脳卒中片麻痺者のまたぎ動作時に 重要となる要因について

Significant Factors Influencing the Step-over Action of Hemiplegics

田中 秀明^{1,3)} 井舟 正秀¹⁾ 川北 慎一郎²⁾
横川 正美³⁾ 井上 克己³⁾ 山崎 俊明³⁾

HIDEAKI TANAKA, RPT^{1,3)}, MASAHIDE IBUNE, RPT¹⁾, SHINICHIROU KAWAKITA, MD²⁾,
MASAMI YOKOGAWA, RPT³⁾, KATSUMI INOUE³⁾, TOSHIKI YAMAZAKI, RPT³⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Keiju Medical Center: 94 Tomioka, Nanao, Ishikawa 926-8605, Japan. TEL+81 767-52-3211
E-mail: ptr@keiju.co.jp

²⁾ Department of Rehabilitation Science, Keiju Medical Center

³⁾ Department of Physical Therapy, Graduate School of Health Sciences, Faculty of Rehabilitation Sciences, Kanazawa University

Rigakuryoho Kagaku 28(2): 253–256, 2013. Submitted Oct. 5, 2012. Accepted Nov. 20, 2012.

ABSTRACT: [Purpose] We investigated the factors strongly associated with the step-over action post-stroke hemiplegia patients. [Subjects] The subjects were 18 post-stroke hemiplegia patients in the maintenance phase who could walk independently outside. [Method] We measured the step-over action with obstacle heights of 10, 20 and 30% of the trochanter malleolar distance, and performed simple regression analysis to determine the relationships between the maximum step-over height and the knee extension strength of the hemiplegic and unaffected sides, the stance times of both legs, trunk impairment scale (TIS) scores, time since stroke onset, and age. Then, with maximum step-over height as the objective variable, and the four items with the highest r^2 values in the simple regression analysis as explanatory variables, we performed multiple regression analysis. [Results] TIS and the unaffected side knee extension strength were identified as explanatory variables with a contribution ratio of 71.9%. [Conclusion] The results suggest that among the items investigated in the present study, trunk function contributes the most to the performance of the step-over action.

Key words: hemiplegic patients, step-over action, obstacle

要旨:〔目的〕脳卒中片麻痺者がまたぎ動作の際に関連が強い要因について検討した。〔対象〕屋外歩行自立の維持期脳卒中片麻痺者 18 名。〔方法〕障害物の高さを転子果長の 10, 20, 30% に設定し、障害物またぎ動作を測定した。最大にまたげた高さに対し、麻痺側・非麻痺側膝伸展筋力、麻痺側および非麻痺側の片脚立位時間、Trunk Impairment Scale (TIS) の得点、罹病期間、年齢との関係について、各々単回帰分析を行った。最大にまたげた高さを目的変数、分析で決定係数 R^2 が高かった上位 4 項目を説明変数とし、重回帰分析を行なった。〔結果〕TIS と非麻痺側膝伸展筋力が説明変数として選択され、寄与率は 71.9% であった。〔結語〕またぎ動作の遂行には今回の項目では体幹機能が最も関与していることが示唆された。

キーワード: 脳卒中片麻痺者、またぎ動作、障害物

¹⁾ 社会医療法人財団董仙会 恵寿総合病院 理学療法課: 石川県七尾市富岡町 94 番地 (〒926-8605) TEL 0767-52-3211

²⁾ 社会医療法人財団董仙会 恵寿総合病院 リハビリテーション科

³⁾ 金沢大学大学院医学系研究科 保健学専攻 リハビリテーション科学領域

I. はじめに

またぎ動作は、広義には浴槽の縁をまたぐ場合のように静止した状態から比較的高い障害物をまたぐ動作と、歩行しながら進路上にある段差・障害物をまたぎ越える動作がある。

歩行時のまたぎ動作に関して、徳田¹⁾は、障害物につまずかないように重力に抗して下肢を挙上し、クリアランスを確保する動作であると述べている。今回は、後者の歩行時にまたぎ越える動作に着目した。歩行時のまたぎ動作におけるクリアランスの確保には、①通常の遊脚相の軌道を上方にシフトさせて対応する方法、②通常より遊脚下肢の関節を大きく屈曲させて対応する方法があり、効率的なクリアランス確保や障害物に接触しないようにするためには、遊脚相の軌道のシフトは歩幅に影響されることから後者の下肢関節を屈曲させる戦略が重要な要因²⁾とされている。これらのことから、またぎ動作は歩行動作に比べて、下肢の筋力、屈曲可動域、バランス能力がより求められる複合的な動作であると考えられる。

脳卒中片麻痺者(以下、片麻痺者)にとって、またぎ動作は健常者以上に難しい動作である。家屋の段差解消は屋内移動において、またぎ動作を円滑にする方法であるが、現状では敷居や玄関の段差がある状態での生活を余儀なくされている者も多い。外来通院者からは、屋内のみならず、屋外においても道路上のブロックや消雪装置などの障害物をまたぐ機会があるとの意見がある。筆者ら³⁾は以前、片麻痺者を対象に麻痺側から先に障害物をまたぐ方法(以下、麻痺先行)と、非麻痺側から先にまたぐ方法(以下、非麻痺先行)とを比較した。その結果、またぎ終わりのバランスは悪くなるが、麻痺先行の方がまたぎやすいことを報告した。さらに、より高い障害物をまたぐためには、下肢筋力、歩行速度、麻痺側荷重率のうち、すべての要因が関連しており、それぞれの要因の能力が高いほど、より高い障害物をまたぐことが可能であるとの結果を得た⁴⁾。

これまで、片麻痺者は麻痺先行の方がまたぎやすいこと、各機能が高いとより高い障害物をまたげることを確認した^{3,4)}。そこで、今回の研究目的は、高い障害物をまたぎ越える際に、どの要因が最も影響するのかを検討することとした。日常生活において様々な障害物をまたぐ際に、どの機能が向上すればまたぎ動作が可能となるかがわかれば、個別的な機能改善を目的とした治療方法や動作指導を行う時の参考になると考えた。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、屋外歩行が自立している維持期片麻痺者18

名(男性12名、女性6名)とした。平均年齢 65.2 ± 7.0 歳、発症からの罹病期間(以下、罹病期間) 239 ± 197 ヶ月、平均身長 158.8 ± 5.5 cm、平均体重 53.9 ± 7.7 Kg、下肢Brunnstrom recovery stage(以下、BRS)はIIIが8名、IVが2名、Vが8名、麻痺側右8名、左10名であった。対象者を屋外歩行が自立している片麻痺者に限定したため、BRSがII以下の者はいなかった。歩行様式は、独歩8名、杖使用4名、杖・装具使用6名であった。杖または装具を使用している10名は独歩でも歩行可能であった。重度の感覚障害を有する者、急性の整形疾患を有する者は、本研究から除外した。倫理的配慮として研究の趣旨と内容を患者に十分に説明し、口頭ならびに文書にて同意を得た。なお、本研究は当院倫理委員会の承認を得て行った(審査番号: 第10-2号)。

2. 方法

またぎ動作の測定は屋内で実施した。5 mの歩行中に障害物をまたぎ越えられるかを評価した。前後に助走路を3 mずつ用意した。2本の支柱を150 cmの間隔で設置し、支柱間に2 cmの白い紙テープを貼り付け、またぎ動作の障害物⁴⁾とした。障害物は5 mの歩行路の中間点に設置した。測定中は検者が側方から監視し、転倒のリスクに配慮した。即定喘に対象者の転子果長(以下、TMD)を計測した。障害物の高さは対象者各々のTMDの10%、20%、30%の3通り⁵⁾を設定し、紙テープの上端が設定した高さになるようにした。独歩による自由歩行にて実施した。杖または装具を使用している者もそれらを使用せず、独歩での歩行とした。またぎ方法は麻痺先行にて実施し、施行回数は1回とした。これは先行研究³⁾にて、麻痺先行の方がまたぎやすいとの結果を得たためである。また、試行回数を1回とした理由は、患者が日常生活で障害物をまたぐ場面を想定したためである。またぎ高さの順序は各対象者に3通りの高さを抽選してもらいランダムに実施し、障害物への接触の有無を調査した。障害物に接触をせずにまたげた最高の高さを測定値[最大にまたげた高さ(%)]とした。

筋力は、川崎らの方法⁶⁾に準じて両側等尺性膝伸筋力を測定した。等尺性筋力測定器Combit CB-1(ミナト医科学社製)を用い、下腿下垂位で5秒間の等尺性収縮を左右各1回ずつ実施した。得られた値を体重で除した値を測定値(Nm/kg)とした。分離運動が不十分である場合、大腿部や体幹を十分固定した状態で、できる限りの膝伸運動を実施することとした。

片脚立位時間(以下、片脚立位)は左右1回ずつ開眼で実施した。対象者は両上肢下垂位の立位となり、「用意はじめ」の合図で片脚立ちになった。対象者が片脚立ちになった時点から下肢が床に着いた時点までの時間をストップウォッチで計測した。

体幹機能評価には、Trunk Impairment Scale(以下、

TIS)を使用した。TISは2004年にVerheydenら⁷⁾によって開発され、妥当性や信頼性があることが報告されている。TISはStatic Sitting Balance (以下、SSB)、Dynamic Sitting Balance (以下、DSB)、Co-Ordination (以下、COO)の3つのサブスケールで構成されている。具体的には、SSBは座位の安定した保持能力を評価し、DSBは体幹の側屈、COOは上部及び下部体幹の回旋を評価するものである。各サブスケールの満点はSSB 7点、DSB 10点、COO 6点であり、合計0～23点で評価される。このスケールに沿ってテストを1回実施した。テストは口頭で説明し、必要に応じてデモンストレーションを行なった。

統計学的分析には、統計解析ソフトJMP日本語版(Ver.6.0.0)を使用した。

最大にまたげた高さに対し、麻痺側膝伸展筋力、非麻痺側膝伸展筋力、麻痺側片脚立位時間、非麻痺側片脚立位時間、TIS総合得点、罹病期間、年齢との関係について単回帰分析を行った。最大にまたげた高さに影響を及ぼす因子の抽出は最大にまたげた高さを目的変数とし、先の分析で決定係数 R^2 が高かった順に抽出した4項目を説明変数として、変数増減法でステップワイズ法による重回帰分析を行なった。また前述した決定係数 R^2 の高い上位3項目に加え、BRSを説明変数とした場合についても同様に分析を行なった。なお、すべての分析で有意水準は5%未満とした。

III. 結 果

各測定項目の平均値を表1に示した。最大にまたげた高さが30%であった者は9名、20%は5名、10%は3名、3通りすべてまたげなかった者(またげた高さ:0)は1

表1 各項目の平均値

要因	平均値±標準偏差
麻痺側膝伸展筋力	0.8 ± 0.4 Nm/kg
非麻痺側膝伸展筋力	1.7 ± 0.6 Nm/kg
麻痺側片脚立位時間	2.9 ± 7.4 秒
非麻痺側片脚立位時間	20.7 ± 28.0 秒
TIS総合得点	17.0 ± 3.7 点

TIS : Trunk Impairment Scale

名であった。

最大にまたげた高さと各項目の単回帰分析において、麻痺側膝伸展筋力、非麻痺側膝伸展筋力、非麻痺側片脚立位、TIS総合得点、罹病期間は直線回帰で示された(表2)。麻痺側片脚立位と年齢は有意な回帰が得られなかった。

最大にまたげた高さに影響を及ぼす因子の抽出で上位4項目であった麻痺側膝伸展筋力、非麻痺側膝伸展筋力、非麻痺側片脚立位、TISを説明変数としてステップワイズ法による重回帰分析を行った結果、非麻痺側膝伸展筋力とTISが説明変数として選択された($p<0.001$)。寄与率は71.9%であった(表3)。

今回の回帰モデルの因子のうち、TISが最大にまたげた高さに最も関与し、非麻痺側膝伸展筋力は補足的に関与していた(表3)。

麻痺の程度が影響されるのかを確認するために、説明変数を上位4項目の中で最も決定係数が低かった非麻痺側片脚立位からBRSに入れ替えて分析を行なった場合もTISと非麻痺側膝伸展筋力の2項目が説明変数として選択された。

IV. 考 察

今回、またぎ動作との関連が強い要因に体幹機能が挙げられた。理由として、麻痺先行で実施すると、またぎ越した後の麻痺肢が支持脚となる影響で、2歩目の非麻痺肢の挙上からまたぎ終わりのバランスが不良となる³⁾。この時に体幹機能によって重心を支持基底面内にとどまらせていることが考えられた。片麻痺者の場合、麻痺肢

表2 最大に跨げた高さと各要因の単回帰分析

説明変数	決定係数(R^2)
罹病期間*	0.318
年齢	0.145
麻痺側膝伸展筋力**	0.526
非麻痺側膝伸展筋力**	0.553
麻痺側片脚立位時間	0.088
非麻痺側片脚立位時間*	0.357
TIS**	0.668

*: $p<0.05$ **: $p<0.01$

表3 重回帰分析の結果

要因	推定値	標準誤差	標準 β	p値
非麻痺側膝伸展筋力	5.172	3.108	0.326	0.1169
TIS	1.470	0.494	0.584	0.0094

予測式: またげた高さ(%)

$$=-11.675+5.172 \times \text{筋力(非麻痺側膝伸展筋力)} + 1.470 \times \text{TIS}$$

の支持性の問題から、動的により不安定となる環境下でバランスを保つ必要がある。車谷ら⁸⁾は、高齢者を対象に障害物をまたげた高さを目的変数、その他の要因を説明変数として重回帰分析を行ない、足趾筋力とBerg Balance Scaleが説明変数として選択されたと報告している。また、多々納ら⁹⁾は片麻痺者が麻痺側片脚立位を行なった場合、股関節外転筋群が十分に働かないため、体幹を傾斜させてバランスを保つ代償が見られたと報告しており、松澤ら¹⁰⁾は障害物またぎ動作は骨盤の傾斜、胸腰椎の側屈がまたぎ動作に大きく関与していたと報告している。共に筋力・バランス面で不足している面を体幹機能で代償しようとしている結果であった。本研究で用いたTISはバランス機能と協調性を含んだ体幹機能評価⁷⁾であるが、諸家の報告⁸⁻¹⁰⁾を支持する結果となった。

補足的に関与する要因として非麻痺側下肢筋力が挙げられた。健常者の自由歩行では1.0～1.7 cmのクリアランスで歩行をしている¹¹⁾が、障害物をまたぐ際には平均10～12 cmと約10倍のクリアランスを確保している¹²⁾ことが報告されている。2歩目の非麻痺側の下肢を挙上する際に、麻痺側の支持性が不十分なために立脚時間が短くなる分、動作全般にわたって非麻痺側下肢筋力をより必要とした結果、要因としてあがったと考えた。本研究では、麻痺側の片脚立位は有意な回帰が得られなかった。この結果と合わせて、麻痺先行で障害物をまたぐ方法では、またぎ越した後に必要な麻痺側のバランス能力よりもまたぐ際に2歩目となる非麻痺側下肢の筋力のほうが、より影響が強いことが確認された。

維持期脳卒中患者の歩行能力に影響を与える因子として下肢BRSの寄与率が高いことが報告されている¹³⁾。しかし、今回の結果において、下肢BRSは説明変数として選択されなかった。理由としては、対象者のBRSが6段階のうち、IIIが8名、IVが2名、Vが8名とほとんどがIIIとVであり、ステージの幅が少なかったためではないかと考えた。

非麻痺先行では結果が異なる可能性があるため、今後、検討の必要がある。また、日常生活で実際に行っている歩行様式での検討も行っていきたい。

片麻痺者の麻痺側先行による障害物またぎ動作では、今回検討した項目の中では体幹機能がまたげた高さに最

も関与し、非麻痺側膝伸筋力は補足的に関与していた。

引用文献

- 1) 徳田有美, 斎川大介: またぎ動作の生体力学的特性と臨床への応用. 理学療法, 2010, 27: 321-327.
- 2) Patla AE, Prentice SD, Robinson C, et al.: Visual control of locomotion: Strategies for changing direction and for going over obstacles. J Exp Psychol Hum Percept Perform, 1991, 17: 603-634.
- 3) 田中秀明, 井舟正秀, 石渡利浩・他: 脳卒中片麻痺者におけるまたぎ動作分析 (第2報). 理学療法学, 2005, 32(Suppl2): 533.
- 4) 田中秀明, 井舟正秀, 石渡利浩・他: 脳卒中片麻痺者におけるまたぎ動作について 障害物一足趾間距離の検討. 第22回東海北陸理学療法学会大会誌, 2006: 107.
- 5) Yen HC, Hong SW, Jeng JS, et al.: Kinematics of obstacle crossing in strokes with minimal residual deficits. J Biomech, 2007, 40: 167.
- 6) 川崎孝晃, 近藤陽一, 梶原良之・他: 脳卒中患者の下肢筋力と歩行速度 —大腿四頭筋・ハムストリングス筋力と関連諸要因による分析—. 理学療法学, 1996, 23(Suppl2): 297.
- 7) Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, et al.: The Trunk Impairment Scale: a new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. Clin Rehabil, 2004, 18: 326-334.
- 8) 車谷 洋, 村上恒二, 大和弘治・他: またぎ動作と足趾筋力およびバランス能力との関係. 第5回広島保健学会誌, 2008: 28.
- 9) 多々納善広, 米村一幸, 上田正樹・他: 脳卒中性片麻痺患者の立位バランスについての検討. 理学療法学, 1996, 23(Suppl2): 49.
- 10) 松澤恵美, 山本澄子: またぎ越え動作における頭部, 体幹の動きについて—前額面からの観察より—. 理学療法科学, 2009, 24: 913-918.
- 11) 相馬正之, 吉村茂和, 寺沢 泉: 歩行時における最小拇指・床間距離の各年代のバラツキについて. PTジャーナル, 2005, 39: 278-282.
- 12) Patla AE, Rietdyk S: Visual control of limb trajectory over obstacles during locomotion: Effect of obstacle height and width. Gait Posture, 1993, 1: 45-60.
- 13) 佐藤秀一: 重回帰分析による慢性期脳卒中患者の歩行能力に影響する諸因子の検討. PTジャーナル, 1993, 27: 93-99.