

報告

## 住民同士で取り組める足関節背屈可動域を拡大する運動の提案

有光 一樹<sup>1)\*</sup>, 金久 雅史<sup>1)</sup>, 杉本 徹<sup>2)</sup>, 田所 真也<sup>2)</sup>, 岡野 真也<sup>3)</sup>, 公文 康輔<sup>4)</sup>, 田村 果南<sup>5)</sup>

### Proposal for a community-based exercise to increase the ankle dorsiflexion range of motion

Kazuki Arimitsu, OTR<sup>1)\*</sup>, Masashi Kanehisa, OTR<sup>1)</sup>, Toru Sugimoto, OTR<sup>2)</sup>, Shinya Tadokoro, OTR<sup>2)</sup>,  
Shinya Okano, OTR<sup>3)</sup>, Kousuke Kumon, OTR<sup>4)</sup>, Kana Tamura, OTR<sup>5)</sup>

#### 要 旨

地域の集いの場においては、フレイル予防を目的とした種々の身体運動が実施されている。その中で足関節の背屈運動は多く実施され、その方法としては立位で椅子の背もたれなどにつかまり両側同時に10秒程度背屈運動を行う形式が多い。筆者らは、高知県における短期集中型フレイル予防総合プログラム（ハツラッツ）に参画しており、そこでも同様の方法で足関節背屈運動が実践されていた。しかし、従来の方法では背屈運動を行うと同時に股関節の屈曲が生じやすく、背屈に対して十分な効果が発揮できていない可能性が示唆された。そこで、今回ハツラッツに参加している者を対象に、予備調査結果から得られた股関節30度屈曲位で片足ずつ背屈運動を行う形式を取り入れ、住民主体で2か月間実施した。その結果、足関節背屈角度および背屈筋力ともに有意な向上を示した。今回提案した背屈運動方法は、開始肢位を股関節屈曲位30度で実施することによって、股関節屈曲の代償動作が軽減したこと、また下腿が足底面に対して鈍角を成す姿勢によって足関節の関節腔が拡大したことによって運動時の背屈可動域が拡大したと考えられる。運動時における背屈可動域の拡大は、背屈運動に対する拮抗筋の抵抗量を増加させ、筋力向上にもつながったと考えられた。

今後、中山間地域は、リハビリテーション専門職が減少していく状況にあり、住民同士でフレイル予防を実践していく必要がある。今回の足関節背屈運動のように、住民同士でも効果的に取り組める運動方法を検討していく必要性がさらに高まっていくと考えられる。

キーワード：住民主体、足関節背屈、運動方法

- 
- 1) 高知リハビリテーション専門職大学 リハビリテーション学部 リハビリテーション学科 作業療法学専攻  
Division of Occupational Therapy, Department of Rehabilitation, Faculty of Rehabilitation, Kochi Professional University of Rehabilitation
  - 2) 医療法人 恕泉会 リハビリテーション病院すこやかな杜  
Rehabilitation Hospital Sukoyakanamori
  - 3) 地方独立行政法人 玉野医療センターたまの病院  
Tamano Medical Center Tamano Hospital
  - 4) 医療法人 五月会 須崎くろしお病院  
Susaki Kuroshio Hospital
  - 5) 医療法人 治久会 もみのき病院  
Mominoki Hospital

\*Corresponding author : arimitsu@kochireha.ac.jp

## Abstract

Various physical exercises aimed at preventing frailty are carried out at community gatherings. Among these, ankle dorsiflexion exercises are often performed, with the most common method being to hold onto the back of a chair while standing and perform dorsiflexion on both sides simultaneously for about 10 seconds. However, the conventional method tends to induce hip flexion at the same time, suggesting that dorsiflexion may not be sufficiently effective.

To address this, a resident-led program was conducted over two months for participants in Hatsuratz, incorporating a modified method of performing dorsiflexion exercises on one leg at a time with the hip joint flexed at 30 degrees, as determined from the results of a preliminary survey. The program resulted in significant improvements in both ankle dorsiflexion angle and dorsiflexion strength. The proposed method, performed with the hip flexed at 30 degrees from the starting position, reduced compensatory hip movements and expanded the ankle joint cavity. This was due to the lower leg forming an obtuse angle with the plantar surface, which is thought to have increased the dorsiflexion range during exercise. The expanded range likely increased the resistance from the antagonist muscles to dorsiflexion, leading to improved muscle strength.

In the future, as the number of rehabilitation professionals in mountainous and hilly areas declines, it will become increasingly necessary for residents to practice frailty prevention together. Exercise methods that can be effectively performed in group settings, such as the ankle dorsiflexion exercise described in this study, are expected to become increasingly important.

Keywords: Resident-led, ankle dorsiflexion, exercise method

### はじめに

足関節の背屈角度は、加齢に伴う柔軟性の低下などに起因して減少していく傾向がある。足関節の背屈制限は、歩行やバランス機能、立ち上がりやしゃがみ込み動作、自動車運転操作などに影響があるとの報告<sup>1-5)</sup>もあり、日常生活やフレイル予防の観点からも、その可動域を維持・増加することは重要である。足関節の背屈動作を取り入れた運動は、多くの地域の集いの場において実践されている。その多くは、立位で椅子の背もたれにつかまり、両側同時に10秒程度背屈運動を行う方法である。しかし、その方法では、足関節が背屈すると同時に股関節が屈曲する参加者も多く見られ、足関節の背屈運動としての効果が十分に得られていない場面がしばしば観察される。地域住民が集う場にリハビリテーション専門職が介入していれば、足関節背屈時に生じる股関節の代償動作を防ぐための助言を行うことが可能であるが、現状ではそういった場に専門職の関与が

少ない実情もある。

そこで本研究では、リハビリテーション専門職が介入しなくても、住民同士で効果的に取り組める足関節の背屈運動について、可能な限り股関節の代償動作を抑制する方法に関する予備調査を行い、得られた知見をもとに考案した足関節背屈運動の方法を、地域住民らが集う実際の場において実践した結果を以下に報告する。

本研究は、高知リハビリテーション専門職大学倫理審査委員会の承認（承認番号KPUR2024E0016）を受けて実施した。

### 予備調査

予備調査として、以下の2つの方法について、足関節背屈の主動作筋である前脛骨筋の筋活動量を計測した。1つ目は、地域の集いの場で多く取り入れられている股関節屈伸0度の状態から足関節を背屈する方法、2つ目は足関節背屈時に股関節屈曲による代

償動作が出現しないように工夫したもので、立位時に骨盤を両手で固定し股関節を30度屈曲した状態から足関節を背屈する方法である（図1）。

研究に関する十分な説明を行い、同意の得られた高知リハビリテーション専門職大学の学生9名（男性5名，女性4名，平均年齢 $18.22 \pm 0.44$ 歳）を対象とした。足関節最大背屈時における前脛骨筋の筋活動量を、股関節屈伸0度と股関節30度屈曲位の2条件において最大随意収縮（MVC：Maximum Voluntary Conduction）を用いて5秒間計測した。なお、実施手順は股関節屈伸0度の条件から実施し、筋疲労が起らないように十分な休息をとった後に股関節屈

曲30度での条件を実施した。計測した筋電図のデータは、キッセイコムテック株式会社性多用途生体情報解析プログラムBIMUTAS IIにより積分処理を行い、各条件の筋活動量を算出した。股関節屈伸0度の値を基準とし、股関節30度屈曲位の筋活動量を割合で比較した結果、 $108.58 \pm 10.89\%$ と高い筋出力を示した（表1）。また、股関節30度屈曲位で行う方法では代償動作は観察されなかった。これらの結果から、股関節30度屈曲位における足関節背屈運動は、より効果的に前脛骨筋を活動させる可能性があり、代償動作を抑制しつつ実施できる方法であると考えた。

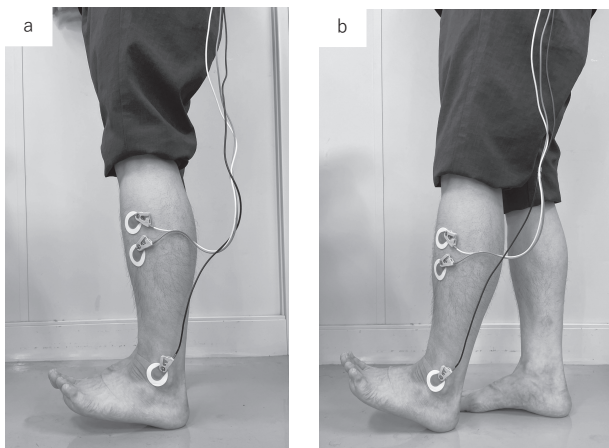


図1 計測肢位

(a：股関節屈伸0度 b：股関節屈曲30度)

### 対象と方法

対象は、高知県仁淀川町および大豊町で実践されている短期集中型フレイル予防総合プログラム「ハツラツ」に6か月以上継続して参加している高齢者に対して、本研究の趣旨を説明し、同意の得られた52名のうち、調査期間中の2か月間にわたりハツラツに参加できた37名（男性17名，女性20名）を対象とした。対象者の平均年齢は $81.31 \pm 7.08$ 歳であった。

「ハツラツ」は週2回実施されており、これまで整理体操の時間において、足関節を両側同時に10秒間背屈させる運動を10回実践してきた。今回、予

表1 予備調査結果一覧

対象者	股関節屈伸0度積分値	股関節屈曲30度積分値	股関節屈曲30度/股関節屈伸0度
学生1	299.31	362.35	121.06
学生2	211.75	224.67	106.10
学生3	108.11	138.36	127.99
学生4	232.65	266.33	114.48
学生5	285.90	263.66	92.22
学生6	407.25	425.51	104.48
学生7	255.93	257.29	100.53
学生8	405.71	421.33	103.85
学生9	268.93	286.56	106.55
平均	275.06	294.01	108.58

備調査の結果を参加者に説明し、同意を得た上で、従来の方法に代えて、股関節30度屈曲位で骨盤を両手で固定し、左右片足ずつ5秒間背屈させる運動を、片足5回ずつ行う方法に変更して実施した(図2)。

足関節背屈角度の計測にあたっては、ランドマークとして被験者の腓骨頭・外果下方・第5中足骨頭



図2 背屈動作方法

- ・股関節屈曲30度側の足関節を5秒間最大に背屈する
- ・体幹が前屈しないように骨盤を両手で固定する
- ・左右交互に5回ずつ実施する

にマーカーを添付した。膝関節屈曲90度位の座位姿勢にて、足関節の自動背屈運動によって最大可動域まで動かし、矢状面から静止画像を撮影した。静止画像はフリーソフト「3点式計測器」を用いてパソコン画面上で角度を測定し、足関節背屈角度を算出した。足関節背屈筋力の測定は、可動域測定と同様の肢位において、足背部に $\mu$ -tas F-1(株式会社アニマ社製)をベルトで装着した後、最大筋力を2回計測した上で、そのうちの最大値を記録とした。

介入期間は2か月間とし、介入前後における足関節背屈角度と筋力について、Statview-5.0を用いて対応のあるt検定にて比較検討を行った。有意水準は5%未満とした。

### 結果

足関節の平均背屈角度は、介入前は右足 $11.56 \pm 6.00$ 度、左足 $12.81 \pm 6.68$ 度であったのに対し、介入後は右足 $17.14 \pm 5.52$ 度、左足 $16.84 \pm 5.15$ 度となり、いずれにおいても有意な増加が認められた( $P < 0.01$ ) (図3-①, 図4)。また、足関節の平均背屈筋力についても、介入前は右足 $12.71 \pm 3.86$ kgf、左足 $12.81 \pm 3.80$ kgfであったのに対し、介入後は右足 $14.93 \pm 4.5$ kgf、左足 $15.19 \pm 4.4$ kgfとなり、いずれも有意な増加が認められた( $P < 0.01$ ) (図3-②)。

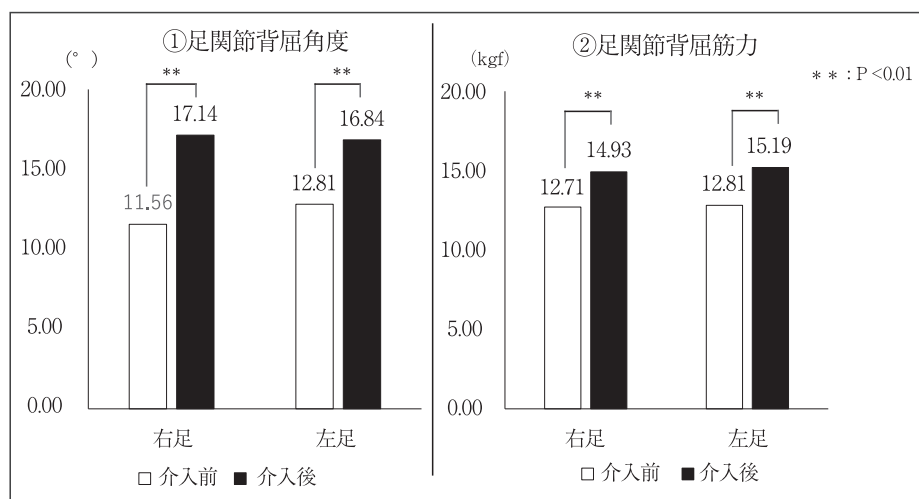


図3 介入前後の角度変化(①)と筋力変化(②)

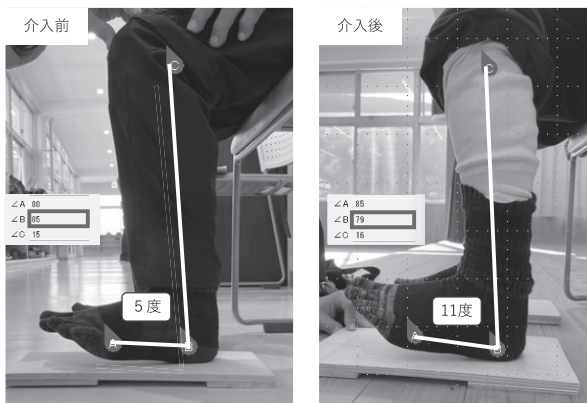


図4 介入前後の角度変化

$\angle B = \text{線AB} \cdot \text{線BC}$ が作り出す角度  
よって $90^\circ - \angle B = \text{背屈角度}$

### 考察

本研究では、立位における足関節背屈運動について、リハビリテーション専門職が関与せず、住民同士で効果的に実施可能な方法を検討した。その結果、住民同士の実践においても股関節を屈曲することなく、効果的に足関節の背屈が可能であった。股関節30度屈曲位で骨盤を固定し、片足ずつ背屈運動を行う方法は、背屈角度と筋力に有意な改善を認めた。

足関節背屈可動域の有意な拡大につながった要因として、第一に足関節背屈運動時に股関節屈曲による代償動作が抑制されたこと、第二に運動時における足関節可動域が拡大したことが考えられる。介入前の足関節背屈運動実施時には、殿筋群や大腿四頭筋の筋力低下が認められる参加者において、股関節を屈曲させる代償動作が頻繁に認められた。その理由として、中枢側の安定性が保たれていなければ、末梢側の円滑な運動が不十分になることが考えられる。立位での足関節背屈運動において、中枢側は股関節および膝関節であり、それぞれを安定させる筋として、股関節は殿筋群、膝関節は大腿四頭筋が重要な役割を担う。さらに、足関節背屈時には前脛骨筋に加え、外側広筋が有意に活動するとの報告<sup>6)</sup>もあり、殿筋群や大腿四頭筋の筋力低下を認める高齢者では、股関節の屈曲によって代償していたと予測される。一方、新たに導入した股関節を30度屈曲し

た姿勢で行う方法では、支持基底面が拡大することに加えて、骨盤を両手で固定することで殿筋群を補える姿勢になることや、股関節屈曲位10~30度は大腿直筋のトルク発揮が最大となるという報告<sup>7)</sup>もあり、膝関節の安定化を促進し、結果として代償動作を抑制しつつ効率的な足関節背屈運動を可能にしたことが推察される。

運動時の足関節背屈可動域が拡大した要因としては、股関節の肢位によって生じる足関節の関節腔の構造的変化が関係していると考えられる。立位で足関節背屈の自動運動を行う場合、股関節屈曲0度位より股関節を30度屈曲させた肢位の方が、足関節の背屈可動域は拡大される。股関節0度屈曲位では、下腿は足底面に対してほぼ垂直となるが、股関節30度屈曲位では下腿が足底面に対して鈍角を成す姿勢となる。この角度変化により足関節の関節腔が拡大され、足関節背屈動作時の可動範囲が拡大すると考えられた。さらに、介入前の股関節0度屈曲位で両側同時に足関節を背屈する方法では、両側の足関節にほぼ均等に荷重がかかるため、足関節の可動域拡大が制限されていた可能性も考えられる。対照的に、本研究で提案した方法では、片足ずつ足関節背屈を行うことで、運動を行う足関節への荷重が少なくなることから、関節腔の拡大につながりやすく、結果として可動範囲が拡大されたことも推察される。

また、足関節の背屈筋力が有意に増加した要因については、足関節背屈運動時における抵抗として作用する筋の影響が考えられる。足関節背屈運動において拮抗筋となる下腿三頭筋は、股関節0度屈曲位および30度屈曲位のいずれにおいても、膝関節の伸展角度はともに0度であるため、筋長に大きな差異はなく、静的な筋張力自体はほぼ同等であったことが予測される。しかし、股関節屈曲30度位では、足関節背屈運動時の足関節可動域が拡大していることから、下腿三頭筋がより伸長されやすく、結果として筋張力も増加する可能性が示唆される。そのため、拮抗筋である下腿三頭筋からの抵抗が増し、主動作筋である前脛骨筋に求められる出力も大きな

り、結果として足関節背屈筋力の有意な向上につながったことが考えられる。

足関節の背屈可動域は、歩行時のつまずき予防のみならず、立ち上がり動作やしゃがみ込み動作など、多くの日常生活動作に深く関与している。特に、高知県をはじめとした中山間地域においては、自動車の運転が生活に必要不可欠な場合が多く、足関節背屈動作はアクセルやブレーキ操作などの運転操作にも大きく関与する<sup>8)</sup>。中山間地域で移動手段が制限され要介護状態となった場合は、住み慣れた場所での生活継続が困難となり、やむを得ず離れるという選択を余儀なくされる可能性もある。その為にも、フレイル予防は必要不可欠な対策であるが、中山間地域などの人口減少が進む地域ほど専門職の数が限られているという実情もあり、地域住民がより主体的に取り組める支援が必要となる。今回提案した足関節背屈運動のように、専門職が不在であっても、住民同士で効果的に実施できる運動方法を提示していくことは、今後重要性を増すと考えられる。

本研究の限界として、1点目は従来の方法前の足関節背屈角度の計測ができていなかったことである。従来の方法での前後比較を示すことができればより強い根拠となった可能性があったと考えられる。もう一点は、計測時の足関節背屈角度が有意に拡大したが、実際の日常生活動作において背屈角度が向上し、歩行時のつまずきや立ち上がり動作の安定性につながっているのか確認できなかった点である。今後は、日常生活動作も踏まえた効果判定を実践することが必要と考える。

## 文献

- 1) 北谷亮輔, 大畑光司, 澁田紗央里: 足関節背屈制限と歩行速度の変化が歩行時の下腿関節角度と筋活動に与える影響. 日基礎理療誌16(2): 29-37, 2013.
- 2) 笠原敏史, 秦恵里子, 齊藤展士・他: 異なる足関節肢位による立位バランス制御への影響. 理療科31(2): 257-260, 2016.
- 3) 森田智美, 宮崎純弥: 立ち上がり動作を容易に行うために必要な足関節背屈角度の検討－床反力, 股関節屈曲角度に着目して－. 理療臨研教19(1): 23-26, 2012.
- 4) 山崎裕司, 井口由香利, 栗山裕司・他: 足関節背屈可動域としゃがみ込み動作の関係. 理療科25(2): 209-212, 2010.
- 5) 上出直人, 田中実希, 川守田拓志: 高齢者の自動車運転能力には認知機能だけでなく身体機能も影響する－ドライビング・シミュレーターによる検討－. 理療科34(6): 777-781, 2019.
- 6) 渡邊修司, 芳沢優斗, 朝日遥香・他: 足関節角度の違いがQuadriceps muscle setting時の筋活動量に及ぼす影響. 国際エクササイズサイエンス会誌1(1): 1-5, 2018.
- 7) 小栢進也, 建内宏重, 高島慎吾・他: 関節角度の違いによる股関節周囲筋の発揮筋力の変化－数学的モデルを用いた解析－. 理学療法学38(2): 97-104, 2011.
- 8) 石浦佑一, 妹尾勝利, 小原謙一・他: CRT運転適性検査機器と自動車におけるアクセル・ブレーキ動作の筋活動. 川崎医療福祉会誌17(1): 203-207, 2007.