

称号及び氏名 博士（保健学） 金山 篤樹

学位授与の日付 令和6年3月31日

論文名 高齢者の歩行における底屈運動速度の役割

論文審査委員 主査 岩田 晃
副査 樋口 由美
副査 淵岡 聡

学位論文の要旨

急速な高齢化が進む本邦において、健康寿命の延伸は喫緊の課題となっている。高齢者が健康的な生活を送る上で移動能力の自立が必要不可欠であり、移動能力の代表的指標である歩行速度の維持・向上が求められている。歩行速度の主要な決定要因として下肢筋力の重要性が多数の研究で報告されており、歩行速度向上には筋力トレーニングが効果的であると示されている。また近年では、下肢筋力以上に下肢運動速度が歩行速度の決定に大きく影響する可能性が示され、下肢運動速度は歩行速度の維持・向上を目指す上で重要な機能であると考えられる。

これまで、下肢運動速度の指標として膝関節伸展運動速度が多く用いられている。しかし歩行中の各関節の作用を考慮すると、他の下肢関節運動速度についても歩行速度の決定に関わると考えられる。特に足関節底屈は歩行動作における前方推進力の生成に最も貢献する下肢機能であることから、歩行速度には足関節底屈運動速度が強く関係している可能性がある。そこで本研究では、高齢者の歩行速度に対する底屈運動速度の重要性を明らかにするため、横断的調査と介入研究を実施した。

まず第1章では、高齢者の歩行速度に対する膝関節伸展および足関節底屈の筋力と運動速度の重要性を比較し、歩行速度の決定要因として特に重要な下肢機能を明らかにすることとした。157名の地域在住高齢者を対象に、最速歩行速度、膝関節伸展筋力、膝関節伸展運動速度、足関節底屈筋力、足関節底屈運動速度の計測を行い、重回帰分析によって歩行速度に対する各下肢機能の寄与を検討した。その結果、底屈筋力と底屈運動速度が歩行速度の有意な決定要因として抽出され、底屈運動速度が特に重要であることが明らかとなった。この結果から、足関節底屈機能の向上を図ることで、高齢者の歩行速度を効果的に改善できる可能性が示唆された。

次に第2章では、足関節底屈運動速度の基本的な特性を明らかにするために、18歳から91歳の健常成人550名を対象に底屈運動速度および底屈筋力の計測を行い、加齢変化や性差を調査した。その結果、底屈運動速度は加齢に伴って約26%低下すること、そして男女間で機能の差がないことが明らかとなった。また、単回帰分析により底屈筋力は底屈運動速度の説明変数として16%しか寄与しておらず、運動速度は筋力に依存しない独立した機能であることが示唆された。そのため、歩行速度の維持・向上を目指す上で、底屈筋力だけでなく底屈運動速度の機能低下も防ぐ必要があると考えられた。

続いて第3章では、運動速度に着目した足関節底屈機能への介入が歩行速度に及ぼす効果を明らかにするため、地域在住高齢者40名を対象に非ランダム化比較試験を行った。底屈機能に対する代表的なトレーニング方法として、カーフレイズ運動が広く用いられている。本研究では、カーフレイズ運動によって底屈筋力とともに底屈運動速度の向上を得

るために、最大速度で行う「高速カーフレイズ」と遠心性収縮を伴う「反復カーフレイズ」を併用したトレーニングが効果的であると考えた。しかし、このような運動は高齢者にとって負荷が大きく容易ではない。そこで、高齢者でも無理なく実施できるようにカーフレイズをサポートする運動機器を開発し、機器を用いた10週間の介入を行った。その結果、介入群では底屈運動速度と底屈筋力の両方が向上し、それに伴う快適歩行速度の改善が得られた。また、運動介入の継続率および遵守率は高く、優れた実行可能性が示された。そのため、運動機器を用いた高速カーフレイズおよび反復カーフレイズは、高齢者の底屈機能および歩行速度の向上に対して効果的かつ実用性の高い介入方法であることが明らかとなった。

以上の通り、本研究では(1)底屈運動速度は高齢者の歩行速度に関わる重要な決定要因であること、(2)底屈運動速度は底屈筋力とは独立した機能指標であること、(3)底屈運動速度の向上によって歩行機能を効果的に改善できることが明らかとなった。これらの結果は、高齢者の歩行機能の改善を図る上で有益な知見になると考えられる。

論文審査結果の要旨

本論文では、高齢者の歩行速度に対する足関節底屈運動速度の重要性に着目した3つの研究を行い、以下の知見を明らかにした。

第1章では、歩行速度の規定要因として特に重要な下肢機能を明らかにすることを目的とした。その結果、高齢者の歩行速度には膝関節伸展機能よりも足関節底屈機能が強く関連し、特に底屈運動速度が最も重要な要因あることが明らかとなった。この結果から、高齢者の歩行速度向上には、足関節底屈機能に対するトレーニングが効果的である可能性が示唆された。

第2章では、18歳から91歳までの健常成人550名を対象とし、足関節底屈運動速度の加齢変化と性差の特徴について検討した。その結果、底屈運動速度は、底屈筋力と同様に若年群から後期高齢群にかけて低下することが明らかとなった。また筋力と異なり、性差がないことが示された。さらに、底屈運動速度に対する底屈筋力の寄与率は16%と小さな値を示し、運動速度は筋力に依存しない独自の性質を持つ機能である可能性が明らかとなった。

第3章では、運動速度に着目した底屈機能への運動介入が地域在住高齢者の歩行速度に与える効果について検討した。トーションバネを用いて立位での底屈運動(カーフレイズ)をサポートする機能を有した運動機器を開発し、高速カーフレイズと反復カーフレイズを組み合わせた10週間の介入を地域在住高齢者に対して実施した。その結果、底屈運動速度と底屈筋力の両方が向上し、歩行速度の大幅な改善が得られた。

これらの成果は、歩行速度向上を目指す上で筋力だけではなく、運動速度に着目することの有効性や、運動速度の向上には高速度運動や遠心性収縮を取り入れたトレーニングが有効である可能性を示した。運動速度に対するトレーニングは、高齢者の歩行機能改善を目指した新たな介入戦略として有用であると考えられる。

これらの研究成果はリハビリテーション学の中核をなす「運動機能の向上」に新たな戦略を提供するものであり、博士の学位論文に値すると判断した。