

令和 元年 5 月 20 日現在

機関番号：30108

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K16419

研究課題名(和文)脳卒中患者を対象とした歩行中の動的筋力測定評価法の開発

研究課題名(英文)Development of evaluation method for dynamic strength measurement during walking for stroke patients

研究代表者

昆 恵介 (Kon, Keisuke)

北海道科学大学・保健医療学部・教授

研究者番号：30453252

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：脳卒中患者はつま先から着床するケースが多く、転倒の危険があることから、足くび(足関節)を持ち上げる装具が重要な役割を担う。そのため足関節を持ち上げるための適切な装具の補助力(以下補助力)を患者個々に設定することが重要となる。しかしながら、歩行動作中の筋力を機器単独で評価することが出来ないため、補助力の調整を何度も余儀なくされ、患者には過大な負担となっているのが現状である。本研究は脳卒中患者の歩行中における評価を簡単にするための評価システム法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

少子高齢化に伴いますます後期高齢者の割合は増加している。そのため脳卒中患者も増加している。脳卒中は介護の対象となる第1位でもあり、脳卒中患者の歩行を生涯にわたって支援することが介護予防にも繋がる。本研究は、脳卒中患者の補装具において適切な評価のもとに提供する方法論を提唱することで、今後増えていくであろう脳卒中患者の装具の適合評価に客観性を持たせるとともに、科学的根拠を確立することが可能と考えられる。

研究成果の概要(英文)：Since there are many cases in which stroke patients wear from the toes, and there is a risk of falling, the brace that lifts the foot (ankle foot orthosis) plays an important role. Therefore, it is important to set the auxiliary power of the appropriate orthosis (auxiliary power) for lifting the ankle joint to the patient individually. However, since it is not possible to evaluate the muscle strength in the walking operation alone, the adjustment of the auxiliary power is forced many times, and it is the present state that the patient is an excessive load. This study developed a system for easy evaluation of stroke patients during walking.

研究分野：義肢装具学

キーワード：脳卒中 リハビリテーション支援

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

1. 研究開始当初の背景

脳卒中患者はつま先から着床するケースが多く、転倒の危険があることから、足くび(足関節)を持ち上げる装具が重要な役割を担う。そのため足関節を持ち上げるための適切な装具の補助力(以下補助力)を患者個々に設定することが重要となる。しかしながら、歩行動作中の筋力を機器単独で評価することが出来ないため、補助力の調整を何度も余儀なくされ、患者には過大な負担となっているのが現状である。

本研究は脳卒中患者の歩行中における動的筋力測定を可能とする評価バッテリー(評価の組み合わせ)の開発と臨床評価を目的とする。本研究によって、将来的には、脳卒中患者個々に合わせた装具の設計が可能となり、患者に負担をかけないリハビリテーションを可能とするものである。

2. 研究の目的

本研究は研究期間中に以下のことを明らかにすることとした。

- 1) 脳卒中患者の歩行中における動的な筋力測定を可能とする評価バッテリー(装具補助力評価値の組み合わせと、筋力指数)を開発する。
- 2) 脳卒中患者個々の歩行動作中の足関節筋力から、装具の補助力を決定し、エネルギーの少ない歩行動作をしているか、評価指標の臨床評価を行う。

3. 研究の方法

本研究は内部モーメントと外部モーメントが一致するか検証するために図1のような手続きで実施した。

内部モーメント計測のために、装具の補助力を計測できる計測機器(ゲイトジャッジシステム:以下 GJ:Gait Judge System:パシフィックサプライ製)から得られるモーメント計測値を校正するために、筋力訓練装置を

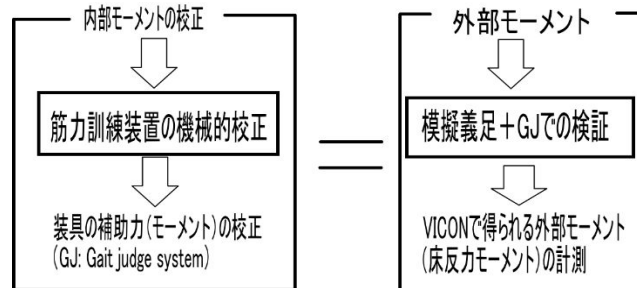


図1 検証のための手続き方法

用いた。次に歩行中の外部モーメントのみを計測するためには、筋活動の影響を排除する必要があった。そこで模擬義足にGJを装着した状態で歩行した。

このようにすることで、理論上は図1に示すように、装具が発生する内部モーメントと外部モーメントは一致するはずなので、三次元動作解析機器から得られた関節モーメントの計算値と、GJが示すモーメント(装具の補助力)と一致することになる。一致した場合には、装具歩行におけるモーメントの計算原理は足関節回転中心軸で計算する剛体リンクモデルが適応されることを証明するが、不一致の場合は従来通りモーメント計算方法に問題があることを示唆する。

4. 研究成果

4.1 筋力訓練装置の校正結果

図2は筋力訓練装置の校正結果を示すもので、横軸は電圧、縦軸は錘を筋力訓練装置のアームに掛けた時の実際のモーメント値を示す。

結果として、寄与率が99.9%と高い校正を得られた。またこの校正が保障される内挿範囲はおよそ70Nmまでである。

4.2 装具の補助力の精度検証結果

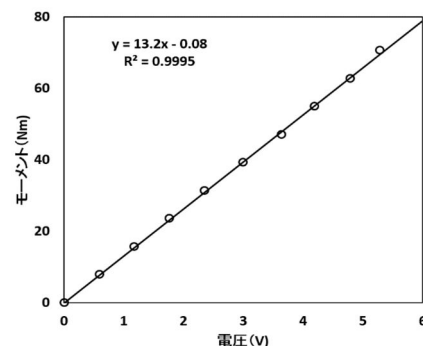


図2 筋力訓練装置 トルク変換式

図3はGJの校正結果を示すもので、横軸がGJで出力されたモーメント、縦軸は筋力訓練装置で出力されたモーメントを示す。またGJの油圧設定1~4かつ角速度を変化させたデータをプロットしてある。結果として寄与率が98.8%であり、GJの出力値に1.05倍することで真の値に補正できることを示す。

また、この散布図から各油圧設定における装具の制動力を確認でき、油圧1と2の設定ではほとんど違いはなく、制動モーメントも角速度によって違うものの2Nmの範囲である。油圧3設定では3~6Nm、油圧4は8~13Nmの範囲であることがわかる。

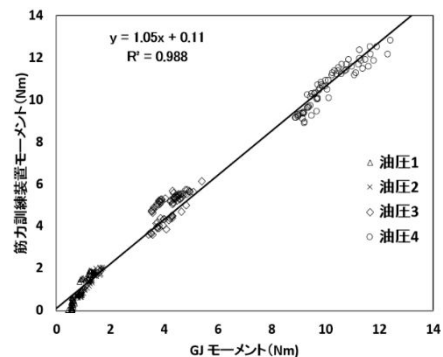


図3 GJモーメントの補正結果
(底屈5度時点の値を抽出)

4.3 三次元動作解析機器とGJの同時計測結果

図4は模擬義足装着歩行における健常者18人における、立脚初期足底接地近傍で発生するモーメントピーク値の平均値と標準偏差を示す。

横軸が油圧設定の違いで、油圧1がほぼ抵抗なし、油圧4が固定の状態である。また、白抜きはGJM、斜線は模擬大腿義足歩行におけるAJM、黒塗りは下腿義足歩行におけるAJMを示す。

結果として、模擬下腿義足と大腿義足の計測結果に有意な違いを認めなかった。また、油圧1と2の柔らかい装具の設定では、GJMとAJMと有意な差を認めなかったが、油圧3と4の設定では、GJMとAJMとの間に有意な差を認めた。

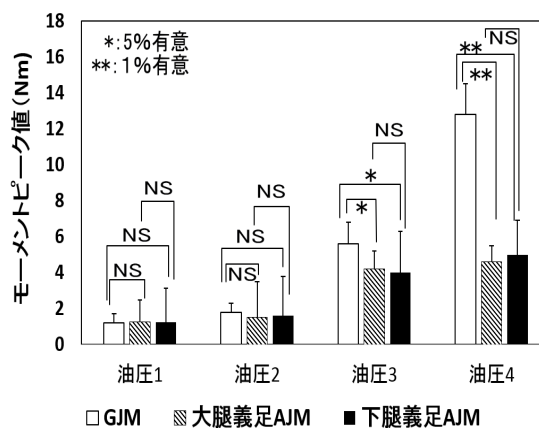


図4 AJMの一致性

4.6 小括

本研究は臨床における短下肢装具装着化におけるヒールロッカー時の制動モーメントの筋力推定を目的に実験検証を実施した。

結果として、底屈制動力が弱い装具の設定では、三次元動作解析装置で得られた関節モーメント値とゲイトジャッジシステムから得られるモーメント値は一致したが、底屈制動モーメントが大きい剛性の高い装具では、ゲイトジャッジシステムが出力するモーメント値が過大となり、三次元動作解析装置が出力する関節モーメント値と不一致となった。

今回の結果から、装具の制動モーメントが大きいケースでは、三次元動作解析装置から得られる関節モーメントの計算値は信頼性に乏しいことを示唆したが、臨床応用が可能であると考えられる。

4.7 臨床評価

4-7-1. 目的

実際に脳卒中患者に本研究で開発した筋力推定評価バッテリーを利用して、短下肢装具の制動力を設定することで歩行パフォーマンスが向上するか臨床評価することとした。

4-7-2 方法

対象者は公募によって得られた維持期脳卒中片麻痺者14名(男性:9名,女性:5名)を対象とした。対象者の年齢は 59 ± 10 歳で、身長は 162 ± 8 cm、体重は 59.5 ± 11.3 kg、対象者の発症後日数は 11.5 ± 7.0 年であり、右麻痺は8名、左麻痺は6名であった。

選定条件として、口頭指示が可能であり、整形外科的疾患を有さず、日常的にAFOを常用しており、かつ独歩可能な者とした。また歩容は、麻痺側踵接地ができる(矢状面上での麻痺側下肢が非麻痺側立脚相下肢を超えて踵接地できる)者を対象者として選定した。杖使用の有無については被験者数確保を優先と考えたため、限定しなかった。

研究に使用したAFOはゲイトソリューション(GS:GaitSolution)を使用し1ヵ月間の試用期間内に各対象者の状態に合わせて装具の制動力を調整してから本実験を開始した。

研究デザインはシングルシステムデザインのABA法とし、ベースラインとして、実験1ヵ月間(A1~A2)は対象者に合わせたGSのみを使用した。

解析方法は、身体合成重心からえら得られるエネルギー変換率を算出し、歩行パフォーマンスが向上しているか検証することとした。

4-7-3 検証結果

歩行速度(speed)を見ると、Friedman-testで有意となり、介入効果が確認できた。また装具の制動力調整から1ヵ月後に有意に歩行速度が増加していた。つまり装具の制動力調整は筋力を推定したことによる装具調整によって歩行改善がみられたといえる。特にケンドール係数が0.82と高く、対象者のほとんどが、制動力調整の介入による影響を受け、内的妥当性を示したと考える。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計6件)

- (1) 昆恵介、清水新悟、早川康之、村原伸、秋山正晴、小林俊樹、春名弘一:トレッドミル歩行における筋電図計測データの再現性、臨床歩行分析研究会誌,3(1),p19-28,2016.
- (2) 昆恵介、春名弘一、清水新悟、村原伸、早川康之、小林俊樹、敦賀健志、秋山正晴、稲垣潤:股関節と足関節に可動域制限のある脳卒中片麻痺者に対する短下肢装具内補高の適用、POアカデミージャーナル,24(2),p109-113,2016.
- (3) 春名弘一、昆恵介、細谷志帆、田中勇治:底屈制動機能を有する短下肢装具を使用した装具療法に関する研究、北海道科学大学研究紀要,(41),p147-154,2016.
- (4) 昆恵介、春名弘一、清水新悟、稲垣潤、小林俊樹、秋山正晴、村原伸、敦賀健志、早川康之:装具歩行における足関節モーメントの不一致性、北海道科学大学研究紀要,(41),p171-178,2016.
- (5) 昆恵介、春名弘一、小林俊樹、清水新悟、佐藤健斗:背屈可動域制限のある対象者に対する短下肢装具の内補高効果、バイオメカニズム学会・バイオメカニズムシンポジウム(25),p257-264,2017.
- (6) 昆恵介、春名弘一、小林俊樹、清水新悟、佐藤健斗:背屈可動域制限のある対象者に対する短下肢装具の内補高効果、バイオメカニズム24、慶應義塾大学出版,24,pp125-136,2018.

[学会発表](計4件)

- (1) 昆恵介、春名弘一、清水新悟、村原伸、早川康之、小林俊樹、敦賀健志、秋山正晴、稲垣潤:可動域制限のある脳卒中片麻痺者に対する短下肢装具内補高の適応外症例の報告、第23回日本義肢装具士協会学術大会,2016
- (2) 昆恵介、井野拓実、春名弘一、清水新悟、佐藤健斗:PCT法とOCST法による回転中心点と回旋角度の精度について、第39回臨床歩行分析研究会定例会2017
- (3) Jun Inagaki, Hirokazu Haruna, Keisuke Kon, Takumi Ino, Yoshimi Tanahashi, Sadayuki Hongo: Measurement of Energy Conversion Efficiency in Gait Using a Portable Motion Capture Device, 4th Asian Prosthetic and Orthotic Scientific Meeting 2018.
- (4) 昆恵介、清水新悟、佐藤健斗:小刻み歩行に伴う過度な靴底摩耗症例に対する足底装具でのアプローチ、第25回日本義肢装具士協会学術大会,2018

[図書](計3件)

- (1) 吉雄雅春、大畑光司、昆恵介、鈴木英樹、永富史子、溝部朋文、阿部浩明、西尾祥子、佐藤厚、増田基嘉、金谷里砂、日下隆一、内山靖:短下肢装具の歩行への影響、理学療法ジャーナル・医学書院,2016
- (2) 春名弘一、昆恵介、野坂利也:脳卒中片麻痺患者に対する下肢装具の最近の動向、理学療法,Vol33,No.4,2017
- (3) 昆恵介、春名弘一、久米亮一、佐々木彩佳、杉原俊一:金属支柱付短下肢装具の知識、Medical Rehabilitation,Vo225,2018

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：
ローマ字氏名：
所属研究機関名：
部局名：
職名：
研究者番号(8 桁)：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。