

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K17746

研究課題名(和文)末梢動脈疾患における間歇性跛行の発生機序解明と装具療法の開発

研究課題名(英文) Investigation of the Mechanism of Intermittent Claudication in Peripheral Arterial Disease and Development of Orthotic Therapy

研究代表者

柿花 隆昭 (Kakihana, Takaaki)

東京大学・医学部附属病院・特任助教

研究者番号：40722004

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、末梢動脈疾患(PAD)に伴う間歇性跛行(IC)を運動力学的観点から分析し、その結果から装具療法の開発に向けたデータ収集と目的とした。新型コロナウイルスの影響で、装具療法を用いた研究データが収集できない状況となった。そのため、痛みそのものが歩容に関係しているかを分析するため、血管内治療(EVT)による前後比較を実施した。ICを有する、大動脈腸骨動脈領域のPAD患者、大腿膝窩動脈領域のPAD患者、健常者を対象とし、三次元動作解析装置による歩行パラメータの計測を行った。その結果、痛みはPAD患者の歩容に関与し、改善のためにはEVTと運動療法の併用等の治療戦略が必要と考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

PADに伴うICは血管疾患であるがゆえ、歩容にはこれまで着目されてこなかった。本研究により、痛みそのものが歩容に関係することが示唆された。また、痛みが取れた際に、股関節の関節モーメントやパワーが改善することが明らかになった。今後、股関節の動きを補助する装具の開発はICの改善に寄与できると考えられる。ICに伴う歩行速度や歩行距離の低下は患者の予後に直結するとされている。本研究の結果により、装具等の開発が進み、手術せずとも患者の歩行パフォーマンスを改善することで、PAD患者のQOLや生命予後の改善の一助になると考えている。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to analyze intermittent claudication (IC) associated with peripheral arterial disease (PAD) from a kinematic perspective and to collect data for the development of orthotic therapy based on the results. Due to COVID-19, it was impossible to collect research data using orthotic therapy. Therefore, to analyze whether pain itself is related to gait, a before and after comparison using endovascular therapy (EVT) was conducted. The results indicated that pain was involved in the gait of PAD patients and that treatment strategies such as a combination of EVT and exercise therapy were necessary for improvement.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：末梢動脈疾患 間歇性跛行 三次元動作解析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究の目的は末梢動脈疾患(peripheral arterial disease: PAD)における間歇性跛行(intermittent claudication: IC)の発生機序を解明し、新たなリハビリテーション治療法を開発することである。ICはPAD患者の活動量、歩行距離の低下を引き起こし、生命予後不良にまで関与する。我々はPAD患者の歩容に着目し、大動脈腸骨動脈領域に狭窄のあるPAD患者は、歩行時にICの好発部位である下腿三頭筋の足関節底屈パワー(蹴り出し力)が増加していることを明らかにした。つまり、力学的負荷の増加がICの発生に関わっている可能性がある。しかし、これまで狭窄部位の違いによる蹴り出し力とICの関係は明らかでない。

2. 研究の目的

本研究では、大動脈腸骨動脈(aortoiliac: AI群)、大腿膝窩動脈(Femoropopliteal: FP群)に狭窄を持つ患者において血行再建術の前後での歩容を明らかにすることで、痛みと歩容の関係性について調べること、ICを伴う患者に対して短下肢装具を使用し、蹴り出し力を低下させた際の歩容や症状の変化を調べることで効率的な運動や治療介入へ繋げることを目的とした。

3. 研究の方法

については、新型コロナウイルスの影響でデータの収集が難しい状況となったため、のみの記載とする。

PAD患者の取込基準は1)ABI<0.9、2)AIもしくはFPに限局した有意狭窄病変もしくは閉塞病変があるもの、3)EVTが可能な症例とした。重症虚血肢患者や、呼吸器疾患、心血管疾患、脳神経疾患、筋骨格系疾患等、IC以外の歩行障害を持つ患者は除外した。歩行距離の計測は、トレッドミルを用いて、傾斜12%、速度は1.8 km/hもしくは2.4 km/hと設定した。歩行速度は患者の歩行能力を参考に安全性に配慮して決定し、以降の計測時も条件を統一して行った。トレッドミル歩行試験は最大10分間行い、下肢のいずれかの部位に跛行症状が出現するまでの無痛歩行距離(Pain free walking distance: PWD)と最大歩行距離(maximum walking distance: MWD)を記録した。

歩行パラメータは、時間距離因子としてストライド長、ステップ長、ケイデンス、歩行速度を算出し、運動力学的因子として立脚期、矢状面における股関節、膝関節、足関節の関節モーメントと関節パワーを算出した。術前、EVT後1週間、1か月、6か月の4時点で計測を行い、歩行パラメータの時系列変化を統計学的検定を用いて検討した。また、同患者の術前、術後の歩行パラメータと健常者の歩行パラメータを比較検討した。

4. 研究成果

ICを有するPAD患者に対しEVTを行った症例のうち、除外基準がなく術前の歩行計測を行ったものが38人であった。病変を分析し、AI群は20人24肢、FP群は6人8肢であった。1か月、6か月の測定の時点で症例の脱落があり、最終的にはAI群10人14肢、FP群3人4肢で全ての計測を終了した。

AI群では、術前と比較して、ABI、PWD、MWDは術後1週間で有意に増加し、その増加は術後6ヶ月まで維持された。(図1)

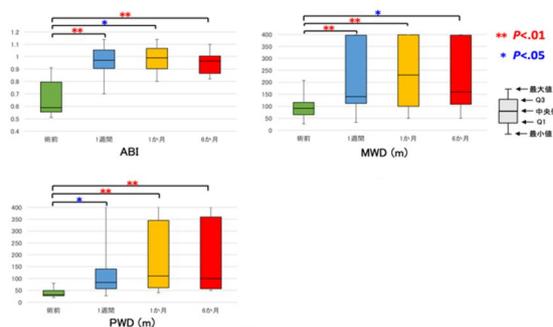


図1.AI群における歩行距離の変化

EVT後1か月で全ての時間距離因子(ストライド長、ステップ長、ケイデンス、歩行速度)、股関節屈曲モーメント(HF)、股関節進展モーメント(HE)、股関節伸展パワー(H2)、屈曲パワー(H3)、膝関節伸展パワー(K3)、足関節底屈パワー(A2)が有意に改善した。その改善は6か月まで維持さ

れた。(図2～図4)

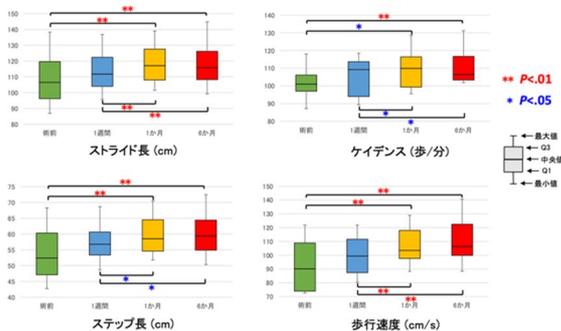


図 2.AI 群における時間距離因子の変化

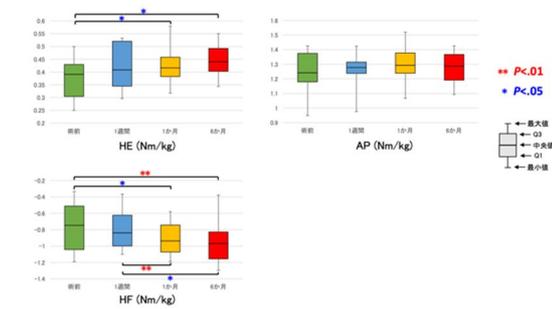


図 3.AI 群における関節モーメントの変化

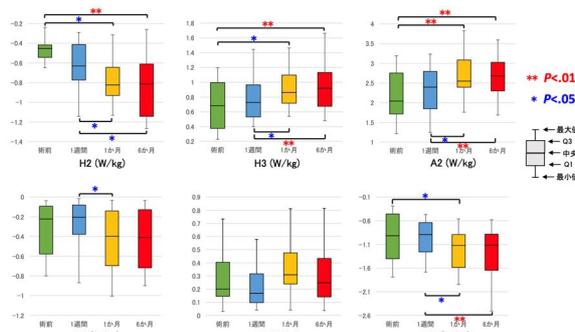


図 4.AI 群における関節パワーの変化

健常者との比較では、PAD 患者の術前に有意に低下していた関節モーメント (HE、KE)、関節パワー (H2、H3、K2、K3、A2) において術後 6 か月時点で有意差がなくなった。しかし、時間距離因子(ストライド長、ステップ長、歩行速度)は術後 6 か月でも有意な低下が残存していた。

FP 群でも同様に、全ての時間距離因子、一部の関節モーメント(HE、HF、KE、AP)、一部の関節パワー(H1、H2、H3、K1、K2、K3、A2)において、1 か月で改善が見られた。

AI に病変を持つ PAD 患者では、EVT 後 6 か月で患者の運動力学的因子が健常者に近付いたと言えるが、時間距離因子の低下が残存していた。患者歩行の更なる改善のためには EVT と運動療法併用の治療戦略が必要と考えられ、今後の研究が望まれる。FP に病変を持つ PAD 患者においても EVT 後に時間距離因子、運動力学的因子の改善が見られた。病変部位ごとの特徴等を明らかにするべく、症例数の蓄積と更なる解析が必要と考えられる。

また、AI 群、FP 群ともに EVT1 ヶ月後にはそれぞれのパラメータが改善していることから、痛みそのものが PAD 患者の歩容に影響を与えていることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 柿花 隆昭, 古澤 義人, 館 正弘, 橋本 彰, 由浪 有希子, 伊藤 雅子, 佐藤 加代子, 上月 正博	4. 巻 16
2. 論文標題 多職種介入により運動機能向上がみられた足変形を伴う末梢動脈疾患の1例	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本フットケア学会雑誌	6. 最初と最後の頁 141-144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 柿花 隆昭	4. 巻 15
2. 論文標題 【解剖図&コマ送り写真ですぐわかる 患者に説明できる運動器のしくみと室内でできる運動療法】患者タイプ別 室内でできる運動療法 糖尿病足病変のある患者(図説/特集)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 糖尿病ケア	6. 最初と最後の頁 627-633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 柿花隆昭
2. 発表標題 バイオデザインを取り入れた支援機器開発の考え方
3. 学会等名 第15回全国理学療法学会教育学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柿花隆昭, 瀧 宏文, 原 陽介, 梶山 愛, 永富 良一
2. 発表標題 理学療法士としてフェロシップに参加した経験
3. 学会等名 第1回日本バイオデザイン学会定期学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原 陽介、永富 良一、浜田 良樹、金子 友海、柿花 隆昭、梶山 愛、瀧 宏文、中川 敦寛、香取 幸夫、出江 紳一
2. 発表標題 東北大学におけるバイオデザイン実装に向けた 取り組み
3. 学会等名 第1回日本バイオデザイン学会定期学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野島勝輝、柿花隆昭、黒木薫
2. 発表標題 左下肢重症虚血により中足骨レベル切断を呈し、日中独居生活と再切断予防を目指した一例
3. 学会等名 第22回宮城県理学療法学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柿花隆昭
2. 発表標題 末梢動脈疾患患者の歩行機能改善を目指した理学療法士の役割
3. 学会等名 第4回日本心血管管理学療法学会 第6回日本糖尿病理学療法学会 合同学術大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kakihana T, Goto H, Akamatsu D, Sekiguchi Y, Akizuki M, Ito O, Kohzuki M.
2. 発表標題 Efficacy of endovascular therapy in gait kinetics of patients with peripheral artery disease with intermittent claudication
3. 学会等名 32nd European Society for Vascular Surgery Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柿花 隆昭, 伊藤 修, 後藤 均, 橋本 宗敬, 赤松 大二郎, 菅原 宏文, 土田 憲, 梅津 道久, 鈴木 峻也, 関口 雄介, 秋月 三奈, 上月 正博
2. 発表標題 間歇性跛行を呈する末梢動脈疾患患者における血行再建術前後の歩行解析
3. 学会等名 第46回日本血管外科学会学術総会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柿花 隆昭, 後藤 均, 橋本 宗敬, 赤松 大二郎, 菅原 宏文, 土田 憲, 梅津 道久, 鈴木 峻也, 関口 雄介, 秋月 三奈, 伊藤 修, 上月 正博
2. 発表標題 血行再建術は間歇性跛行を呈する末梢動脈疾患患者の歩き方を変化させるか?
3. 学会等名 第10回日本下肢救済・足病学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柿花 隆昭, 後藤 均, 赤松 大二郎, 菅, 関口 雄介, 秋月 三奈, 伊藤 修, 上月 正博.
2. 発表標題 血行再建術は間歇性跛行を呈する末梢動脈疾患患者の歩き方を変化させる.
3. 学会等名 第2回 日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 佐藤 房郎	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医歯薬出版	5. 総ページ数 348
3. 書名 新入理学療法士のためのスキルアップガイド : 疾患別理学療法からチーム医療・研究まで	

1. 著者名 上月 正博	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医歯薬出版	5. 総ページ数 248
3. 書名 重複障害のリハビリテーション実践マニュアル：27症例から学ぶ多臓器障害者のリハビリテーション	

1. 著者名 上月 正博, 原田 卓, 伊藤 修, 小川 佳子, 鈴木 文歌, 吉田 俊子, 柿花 隆昭, 富樫 慎太郎	4. 発行年 2019年
2. 出版社 中外医学社	5. 総ページ数 126
3. 書名 イラストでわかる患者さんのための心臓リハビリ入門 第2版	

〔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
---------	---------