

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：33916

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K17695

研究課題名(和文)脳卒中片麻痺者における歩行阻害因子の定量的評価法の開発

研究課題名(英文)Development of a quantitative evaluation of the factors associated with a difficulty of walking in hemiplegic patients

研究代表者

松田 文浩(Matsuda, Fumihiro)

藤田医科大学・保健学研究科・講師

研究者番号：30646998

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、片麻痺者の歩行阻害因子を定量的に評価する方法を開発することである。歩行時麻痺側遊脚相に求められる足掌上機能、麻痺側立脚相に求められる体重支持機能を測るための指標値を作成し、それらの妥当性を検討した。その結果、立位にて麻痺足を挙上した際の下肢短縮量が、麻痺の重症度や歩行速度、歩行時の麻痺側下肢短縮量と有意な相関を示した。また、非麻痺足挙上時の骨盤の動揺を表す指標値が、麻痺の重症度や歩行速度、麻痺側立脚機能を表す時間・距離因子と有意な相関を示した。本研究によって、歩行に求められる主な機能の定量的評価が可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

歩行に求められる機能を立位課題から評価できることによって、歩行困難な患者の問題点を客観的に捉えることが可能となった。客観的評価に基づいて早期より介入できれば、効率的な歩行障害の改善につながる。多くの患者のQuality of Lifeを向上させるとともに、介護者の負担軽減に貢献できる可能性があり、社会的意義は大きい。また、近年開発されているリハビリテーションロボット等を用いた新しい介入方法の効果判定にも利用できるため、学術的にも有意義である。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to develop a quantitative evaluation of the factors that inhibit the gait in hemiplegic patients. The study prepared and examined the validity of indexes for measuring the foot lift function that is required in the swing phase of the gait as well as the weight support function that is required in the stance phase. The degree of limb shortening when the paretic foot was raised in a standing position significantly correlated with the severity of paralysis, walking speed, and the amount of limb shortening on the paretic side during the gait. Additionally, the index value indicating pelvic sway when the non-paretic foot was raised showed a significant correlation with the severity of the paralysis, walking speed, and the temporal-distance factors indicating the weight support function or propulsive force. This study made it possible to quantitatively evaluate the main functions required in a gait.

研究分野：リハビリテーション医学，理学療法

キーワード：脳卒中 片麻痺 歩行 定量的

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

脳卒中は、我が国において高齢者の寝たきり原因の第1位であり、リハビリテーション医療の対象として重要な位置を占めている。脳卒中患者の多くは麻痺や痙縮によって歩行障害を呈する。寝たきりを免れ歩行を獲得したとしても、歩行速度が遅い、転倒の危険が大きい、等の理由から入院中に実用的な状態に至らない場合も多く、より効率的・効果的なリハビリテーションの提供が課題である。近年、リハビリテーションロボットや電気刺激、磁気刺激といった新しい介入方法が開発され、実用化されつつある。多様化している介入方法の効果をより正確に理解するためには、客観的な手法を用いることが望ましい。歩行分析には数多くの質の高い先行研究が存在し、高精度の三次元動作分析装置の使用によって、脳卒中後の片麻痺歩行のパターンは詳細に検討がなされている。また、臨床に親和性の高い分析手法も開発されており、客観的な歩行分析が臨床でも活用され始めている。

しかし、機器を用いた歩行分析の対象となるのは、連続して下肢を振り出し、歩くことが可能な者のみである。リハビリテーション医療の現場においては、立位保持は可能であるものの下肢の振り出しや単脚での体重支持に介助を要し、独力では歩行できない患者が多く存在する。このような患者は、機器を用いた歩行分析の対象外となり、視診に頼った動作分析や、痙縮・筋力など臥位や座位での機能評価の結果から、歩行獲得に向けた治療を計画されているのが現状である。独力での歩行の可否は、自宅復帰を含め、本人および家族のその後の生活様式を左右する重要な問題である。すでに歩行可能となった患者の歩行を改善する目的だけでなく、歩行困難な患者の動きをより客観的・定量的に評価し、歩行を妨げている要因を明らかにする評価法を作成することができれば、歩行獲得に向けた介入の効率が高まり、より多くの患者のより良い機能的な帰結に貢献できると考えた。

2. 研究の目的

上記の研究背景に基づき、本研究では、歩行困難な脳卒中片麻痺患者の運動を三次元動作分析によって客観的に評価し、歩行時に求められる機能を指標値として定量化する方法を開発することを目的とした。臨床応用を見据え、簡易的な設備と最小限の計測課題で実施可能な評価法の開発を目指した。

3. 研究の方法

本研究では、主に以下の点について検討を行い、新しい評価法の開発を試みた。

- (1) 適切な計測方法および計測課題の策定
- (2) 指標値の作成
- (3) 指標値の妥当性検討

(1) 適切な計測方法および計測課題の策定

計測方法については、将来的な臨床応用を見据えた効果的なカメラ配置等を検討した。また、計測課題としては、独力での歩行が困難な患者を対象とすることを想定し、理解しやすく短時間で遂行できることを重視して検討した。その結果、計測方法を以下のように定めた。なお、1回の計測は準備を含め15分程度で実施可能であり、実用的あることが確認できた。計測方法：対象者の身体に計12個のカラーマーカ（両側の肩峰、腸骨稜、股関節、膝関節外側上顆、外果、第5中足骨頭）を貼付する。計測課題を実施させ、三次元動作分析装置 KinemaTracer®（キッセイコムテック社製）を使用して記録する。計測用カメラ（4台または6台）を対象者の周囲に設置し、左右両側の運動をサンプリング周波数60Hzにて記録する。対象者の安全性確保のため、転倒防止用ハーネスを使用し、必要に応じ手すりもしくは支持台の使用を許可する。

計測課題：図1に示すように、立位姿勢において一側ずつ足を挙上させる。つま先を股関節に近づけるよう指示し、一側につき5回反復させる。



図1. 計測課題

(2) 指標値の作成

歩行時麻痺側遊脚相に求められる足挙上機能、麻痺側立脚相に求められる体重支持機能を評価するため、三次元動作分析装置を用いた歩行分析に使用されている指標値を参考に、立位課題における指標値を作成した。予備的検討の結果、各機能を評価するための指標値の候補として、以下のものを採用した。

麻痺側足挙上機能：麻痺側つま先挙上量、麻痺側下肢短縮量（股関節および膝関節の屈曲、足関節の背屈に伴う股関節-第5中足骨頭間距離の短縮）。

麻痺側体重支持機能：非麻痺側の足を挙上した際につま先挙上量、麻痺側股関節の移動速度、非麻痺側の骨盤下制量。

(3) 指標値の妥当性検討

健常成人10名（年齢28±6歳、身長170.4±4.9cm、体重63.2±5.9kg）およびリハビリテーション目的で入院中の脳卒中片麻痺患者37名（うち独力で歩行可能な者33名、年齢67±13歳、

身長 161.3 ± 8.5 cm, 体重 59.9 ± 15.3 kg) を対象とし, 上記の指標値について妥当性を検討した. 具体的には, まず健常者との違いを判別できることを確認するため, 各指標値について健常成人と片麻痺患者の比較を行った. 次に, 従来の機能評価との関係性を明らかにするため, 順序尺度による運動麻痺の評価 (Stroke Impairment Assessment Set, SIAS の下肢運動項目合計点) との関係性を分析した. また, 歩行能力との関係性を明らかにするため, 下記の要領で同日に実施した三次元トレッドミル歩行分析から得られた指標値 (歩行可能な患者に限る) との関係性を分析した. 歩行速度の他, 麻痺側足挙上機能を反映する指標値として麻痺側遊脚相におけるトゥクリアランスおよび下肢短縮量 (Matsuda et al. 2017) を, 麻痺側体重支持機能を反映する指標値として麻痺側単脚支持期割合を用いた.

三次元トレッドミル歩行分析の計測方法: 計測用カメラをトレッドミル周囲に 4 台以上設置し, 両側の肩峰, 腸骨稜, 股関節, 膝関節外側上顆, 外果, 第 5 中足骨頭の計 12 個のカラーマーカを貼付した対象者にトレッドミル上を平地快適速度もしくはその 70% で歩行させ, KinemaTracer[®] を使用しサンプリング周波数 60Hz にて 20 秒間記録する.

4. 研究成果

上記 (3) 指標値の妥当性検討の結果を記載する.

a) 健常者と患者の比較

麻痺側足挙上機能の指標値では, 麻痺側つま先挙上量が健常者で 46.6 ± 2.9 cm, 患者で 31.3 ± 15.8 cm, 麻痺側下肢短縮量が健常者で 35.0 ± 4.2 cm, 患者で 17.3 ± 12.7 cm であり, いずれも統計学的に有意な差を示した. 麻痺側体重支持機能の指標値では, 非麻痺側のつま先挙上量が健常者で 49.1 ± 3.4 cm, 患者で 41.4 ± 13.1 cm, 麻痺側股関節の移動速度が健常者で 7.2 ± 1.4 cm, 患者で 9.6 ± 3.3 cm, 非麻痺側の骨盤下制量が健常者で -0.9 ± 0.4 cm, 患者で 0.3 ± 0.8 cm であり, いずれも統計学的に有意な差を示した.

b) SIAS 下肢運動項目合計点との関係

各指標値との相関係数は, 麻痺側つま先挙上量で 0.73, 麻痺側下肢短縮量で 0.83, 非麻痺側のつま先挙上量で 0.42, 麻痺側股関節の移動速度で -0.55, 非麻痺側の骨盤下制量で -0.66 であり, いずれも統計学的に有意な相関を示した.

c) 三次元トレッドミル歩行分析から得られた指標値との関係

歩行速度と各指標値との相関係数は, 麻痺側つま先挙上量で 0.60, 麻痺側下肢短縮量で 0.57, 非麻痺側のつま先挙上量で 0.52, 非麻痺側の骨盤下制量で -0.51 であり, いずれも統計学的に有意な相関を示した. 麻痺側股関節の移動速度は有意な相関を示さなかった.

歩行時の麻痺側トゥクリアランスと麻痺側つま先挙上量は, 有意な相関を示さなかった. 歩行時の麻痺側下肢短縮量と麻痺側下肢短縮量は, 相関係数 0.68 で有意な相関を示した (図 2). 歩行時の麻痺側単脚支持期割合は, 非麻痺側のつま先挙上量および非麻痺側の骨盤下制量と有意な相関を示し, 相関係数はそれぞれ 0.45, -0.36 であった (図 3, 4).

以上の結果より, 今回作成した立位課題における指標値のうち, 麻痺側遊脚相に求められる足挙上機能の評価には麻痺側下肢短縮量が, 麻痺側立脚相に求められる体重支持機能の評価には非麻痺側のつま先挙上量と骨盤下制量が有効な指標値として活用できると考えられた. 本評価法は, 立位にて一側ずつ足を挙上させて計測することにより, 歩行困難な者を対象とした評価が可能である. 今後, 歩行困難な患者のデータを収集し, 各指標値における歩行可能・不可能の境界値を明らかにすることで, 臨床における本評価法の有用性を高めたい.

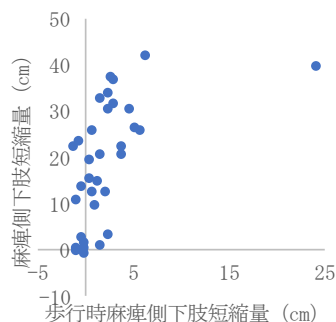


図 2. 歩行時麻痺側下肢短縮量と麻痺側下肢短縮量の関係

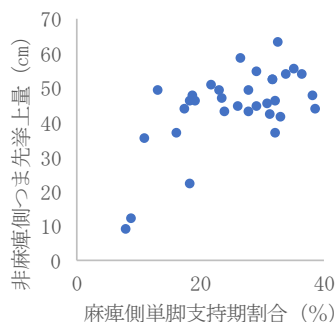


図 3. 歩行時麻痺側単脚支持期割合と非麻痺側つま先挙上量の関係

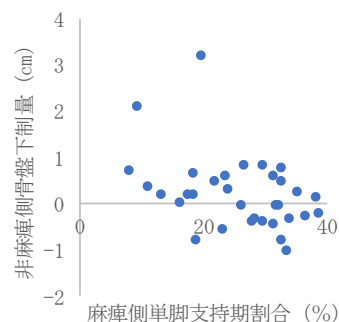


図 4. 歩行時麻痺側単脚支持期割合と非麻痺側骨盤下制量の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	向野 雅彦 (Mukai no Masahiko)		
研究協力者	山田 純也 (Yamada Junya)		
研究協力者	加藤 洋平 (Kato Yohei)		