

氏名・(本籍)	いわ さわ さと み (神奈川県)
専攻分野の名称	博士(保健学)
学位記番号	医博甲第29号
学位授与の日付	平成31年3月21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	脳卒中片麻痺患者の短下肢装具の適応に関する研究 －歩行時の身体動揺と歩行速度・持久性・恒常性から選択される短下肢装具の検討－
論文審査委員	(主査) 教授 佐竹 将宏 (副査) 准教授 佐々木 誠 准教授 上村 佐知子

## 論文内容の要旨

### 研究目的

本研究では歩容の評価指標<sup>1)</sup>である root mean square (RMS) と歩行安定性の評価指標<sup>2)</sup>である 10m 最大歩行速度, 2分間最大歩行距離, 歩行周期変動の関連を検討した。さらに複数の AFO を用いて歩容から選択される AFO と, 歩行安定性の評価指標から選択される AFO が一致するかを調査した。これにより歩行安定性の評価指標は歩容評価ができ, 歩容から選択される AFO と同様の AFO を選択することができるかを明らかにすることを目的とした。

### 対象・方法

地方独立行政法人秋田県立病院機構秋田県立リハビリテーション・精神医療センターに入院し, AFO を使用し病棟内歩行が自立している脳卒中片麻痺患者40名を対象とした。

#### 1) 歩行条件

対象者に対し, 裸足歩行と3種類の AFO (オルトップ AFO<sup>®</sup>-LH:LH, 調整機能付き後方平板型 AFO の足関節底屈 0°制限・背屈遊動:遊動と足関節底背屈 0°制限:制限) を使用した歩行の4条件をランダムに実施した。

#### 2) 測定

##### i) 10m 歩行

快適歩行では、第3腰椎に加速度計を取り付け3軸加速度の変化を測定し、5歩行周期から3軸のRMSを算出した。最速歩行では、10m最大歩行速度を測定した。

## ii) 2分間歩行試験

2分間の最速歩行を行い、2分間最大歩行距離を測定した。同時に靴式下肢荷重計を用いて歩行周期時間を測定し、1歩行周期時間の平均と標準偏差に基づき歩行周期変動を算出した。

## 3. 統計学的分析

10m最大歩行速度や2分間最大歩行距離、歩行周期変動は歩容に影響をされるかを明らかにするため、これらの評価指標と対象者全員の裸足歩行時のRMSにてSpearmanの順位相関係数の有意性の検定を行った。この際RMSは分散が大きかったため、対数変換し解析を行った。

次に対象者をRMSが最も小さかったAFOで群に分類した。各群で、RMSが最も小さかったAFOと、10m最大歩行速度や2分間最大歩行距離が向上し、歩行周期変動が減少するAFOが一致するかを明らかにするため、Friedman検定を行った。

## 結 果

### 1. 裸足歩行時のRMSと各評価指標との関係

対数変換を行ったRMSと10m最大歩行速度は $rs = -0.95$ ,  $p < 0.01$ で、有意な負の相関を認めた。対数変換を行ったRMSと2分間最大歩行距離は $rs = -0.88$ ,  $p < 0.01$ で、有意な負の相関を認めた。対数変換を行ったRMSと歩行周期変動は $rs = 0.58$ ,  $p < 0.01$ で、有意な正の相関を認めた。

### 2. RMSが最小であったAFOで群分けした場合の検討

対象者をRMSが最も小さかったAFOで群に分類した結果、LHを使用した際に最もRMSが小さかった者は10名(LH群)、遊動は15名(遊動群)、制限は15名(制限群)であった。

#### 1) 各群のAFOの種類によるRMS

LH群ではLH使用時のRMSは裸足に比べて有意に小さかった( $p < 0.05$ )。遊動群では遊動使用時のRMSは裸足やLH、制限に比べて有意に小さかった(それぞれ $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ )。制限群では制限使用時のRMSは裸足やLHに比べて有意に小さかった(いずれも $p < 0.01$ )。

#### 2) 各群のAFOの種類による10m最大歩行速度

LH群ではAFOの種類による10m最大歩行速度に有意な違いは認めなかった。遊動群では遊動使用時の10m最大歩行速度は裸足に比べて有意に速かった( $p < 0.01$ )。制限群では制限と遊動使用時の10m最大歩行速度は裸足に比べて有意に速かった(それぞれ $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ )。

#### 3) 各群のAFOの種類による2分間最大歩行距離

LH群ではAFOの種類による2分間最大歩行距離に有意な違いは認めなかった。遊動群では遊動とLH使用時の2分間歩行距離は裸足に比べて有意に長かった(それぞれ $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ )。

制限群では制限と遊動使用時の2分間歩行距離は裸足に比べて有意に長かった（いずれも  $p < 0.01$ ）。

#### 4) 各群のAFOの種類による歩行周期変動

各群ともにAFOの種類による歩行周期変動に有意な違いは認めなかった。しかし、制限群では制限と遊動使用時の歩行周期変動は裸足に比べて小さい傾向を認めた。

## 考 察

### 1. 裸足歩行時のRMSと各評価指標との関係

裸足歩行時のRMSと10m最大歩行速度、2分間最大歩行距離にそれぞれ有意な負の相関、RMSと歩行周期変動に有意な正の相関を認めた。

RMSが小さいほど歩行時の身体動揺が小さく歩容が良いことを示す。AFOを常用している脳卒中片麻痺患者を対象とした先行研究では、裸足歩行に比べAFO使用時に歩容が改善すると、10m最大歩行速度や2分間最大歩行距離が向上し、歩行周期変動が減少すると報告されている。本研究もこれらの報告を支持する結果であった。またRMSや歩行速度、持久性、恒常性は、身体能力と関連すると報告されている。どの評価指標も身体能力に影響されることからRMSと10m最大歩行速度、2分間最大歩行距離、歩行周期変動との間に有意な関連があったと考えられた。今回の結果より、10m最大歩行速度や2分間最大歩行距離、歩行周期変動は歩容を反映できる評価指標であることが推察された。

### 2. 各評価指標とAFOの種類

対象者をRMSが最小だったAFOで群に分類し、RMSが最も小さかったAFOと、10m最大歩行速度や2分間最大歩行距離が向上し、歩行周期変動が減少するAFOが一致するかを検討した。

10m最大歩行速度は、遊動群と制限群では歩行時のRMSが最小だったAFO使用時に裸足と比べ最も速くなっていた。また2分間最大歩行距離は、遊動群では歩行時のRMSが最小だったAFO使用時に、制動群ではRMSが最小だったAFOと遊動使用時に裸足と比べ最も長くなっていた。適切なAFOを用いた場合、膝や足関節の安定性が得られ麻痺側下肢に荷重でき、また麻痺側下肢の振り出しが行いやすくなる<sup>3-5)</sup>ことから歩行や転倒への不安が軽減する。これらより筋活動が変化し、身体動揺やエネルギー消費量は減少する<sup>3)4)</sup>ため、歩行速度や歩行距離の増大に繋がったと考えられた。しかし、LH群ではLH使用時にRMSが最小だったにも関わらず10m最大歩行速度、2分間最大歩行距離のどちらも裸足と各種AFO使用時に有意な違いは認められなかった。

歩行周期変動は、制限群では歩行時のRMSが最小だったAFO使用時に裸足と比べて減少する傾向を示したが、各群ともに裸足と各種AFO使用時に有意な違いは認められなかった。小宅らは、AFOを使用し歩行が自立している場合は裸足とAFO使用時の歩行周期変動の違いを検出しにくい可能性を報告している。また須藤らは脳卒中片麻痺患者の屋内歩行自立のカットオフポイントは歩行周

期変動が7%以内と報告している。これらより、本研究の対象者は全員病棟内での歩行が自立していたため、裸足と各種 AFO 使用時の歩行周期変動に有意な違いが認められなかったと考えられた。

以上より、10m 最大歩行速度や2分間最大歩行距離、歩行周期変動といった評価指標は、適切な AFO を使用した際に歩行時の身体動揺が減少し、10m 最大歩行速度は速く、2分間最大歩行距離は長く、歩行周期変動は減少することが明らかとなった。したがってこれらの評価指標から、AFO の足関節機能が遊動か制限かを選択できることが示唆された。

## 結 論

AFO を使用し病棟内歩行が自立している脳卒中片麻痺患者を対象に、10m 最大歩行速度や2分間最大歩行距離、歩行周期変動が AFO を選択するための評価指標となるかを検討した。これらの評価指標は、歩容評価も含めた指標であり、AFO の足関節機能が遊動か制限かを選択するための評価指標と成り得ることが示唆された。しかし、LH はこれらの評価指標単独では選択することが困難なため、総合的に評価し判断する必要があると考えられる。

## 引 用 文 献

- 1) H B Menz, et al. : Acceleration patterns of the head and pelvis when walking on level and irregular surface. *Gait & Posture* 18:35-46, 2003
- 2) 高見彰淑：片麻痺歩行障害の理学療法スタンダード. *PT ジャーナル* 45 : 869-875, 2011
- 3) L Alfredo, et al. : Effect of ankle-foot orthosis on gait velocity and cadence of stroke patients : a systematic review. *Journal of Physical Therapy Science* 25 : 1503-1508, 2013
- 4) S F. Tyson, et al. : Effect of ankle-foot orthosis on balance and walking after stroke: a systematic review and pooled meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 94 : 1377-1385, 2013
- 5) SF Tyson, et al. : A systematic review and meta-analysis of the effect of an ankle-foot orthosis on gait biomechanics after stroke. *Clinical Rehabilitation* 27 : 879-891, 2013

## 論文審査結果の要旨

要旨：本研究は、AFO を装着している脳卒中片麻痺患者を対象に、歩容の評価指標である RMS と歩行安定性の評価指標である10m 最大歩行速度、2分間最大歩行距離、歩行周期変動の関連を検討し、10m 最大歩行速度、2分間最大歩行距離、歩行周期変動が AFO を選択するための評価指標となるか

を検討した。その結果、これらの指標は AFO の足関節機能が遊動か制限かを選択するための評価指標と成り得ることが示唆された。

斬新さ：同一被験者に異なる AFO を装着し、歩容や歩行安定性の面から最適な AFO を検討した点で、従来の研究に無い斬新さがある。

重要性：本研究の結果、足関節機能が遊動か制限かを選択する指標を見つけることができた点で重要である。この結果は臨床的な有用性を検証するきっかけともなりうる。

研究方法の正確性：歩容評価には 3 軸加速度計を用い客観性に努めた。また、フットセンサや同一の AFO を患者に装着することで正確性を追求している。対象者には説明と同意を得ており、研究内容を理解できている脳卒中患者を対象としていた。よって正確性に問題はない。

表現の明瞭性：本研究論文は、簡潔明瞭に書かれている。

以上述べたように、本論文は学位を授与するのに十分値する研究と判定された。

