

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：32206

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350630

研究課題名(和文)回復期片麻痺者の歩行改善の分析—下肢装具と理学療法が歩行に及ぼす影響—

研究課題名(英文)Gait improvement of stroke patients in recovery phase -effect of the ankle-foot orthosis and physiotherapy-

研究代表者

山本 澄子(YAMAMOTO, Sumiko)

国際医療福祉大学・医療福祉学研究科・教授

研究者番号：30302102

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：歩行補助のための短下肢装具(以下、装具)の機能の違いが片麻痺者の歩行に及ぼす影響を明らかにすることが本研究の目的である。回復期片麻痺者40名をランダムに2群に割り当て、足関節の底屈をとめた装具と底屈を制動しながら動かす装具を使用した理学療法士による歩行練習を実施した。歩行練習前の装具なし歩行と練習後の装具歩行を三次元動作分析装置で計測して両群間で比較した結果、底屈を止めた装具は歩行時の骨盤を前傾させ、底屈を許す装具は胸郭を伸展させることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to clarify the effect of the mechanical feature of the Ankle-foot orthosis (AFO) on the gait of stroke patients. Forty patients in recovery phase were randomly assigned to two groups. One of them used the AFO with plantar flexion stop and the other the AFO with plantar flexion resistance. Both of them took gait training run by physiotherapists using each AFO. The gait without an AFO before training and the gait with each AFO were measured by a 3D motion analysis system and the gait change of both groups was compared. Results showed that the pelvis was inclined forward in the group using the AFO with plantar flexion stop, and the thorax was extended in the group using the AFO with plantar flexion resistance.

研究分野：リハビリテーション工学

キーワード：片麻痺者 歩行分析 下肢装具

1. 研究開始当初の背景

片麻痺者の歩行補助のための短下肢装具(以下、装具)は数多く使用され、歩行に関する多くの研究がなされているが、ほとんどが装具なし歩行と比較した装具歩行の比較である。現在、課題となっているのは数多くの装具の中から各使用者に適した装具を選択する方法の確立である。そのためには、装具の機能を分類して、個々の機能が歩行にどのように影響するかを明らかにする必要がある。装具の機能のうち、最も重要なのは矢状面内の足関節底背屈方向に対する機能である。すなわち、底屈背屈各方向の動きを止めるのか、制動をかけながら動かすのか、自由に動かすのかである。従来からいわれている装具の目的の1つが遊脚期の足関節のクリアランスを保つことがあることから、現在使用されている装具は底屈方向の動きを止めることが多い。しかし、近年、片麻痺者の歩行分析の結果に基づいて底屈方向に制動をかける装具の有用性が明らかになってきた。しかし、底屈方向の動きを止める装具と制動をかけながら動く装具が片麻痺者の歩行に及ぼす影響を比較した研究は行われていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、足関節の底屈方向の動きを止めた装具と制動をかけながら動かす装具が、片麻痺者の歩行に及ぼす影響を明らかにすることである。ここでは、歩行が確立しない段階で装具の機能の影響が出やすいと考えられる回復期片麻痺者を対象とするとした。

3. 研究の方法

計測に使用したのは金属支柱つきの短下肢装具で、底屈をとめた装具として足継手にクレンザック継手を使用した装具(以下、AFO-PS)と油圧ダンパーによって底屈方向の動きに対して足継手が制動力を発生する装具(以下、AFO-OD)である(図1)。



AFO-PS AFO-OD
図1 計測に使用した装具

リハビリテーション病院に入院中で、装具を使用した理学療法士による歩行練習を受けている発症後180日以内の回復期片麻痺者42名を対象とした。参加条件は装具なし歩行が可能なこととして、足関節可動域が背屈0

度以上、下腿三頭筋の筋緊張が Modified Ashworth Scale で2以下とした。除外条件は、歩行に影響する整形外科の疾患がないこと、計測に支障を与える認知的症状がないこととした。計測開始は平行棒外で10mの介助なし歩行が可能となった時点とした。三次元動作分析装置(VICONMx、AMTI床反力計)を使用して、装具なし歩行を計測し、その後、対象者をAFO-PS群とAFO-OD群にランダムに割り当て、それぞれの装具を使用した理学療法士による歩行練習を1日1回1時間、2週間にわたって実施した。歩行練習の内容は各群で統一した。その後、同じ計測器を使用してそれぞれの装具を使用した歩行を計測した。歩行計測は各条件で少なくとも4周期の歩行データを得られるようにした。

歩行計測の結果より、練習前の装具なし歩行、練習後の装具歩行について、歩行1周期につき97点の特徴値を抽出した。特徴値について分布の正規性を確認し、正規分布するデータについては歩行練習前後と装具の種類を要因とした二元配置分散分析で各要因の効果を調べた。交互作用があった場合には各群で一元配置分散分析によって練習前後の比較を行った。正規分布しないデータについては Wilcoxon の順位和検定で練習前後の比較、Man-Whitney のU検定で両群の比較を行った。すべての統計において有意水準は $p=0.05$ とした。

本研究は国際医療福祉大学倫理審査委員会ならびに中伊豆リハビリテーションセンター倫理審査委員会の承認を得て実施した。研究参加に先立ち、対象者には研究目的と内容を説明し、文書による同意を得た。

4. 研究成果

42名の対象者のうち、計測データに不備が見られた2名を除いたAFO-PS群20名、AFO-OD群20名のデータを分析した。各群の性別、年齢、身長、体重、発症後日数、計測開始時の歩行速度に有意差はなかった。

二元配置分散分析の結果、多くのパラメータで歩行練習前後(装具なしと装具の違いを含む)に主効果が認められた。すなわち、歩行練習後の装具歩行において、練習前の装具なし歩行と比較して、歩行速度、両側の歩幅、単脚支持期の床反力作用点の進行方向移動、立脚期各時点での足関節背屈角度が増加し、歩行周期、前遊脚期時間が減少した。装具の違いによる比較では、矢状面内の骨盤前後傾角度と胸郭前後傾角度に交互作用がみられた。AFO-PS群では装具なし歩行と比較して装具歩行では初期接地時の骨盤前傾が見られたが、AFO-OD群では違いが見られなかった。AFO-OD群では装具なし歩行と比較して装具歩行で立脚期を通じて胸郭の伸展が見られたが、AFO-PS群では見られなかった(表1、表2、表3)。

それぞれの群における骨盤前後傾角度(図2)と胸郭前後傾角度(図3)の20名の平

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

表1 歩行分析の結果(時間・距離因子)

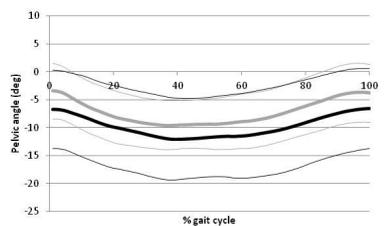
| Parameters | AFO-PS | | AFO-OD | | Interaction | Main effect | |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|------------------|-------|
| | Without | With | Without | With | | With and without | AFO |
| Velocity (m/s) | 0.27 (0.19) | 0.42 (0.25) | 0.25 (0.12) | 0.37 (0.17) | 0.654 | 0.006* | 0.824 |
| Paretic to nonparetic (m/BH) | 0.11 (0.09) | 0.19 (0.09) | 0.15 (0.07) | 0.19 (0.06) | 0.491 | <0.001** | 0.288 |
| Nonparetic to paretic (m/BH) | 0.19 (0.07) | 0.22 (0.07) | 0.19 (0.06) | 0.22 (0.06) | 0.987 | <0.001** | 0.624 |
| Cycle time (s) | 2.18 (0.56) | 1.96 (0.54) | 2.46 (0.60) | 1.96 (0.52) | 0.223 | <0.001** | 0.232 |
| Loading response time (s) + | 0.42 (0.31) | 0.31 (0.25) | 0.57 (0.41) | 0.32 (0.21) | | <0.001** | 0.450 |
| Single stance time (s) | 0.37 (0.11) | 0.39 (0.10) | 0.44 (0.15) | 0.47 (0.12) | 0.676 | 0.209 | 0.051 |
| Pressing time (s) | 0.72 (0.38) | 0.47 (0.31) | 0.73 (0.29) | 0.46 (0.31) | 0.751 | <0.001** | 0.956 |
| Swing time (s) | 0.63 (0.14) | 0.63 (0.15) | 0.68 (0.17) | 0.68 (0.16) | 0.900 | 0.874 | 0.304 |
| Max posterior component (N/BW) | -0.080 (0.035) | -0.019 (0.045) | -0.078 (0.045) | -0.089 (0.047) | 0.367 | 0.007** | 0.842 |
| Max anterior component (N/BW) | 0.040 (0.024) | 0.047 (0.038) | 0.044 (0.026) | 0.052 (0.022) | 0.968 | 0.066 | 0.577 |
| Progression in loading response (m) | 0.084 (0.023) | 0.082 (0.027) | 0.080 (0.024) | 0.104 (0.024) | 0.548 | 0.050 | 0.096 |
| Progression in single stance (m) + | 0.019 (0.025) | 0.030 (0.045) | 0.018 (0.019) | 0.036 (0.032) | | <0.001** | 0.707 |

表2 歩行分析の結果(下肢の運動学的運動力学的パラメータ)

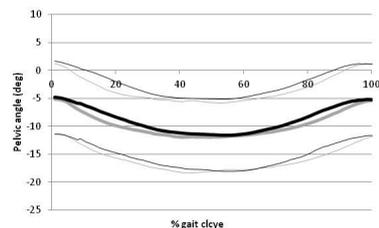
| Parameters | AFO-PS | | AFO-OD | | Interaction | Main effect | | |
|------------------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|----------|-------|
| | Without | With | Without | With | | With and without | AFO | |
| Ankle joint angle | Initial contact (degrees) | -9.18 (8.91) | -8.19 (8.98) | -6.17 (6.51) | -1.67 (4.44) | 0.822 | <0.001** | 0.652 |
| | Change in loading response (degrees) | -1.64 (1.90) | -1.11 (1.09) | -2.57 (2.58) | -3.28 (2.53) | 0.401 | <0.001** | 0.091 |
| | Max dorsiflexion in single stance (degrees) | 1.29 (8.18) | 4.28 (8.24) | 4.88 (6.80) | 6.71 (5.56) | 0.521 | 0.008** | 0.149 |
| | Max plantar flexion in pressing (degrees) | -4.08 (8.22) | -2.89 (5.67) | -1.43 (6.00) | 1.65 (5.17) | 0.367 | 0.066 | 0.149 |
| | Max dorsiflexion in swing (degrees) | -4.77 (8.29) | -3.64 (5.67) | -1.80 (7.80) | 1.07 (4.92) | 0.941 | 0.271 | 0.155 |
| Ankle joint moment and power | Max dorsiflexion in loading response (Nm/BW) | -0.02 (0.03) | -0.04 (0.06) | -0.01 (0.04) | -0.05 (0.03) | 0.229 | <0.001** | 0.712 |
| | Max plantar flexion in stance (Nm/BW) | 0.61 (0.28) | 0.90 (0.36) | 0.66 (0.27) | 0.90 (0.37) | 0.366 | <0.001** | 0.747 |
| | Max power in stance (W) | 0.04 (0.10) | 0.09 (0.12) | 0.06 (0.11) | 0.06 (0.15) | 0.414 | 0.068 | 0.817 |
| Knee joint angle | Initial contact (degrees) | 9.57 (5.13) | 11.65 (5.81) | 6.55 (7.44) | 8.01 (5.56) | 0.683 | 0.023* | 0.066 |
| | Max extension in single stance (degrees) | 8.84 (8.52) | 7.72 (11.01) | 1.01 (12.11) | 1.05 (11.01) | 0.701 | 0.671 | 0.680 |
| | Max flexion in swing (degrees) | 41.99 (11.58) | 42.21 (10.82) | 37.30 (14.90) | 35.55 (14.02) | 0.272 | 0.396 | 0.164 |
| Knee joint moment | Max extension in loading response (Nm/BW) | 0.10 (0.15) | 0.24 (0.18) | 0.19 (0.18) | 0.21 (0.18) | 0.496 | 0.098 | 0.333 |
| | Max flexion in single stance (Nm/BW) | -0.13 (0.27) | -0.19 (0.26) | -0.28 (0.39) | -0.35 (0.32) | 0.876 | 0.087 | 0.108 |
| Hip joint angle | Initial contact (degrees) | 18.38 (5.51) | 22.27 (6.99) | 18.27 (7.16) | 17.81 (7.84) | 0.075 | 0.157 | 0.222 |
| | Max extension in single stance (degrees) | 8.67 (8.58) | 8.28 (14.38) | 6.97 (11.09) | 2.88 (10.11) | 0.136 | 0.075 | 0.287 |
| | Max flexion in loading response (Nm/BW) | 0.35 (0.18) | 0.48 (0.29) | 0.38 (0.16) | 0.36 (0.21) | 0.139 | 0.090 | 0.328 |
| Hip joint moment | Max flexion in single stance (Nm/BW) | -0.04 (0.34) | -0.12 (0.43) | -0.27 (0.25) | -0.20 (0.31) | 0.472 | 0.008 | 0.646 |

表3 歩行分析の結果(骨盤と胸郭の角度)

| Parameters | AFO-PS | | AFO-OD | | Interaction | Main effect | | One-way ANOVA | | |
|---------------|---------------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|------------------|-------|---------------|--------|----------|
| | Without | With | Without | With | | With and without | AFO | AFO-PS | AFO-OD | |
| Pelvic tilt | Initial contact (degrees) | -3.02 (5.02) | -6.47 (7.04) | -5.84 (6.43) | -4.96 (6.48) | 0.046* | | | 0.021* | 0.642 |
| | Non paretic foot off (degrees) | -7.40 (4.46) | -9.55 (7.80) | -10.10 (6.15) | -7.91 (6.90) | 0.041* | | | 0.156 | 0.146 |
| | Non paretic initial contact (degrees) | -8.99 (4.70) | -11.68 (7.20) | -11.70 (6.39) | -10.62 (6.45) | 0.066 | 0.425 | 0.631 | | |
| | Foot off (degrees) | -7.16 (5.33) | -10.57 (8.10) | -11.00 (6.35) | -10.41 (7.13) | 0.063 | 0.184 | 0.333 | | |
| Thoracic tilt | Initial contact (degrees) | -3.11 (5.68) | -3.47 (6.61) | -3.91 (5.81) | -1.09 (6.59) | 0.022* | | | 0.724 | 0.005** |
| | Non paretic foot off (degrees) | -5.49 (6.16) | -4.72 (7.38) | -6.82 (6.52) | -2.31 (6.85) | 0.022* | | | 0.386 | <0.001** |
| | Non paretic initial contact (degrees) | -7.89 (6.58) | -7.34 (7.09) | -9.24 (7.37) | -5.45 (6.88) | 0.025* | | | 0.581 | 0.001** |
| | Foot off (degrees) | -6.06 (6.17) | -8.24 (7.44) | -8.27 (7.44) | -5.51 (7.71) | 0.031* | | | 0.825 | 0.008** |

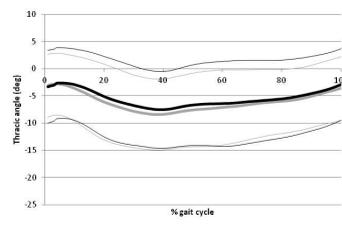


a) AFO-PS 群

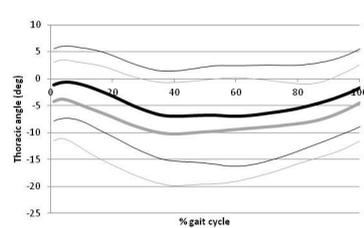


b) AFO-OD 群

図2 骨盤角度の比較(20名の平均)



a) AFO-PS 群



b) AFO-OD 群

図3 胸郭角度の比較(20名の平均)

均波形を示す。図の a が AFO-PS 群、b が AFO-OD 群であり、実線が平均値、細線が標準偏差を示す。

今回の結果より、足継手が底屈方向に可動性をもつ装具は、回復期片麻痺者の歩行時の胸郭伸展を促す働きがあることが明らかになった。過去の研究では、装具足継手の機能の違いは足継手の機能が直接影響する足関節、膝関節への影響にとどまっており、骨盤から上の身体に及ぼす影響を明らかにした結果は本研究が初めてである。本研究の結果より、片麻痺者に対する装具選択の際に骨盤、胸郭の動きに対する影響を考慮する必要があることが明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

Yamamoto S., Tanaka S., Motojima N., Comparison of ankle-foot orthoses with plantar flexion stop and plantar flexion resistance in the gait of stroke patients: A randomized controlled trial, Prosthetics and Orthotics International, 査読あり、印刷中

[学会発表](計3件)

山本澄子、短下肢装具の機能の違いが回復期片麻痺者の歩行へ及ぼす影響、第53回日本リハビリテーション医学会学術大会、2016

Yamamoto S., Gait change of the stroke patients by an AFO to assist the 1st rocker function, APOSM2016, 2016

山本澄子、短下肢装具の機能の違いが回復期片麻痺者の歩行へ及ぼす影響、第54回日本リハビリテーション医学会学術大会、2017

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本澄子 (YAMAMOTO, Sumiko)
国際医療福祉大学・医療福祉学研究科・教授
研究者番号：30302102

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者

本島直之 (MOTOJIMA, Naoyuki)
田中惣治 (TANAKA, Souji)