

表面筋電位計測による歩行動作支援装置の解析と評価

Analysis and evaluation of walking support device by measuring surface myoelectric potential

○稲元優（金沢工業大学） 伊藤栄大（金沢工業大学） 鈴木亮一（金沢工業大学）

河合宏之（金沢工業大学） 石原義之（東芝）

Yu INAMOTO, Kanazawa Institute of Technology

Eidai ITO, Kanazawa Institute of Technology

Ryoichi SUZUKI, Kanazawa Institute of Technology

Hiroyuki KAWAI, Kanazawa Institute of Technology

Yoshiyuki Ishihara, TOSHIBA

Abstract: Walking movement is our basic motion in daily life. To assist the walking motion for improving the quality of life is an important issue. The purpose of this study is to develop a walking support device for elderly people with muscle weakness. To evaluate the effectiveness of the developed walking support device, surface myoelectric potential of subject's vastus lateralis and tibialis anterior muscle have been measured during walking movement. The amount of muscle activity has been decreased when the subject has moved with a posture of half bending at the waist.

Key Words: Walking support device, Surface myoelectric potential, Quality of life

1. 緒言

歩行動作は日常生活の基本動作であり，自立歩行を効果的に支援する機器開発は重要な課題である⁽¹⁾⁽²⁾．本研究の目的は，脚力が低下した人や高齢者などの運動機能の低下を防ぎ，活動の場を広げる歩行動作支援装置を開発することにある．そこで，支援装置を装着して平地歩行と階段歩行時の外側広筋と前脛骨筋の筋電位を測定するとともに，大腿部の振り上げ角度と歩幅を観測し，提案する支援装置の有効性を解析する．また，下肢に負荷が掛かる前傾姿勢で平地歩行をした場合の筋活動量について解析する．

2. 歩行動作支援装置と実験方法

2.1 歩行動作支援装置と筋電位計測箇所

本支援装置は歩行時の大腿部の振り上げを支援する装置であり，Fig. 1のように装着し使用する．制御回路及び電源等は背中への鞆に収めてあり，操作用のスイッチ，非常停止スイッチは支援装置の横に設置されている．

歩行時の表面筋電位は Fig. 1 に示す，左右の大腿部の外側広筋，下肢部の前脛骨筋の 4 箇所とした．支援装置を装着して表面筋電位を計測できる部位に限りがあったため，今回の実験においてはこれら 2 箇所の筋肉に限定した．表面筋電位の計測には，原田電子工業株式会社の積分筋電位計（時定数 0.15[s]，増幅度 1000 倍）を使用した．

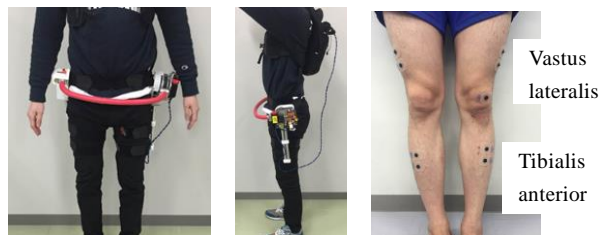


Fig. 1 Overview of walking support device and measurement points of surface myoelectric potential



Fig. 2 Experimental setup on flat area

2.2 実験方法

歩行実験は Fig. 2 に示す平地で行った．平面上を約 10メートル歩行したときの表面筋電位を計測した．床面にひかれている黒線は，歩幅の比較を行う際の目印であり，被験者は歩きやすい歩幅で自然に歩行した．

被験者は 20 代 2 名と 40 代 1 名の 3 名の健常者とした．実験内容とデータの取り扱いについて十分に説明し，実験に係わる理解を得た．

3. 実験結果

3.1 装置使用時の歩幅の観察

Fig. 3 に支援装置使用時と使用なし場合の歩行の様子を比較して示す．歩行動作支援装置を使用すると，僅かではあるが太腿が上がり，歩幅が広がっていることが写真より読み取れる．本支援装置が大腿部の振り上げを支援していることがわかる．いずれの被験者も本支援装置を装着して歩行した場合「足が軽くなり楽な歩行ができる」と評価をした．

3.2 平地歩行時の表面筋電位の評価

本支援装置を装着して平地歩行したときの，2 名の被験者 (Fig. 4 と Fig. 5) の積分筋電位を比較する．青色の線が支援装置なしの自然な歩行をしたときの積分筋電位，赤色の線が支援装置による歩行動作アシストがある場合の積分筋電位である．



Fig. 3 Observations of step size with walking support device

上段が前脛骨筋，下段が外側広筋の実験結果である。Fig. 4に示される被験者の外側広筋の筋電位データに着目すると，動作支援装置を装着した場合（赤色）の方が，装着しない場合（青色）より筋電位の値が小さくなっている。この結果より，動作支援装置のアシスト効果が現れているように見えるものの，Fig. 5に示す被験者の結果には，支援装置使用の有無による筋電位の値に相違はみられない。また，階段昇降時の評価実験の際にも，同様の結果が見られた。

この理由として，健常者は装置装着時も自分が歩行しやすいようにバランスをとり，必要最小のエネルギーで歩行をしていると考えられる。また，歩行動作を生成する筋肉は腸腰筋群にも依存する⁽³⁾ことから，別の観点から表面筋電位との関連について，今後解析を進めていく。

3.3 前傾姿勢をとった場合の表面筋電位の評価

被験者に前傾姿勢（腰が少し曲がった高齢者のように重心位置を前方に移動した姿勢）をとらせ平地歩行をした場合の，積分筋電位の値を比較した。支援装置を装着しない場合の平地歩行（青色の線），装置を装着した場合の歩行（赤色の線），装置を装着してさらにアシスト力を上げた場合（緑色の線）の3つの積分筋電位の値を比較した。

Fig. 6より，前脛骨筋の筋電位の値は僅かであるが減少していることがわかる。また，支援装置の使用時の外側広筋の筋電位の値は減少しており，アシスト力を高めた場合にはさらに減少することが実験結果より読み取れる。実験結果より，前傾姿勢をとる高齢者や，脚力が弱って太腿の振り上げができない高齢者が本支援装置を使用する場合には，アシスト効果が得られると考えられる。このことについては，更なる実験検証と考察が必要である。

4. 結言

本研究では，歩行動作を支援する歩行動作支援装置の支援効果を実験により確認するため，歩行時の表面筋電位を計測し動作支援装置の有無による積分筋電位の大小を比較した。平地歩行において動作支援装置を装着した場合とそうでない場合の積分筋電位の値に明確な違いは見られなかったものの，前傾姿勢をとって歩行をした場合には，動作

支援装置を装着した場合の外側広筋の積分筋電位の値が減少することが確認できた。本支援装置は，大腿部の振り上げを支援するものであるが，その支援効果が現れていると考えられる。

また，歩幅の観察結果により，本支援装置を使用することによって太腿が上がることで，歩幅が広がることで，歩行のテンポが改善されることも分かった。このことから，歩行動作を支援する機能を有すると云える。

今後継続的に実験検証を進め，有用な歩行動作支援装置の開発研究を進めていく。

参考文献

- (1) 田中英一郎他，脚部非固定式歩行補助機の開発と筋電による補助効果の検討，日本機械学会論文集（C編），Vol. 77, 775, pp. 1119-1132, 2011.
- (2) 浅川育世他7名，歩行能力障害者に対するロボットスーツHALの初回装着時効果，理学療法科学，Vol. 28, No. 2, pp. 221-225, 2013.
- (3) 長谷川真紀子，ヒト腸腰筋の筋繊維構成について，昭和医学会雑誌，Vol.47, No.6, pp833-842, 1987

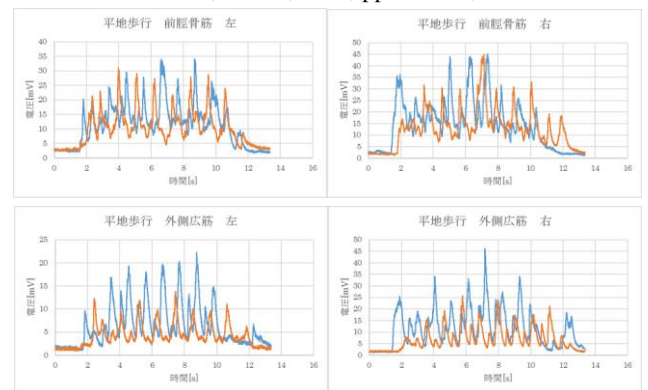


Fig. 4 Integrated muscle potential: healthy male in his twenties

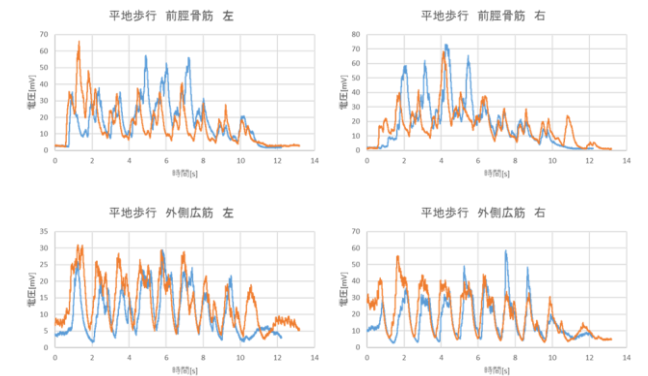


Fig. 5 Integrated muscle potential: healthy male in his forties

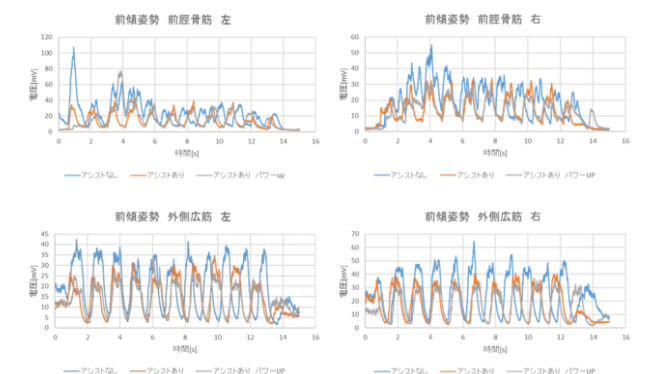


Fig. 6 Integrated muscle potential on posture of bending at waist