

平成 21 年 4 月 1 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19700472
 研究課題名 (和文)：油圧制動機構付装具による脳卒中片麻痺患者に対する歩行トレーニングの開発
 研究課題名 (英文)：development of gait training by using ankle foot orthosis in adults after stroke.
 研究代表者
 大畑 光司 (OHATA KOJI)
 京都大学・医学研究科・講師
 研究者番号：30300320

研究成果の概要：

片麻痺患者の歩行には、同年齢の筋力の 20%程度しかない底屈筋及び背屈筋の筋力低下が大きく影響を及ぼしている。足関節の筋力低下は、立脚期に過度の下腿の前傾や後傾を生じさせるため、片麻痺患者の歩行中の膝関節角度に影響し、歩行効率を低下させる。したがって、下腿筋の筋力低下は歩行速度の回復を阻む重要な原因となっているのではないかと推測される。これに対して、下腿の支持性を下肢装具が補償できれば、歩行機能回復の促進に有効となる可能性がある。本研究の目的の一つめは、歩行中の前脛骨筋の機能である踵接地時の遠心性収縮を油圧制動装具で補償することにより、片麻痺患者の歩行にどの程度の歩行速度の変化を起こせるかを明確にすることである。さらに、二つめの目的として、油圧制動装具を効果的に使用するために必要な運動機能をトレーニングによって改善させることができるかを無作為割付による対照試験で明らかにすることである。油圧制動装具は片麻痺患者の歩行速度を 15-20%程度増加させることが可能であった。この装具による歩行速度への利得は、装具使用により歩行中の腓腹筋筋活動量増加させることができるものにおいて顕著であり、底屈筋の筋力をよりよく発揮できることが重要であると考えられた。この結果を受けて、油圧制動装具を使用している片麻痺患者に対して 2 週間の自重負荷による下肢筋力トレーニングを行い、ストレッチのみを行った対照群と比較した場合のトレーニング前後の変化を調べた。その結果、対照群では変化を認めなかったにもかかわらず、筋力トレーニング群において足関節底屈筋力が有意に増加し、装具無しでの快適歩行速度、Timed up and go test の有意な増加を認めた。本研究の結果から、油圧制動装具を使用してトレーニングを行うことにより、片麻痺患者の歩行機能を向上させることができることが示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2800,000	0	2800,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	150,000	3,450,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：脳卒中後片麻痺,装具,筋力トレーニング,歩行,油圧制動,機能回復,無作為対照試験,筋電図

1. 研究開始当初の背景

平成 14 年度厚生労働省患者調査によると脳血管障害の患者数は 137 万人に達し,高齢者医療費に占める割合は 11%にのぼるとされる.特に平成 13 年国民生活基礎調査の概況によると要介護(寝たきりを含む)になった主な原因の一位に挙げられており,後遺障害を少なくするためにもリハビリテーション領域の研究にかかる期待は大きい.

脳卒中片麻痺患者の歩行機能回復のために,最も重要となる運動学的特性とは何であろうか.この問いに答えるために多くの運動学的研究がなされている.発症早期の片麻痺歩行に対する詳細な運動解析を行った研究として“Gait pattern in the early recovery period after stroke.” De Quervain IA, Simon SR, Leurgans S, Pease WS, McAllister D. J Bone Joint Surg Am. 78(10):1506-1514. (1996) がある.特徴的な片麻痺歩行は主に歩行速度が遅い患者(通常の歩行速度の 20%未満)で認められ,歩容の特徴として以下のような点が代表的であったとしている.

1) Extension thrust pattern 麻痺側立脚期に膝が過剰に伸展する歩行.

2) Buckling knee pattern 麻痺側立脚期に膝が屈曲する歩行

このような分類は,別のグループによる,発症早期と 6 ヶ月後の歩容の分類を行った研究である“Use of cluster analysis for gait pattern classification of patients in the early and late recovery phases following stroke.” Mulroy S, Gronley J, Weiss W, Newsam C, Perry J. Gait Posture. 18(1):114-25. (2003) でも同様であり,片麻痺歩行の普遍的な特徴であると考えられる.

Extension thrust pattern および Buckling knee pattern を示す患者の運動学的特徴としては,足関節底屈筋及び背屈筋の最大筋力が発症 6 ヶ月後の時点でも同年齢の筋力 20%程度しかなく,歩行中に生じる筋活動も非常に小さいとしている.このような下腿筋の筋力低下や筋活動低下が,歩行中の下腿の支持性を低下させ,歩行速度の回復

を阻む重要な原因となっているのではないかと推測できる.つまり,特徴的な歩容の異常が生じた場合の下腿の支持性を下肢装具で補償できれば,歩行機能回復を促進することができる可能性がある.

本研究の最終的な目的は「歩行機能回復を促進する下肢装具の開発」である.従来,片麻痺患者に対する装具は,脳損傷からの機能回復が得られない場合に,運動障害を補助することを目的に使用されてきた.現在,片麻痺患者に対して使用される装具はプラスチック装具が主流であるが,足関節が固定されているため,足関節の筋力の改善や筋活動開始のタイミングの再学習などは行えない.

これに対して近年開発された,底屈制動機能付短下肢装具(以下底屈制動装具)は片麻痺患者の下腿部の支持性を油圧式あるいは可塑性のプラスチック継ぎ手を用いて補助することを目的として作成されている.特に油圧式制御では,油圧により発生する力を変化させることができる.このため装具が補助する足関節トルクを段階的に変化させ,足関節筋力の改善や再学習に役立てることが可能であると考えられる.

Functional MRI を用いた研究である“Ankle dorsiflexion as an fMRI paradigm to assay motor control for walking during rehabilitation.” Dobkin BH, Firestone A, West M, Saremi K, Woods R. Neuroimage. 23(1):370-381. (2004) は,歩行における足関節の運動の反復は運動皮質の再組織化を促すことができることを示唆している.このことから油圧式制御装具を用いた歩行によっても皮質の再組織化による運動回復を促進する可能性がある.しかし,現在の油圧式制御装具の制動方向は底屈方向のみである上に,歩容の力学的特性に合わせた制動力の設定の基準なども明確ではない.

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の2点である。

- 1) 歩容の力学的特性に合わせた油圧式制動設定の明確化
- 2) 油圧式制動装具使用による歩行に関する基礎的能力の改善効果の検証

3. 研究の方法

(1) 油圧制動装具の油圧抵抗モーメントの定量化

【目的】各種歩行条件による油圧制動装具の足継ぎ手にかかるトルクを算出する。

【方法】対象は脳卒中片麻痺者14名(平均年齢53.5±12.3歳)および健常成人14名(平均年齢50.9±9.2歳)とした。2種類の歩行速度(快適歩行速度:CWS,最速歩行速度:MWS)における前脛骨筋,ヒラメ筋,下腿三頭筋の筋電図(Naraxon社製Telemetry2400)を計測し,同時に足継ぎ手にかかるトルクを継ぎ手センサー付下肢装具により測定した。また,片麻痺者では歩行機能の評価として装具なしと装具ありの条件における10m歩行時間と歩数, Timed Up And Go testを行った。

(2) 片麻痺歩行に対する油圧制動装具を用いたトレーニング効果

【目的】片麻痺歩行に対する油圧制動装具を用いた歩行トレーニングの無作為対照試験による効果の検討。

【方法】脳卒中片麻痺者22名(平均年齢51.0±11.2歳)を無作為にトレーニング群とコントロール群に分類し,介入前後の変化を調べた。効果の測定には,10m歩行時間と歩数, Timed Up And Go test, 2種類の歩行速度(快適歩行速度:CWS,最速歩行速度:MWS)における前脛骨筋,ヒラメ筋,下腿三頭筋の筋電図(Naraxon社製Telemetry2400),および足継ぎ手にかかるトルクを継ぎ手センサー付下肢装具による測定を行った。

4. 研究成果

(1) トルクを継ぎ手センサー付下肢装具により,油圧制動装具の油圧抵抗モーメントの定量化が可能であった。健常者の油圧制動装具の足継ぎ手に加わるトルクは, Loading Response における First Peak と Pre-swing の Second Peak の2つの時期に生じていた。脳卒中後片麻痺患者では First Peak は生じていたが, Second Peak が生じていなかった。筋電図解析の結果,脳卒中後片麻痺者では,健常者で見られる前脛骨筋の踵接地時の筋活動 Peak や立脚中期の下腿三頭筋の筋活動 Peak が認められなかった。

また,油圧制動装具は片麻痺患者の歩行速度を15-20%程度増加させることが可能であった。この装具による歩行速度への利得は,装具使用により歩行中の腓腹筋活動量増加させることができるものにおいて顕著であり,底屈筋の筋力をよりよく発揮できることが重要であると考えられた。

(2) コントロール群では変化を認めなかったにもかかわらず,トレーニング群において足関節底屈筋力が有意に増加し,装具無しでの快適歩行速度, Timed up and go test の有意な増加を認めた。本研究の結果から,油圧制動装具を使用してトレーニングを行うことにより,片麻痺患者の歩行機能を向上させ,装具を使用していない状態での歩行速度にも影響を与えられることが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者,研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計1件)

①大畑光司,他:立脚中期の底屈筋活動と立脚後期の底屈トルクとの関係 - 歩行速度による Stretch Shortening Cycle 関連因子の変化-,第20回日本バイオメカニクス学会。

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大畑 光司 (OHATA KOJI)
京都大学・医学研究科・講師
研究者番号：30300320

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

