

卒業論文要旨

歩行訓練における座位状態と立位状態の類似性について

～座面高さとは方向別に関して訓練効果の考察～

知能ロボティクス研究室 1170155 宮島 彰利

1. 緒言

本研究室では、手術後や老化により筋力低下し、立位姿勢を維持できない状態となった患者でも早期から歩行訓練が行えないかと考え、座位状態で歩行訓練が可能な座位歩行訓練機を開発している⁽¹⁾。過去に先行研究で筋肉活動状況を筋電図情報の筋放電量で検証してきたが、座位歩行訓練が有効であるか立証が不完全である⁽²⁾。そこで本研究は、座面変化と方向性の観点から時間軸を変化させながら筋肉活動状況を検証する。それには、表面筋電図情報⁽³⁾を利用して筋肉の活動状況を解析し、立位歩行と座位歩行の類似性を明らかにする。

2. 実験内容

開発した座位歩行訓練機を図1に示す。座面には昇降機能あり、昇降範囲は50～60[cm]となっている。また、荷重移動で歩行をアシストする補助モードがある。本実験では、座面の高さの範囲を広く取りたいためや、被験者自身の力で測定したいため、図2に示すような自作したハーネスを取り付けた歩行車を使用した。



Fig. 1 Seat-state walking training robot

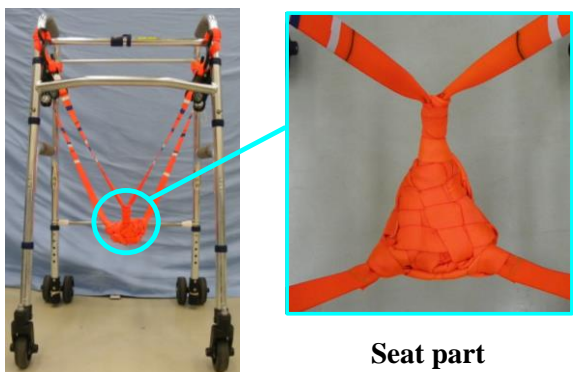


Fig. 2 Walking car installed with a harness

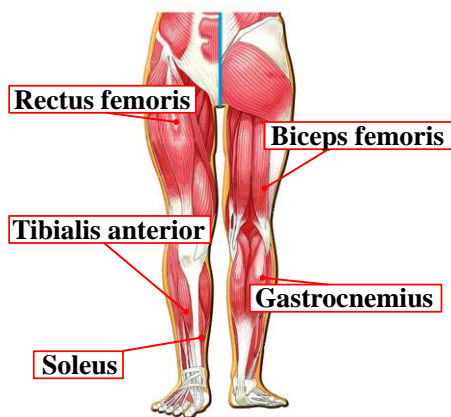


Fig. 3 Measurement position of muscle

被験者として、20代男性3名を対象とした。測定部位は姿勢維持に必要な筋肉の中から右脚下肢筋肉の前脛骨筋、腓腹筋外側頭、ヒラメ筋、大腿直筋、大腿二頭筋を選定した⁽⁴⁾。各筋肉の部位を図3に示す。測定する各高さは膝の角度(45°, 90°135°, 立位)より統一する。今後高さを角度で示していく。被験者の各高さの関係を表1に示す。実験の始めに、各部位の最大努力での筋力[MVC]⁽⁵⁾を測定した。

実験風景を図4に示す。実験タスクは図5に示すような時間で、前後左右の方向に5回ずつ測定した。また、1歩あたりの時間や歩幅を被験者ごとに統一することで歩行のばらつきを低減させた。その時の被験者に課した条件を表2に示す。



Fig. 4 Experimental landscape

筋電図の測定には、無線筋電計 [BTS 社製 FreeEMG1000] を用いた。サンプリング周波数は1000[Hz]である。

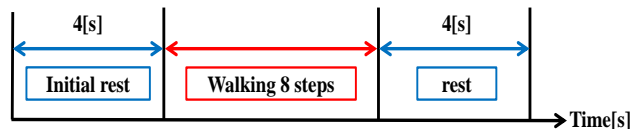


Fig. 5 Experimental tasks

Table 1 Height of the seat related to the angle of the knee

θdeg	Seat height[cm]			
	45°	90°	135°	180°(立位)
Subject A	10	31	58	66
Subject B	6	27	60	67
Subject C	10	31	59	69

Table 2 Condition imposed on each subject

	Duration of one step[s]	Stride (front and back)[cm]	Stride (left and right)[cm]
		Subject A	43
Subject B	1.43	40	28
Subject C		38	37

3. 解析方法

測定したデータを各座面高さの1歩行周期ごとに比較を行い、立位状態と最も類似性が見られた高さの考察を行う。歩行周期は、測定開始と終了の3ステップを除いた歩行が安定している区間(2ステップ)を1歩行周期として切り出すこととした。歩行周期の解析は、1つのデータごとに整流化し、Butterworth low-pass filter を遮断周波数 5[Hz]でかけ平滑化、そして1歩行周期の区間を切り出し、1歩行周期の時間軸を正規化する。測定を5回分行ったため、5回分の1歩行周期のデータを平均した。実験の始めに測定したMVCも同様に処理し、各方向の1歩行周期における筋出力の正規化(%EMG)を行い、時間的な活動位置関係で比較した。以下の式により%EMGを求めた。

$$\%EMG = EMG / MVC \times 100 \quad (1)$$

4. 実験結果

例として、被験者1人の各方向立位と立位に最も近い特徴が見られたグラフを図6, 7, 8, 9に示す。

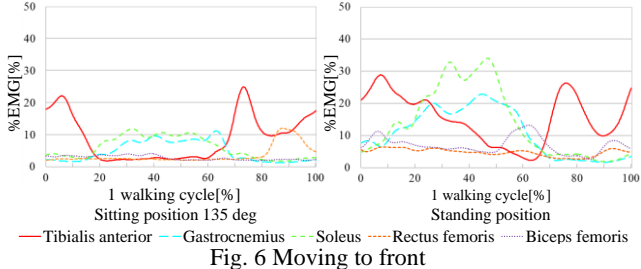


Fig. 6 Moving to front

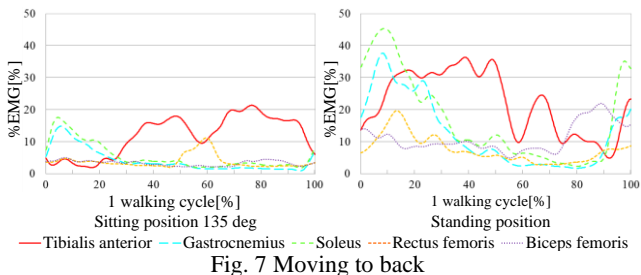


Fig. 7 Moving to back

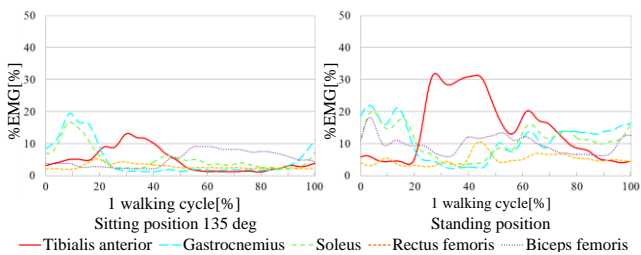


Fig. 8 Moving to left

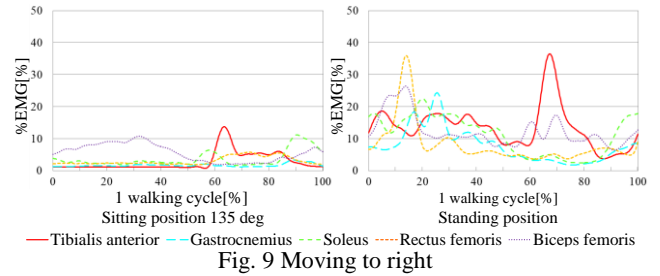


Fig. 9 Moving to right

各方向の前脛骨筋、腓腹筋、ヒラメ筋が座位135°と立位で時間的に類似する特徴が見られた。まず、図6に示すように前方向では、時間軸の20%付近と65%付近で筋活動が移り変わっている。図8の結果により、左方向では、20%付近で筋活動が移り変わっている。右方向では、図9に示すように、85%付近で筋活動が移り変わっている。これは、足部において立位に近い歩行動作が行われていると考えられる。しかし、図7に示している後方向では、筋活動の移り変わりの位置に類似する特徴は得られなかった。これは、立位の場合、後歩行はつま先から先に床に接地するのに対して座位では、足が立位よりも前にくるため、つま先と踵がほぼ同時に床に接地し、各関節の可動が異なり筋活動の位置に違いがでたと考えられる。また、他の被験者でも同様の結果が得られた。

5. 結言

本報告では、立位歩行と座位歩行の類似性を筋肉の活動状況から座面高さや方向別で考察を行った。各方向で立位に最も近い座面高さ135°の時立位と時間的に類似する特徴が見られた。そして、立位に最も近い座面高さ135°で立位に近い歩行動作が行われていることが分かった。これにより、負荷を軽減した座位歩行訓練で立位と同じように訓練が行えると考えられる。今後の展開では、今回解明したことを利用して、正しく歩行できているかの識別プログラムの作成を行おうと考えている。また、周波数での解析も今後使用し、筋の質的評価⁽⁶⁾も行おうと考えている。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 15H03951 とキャノン財団とカシオ科学振興財団の助成を受けたことを記し、感謝を申し上げる。

文献

- (1) 王碩玉, 石田健司, 藤江正克, 新型生活支援ロボット第23回BMFSA年次大会論文集, (2010), pp.22~228
- (2) 吉田 宗基, 座位歩行訓練機を用いた歩行訓練における座面高さの影響, (2010), pp. 1-26
- (3) 酒井医療株式会社「わかる! 表面筋電図」, <http://www.sakaimed.co.jp/special/kinden/kinden06.html>
- (4) 栢森良二: 筋電図のための解剖ガイド「第3版」, 西村書店, (1997), pp. 1-289
- (5) Helen J. Hislop, Dale Avers, Marybeth Brown, 新・徒手筋力検査法原著第9版, 協同医書出版社, (2014), pp. 1-501
- (6) 加藤 浩, 表面筋電位を用いた筋の質的機能評価~股関節疾患患者の歩行障害の特徴と実践的治療戦略~, Japan Laim Corporation, (2012), DVD