

氏名・(本籍)	越後谷 和 貴 (秋田県)
専攻分野の名称	博士 (保健学)
学位記番号	医博甲第32号
学位授与の日付	令和2年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科専攻	医学系研究科 (保健学専攻)
学位論文題名	Changes of foot pressure pattern in post-stroke individuals who achieved independent walking during the convalescent phase (回復期脳卒中後患者の自立歩行獲得過程における足圧パターンの変化)
論文審査委員	(主査) 教授 岡田 恭 司 (副査) 助教 齊藤 明 助教 木元 稔

論文内容の要旨

研究目的

脳卒中後の歩行障害は出現頻度が高く、自立歩行の獲得は転帰先に影響する。運動機能障害は足関節・足部で顕著に出現し、正常な足底接地の妨げになるため、足関節・足部の評価は脳卒中後患者の歩行障害を理解するのに役立つ。足圧測定は簡便に足関節・足部の機能を評価できる方法である。複数歩の解析が可能で、足底接地を視覚化できることから、歩行リハビリテーションの効果判定に役立つ。歩行障害は脳卒中発症から半年までに大幅な改善が期待できるため、回復期に足圧パターンを評価することは、自立歩行獲得の一助となる。しかしながら回復期脳卒中後患者の足圧パターンの変化については検討の余地がある。

よって本研究では回復期脳卒中後患者の自立歩行獲得過程における足圧パターンの変化を検証し、自立歩行獲得に関する基準を検討することを目的とした。

対 象

秋田県立リハビリテーション・精神医療センターで入院加療した脳卒中後患者28名（男性17名、女性11名、平均年齢60歳）を対象とした。初発の片麻痺患者で、入院時に歩行は非自立であったが退院

までに自立歩行を獲得した者、装具なしで10m歩行が可能である者を選択した。入院前に自立歩行を獲得していた者や足部に変形を有する者は除外した。地域在住健常者のうち、脳卒中の既往が無い者、足部に変形のない者を抽出し32名を対称群した（男性15名、女性17名、63歳）。

方 法

理学療法は1日60分以上、週7日間を提供した。歩行自立度はFunctional Independent Measure (FIM)の歩行項目で評価し、混雑した廊下でも介助なく歩ける場合に自立歩行を許可した。初回評価は装具なしで10m歩行が可能となった時点で行い、最終評価は退院前に行った。杖は必要に応じて使用を許可した。運動麻痺の程度はFugl-Meyer Assessmentの下肢項目で評価した。入院から初回評価が行われるまでの期間、自立歩行獲得までの期間、在院日数、自宅退院率はカルテを参照した。

足圧分布は快適速度での歩行中に測定した。足圧分布測定システム(F-scan II)を用い、3回測定した平均値を解析に使用した。足底接地部位は、踵、足底中央、中足骨、母趾、第2-5趾に分類した。これらの部位にかかる圧力を体重比(% PFP)で表現した。足圧中心軌跡の足部長軸方向への移動距離は、足長に対する比(% Long)として表現した。足圧中心軌跡が踵側へ逆行する長さは、足長に対する比(% Backward)として表現した。脳卒中後患者では麻痺側および非麻痺側の足圧分布を、対称群では右足の足圧分布をそれぞれ解析に使用した。

% PFP, % Long, % Backwardの群間比較にはMann-WhitneyのU検定を用いた。患者群の初回評価と最終評価の比較にはWilcoxon signed-rank testを用いた。最終評価において,% PFP, % Long, % Backwardと他の指標との相関性をスピアマンの順位相関係数で求めた。有意水準は5%とし、解析にはSPSS21を用いた。

結 果

基本属性は両群で有意差を認めなかった。初回評価までの期間は平均25日、自立歩行獲得までの期間は平均57日、在院日数は107日であった。自宅退院率は89.3%であった。初回評価において、脳卒中後患者は全員がFIM歩行項目6点未満であった。最終評価において、脳卒中後患者28名中23名はFIM歩行項目6点、残りの5名はFIM歩行項目7点で自立歩行を獲得した。患者群において、下肢FMAは初回評価と比べ最終評価で有意に高値を示した。患者群の歩行速度は初回評価、最終評価ともに対称群より有意に低値であったが、初回評価に比べ最終評価では有意に高値を示した。

初回評価において、麻痺側の母趾および第2-5趾では荷重圧比が減少し,% Longは短縮していた。最終評価では麻痺側の母趾および第2-5趾では荷重圧比が増加し,% Longは踵から足趾側へ延長した。

最終評価において、麻痺側% Longは下肢FMAおよび歩行速度と有意な正の相関を示した。麻痺側%

Backward は下肢 FMA および歩行速度と有意な負の相関を示した。麻痺側の % Long と % Backward は負の相関を示した。非麻痺側においても第 2 - 5 趾の荷重圧比は下肢 FMA, 歩行速度, % Long と有意な正の相関を示した。% Backward は下肢 FMA および歩行速度と有意な負の相関を示した。

考 察

脳卒中後の歩行リハビリテーションは積極的かつ反復的に行うよう推奨されており、本研究も高頻度のリハビリテーションを提供した。全ての患者は自立歩行を獲得し、自宅退院率も高く、先行研究を支持する結果となった。一方で患者は中等度の運動麻痺、低下した歩行速度、異常な足圧パターンを後遺しており、FIM による主観的な評価を用いる場合、自立歩行の許可は十分に検討すべきである。足圧測定は足底接地を簡便に視覚化できるため、歩行リハビリテーションの効果判定に有用である。

自立歩行獲得に伴い、麻痺側の母趾および第 2 - 5 趾の荷重圧比は増加し、麻痺側 % Long が延長した。% Long が延長した結果、母趾と第 2 - 5 母趾の荷重圧比が増加したものと考えられる。維持期や亜急性期では、運動麻痺が軽度で、自立歩行を獲得している者ほど、足圧中心軌跡が後足部から前足部に向けて延長するとの報告がある。回復期を対象とした本研究では、麻痺側 % Long の数値が非麻痺側および対称群の 70% 以上にまで到達した。加えて、麻痺側 % Long は運動麻痺や歩行速度とも関連しており、脳卒中後患者の歩行能力を反映する有益な指標であると考えられる。

本研究では足圧中心軌跡の逆行性 (% Backward) を分析した。麻痺側の % Backward は自立歩行獲得に伴い、12% から 8% まで改善した。先行研究では % Backward の短縮が足底接地の改善を表すと述べている。麻痺側 % Backward は下肢 FMA および歩行速度と負の相関を示しており、自立歩行を獲得するにあたり、留意すべき指標である。

非麻痺側において、第 2 - 5 趾の荷重圧比は下肢 FMA および歩行速度と正の相関を示した。同様に % Backward は下肢 FMA および歩行速度と有意な負の相関を示した。これらの結果は非麻痺側の代償動作を示唆するものである。先行研究では運動麻痺が重度である程、非麻痺側による代償動作は生じやすいと述べており、両側の足圧パターンを評価することは、脳卒中後患者の歩行障害を理解するのに重要である。

本研究の限界として、第 1 に自立歩行を獲得できなかった者を除外した点が挙げられる。そのため、本研究の結果が全ての脳卒中後患者に適用できるわけではない。第 2 に足圧分布の測定に杖を使用した患者が含まれる。杖使用者では先述のような典型的な足圧の改善は得られず、杖の使用が足圧に及ぼす影響については更なる調査が必要である。第 3 に 3 次元動作解析装置や床反力計などを使用していないため、これらの機器を併用することが、脳卒中後の歩行障害を理解するのに必要である。

結 論

回復期脳卒中後患者は自立歩行獲得に伴い、足圧パターンが変化した。麻痺側において、母趾と第2 - 5趾の荷重圧の増加、足圧中心軌跡の延長、足圧中心の逆行性の改善は自立歩行を許可する基準となりうる。脳卒中後の歩行リハビリテーションは麻痺側および非麻痺側の両方で、踵から足趾に向かう足底接地を促通するべきである。

引 用 文 献

- [1] A.E. Chishom, S.D. Perry, W.E. Mcllory, Inter-limb centre of pressure symmetry during gait among stroke survivors. *Gait Posture*. 33 (2011) 238-243.
- [2] K.J. Nolan, M. Yarossi, P. Mclaughlin, Changes in center of pressure displacement with the use of a foot drop stimulator in individuals with stroke. *Clin Biomech*. 30 (2015) 755-761.
- [3] I. Saito, K. Okada, T. Nishi, M. Wakasa, A. Saito, K. Sugawara, et al, Foot pressure pattern and its correlation with knee range of motion limitations for individuals with medial knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*. 94 (2013) 2502-2508.
- [4] A.M. Wong, Y.C. Pei, W.H. Hong, C.Y. Chung, Y.C. Lau, C.C. Chen, Foot contact pattern analysis in hemiplegic stroke patients: An implication for neurologic status determination. *Arch Phys Med Rehabil*. 85 (2004) 1625-1630.
- [5] C.M. Kim, J.J. Eng, Magnitude and pattern of 3D kinematic and kinetic gait profiles in persons with stroke relationship to walking speed. *Gait Posture*. 20 (2004) 140-146.

論文審査結果の要旨

要旨：脳血管障害に対する回復期リハビリテーションにおける麻痺側の荷重状態の推移を足圧分布から調査した論文である。脳血管障害後の方では、回復期に自立歩行を獲得する過程で踵部の荷重の正常化、足趾の荷重の増加、足圧中心軌跡の前後長の延長と後方移動量の減少が認められることが記載されている。これまで主観的であった自立歩行許可基準に対し、足圧分布という客観的指標を初めて示した論文であり、新規性、独自性が認められ、学位論文に値すると判断される。

斬新さ：脳血管障害後の自立歩行の許可基準に足圧から見た荷重状況の所見を取り入れた点、足圧中心軌跡で後方移動量などの独自で分かりやすいパラメーターを導入した点が斬新である。

重要性：これまで自立歩行の許可は理学療法士の主観的判断に委ねられていたが、本論文では足圧分布を導入し、足圧中心軌跡を基礎とした独自のパラメーターで回復過程を客観的に示しており、脳神

経領域のリハビリテーションにとって有益な情報が得られた論文と考えられる。

研究方法の正確性：対象が初回の脳血管障害後の回復期に自立歩行を獲得できた方，というように吟味されており，対象者数も対照群も十分である。また，足圧分布測定システムなど測定機器の設定や測定環境にも再現性が認められる。

表現の明瞭性：序論，要旨，方法，結果など明瞭に記載されている。分析も的確であり，考察も臨床的問題点を中心に十分に行われている。

