

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：30127

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K11303

研究課題名（和文）模擬義足を用いた新しい歩行練習に関する基礎的研究

研究課題名（英文）Basic Research on a New Gait Practice Using a Simulated Prosthetic Leg

研究代表者

西山 徹（Nishiyama, Toru）

日本医療大学・保健医療学部・准教授

研究者番号：70404762

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、健常者での通常歩行と模擬義足歩行時における非装着下肢の筋活動、及び下肢関節運動の差異を明確にすることを目的とした。測定は、通常歩行と模擬義足歩行の2種類とし、模擬義足歩行は装着直後と、2日間の模擬義足歩行の練習を実施した後に測定を実施した。測定項目は、歩行速度と下肢筋電位量、下肢（股・膝・足関節）関節角度とした。結果として、模擬義足を使用することで、立脚期の筋電位量が増加し、股関節伸展角度が増加することが明らかとなった。それにより模擬義足歩行は、非装着側下肢への荷重を促し、筋活動を増加させることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

片麻痺者への新しい歩行練習方法として報告されている模擬義足療法が身体に与える影響について筋電図学的、運動学的に分析を行った。その結果、模擬義足歩行時の下肢筋活動と関節ピーク値の特徴が明らかとなった。本研究の成果は、脳卒中片麻痺者への模擬義足療法に対する基礎的な資料として活用でき、より詳細な治療効果の検討が可能となる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to clarify the differences in muscle activity and lower limb joint movement between normal walking in healthy subjects and walking with a simulated prosthetic leg. Measurements were obtained during normal walking and simulated walking. Measurements of simulated walking were obtained immediately after wearing the prosthetic leg and after 2 days of practice with the prosthetic leg. The measurement items were gait speed, lower limb muscle potentials, and lower limb (hip, knee, and ankle) joint angles. The results showed that the use of a simulated prosthetic leg increased the myopotential and hip joint extension angle during the stance phase.

As such, it was suggested that simulated prosthetic leg gait promoted loading on the non-prosthetic side leg and increase muscle activity.

研究分野：身体運動学

キーワード：模擬義足 歩行 筋電図 運動学的分析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

脳卒中片麻痺者の歩行は、麻痺側の立脚期において、身体を動的に支えながら推進力を供給することが困難となり、非麻痺側による代償によって補う必要がある。これを解決するために理学療法場面では麻痺側に荷重をかける事で麻痺側の下肢筋を促通し、歩行能力を改善する練習を行う。その麻痺側へ荷重をかける手段の多くは、理学療法士の徒手によって体重心を麻痺側へ移動させる方法をとるが、片麻痺者は麻痺側荷重に対する恐怖心が強く、理学療法士に高い技術が求められるため、練習効果が理学療法士の技術に左右される可能性がある。そこで、麻痺側下肢への荷重を機械的に行う手段の1つとして模擬大腿義足(以下、模擬義足)を非麻痺側下肢に装着する練習方法(以下、模擬義足療法)が近年提案され、有効であると報告されている^{1,2)}。先行研究^{1,2)}によると、模擬義足療法により、麻痺肢の身体を制御する能力が向上し、歩行に必要な運動モーメントを出力できるようになる事が明らかとなっているが、模擬義足自体が非装着側下肢(麻痺側下肢)に及ぼす影響や、模擬義足療法の経時的な身体への影響は十分に検討されていない。一般的に大腿義足の歩行においては、義足側の立脚期の短縮や、非切断側の筋活動の増加が生じるが、大腿義足と模擬義足ではソケットの形状が異なり、荷重点が異なるため歩行に対する身体の関節運動や筋活動は異なる可能性があると考えられる。

2. 研究の目的

上記の背景により、模擬義足が歩行時の身体運動に与える影響は不明確であり、脳卒中片麻痺者への模擬義足療法の効果を検討するためには、模擬義足歩行が下肢筋活動に与える影響を明らかにする必要があると考える。そこで、本研究では、模擬義足非装着側下肢における義足歩行と通常歩行、および義足歩行練習前後の比較を運動学的・筋電図学的に行い、模擬義足が非装着側下肢に及ぼす影響を明らかにする事を目的とした。

3. 研究の方法

(1) 対象者

対象は下肢に整形外科的な既往歴のない健常成人男性計24名(筋電図学的測定:12名、運動学的測定:12名)とした。

(2) 測定環境・機器

歩行区間は7mとし、中央2mを測定区画とした。また、デジタルビデオカメラ(DMC-FZ300:パナソニック社)を区画中央の矢状面上に配置した。本研究で使用した模擬大腿義足は、ソケット(右側膝関節90°屈曲位で大腿部と下腿部固定)、足部(26cmのSACH足)で構成されたものを使用した(右図)。



図: 使用した模擬義足

(3) 測定項目

測定項目は、歩行速度及び、模擬大腿義足歩行、通常歩行における筋電位量(大殿筋・中殿筋・大腿直筋・ヒラメ筋)、下肢の関節角度変位のピーク値(股関節・膝関節・足関節)とした。得られたデータはデジタルビデオカメラの映像を用いて歩行を4相に分割し、それぞれの相で筋電位量・下肢関節角度ピーク値を比較した。歩行の相分けは、第1相は立脚初期で両脚支持期、第2相は立脚中期で単脚支持期、第3相は立脚後期で両脚支持期、第4相は遊脚期とした。

(4) 筋電図処理

模擬義足歩行と通常歩行の筋電位量は、筋電図解析ソフトウェア(BIMUTAS-Video:キッセイコムテック社)にて30Hzのハイパスフィルターを通した後、全波整流を行い、各相での平均筋電図積分値(integrated electromyogram)を求めた。これらから、ヒラメ筋を除く各筋力は%MVC(Maximal Voluntary Contraction)、ヒラメ筋は%CR(Cuff Raise)を算出し、それぞれを比較した。

(5) 関節運動の算出

下肢関節角度ピーク値は、動作解析ソフトウェア(Frame-DIAS:DKH社)を用いて求めた。歩行の関節角度変位のピーク値では、股関節は荷重応答期の股関節屈曲(H1)、立脚終期の股関節伸展(H2)、遊脚終期の股関節屈曲(H3)とした。膝関節は、立脚期の屈曲(K1)と遊脚期の屈曲(K2)とした。足関節は荷重応答期の足関節底屈(A1)、前遊脚期の足関節背屈(A2)、遊脚初期の足関節底屈(A3)とした。

4. 研究成果

(1) 模擬義足歩行時における筋電位量の特徴

図1に各相での大殿筋・中殿筋・大腿直筋の筋電位量の比較を示す。

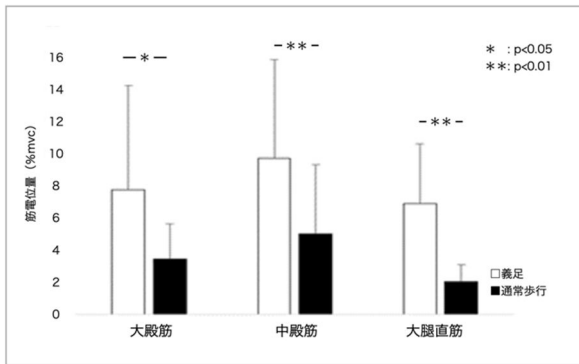


図1-a：第1相の各筋における筋電位量の比較

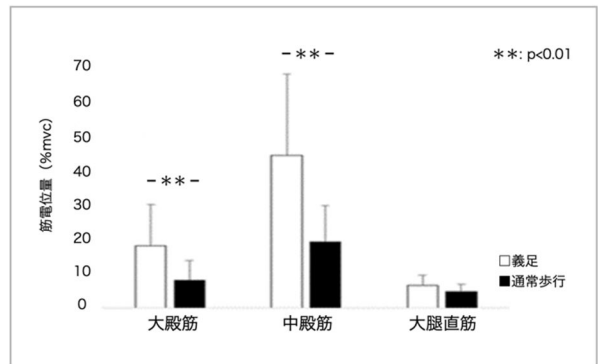


図1-b：第2相の各筋における筋電位量の比較

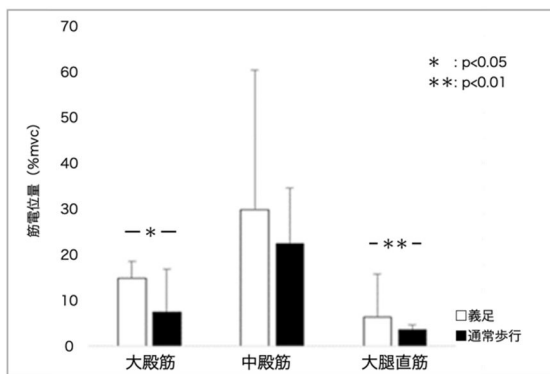


図1-c：第3相の各筋における筋電位量の比較

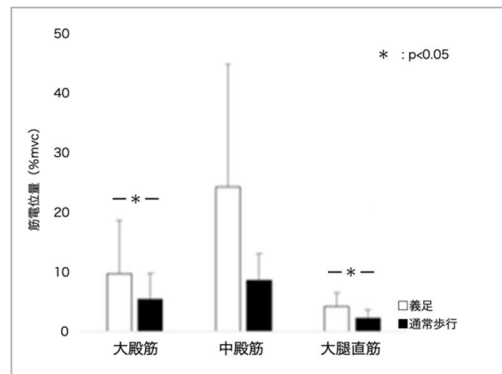


図1-d：第4相の各筋における筋電位量の比較

模擬義足歩行時の大殿筋の筋活動は全ての相で有意に増加した。それに加え、単脚支持期の第2相では中殿筋の活動が増加し、両脚支持期（第1相、第3相）では大腿直筋の筋活動が有意に増加する結果となった。

両脚支持期の第1相、第3相での筋活動の増加は、非装着側と装着側間の重量変化の際に股関節を安定させる必要があるため、その結果活動が増加したと考えられる。特に第3相に関しては、義足使用者においても相の延長が報告されており、本研究とも同様の結果を示している。単脚支持期の第2相では、義足側のクリアランスの確保が必要である。片方の下肢に重錘負荷をした条件での歩行時では、通常歩行に比べ、中殿筋と腓腹筋の筋電位量が有意に増加する事が報告されており、本研究においても模擬義足自体の重量が中殿筋の活動を増加させる可能性が示唆された。

図2にヒラメ筋の各相での筋電位量の比較を示す。ヒラメ筋は模擬義足歩行時に全ての相で筋活動が増加する結果になった。特に第1相では、通常歩行に対して非常に大きな活動の増加が認められた。

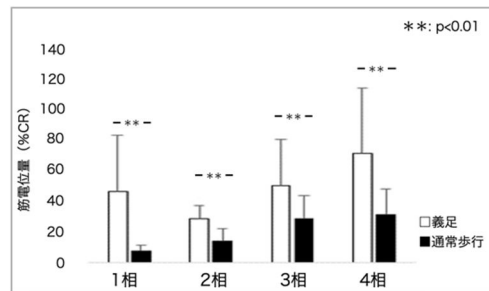


図2：ヒラメ筋の各相での筋電位量の比較

(2) 模擬義足歩行時における下肢関節運動の特徴

図3に股関節・膝関節のピーク値の比較を示す。

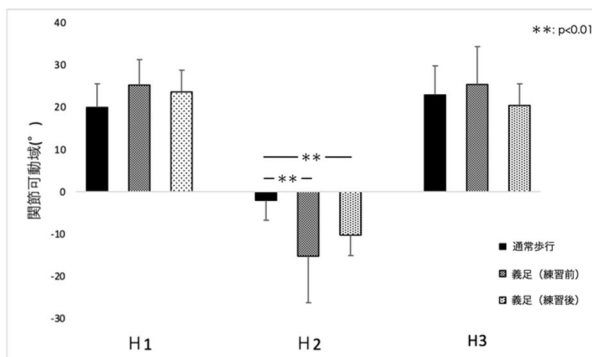


図3-a：股関節ピーク値の比較

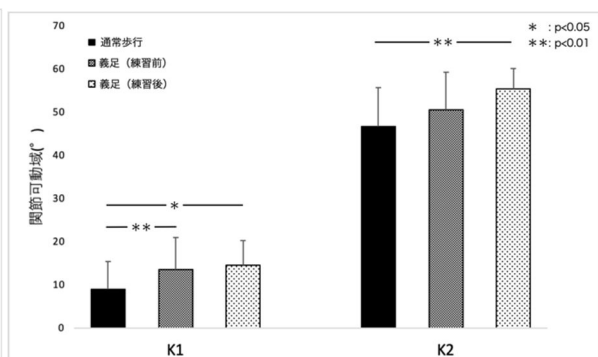


図3-b：膝関節ピーク値の比較

股関節伸展ピーク値 (H2) と膝関節屈曲ピーク値 (K1、K2) は模擬義足歩行時に増加する結果となり、足関節の角度変位では、模擬義足による変化は認められなかった。この股関節伸展ピーク値は、模擬義足装着側の荷重困難により非装着側の歩幅が低下した際に、重複歩距離確保のため装着側の歩幅を延長する必要があり増加したと考えており、大殿筋の筋電位量が増加していることでもそれを確認できる。

以上のことより、本研究の成果として、模擬義足歩行時の下肢筋活動と関節ピーク値の特徴が明らかとなり、脳卒中片麻痺者への模擬義足療法の効果を検討するための基礎的な資料として有用であると考えられる。しかし、今回の研究では、ヒラメ筋の活動が全ての相で増加しており、特に第1相では非常に大きな増加を認めている。脳卒中片麻痺者を対象とした場合は、足関節底屈筋の活動を過度に促すことは痙性を高めてしまうため注意が必要であると考えられる。この第1相でのヒラメ筋の過剰な活動増加は、今回使用した模擬義足が SACH 足部で構成されており、歩行中の下腿の前傾に必要な前足部ロッカー機構が阻害され、足部が底屈位で初期接地していることが原因である可能性がある。よって、模擬義足療法時は、使用する足部を考慮しないと足部への過度な筋活動を促す危険性があるため今後の課題となっている。

引用文献

- 1) Hase K, et al : Effects of therapeutic gait training using a prosthesis and treadmill for ambulatory patients with hemiparesis, Arch Phys Med Rehabil 2011, 第 92 巻, 1961-1966.
- 2) 長谷公隆 : 義足療法を用いた脳卒中歩行再建の試み, Jpn J Rehabil Med, 第 53 巻(1), 40-46, 2016.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 竹内太郎、伊澤琉奈、佐々木歌帆、西山徹
2. 発表標題 模擬大腿義足を用いた歩行練習における下肢の運動学的分析
3. 学会等名 第10回日本支援工学理学療法学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西山徹、高瀬聡介、瀧浪寛大、三浦留美
2. 発表標題 模擬義足を用いた歩行練習時における下肢の筋活動について
3. 学会等名 第36回日本義肢装具学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------