・筋電図から、車いす駆動に必要な力・筋力を知る端的な目安としてトルクピーク値・上腕二頭筋・上腕三頭筋の筋電図振幅ピークの絶対値を採用する。これらの片流れ路面の傾斜角による変化を Fig.5 に示す。

Fig.5 より、2 回目の駆動トルクピーク値はこぎ出しの値よりも小さいことがわかる。特に傾斜角 0 つまり平面路ではこの差は大きい。これは平面路では一旦こぎ出せば、加えるトルクが小さくても一定速度を維持することができるためであり、この時の把持位置は ii、iii となる。しかし片流れ路面の傾斜角が大きくなるにつれ、こぎ出し時のトルクピーク値に 2 回目の値が近づいていき、傾斜角 4 度ではこぎ出しと同程度の値となっている。一方、上腕二頭筋の筋電図振幅ピーク値は 2 回目以降こぎ出しの値よりも大きくなっている。これは片流れ路面を走行する場合、惰行期に路面の傾斜している方向に車いすが流れる現象を防ごうとするためである。これを防ぎ、速度を落とさずに斜面に直角方向に直進するためには 2 回目駆動時でも傾斜路の谷側のハンドリムに加えるトルクをこぎ出しよりも大きくし、しかもすばやくハンドリムをこぎ出さなければならないため、トルクピーク値が大きくなる。そのために上腕二頭筋へかかる負担がこぎ出しよりも大きくなっていると考えられる。

1 度の片流れ路面直進走行時のトルク、スピード、上腕二頭筋・上腕三頭筋筋電図振幅の関係グラフを Fig.6 に示す。

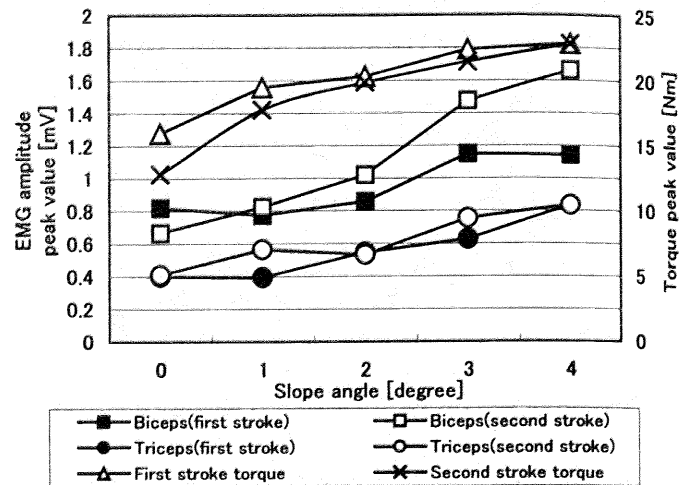


Fig.5 EMG and driving torque peak on the side slope

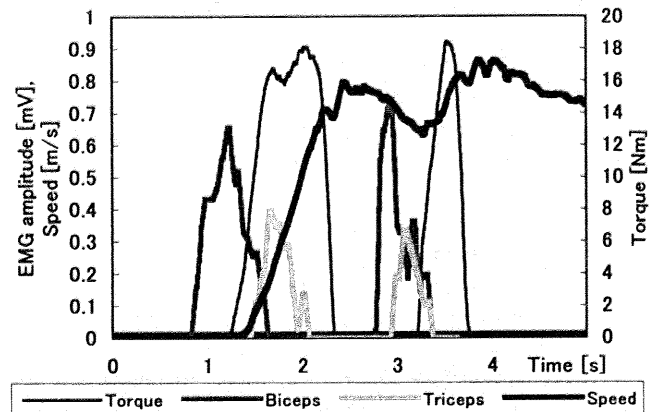


Fig.6 Example of running characteristic of wheelchair on the slope angle 1 degree

5. まとめ

平面路を車いすでこぎ出す場合、ハンドリム把持位置による上腕二頭筋・上腕三頭筋の筋電図振幅、駆動トルクの違いを、また、片流れ路面を直進横切り走行する場合、駆動輪の回転数、駆動トルク、上腕二頭筋・上腕三頭筋の筋電図を測定し、その関係を考察した。これらにより、車いすにとってバリアの一つとなる片流れ路面を直進する場合の走行特性と操縦者の上肢筋電図の関係を明らかにできた。

謝辞

研究を進める上で御助言頂きました新潟大学岡田徳次教授、木竜徹教授、また海上保安大学校水口文洋教授に感謝致します。なお、本研究の一部は、科学研究補助金(基盤研究(B)(1)) No. 12574002 の補助を受けて行われた。

参考文献

- 1) Rory A. Cooper 著, 田中理, 大鍋寿一監訳, 車いすのヒューマンデザイン, 医学書院, 2000
- 2) 大鍋・水口, 斜面における手動車椅子の旋回特性と安定性, 日本機械学会公演論文集(V), (1999), pp.81-82.
- 3) H. Ohnabe, F. Mizuguchi, "Turning Characteristics and Stability of Manual Wheelchairs on a Slope", 23rd Int. Conf. IEEE EMB, Istanbul, Turkey, Oct. 2001 (appear).
- 4) 水口・大鍋, 手動車いすの斜面横切り特性, 日本機械学会講演論文集(V), (2001), pp.81-82.
- 5) 徳永徹, 補綴誌 33, 1989, pp.804-817.