卒業論文要旨

立位歩行に対する座位歩行訓練のリハビリ効果の検証

システム工学群
知能ロボティクス研究室　　1190094　高橋　怜士

1.　緒言

本研究室では，立位姿勢を維持できない患者での早期から歩行訓練が行えないかと，座位状態で歩行訓練が行える座位歩行訓練機の開発を行っている(1)．本研究では，立位歩行時と座位歩行時の下肢筋肉の使用度合を検証するために，下肢筋肉の表面筋電位を測定して，筋電位の平均振幅を最大筋力と比較し、リハビリ効果を定量的に解析する．

2.　座位姿勢による歩行訓練の検証

本研究室で開発した座位歩行訓練機を図 1 に示す．座面は 50～60[cm]の昇降が可能である．この歩行訓練機にはオムニホイールという特殊な車輪が使用されており，それによって全方向への移動を可能にしている．

Fig.1 Seat-style walk Training Robot

本実験では，座面高さの範囲を大きく取るため，また，被験者自身の力で歩行した際の筋力の測定を行うために，図 2 に示すようなハーネスを取り付けた歩行器を使用した．

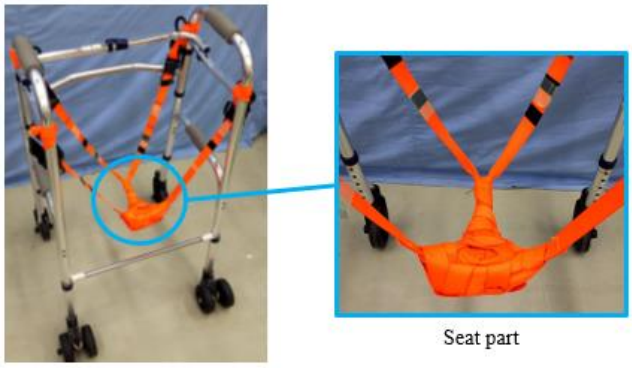

Fig.2 Walking car with a harness

2.1　ハーネス付き歩行器を用いた下肢筋肉使用度合の検証

被験者として，20 代の健康な男性を対象とした．また，測定部位は，立位姿勢を維持するために使われる抗重力筋と歩行時に使われる筋肉のなかから，大腿二頭筋・大腿直筋・腓腹筋・ヒラメ筋・前脛骨筋の 5 つを選定した(2)．各筋肉部位を図 3 に示した．

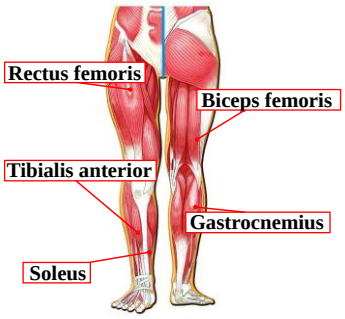

Fig. 3 Measurement position of muscle

本研究では，立位状態に加えて，座位状態での膝角度を 3 パターン(60°, 90°, 135°)で固定した．座面高さは，体格差によって姿勢に違いが出るため，膝角度を固定した．各膝角度の姿勢を図 4 に示す．

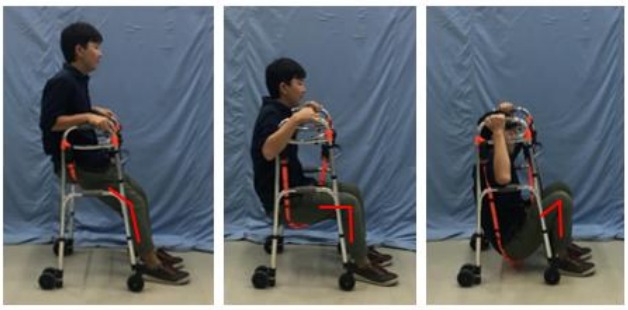

Fig.4 Each knee angle

実験は, 座位歩行の各膝角度と立位歩行で, 前後安静 4 秒, 歩行 8 歩で，前後左右方向に 3 回ずつ測定した．また，随意最大筋力(Maximum Voluntary Contraction 以下 MVC)(3)を徒手筋力検査法(MMT)にて事前に計測した．

筋電信号の測定には，BTS 社のワイヤレス電極式筋電図計測システム FreeEMG1000 を使用した．サンプリング周期は 1[ms]である．

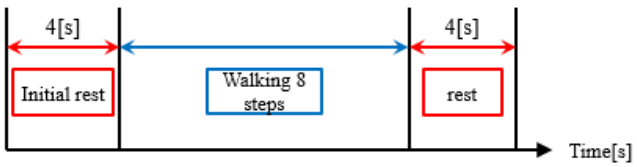

Fig.5 Experimental tasks

2.2　MVC によるデータ解析方法

測定したデータをそのまま振幅計算してしまうと，値がほぼゼロとなってしまうため，整流化を行い，歩行時の区間を加算平均する．測定を 3 回行ったため，3 回分のデータを加算平均した．また，MVC を同様に処理し，各方向の筋出力の正規化(%MVC)を行い，比較した．以下の式により%MVC を求めた．

$$\%\mathrm{MVC} = \frac{\mathrm{EMG}}{\mathrm{MVC}} \times 100 \qquad (1)$$

3. 実験結果と考察

例として，被験者 A の各筋肉の筋肉使用量と座面高さ（膝角度），移動方向をグラフにしたものを図 6，7，8，9，10 に示す．

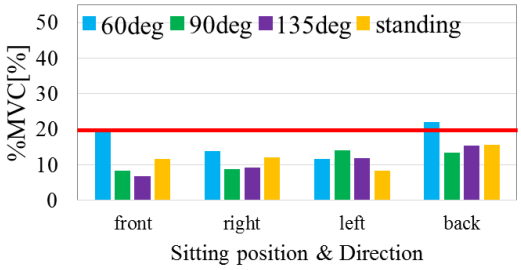

Fig.6 Right rectus femoris

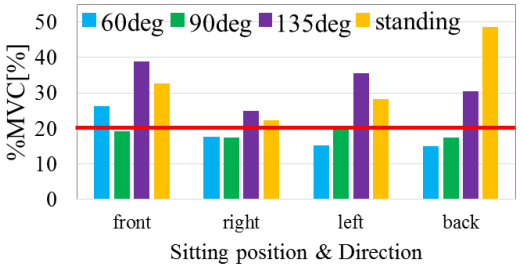

Fig.7 Right biceps femoris caput longus

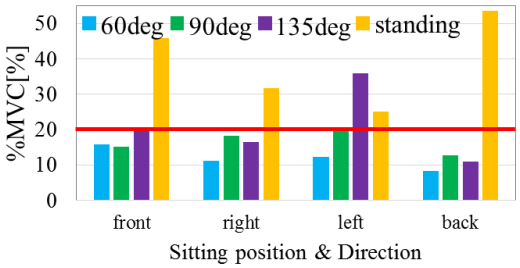

Fig.8 Right soleus

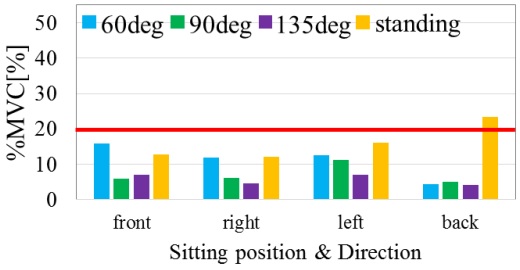

Fig.9 Right gastrocnemius lateralis

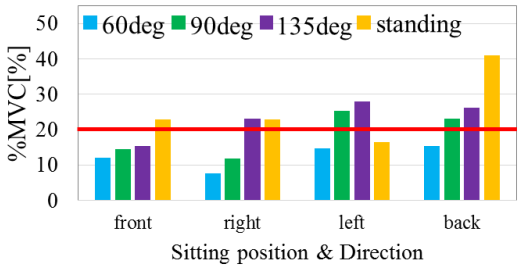

Fig.10 Right tibialis

筋力を維持するためには20～30%の筋力が必要となるため，20%以上使われている部分に注目する(4)．

全体に注目すると，座位歩行時に比べて，立位歩行時の筋肉使用量が大きいことが分かった． しかし，大腿直筋や大腿二頭筋のように，膝角度や方向によっては座位歩行の方が筋肉使用量は20%を超えていることが分かる．その理由の例として， 大腿直筋は脚を付け根から前方へ振る，膝を伸ばす動作でよく使用される部位であり，座位歩行時，特に60° での前後方向の動きでは，脚を大きく前に踏み出す必要があるため，このような結果になったと考えられる． また，左右方向の動きでは，脚を大きく前に踏み出す必要がないため，筋肉使用量が小さくなったと考えられる．

腓腹筋は筋肉使用量が 20%を超えず，筋力維持に必要な筋肉使用量に達しなかった．腓腹筋は，足を踏み出す際などの，足関節の屈折に使用される筋肉である．立位歩行時は足を踏み出す際に使用されるが，座位歩行時は歩行器が前進することで蹴り出す力があまり必要ではないため，筋肉使用量が小さくなったと考える．

4. 結言

本報告では，座位歩行時の各膝角度と立位歩行時の方向別の筋肉使用量を測定，比較した．また，座面高さと方向別で考察を行った．大腿直筋の膝角度 60 度，後ろ方向のように，一部の部位で立位歩行よりも座位歩行の筋肉使用量が大きいことが分かった．このことから，部位によっては座位歩行訓練での方が効果的に下肢筋肉を鍛えることができるということが分かった．

以上のことから，座位歩行訓練は一部の部位では有効であると考えられる．

今後の展開として，全ての部位で筋肉使用量が 30%を超える座位歩行での訓練方法の模索を行っていこうと考えています．また，本報告では被験者が 20 代男性のみだったため，高齢者の方などに協力していただき，本報告の検証を行おうと考えている．

5. 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．

参考文献

(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) 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
(3) 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
(4) 福岡県介護予防支援センター 北九州ブロック:高齢者の運動におけるリスク管理， http://www.kb-kaigoyobou.or.jp/report19-1.pdf
(5) 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