

原著

## 脳卒中片麻痺を呈する患者における回旋運動が 歩行動作に及ぼす影響 (第2報)

### Influences of Rotation Movements on Gait in Patients with Stroke-related Hemiplegia (Second Report)

谷内 幸喜<sup>1)</sup> 河崎由美子<sup>2)</sup> 河崎 政治<sup>2)</sup> 木原 幸太<sup>2)</sup>

**要約：**〈目的〉脳卒中片麻痺を呈する患者における頸部・体幹の回旋運動が歩行動作に及ぼす影響について検討した。〈方法〉対象は下肢装具なしにて15m以上の独歩可能な脳卒中片麻痺症状を呈する患者15名である。ねじり運動(体幹下部麻痺側回旋・体幹上部非麻痺側回旋・頸部麻痺側回旋の他動運動)前後における麻痺側ステップ長・非麻痺側ステップ長・ストライド長・ケーデンス・歩隔・歩行速度、そして歩行周期における股関節・膝関節・足関節における角度および角速度を測定した。〈結果〉ねじり運動前後の歩行動作において、麻痺側ステップ長( $P<0.05$ )、非麻痺側ステップ長( $P<0.01$ )、ストライド長( $P<0.01$ )、ケーデンス( $P<0.05$ )、歩行速度( $P<0.01$ )の有意な増加と歩隔( $P<0.05$ )の有意な減少が認められた。また、遊脚後期における股関節屈曲角度の有意な増加( $P<0.01$ )、遊脚前期における膝関節屈曲角度の有意な増加( $P<0.01$ )および膝関節屈曲角速度の有意な増加( $P<0.05$ )、立脚後期における足関節背屈角度の有意な増加( $P<0.05$ )が認められた。〈結語〉脳卒中片麻痺者に対し「ねじり運動」による回旋の動きを高めることで、ストライド指標であるステップ長とストライド長、ピッチ指標であるとケーデンス、バランス指標である歩隔に好影響を及ぼし、麻痺側下肢立脚中期以降における足部の動きに伴う股関節および膝関節屈曲による振出し機能向上に伴う歩行速度の上昇を認め、麻痺側振出し時のフットクリアランス向上に伴う、麻痺側下肢の推進力向上に繋がっていることが推測された。

**キーワード：**脳卒中片麻痺患者、回旋運動、歩行動作

## はじめに

脳卒中片麻痺症状を呈する患者の歩行能力は日常生活活動を左右する因子であることは言うまでもない。近年、科学的根拠に基づいた医療

の創設が叫ばれている中、理学療法分野において歩行能力向上に対する具体的なアプローチに関する報告があまり見受けられないのが現状であると言える。

我々は先行研究<sup>1)</sup>において、脳卒中片麻痺症状を呈する患者に対して、立位姿勢から非麻痺側下肢を前に踏み出した状態から、体幹下部(骨盤)麻痺側回旋・体幹上部(胸郭)非麻痺側回旋・

Kouki Taniuchi

E-mail: taniuchik@kawasakigakuen.ac.jp

- 1) 大阪河崎リハビリテーション大学  
リハビリテーション学部 理学療法学専攻
- 2) 総合リハビリテーション伊予病院リハビリテーション部

頸部麻痺側回旋の他動運動（以下、ねじり運動）を実施。その後の任意歩行において、麻痺側ステップ長を含むストライド長の有意な増加および歩隔の有意な減少が認められたことを報告した。しかし、歩行スピードにおいては変化が認められなく、また、下肢関節の動きに関する具体的変化は測定していない。そこで今回これらの内容をより科学的に具体化するために、歩行動作時の動画解析により麻痺側下肢関節の動きを加えて、最大歩行能力として早歩の状態を測定したので文献的考察を加えて報告する。

## 対象および方法

被験者は下肢装具なしにて15m以上の独歩可能な脳卒中片麻痺症状を呈する患者15名とした。内訳は男性：7名・女性：8名、右片麻痺：6名・左片麻痺：9名、平均年齢：61.9 ± 11.1歳、平均身長：158.1 ± 8.7cm、平均体重：58.0 ± 13.2kg、発症からの平均期間：93.3 ± 44.0日、下肢Brunnstrom recovery stage：Ⅲ4名・Ⅳ3名・Ⅴ4名・Ⅵ4名、日常生活状況では、杖使用者が10名、短下肢装具使用者が8名であった。

被験者はまず、インターリハ社製ゼブリス高機能型圧分布計測システム（以下、Win FDM）（図1）上で早歩を指示。その後ねじり運動（図2）（図3）（図4）を実施する。数秒後に患者自身のタイミングにてWin FDM上での早歩を行った。なお、ねじり運動前後における歩行はそれぞれ2回実施し1回目を練習とし2回目の値を採用した。

ねじり運動前後における歩行動作はWin FDMにて連続測定し、そこから出力される動作時の信号は、コンピューターに取り込んだ後、インターリハ社製解析用FDM Gaitソフトウェアにより麻痺側ステップ長(cm)・非麻痺側ステップ長(cm)・ストライド長(cm)・ケーデン

ス(ストライド/分)・歩隔(cm)・歩行速度(km/h)を求めた。なお、麻痺側ステップ長(cm)・非麻痺側ステップ長(cm)・ストライド長(cm)・歩隔(cm)は、身長により正規化した数値(%Body Height、以下%BH)で表した。

マーカーを、麻痺側の肩峰、大転子、膝関節外側関節裂隙、脛骨外果、第5趾（小趾）先端上部の5箇所貼付し、CASIO社製ビデオカメラ（HIGH SPEED EXILIM HS EX-FH100）を用い、ねじり運動前後における歩行動作中におけるマーカーの動きを麻痺側から連続撮影した。そして、サンプリング周波数100Hzでコンピューターに取り込んだ後、以下のように関節角度を定め、東総システム社製動画解析システムTOMOCO Liteにより時系列データとして算出した。体幹股関節屈曲角度（以下、股関節）は肩峰と大転子を結ぶ線分が大転子と膝関節外側関節裂隙を結ぶ線分とのなす鋭角角度。膝関節屈曲角度は大転子と膝関節外側関節裂隙を結ぶ線分が膝関節外側関節裂隙と脛骨外果を結ぶ線分とのなす鋭角角度。足関節背屈角度は膝関節外側関節裂隙と脛骨外果を結ぶ線分が脛骨外果と第5趾（小趾）先端上部を結ぶ線分とのなす鋭角角度とし、歩行周期における股関節・膝関節・足関節に対する角度および角速度を測定した。

ねじり運動前後における歩行の変化の差を調べるために、データの正規性を確認してから一元配置分散分析を用い、有意水準を5%未満として解析を行った。なお統計学的解析には、Microsoft社製表計算等ソフトウェア(Microsoft Excel 2010)の分析ツールを使用した。

本研究は、医療法人財団尚温会総合リハビリテーション伊予病院運営協議会にて承認されその後、ヘルシンキ宣言に基づき、研究説明書、研究同意書、研究同意撤回書を作成。被験者に研究参加に対する自由意志と権利の確認、個人情報保護に対する配慮を十分に説明し同意を得

た。なお、歩行測定中は理学療法士による監視を常に行い安全性には最大限の配慮を行った。

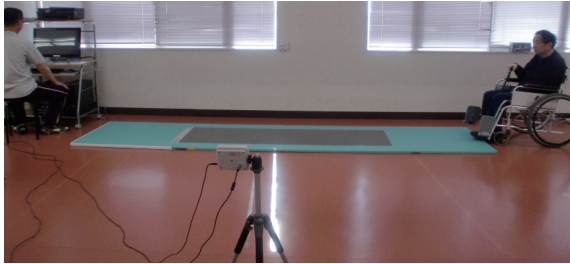


図1 実験風景



図2 体幹下部（骨盤）麻痺側回旋



図3 体幹上部（胸郭）非麻痺側回旋（左）

図4 頸部麻痺側回旋（右）

## 結果

ねじり運動前後の歩行動作において、麻痺側ステップ長の有意な増加 ( $P < 0.05$ ) (図5)、非麻痺側ステップ長の有意な増加 ( $P < 0.01$ ) (図6)、ストライド長の有意な増加 ( $P < 0.01$ ) (図7)、ケータンスの有意な増加 ( $P < 0.05$ ) (図8)、歩隔の有意な減少 ( $P < 0.05$ ) (図9)、歩行速度の有意な増加 ( $P < 0.01$ ) (図10) が認められた。また、ねじり運動前後の歩行動作における麻痺側股関節の動きは遊脚後期における股関節屈曲角度の有意な増加 ( $P < 0.01$ ) (図11)、麻痺側膝関節の動きは遊脚前期における膝関節屈曲角度の有意な増加 ( $P < 0.01$ ) (図12) および膝関節屈曲角速度の有意な増加 ( $P < 0.05$ ) (図13)、麻痺側足関節の動きは立脚後期における足関節背屈角度の有意な増加 ( $P < 0.05$ ) (図14) が認められた。なお、麻痺側股関節および足関節の角速度においては歩行周期を通して有意な差は認められなかった。

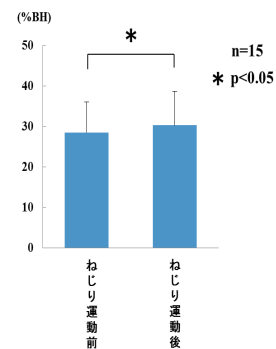


図5 ねじり運動前後の麻痺側ステップ長変化

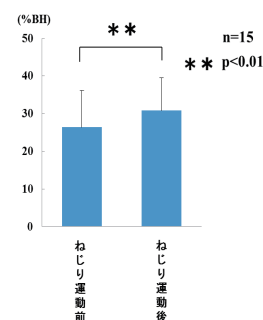


図6 ねじり運動前後の非麻痺側ステップ長変化

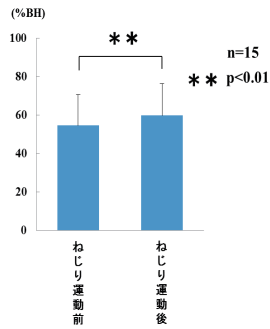


図7 ねじり運動前後のストライド長変化

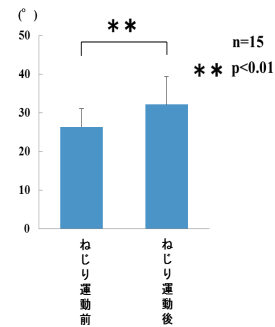


図11 ねじり運動前後の麻痺側遊脚後期  
股関節最大屈曲角度変化

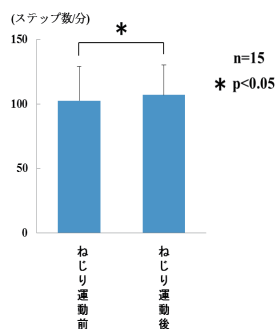


図8 ねじり運動前後のケーデンス変化

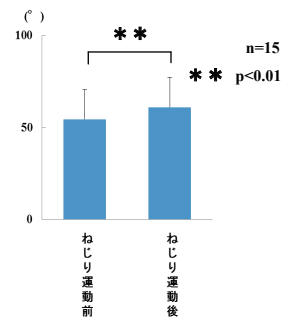


図12 ねじり運動前後の麻痺側遊脚前期  
膝関節最大屈曲角度変化

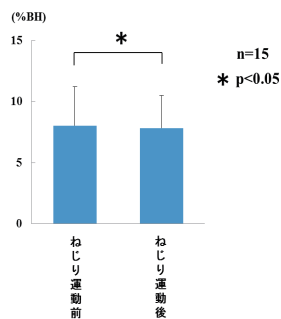


図9 ねじり運動前後の歩隔変化

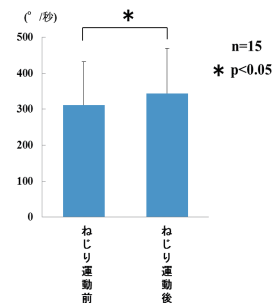


図13 ねじり運動前後の麻痺側遊脚前期  
膝関節最大屈曲角速度変化

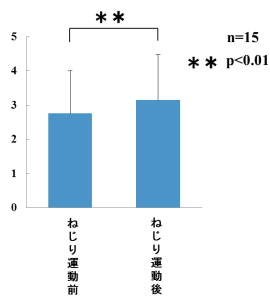


図10 ねじり運動前後の歩行速度変化

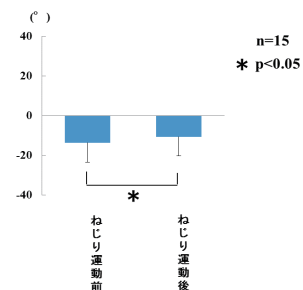


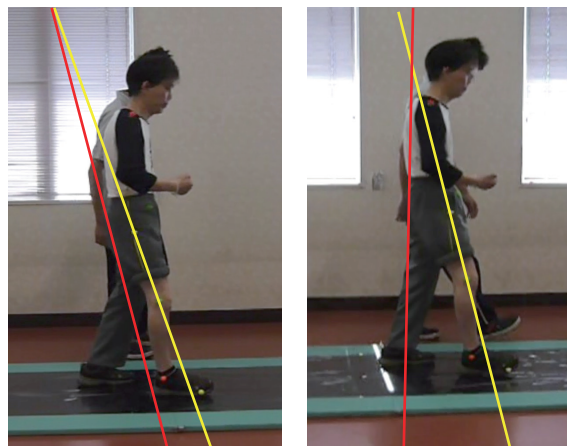
図14 ねじり運動前後の麻痺側立脚後期  
足関節最大背屈角度変化

## 考察

本研究結果では、先行研究<sup>1)</sup>同様ねじり運動前後の歩行動作において、麻痺側ステップ長を含むストライド長の有意な増加および歩隔の有意な減少が認められたのに加え、非麻痺側ステップ長・ケードンス・歩行速度においても有意な増加が認められた。これは、走行速度が上がるにつれてストライド長とピッチは変化するが、最初の速度上昇はストライド長の増加であり、その増加は非支持局面が前方に振り戻されるときストライド長が伸びたことに起因するといった「歩行(走行)速度とストライド・ピッチの関係」を述べた金子ら<sup>2)</sup>の報告から理解できる。つまり、先行研究<sup>2)</sup>では任意歩行を指示したのに対して本研究では早歩を指示したため、早歩という歩行速度上昇がストライド指標であるステップ長とストライド長だけでなく、ピッチ指標であるとケードンスにおいても影響を及ぼしたものと考える。また、本研究結果は先行研究<sup>1)</sup>同様、運動介入によって通常歩行のステップ長が改善するといった諸家の報告<sup>3) 4)</sup>結果を確認したと同時に、ねじり運動前後における歩隔の有意な減少は、歩行時の左右のバランス向上を意味することから、運動介入によって動的バランス能力が向上することといった諸家の報告<sup>5) 14)</sup>結果も確認したと言える。

本研究の目的は、先行研究<sup>1)</sup>で報告したねじり運動前後における歩行機能の向上がどのような影響によるものなのかを、画像解析により明確にすることである。その結果、ねじり運動前後の歩行動作において、麻痺側股関節の動きは遊脚後期における股関節屈曲角度の有意な増加、麻痺側膝関節の動きは遊脚前期における膝関節屈曲角度および角速度の有意な増加、麻痺側足関節の動きは立脚後期における背屈角度の有意な増加が認められ、麻痺側下肢立脚中期以降における足部の動きに伴う股関節および膝関節屈

曲による振出し機能、そして麻痺側ステップ長を含むストライド機能の向上が認められたものと解釈できる（図15）。



白線：麻痺側大転子～膝関節裂隙を通る線  
黒線：非麻痺側大腿後面を通る線

図15 ねじり運動前後の変化

本研究結果では、脳卒中片麻痺患者における身体のねじり運動が麻痺側下肢の推進力向上を促し、歩行機能を改善する可能性を示した。今後、効果的な歩行練習法の検討につながっていくことが期待されるが、本研究における麻痺側下肢の推進力向上は、下肢の前方への振り出しの速度が離地時や遊脚期の膝関節屈曲角度と関連するといった報告<sup>15) 16)</sup>があるように、ストライド指標であるステップ長とストライド長、ピッチ指標であるとケードンス、バランス指標である歩隔に好影響を及ぼし、麻痺側下肢立脚中期以降における足部の動きに伴う股関節および膝関節屈曲による振出し機能向上に伴う歩行速度の上昇を認めたと考える。

脳卒中片麻痺患者に対して、骨盤から胸郭・頸部への回旋運動は、麻痺側振出し時のフットクリアランス向上に伴う、麻痺側下肢の推進力向上に繋がっていることが推測された。

## おわりに

脳卒中片麻痺患者に特徴的な骨盤後傾位姿勢および骨盤回旋運動低下は、麻痺側股関節運動の低下を生じ、麻痺側下肢立脚中期以降における足部の踏み返しがうまく行えない不効率な歩行を呈している。本研究結果では、脳卒中片麻痺患者に対するねじり運動前後の歩行動作において、麻痺側下肢立脚中期以降における麻痺側股関節の伸展運動や麻痺側足関節の底屈運動との関連性は認められなかった。つまり、脳卒中片麻痺患者に対して、非麻痺側下肢を前に踏み出した状態におけるねじり運動が、骨盤後傾位の減少や麻痺側股関節伸展運動に繋がり、股関節を屈曲させる主動作筋である大腰筋の機能や、足関節背屈位による Stretch-Shortening Cycle 機能(足部の踏み返し機能)などによって、麻痺側下肢の推進力向上が図れたとは言い難い結果となった。

今後、骨盤における傾き・回旋・下肢運動に伴う前進運動等を調べていくことによって、脳卒中片麻痺患者における身体のねじり運動の有効性をより客観的見解にしていきたい。

## [引用文献]

- 1) 谷内幸喜, 河崎由美子 脳卒中片麻痺を呈する患者における回旋運動が歩行機能に及ぼす影響. 大阪河崎リハビリテーション大学紀要 2014,9(1):9-14.
- 2) 金子公宥, 福永哲夫(編) バイオメカニクス, 身体運動の科学的基礎. 杏林書院, 東京, 2004,p.168.
- 3) Weerdesteyn, V. Nienhuis, B. Duysens, J. Exercise training can improve spatial characteristics of time-critical obstacle avoidance in elderly people. Human Movement Science.2008;27:738-748.
- 4) Silsupadol, P. Lugade, V. Shumway-cook, A. Donkelaar, P. V. Chou, L. Mayr, U. Woollacott, H. M. Training-related changes in dual-task walking performance of elderly persons with balance impairment: A double-blind, randomized controlled trial. Gait & Posture.2009;29:634-639.
- 5) Lord, R. S. Ward, J. A. Williams, P. Strudwick, M. The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: A randomized controlled trial. Journal of the American Geriatrics Society.1995;43:1198-1206.
- 6) Shumway-Cook, A. Gruber, W. Baldwin, M. Liao, S. The effect of multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community-dwelling older adults. Physical Therapy.1997;77:46-56.
- 7) Li, F. Harmer, P. Fisher, J. K. McAuley, E. Chaumeton, N. Eckstrom, E. Wilson, N. L. Tai chi and fall reductions in older adults: a randomized controlled trial. Journals of Gerontology, Series A, Biological Sciences and Medical Sciences.2005;60:187-194.
- 8) Wolf, S. L. Barnhart, H. X. Ellison, G. L. Coogler, C. E. The effect of Tai Chi Quan and computerized balance training on postural stability in older subjects. Physical Therapy.1997;77:371-381.
- 9) Shigematsu, R. Chang, M. L. Yabushita, N. Sakai, T. Nakagaichi, M. Nho, H. Tanaka, K. Dance-based aerobic exercise may improve indices of falling risk in older women. Age and Aging.2002;31:261-266.
- 10) Binder, E. F. Brown, M. Craft, S. Schechtman, B. Kenneth, Birge, S. J. Effects of a group exercise program on risk factors for falls in frail older adults. Journal of Aging and Physical Activity.1994;2:25-37.
- 11) 中谷敏昭, 灘本雅一, 森井博之 身体動揺に及ぼすバランスボール・トレーニングの効果. 体力科学 2001,50:643-646.

- 12) Seidler, R. D. and Martin, P. E. The effects of short term balance training on the postural control older adults. *Gait & Posture*.1997;6:224-236.
- 13) 島田裕之, 内山靖 高齢者に対する3ヶ月間の異なる運動が静的・動姿勢バランス機能に及ぼす影響. *理学療法学* 2001;28:38-46.
- 14) Shimada, H. and Uchiyama, Y. Specific effects of balance and gait exercises on physical function among the frail elderly. *Clinical Rehabilitation*.2003;17:472-479.
- 15) 東原綾子 ハムストリングス肉離れに関する研究 —伸張性収縮とハムストリングスの機能—. 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科 修士論文 2008:36-67.
- 16) 柳川和優 高齢者の歩行動作特性. 広島経済大学地域経済研究所 2008.