

## 学位請求論文の内容の要旨

領 域	総合リハビリテーション科学	分 野	
氏 名	荻原 啓文		
(論文題目) 脳卒中片麻痺患者の歩行特性が転倒に及ぼす影響			
主 査	高見 彰淑		
副 査	中村 敏也		
副 査	高橋 純平		
副 査	對馬 栄輝		
<b>背景</b>			
<p>脳卒中片麻痺患者の転倒率は健常高齢者の 2 倍以上であり，転倒疫学における社会的問題である(Weerdesteyn ら, 2008). 脳卒中片麻痺患者の転倒は歩行中に最も多く発生し，歩行能力の低下は転倒の大きなリスク因子である．そのため，脳卒中片麻痺患者の転倒を予防するための歩行評価に基づく転倒予測は重要な課題である．</p> <p>そこで，歩行をより詳細かつ包括的に捉えることのできる歩行指標から転倒を予測するために，歩行中の関節角度を用いた「運動学的歩行非対称性」による転倒予測を考えた．歩行中の関節角度変化は，歩行中の運動を詳細に反映することができ，脳卒中片麻痺患者の疾患特有な歩容を定量化することが可能である．しかしながら，歩行中の関節角度を用いた運動学的歩行非対称性と転倒の関連は明らかになっていない．本研究では歩行中の関節角度を用いた運動学的歩行非対称性と転倒の関連を明らかにするために 3 つの課題と目的を設定した．</p> <p>① 歩行中の下肢関節角度を用いた運動学的歩行非対称性指標を開発し，脳卒中片麻痺患者と健常者の比較から運動学的歩行非対称性の存在を明らかにし定義すること</p> <p>② 脳卒中片麻痺患者を対象に，従来用いられてきた歩行非対称性指標と開発した運動学的歩行非対称性指標との基準関連妥当性を検討し，同時に臨床指標との関連をみることで運動学的歩行非対称性指標の有用性を明らかにすること</p> <p>③ 脳卒中片麻痺患者を対象に，課題①②によって明らかにした運動学的歩行非対称性指標と転倒および転倒恐怖感との関連を明らかにすること</p>			
<b>対象</b>			
慢性期脳卒中片麻痺患者 36 名（研究課題①②は 12 名）および健常成人 13 名			

(注) 論文題目が外国語の場合は，和訳を付すこと．

## 方法

対象者より基礎情報（年齢、性別、既往歴、転倒の有無等）を聴取した。基礎情報の聴取後、身長、体重、BMI、Mini Mental State Examination(MMSE)、Brunnstrom stage(Br.stage)、Fugl-Meyer Assessment for the lower extremity (FMA-LE)、Berg Balance Scale(BBS)、Functional Independence Measure(FIM)、Time Up and Go test(TUG)、Falls Efficacy Scale-International(FES-I)を評価した。歩行測定にはモーションセンサにより簡易的に歩行計測ができる歩行測定機器 RehaGait (Hasomed GmbH社)を用いて、歩行速度、立脚時間、遊脚時間、下肢関節角度（股関節屈曲-伸展、膝関節屈曲-伸展、足関節背屈-底屈）を測定した。下肢関節角度データは、安定した 5 歩行周期の正規化相互相関関数（normalized cross-correlation:  $CC_{norm}$ ）を解析し、股関節  $CC_{norm}$ 、膝関節  $CC_{norm}$ 、足関節  $CC_{norm}$  として運動学的歩行非対称性指標とした。課題①では下肢関節角度から Symmetry Index (SI) と Symmetry Ratio (SR) を算出した。課題②では立脚時間と遊脚時間から  $SR_{stance}$ 、 $SR_{swing}$  をそれぞれ算出した。

## 統計解析

課題①では、脳卒中片麻痺患者と健常成人の歩行中の関節角度から算出した  $CC_{norm}$ 、SI、SR を対応のない t 検定および Mann-Whitney の U 検定を用いて比較・検討した。

課題②では  $CC_{norm}$  と SR、臨床指標との関連を Pearson の積率相関係数と Spearman の順位相関係数を用いて解析した。

課題③では対象者の転倒歴から転倒群・非転倒群に分け、各変数を t 検定もしくは Mann-Whitney の U 検定を用いて 2 群間で比較した。従属変数に転倒の有無、独立変数に  $CC_{norm}$  とその他の歩行指標、臨床指標を投入し、多重ロジスティック回帰分析により運動学的歩行非対称性と転倒の関連を検討した。また、従属変数を FES-I に変え、重回帰分析により運動学的歩行非対称性と転倒恐怖感の関連を検討した。

## 結果

課題①：脳卒中片麻痺患者は健常成人に比べ、股関節屈曲、股関節伸展、膝関節屈曲、膝関節伸展、足関節底屈角度の SI、股関節屈曲、股関節伸展、膝関節屈曲角度の SR、膝関節、足関節の  $CC_{norm}$  に有意な非対称性を示した。

課題②：股関節  $CC_{norm}$  は  $SR_{swing}$  と有意な相関関係を認めた。膝関節  $CC_{norm}$  は  $SR_{stance}$  および  $SR_{swing}$  と有意な相関関係を認めた。膝関節  $CC_{norm}$  は歩行速度、BBS、FIM と有意な相関関係を認めた。

課題③：転倒群は非転倒群と比較し FIM、6MWT が有意に低かった。他の項目に有意差はなかった。転倒の有無を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析の結果、転倒と有意な関連を認めた項目はなかった。FES-I を従属変数とした重回帰分析の結果、FES-I には股関節  $CC_{norm}$  と膝関節  $CC_{norm}$  が有意な関連を認めた。

## 考察

課題①より、SI は脳卒中片麻痺患者と健常成人の比較における有意な非対称性を多く認めた。しかし、SI や SR は関節角度の最大値を使用しているため、1 歩行周期の 1 場面における非対称性に限られる。CC<sub>norm</sub> は 1 歩行周期を包括的に捉え歩行非対称性を評価できるが、さらに詳細にみるためには関節角度変化のどの点で非対称性が生じているのか再解釈を要する。そのため、本研究結果からある指標が他の指標より優れているとは一概に言えない。ただし、歩行中の関節角度のように運動学的な変化を伴う歩行非対称性を評価するためには、歩行周期全体の関節角度変化を要約し単一の値として定義することができる。CC<sub>norm</sub> は臨床の歩行評価における第一の評価として有用であると考ええる。

課題②より、股関節 CC<sub>norm</sub> は SR<sub>swing</sub> と有意な相関を示した。膝関節 CC<sub>norm</sub> は SR<sub>stance</sub> および SR<sub>swing</sub> と有意な相関を示した。股関節と膝関節の CC<sub>norm</sub> は従来歩行非対称性の指標として扱われていた時間的歩行非対称性指標と基準関連妥当性を有し、脳卒中片麻痺患者における歩行非対称性の評価に有用であると考ええる。また、膝関節 CC<sub>norm</sub> が歩行速度、BBS、FIM と有意な相関関係を示したことから、膝関節の運動学的な歩行非対称性は、身体機能やバランス、日常生活活動能力を反映している可能性があると考ええる。

課題③より、転倒と運動学的歩行非対称性は有意な関連を認めなかった。転倒のリスク因子には歩行障害の他に筋力低下やバランス、視覚障害、うつ、疼痛、認知障害など様々な要因がある。本結果は運動学的歩行非対称性が転倒の予測因子になるとは言えず、他の要因にも目を向ける必要があることを示している。しかし、FES-I は股関節 CC<sub>norm</sub> と膝関節 CC<sub>norm</sub> と有意な関連を認めた。転倒恐怖感は転倒やバランス、日常生活活動と関連する (Belgen ら, 2006; Andersson ら, 2008)。運動学的歩行非対称性は転倒との直接的な関連はないが、転倒恐怖感と関連し、日常生活活動の狭小化やそれに伴う身体機能低下に関与している可能性がある。

## 結論

歩行周期全体の関節角度変化を要約し単一の値として定義することができる CC<sub>norm</sub> は、臨床の運動学的歩行非対称性の評価における第一の指標として有用である。運動学的歩行非対称性は転倒との関連は認めず、転倒予測には他の要因を検討していく必要がある。しかし、運動学的歩行非対称性は歩行速度や日常生活活動、バランス、転倒恐怖感などの臨床指標と関連を認める。転倒との直接的な関連はないが、日常生活活動の狭小化や身体機能低下に関与している可能性がある。

【細則様式第 1 - 2 号続き】

学位論文のもととなる研究成果としての筆頭著者原著

論文題目	Kinematic gait asymmetry assessment using joint angle data in patients with chronic stroke — A normalized cross-correlation approach
著者名	Hirofumi Ogihara, Eiki Tsushima, Tomohiko Kamo, Takaaki Sato, Akira Matsushima, Yamato Niioka, Ryoma Asahi, Masato Azami
掲載学術誌名	Gait & posture
巻, 号, 項	80, p.168-173
掲載年月日	July, 2020