

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成30年 5月29日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16349

研究課題名(和文)末梢動脈疾患患者における歩容変化の機序解明と新たな治療介入への応用

研究課題名(英文)Clarification of the mechanism of gait change in patients with peripheral arterial disease and application to new therapeutic intervention

研究代表者

柿花 隆昭(Kakahana, Takaaki)

東北大学・大学病院・理学療法士

研究者番号：40722004

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)：PAD患者における歩行速度低下の原因を調査することを目的とした。三次元動作解析装置を用いて、健常高齢者との比較、血行再建術前後での比較を行った。では、快適歩行と速歩の両条件で健常者に比しPAD患者では歩行速度、股関節屈曲筋の求心性収縮によるエネルギー産生が低下していた。では、PAD群は術後に歩行速度、股関節屈曲モーメントが増加したが、健常群に比し歩行速度と股関節屈曲モーメントの有意な低下が残存した。PADの運動療法は、これまで足関節底屈筋に対するトレーニングが中心であったが、股関節屈曲筋に対するトレーニングがPAD患者の歩行機能向上へ繋がる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：1)We investigated the abnormalities in joint kinetic parameters in patients with PAD at both self-selected and at fast walking speeds using a three-dimensional motion analysis device. Compared with the controls, patients with PAD showed a significant reduction in walking speed and peak hip flexor generation power in both modes of walking. 2)We investigated how joint kinetic parameters change before and after endovascular therapy (EVT). EVT significantly increased walking speed, hip flexor joint moment. However, these were significantly lower in the PAD patients after EVT compared with the healthy controls. Our results suggest that hip flexor muscles may be a useful target for exercise training in patients with PAD.

研究分野：心臓リハビリテーション，末梢動脈疾患

キーワード：末梢動脈疾患 間歇性跛行 三次元動作解析 血行再建術

1. 研究開始当初の背景

近年、末梢動脈疾患 (PAD) 患者の運動機能が生命予後に関与することが明らかになり、歩行速度はそれに関与する一つの重要な因子である。特に最大歩行速度は快適歩行速度よりも重要とされている。歩行速度の低下には股関節屈曲パワー (ふりだし力) や足関節底屈パワー (蹴りだし力) の低下が関与し、これらは三次元動作解析によって測定可能である。我々が行った予備実験では、最大歩行速度の条件において、股関節に起因するふりだし力が、健常者よりも PAD 患者で低下していた。これまで、最大歩行速度の条件で PAD 患者に対し三次元動作解析を用いて詳細に歩行解析を行った研究はない。また、PAD 患者の歩行速度低下には、筋力だけでなく痛みや血流障害の影響があげられるが原因は明らかでない。

2. 研究の目的

PAD 患者におこる歩行速度低下の原因を明らかにするため、快適歩行条件と最大歩行速度条件下で健常者と PAD 患者において歩行速度やふりだし力、蹴りだし力に差があるかを調査する。PAD 患者において下肢痛や下肢虚血がふりだし力や蹴りだし力に関与しているかを明らかにするため、血行再建術前後の PAD 患者の歩行速度や歩き方の変化を調査する。

3. 研究の方法

研究 1 : PAD 患者と健常者の比較

大動脈腸骨動脈領域に病変のある PAD 患者 16 名 (70 ± 8 歳) 28 肢 (両側病変 12 名、片側病変 4 名)、健常高齢者 10 名 20 肢を計測対象とした。三次元動作解析装置を用いて立脚期における、時間距離因子 (歩行速度、ステップ長、ストライド長、ケイデンス)、関節モーメント、関節パワーの最大値をそれぞれ計測した。歩行の条件は快適歩行と速歩の 2 条件

とし、5 施行の平均をデータとして用いた。

研究 2 : PAD 患者における血行再建術前後での比較

下肢への血流制限が PAD 患者の歩容へ影響しているかを調べるため、血管内治療前と術後約 2 日後に三次元動作解析を用いて歩行を分析し、健常者と比較を行った。Fontaine 分類 度で大動脈腸骨動脈病変をもつ PAD 患者 10 名 (69 ± 12 歳) 11 肢、健常高齢者 11 名 11 肢を対象とした。治療前後で ABI、歩行距離、三次元動作解析装置を用いて歩行速度、関節モーメントの最大値を計測した。

4. 研究成果

研究 1 :

快適歩行と速歩のどちらの条件においても、健常者に比し PAD 患者では歩行速度、ステップ長、ストライド長、ケイデンスが低下していた。快適歩行の条件で全ての関節モーメントは両群間に有意差を認めず、関節パワーは股関節屈曲筋の求心性収縮によるエネルギー産生 (H3 : ふり出し力) のみが PAD 患者では低下していた。足関節底屈モーメント、足関節底屈筋の求心性収縮によるエネルギー産生 (A2 : 蹴りだし力) は両群間で有意差を認めなかった。速歩の条件では、股関節屈曲モーメントと H3 が PAD 患者で低下していた。足関節底屈モーメント、A2 は両群間で有意差を認めなかった。重回帰分析では、快適歩行と速歩のどちらの条件でも、H3、股関節屈曲筋の遠心性収縮によるエネルギー吸収 (H2)、膝関節伸展筋の遠心性収縮によるエネルギー吸収 (K1) が PAD 患者の歩行速度に関連のある項目として抽出された。PAD の運動療法は、これまで足関節底屈筋に対するトレーニングが中心であったが、股関節屈曲筋に対するトレーニングが PAD 患者の歩行機能向上へ繋がる可能性がある。(Kakahana T, et al. J Vasc Surg. 2017;66:523-532)

研究 2 :

手術から術後計測までの日数は 2.3 ± 1.7 日であった。術前に比し、術後の ABI、跛行出現距離、最大歩行距離は増加した(それぞれ $p < 0.01$)。健常者に比し、術前の PAD 患者では歩行速度、股関節屈曲モーメント、膝関節伸展モーメントがそれぞれ低値であった。PAD 患者は術後に歩行速度、股関節屈曲モーメント、膝関節伸展モーメントがそれぞれ増加したが、健常者に比し歩行速度と股関節屈曲モーメントの有意な低下が残存した(図 1)。血管内治療により PAD 患者の歩行速度や関節モーメントは改善するが、血行再建だけでは歩行機能の改善は不十分であった。急性の血流改善は PAD 患者の歩容に關与し、股関節屈曲筋をターゲットとした術後運動療法の必要性が示唆された。

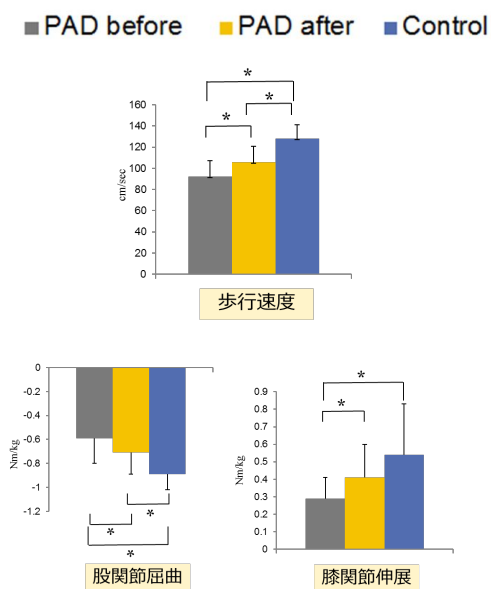


図 1: 血行再建術前後の PAD 患者における歩行速度と関節モーメントの変化 (* $p < 0.017$) (柿花 隆昭 他, 第 57 回日本脈管学会総会 2016, 奈良)

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 3 件)

1. Kakahana T, Ito O, Sekiguchi Y, Ito D, Goto H, Akamatsu D, Matsumoto Y, Kohzuki M. Hip flexor muscle dysfunction during walking at self-selected and fast speed in patients with aortoiliac peripheral arterial disease. J Vasc Surg. 2017;66:523-532 (査読あり)
2. Kakahana T, Kohzuki M. The relationship between peripheral arterial disease and chronic obstructive pulmonary disease. Pulm Res Respi Med Open J. SE(2): S63-S66. 2017 (査読あり)
3. 上月 正博, 柿花 隆昭. 血管外科の現状と課題 日常診療における血管リハビリテーション. 日本医師会雑誌. 146 巻 7 号, 1383-1386, 2017 (査読なし)

[学会発表](計 12 件)

1. 柿花 隆昭, 伊藤 修, 上月 正博. 末梢動脈疾患患者におけるリハビリテーション. 第 8 回日本腎臓リハビリテーション学会学術集会, 2018.3.17-18. 仙台国際センター (仙台市)
2. Kakahana T, Ito O, Goto H, Akamatsu D, Sekiguchi Y, Akizuki M, Kohzuki M. Gait Analysis of Patients with Peripheral Arterial Disease Before and After Endovascular Therapy. 30th International Symposium of Endovascular Therapy. 2018.2.4-8. (Florida, USA),
3. 柿花 隆昭, 伊藤 修, 上月 正博. 末梢動脈疾患のリハビリテーション. 日本心臓リハビリテーション学会 第 2 回東北支部地方会, 2017.12.4, 東北大学星稜オーデトリウム (仙台市)
4. 柿花 隆昭. PAD 患者に対する理学療法士のかかわり ~ 下肢創傷・切断患者に対

- するリハビリテーション～ . 第 4 回東北 CVT 連絡会, 2017.9.16, 山形グランドホテル(山形市)
5. **柿花 隆昭**. 動脈硬化疾患とリハビリテーション . 第 49 回日本動脈硬化学会総会・学術集会 第 18 回診断機能向上セミナー .2017.7.6, グランプリンスホテル広島 (広島市)
 6. **柿花 隆昭**, 伊藤 修, 後藤 均, 大原勝人, 橋本 宗敬, 赤松 大二郎, 土田 憲, 田島 悠太, 梅津 道久, 関口 雄介, 本田 啓太, 秋月 三奈, 上月 正博 . 血管内治療直後における末梢動脈疾患患者の歩行解析 .第 57 回日本脈管学会総会, 2016.10.13-15, ホテル日航奈良 (奈良市)
 7. **柿花 隆昭**. 末梢動脈疾患患者に対する理学療法士の関わり .第 39 回日本高血圧学会, 2016.9.30-10.2, 仙台国際センター・新展示施設(仙台市),
 8. **柿花 隆昭**, 伊藤 修, 関口 雄介, 伊藤 大亮, 秋月 三奈, 後藤 均, 橋本宗敬, 赤松 大二郎, 清水 拓也, 土田 憲, 河村 圭一郎, 田島 悠太, 梅津 道久, 松本 泰治, 上月 正博 . バイオメカニクスからみた末梢動脈疾患患者の歩行解析 .第 22 回日本心臓リハビリテーション学会, 2016.7.16-17, 東京国際フォーラム(東京都)
 9. **Kakihana T**, Ito O, Sekiguchi Y, Ito D, Goto H, Akamatsu D. Matsumoto Y, Kohzuki M. Gait abnormalities in patients with aortoiliac occlusive disease. 10th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine. 2016.5.29-6.2 (Kuala Lumpur, Malaysia)
 10. **柿花 隆昭**, 伊藤 修, 伊藤 大亮, 関口 雄介, 後藤 均, 橋本 宗敬, 赤松大二郎, 清水 拓也, 土田 憲, 河村 圭一郎, 田島 悠太, 梅津 道久, 松本 泰治, 石原 哲郎, 上月 正博 . 振り出しと蹴り出しに着目した末梢動脈疾患患者の歩行分析 三次元動作解析を用いた腸骨動脈病変患者における検討 - .第 56 回日本脈管学会総会, 2015.10.29-31, 虎の門ヒルズ(東京都)
 11. **柿花 隆昭**, 伊藤 修, 関口 雄介, 伊藤 大亮, 松本 泰治, 後藤 均, 赤松大二郎, 河村 圭一郎, 田島 悠太, 石原 哲郎, 上月 正博 . 振り出しと蹴り出しに着目した末梢動脈疾患患者の歩行分析 . 第 34 回日本臨床運動療法学会, 2015.9.5-6. 東北大学医学部・長陵会館 (仙台市) .
 12. **Kakihana T**, Ito O, Sekiguchi Y, Ito D, Matsumoto Y, Kawamura K, Goto H, Ishihara T, Kohzuki M. Abnormal gait pattern at comfortable and fast walking speed in patients with peripheral arterial disease. *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology / Peripheral Vascular Disease* .2015 Scientific Session 2015.5.7-9. (San Francisco, USA)
- 6 . 研究組織
- (1)研究代表者
柿花 隆昭 (KAKIHANA, Takaaki)
東北大学・病院・理学療法士
研究者番号 : 40722004
 - (2)研究分担者
 - (3)連携研究者
 - (4)研究協力者