【258】

氏名（国籍）	金（きむ）　俊東（じゅんどん）（韓　国）
学位の種類	博　士（体育科学）
学位記番号	博甲第 2698 号
学位授与年月日	平成13年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	体育科学研究科
学位論文題目	加齢による下肢筋量の低下と歩行能力との関係

主　査	筑波大学教授	理学博士	岡田守彦
副　査	筑波大学教授		宮丸凱史
副　査	筑波大学教授	医学博士	高井省三
副　査	筑波大学助教授	教育学博士	田中喜代次
副　査	筑波大学助教授		中田英雄

論文の内容の要旨

1．研究目的

21世紀の超高齢社会では，高齢者においても社会活動への積極的な参加が求められると予想される。そのためには一定レベルの体力が必要であり，中でも歩行能力は必須要因の一つといえよう。これまでの研究では，高齢者歩行の代表的な特徴として，歩幅の減少に起因する歩行速度の低下が挙げられており，筋力の低下がその主要な要因とされている。筋力の低下には，筋量や筋線維組成などの形態学的要因のほか，筋や腱の粘弾性などの力学的要因，中枢を含む神経系の要因などが関与しているが，これらの中で，特に筋量の減少による影響が大きいと思われる。また，歩行能力と筋力の関連については，これまで専ら大腿部や下腿部の筋が取り上げられているが，一方，近年，体幹と下肢をつなぐ大腰筋の役割も重要であることが指摘されている。しかしながら，歩行能力とこれらの筋の筋量の関係についてはこれまで報告されていない。そこで本研究では，MRI（磁気共鳴映像法）を用いて，加齢による歩行能力の低下と大腰筋及び下肢筋の筋量の変化との関係を検討すること，さらに，高齢者を対象とした運動トレーニングが高齢者の歩行能力や下肢筋量に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

2．歩行能力に関与する大腰筋および大腿部・筋量の加齢変化（研究課題1）

課題1では，腰椎前湾の維持や股関節屈曲に働く大腰筋および下肢の運びに動員される大腿部の伸筋群・屈筋群（大腿70%および50%部位）に着目し，それらの筋量の加齢変化について横断的に検討した。20歳から86歳までの男女316名を対象とし，MRIを用いてこれらの筋の横断面積を算出した。その結果，大腰筋と大腿部伸筋群の横断面積は，男女とも加齢とともに徐々に低下すること，また，いずれの年齢群においても各部位間（大腰筋，大腿70%，大腿50%）の低下率には差がないことが明らかになった。一方，女性の大腿屈筋群は加齢変化を示さなかった。これらの筋量低下は，歩行時の姿勢の不安定化や下肢の制御能力の低下をもたらし，結果的に歩行能力の低下を引き起こすものと推察された。

3．加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響（研究課題２）

課題１の結果にもとづき，課題２では，加齢による大腰筋および大腿部の筋量の減少が歩行能力の低下をもたらすのかどうかを明らかにするため，20歳から84歳まで男女127名を対象に，大腰筋と大腿部伸・屈筋群の横断面積の加齢変化，および歩行能力の加齢変化の関連性を，横断的なデータから検討した。歩行能力は，被験者に身体の６箇所にマーカーをつけて歩行させ，高速度ビデオ撮影し，画像解析により各種歩行パラメータおよび上体の前傾角度を算出した。さらに，これらの測定結果を基に，「加齢による筋量の減少→歩行能力の低下」の因果関係を総合的に検討することも試みた。その結果，大腰筋と大腿伸筋群に関しては，男女とも筋量と歩行能力の殆どの項目の間に有意の相関が認められたが，大腿屈筋群の筋量は男女とも歩行速度との相関が見られなかった。すべての変量による共分散構造分析の結果，加齢による筋量の低下が歩行能力の低下を引き起こすとの因果関係が，高いパス係数で証明された。これらの結果は，高齢者における歩行能力の低下が，加齢による大腰筋や大腿伸筋群の萎縮に起因することを示唆している。

4．長期間トレーニングを継続している高齢アスリートの筋量と歩行能力の特徴（研究課題３）

課題３では，課題２で明らかになった，加齢に伴う筋量の低下と歩行能力の関係に対してトレーニングが及ぼす影響をしらべるために，長期間のトレーニングを継続している高齢アスリートの男女36名とコントロールの一般高齢者男女24名を対象として，大腰筋と大腿部および下腿部筋群の横断面積と歩行能力の比較検討を行った。歩行能力は常歩と速歩について課題２と同様の方法で分析した。その結果，高齢アスリートはコントロール群に比べ，常歩においては歩行速度と歩幅が，速歩においては歩行速度と歩調が大きかった。また筋横断面積については，大腰筋では男女とも，大腿伸筋群では女性のみ，下腿三頭筋では男性のみにおいて，それぞれ高齢アスリートがコントロール群より大きかった。一方，大腿屈筋群と前脛骨筋では両群間に差がなかった。これらの結果は，高齢者における歩行能力の優劣には，下肢筋群，とくに大腰筋の筋量が大きく関与していること，さらに，高齢者でも規則的なトレーニングを継続することで，大腰筋あるいは大腿部伸筋群の筋量を増加させることができ，これにより歩行能力を向上させ得る可能性があることを示唆するものである。

5．高齢者における長期間のトレーニングが歩行能力に及ぼす影響（研究課題４）

課題３では，横断的データにより，長期間のトレーニングが高齢者の筋量を増やし，ひいては歩行能力が向上することを示唆する結果が得られたが，課題４では，実際に高齢者が長期間の筋力トレーニングを実施することで，大腰筋および大腿部伸・屈筋群の筋量増大が起こるか否か，さらに増大が起きた場合，歩行能力にどのような影響を与えるのかについて検討した。被験者は60歳から77歳までの一般高齢者28名とし，これをトレーニング群とコントロール群に二分した。前者にはトレーニングとして，低・中強度，低頻度の体幹・下肢筋力トレーニングを１日１～２セット，10～15回/セット，週２回で１年間行わせた。コントロール群には何も課さなかった。歩行は常歩のみとし，課題２，３と同様の方法で分析した。その結果，トレーニング群では大腰筋横断面積，歩行速度および歩幅がいずれも増加したのに対し，コントロール群では加齢効果により，これらがいずれも低下した。一方，大腿伸筋群，同屈筋群の横断面積及び歩調については，トレーニング群，コントロール群とも変化が認められなかった。さらに，トレーニング前後における各筋横断面積の変化率と歩行能力の変化率の関係を検討した結果，大腰筋横断面積，歩行速度，および歩幅の変化率の間にのみ，相関関係が認められた。これらの結果から，低・中強度，低頻度の筋力トレーニングでも，継続的に実施することで高齢者の大腰筋量が増大すること，このような増大が歩幅，そして結果的に歩行速度の増大をもたらすことが明らかになった。

6．結論

本研究から得られた新しい知見は，１）加齢によって大腰筋の筋量は低下すること，２）加齢に伴う大腰筋と

大腿部伸筋群の筋量の低下は歩行速度や歩幅の低下に関連性があること，3）中・高強度のトレーニングを長期間行ってきた高齢者は，一般高齢者より特に大腰筋の筋量が多く，高い歩行能力を有していること，4）高齢者を対象とした1年間にわたる低・中強度，低頻度の筋力トレーニングは，大腰筋量を増大させ，歩行能力を向上させること，である。これらの結果から，従来より着目されてきた大腿部の筋群に加えて，体重心を挟んで脊柱と下肢を結ぶ大腰筋は，他の下肢筋群と同等以上に加齢の影響を受け，歩行能力低下の原因となっている可能性が推察される。また，高齢になっても筋力トレーニングによって筋量を増大させることは可能であり，それに伴う歩幅の伸長と歩行速度の増大（結果的に歩行能力の向上）がもたらされると結論づけられる。

審査の結果の要旨

きたるべき超高齢社会において，前期高齢者のプロダクティビティの維持をはかることは，社会の活力を高めるという点からも大きな意義がある。高齢者のプロダクティビティの総合的指標として最も有用なもののひとつが歩行能力である。骨や関節に障害がない場合，加齢による歩行能力の低下をもたらす最大の原因は，筋力の低下であるとみなされている。しかし，最大筋力の測定には，測定自体の技術的困難のほか，個々の筋の出力を区分できないこと，高齢者には測定そのものが危険を伴うこと，などの問題があり，歩行能力低下に対する筋肉の影響を明らかにするためには，筋量そのものを取り上げる必要があると考えられる。

本研究はこのような観点から，20歳台から80歳台の男女延べ316名について，加齢による歩行能力の変化と筋量の変化を横断的にしらべ，両者の間に有意の因果関係があることを初めて明らかにしたものである。その中でもとくに，歩行動作に直接関わる下肢筋のみでなく，これまであまり注目されなかった大腰筋に着目し，その筋量低下が歩行能力の低下と密接に関係することを，この筋の機能形態学的特性にもとづいて検証していることは高く評価できる。さらに，これらの横断的な接近に加え，高齢者に運動プログラムを処方して縦断的にその効果を追跡し，トレーニング，大腰筋の筋量の消長，歩行能力の変化の間に相関関係があることを実証したことは，本研究を独創的なものにしている。本研究により得られた知見は，高齢者のプロダクティビティの維持・増進のためのガイドラインづくりにおける基盤的資料を提供するものであり，体育科学におけるその意義は小さくないと言える。

他方，大殿筋などの下肢筋の一部や脊柱起立筋などが観測されていないこと，歩行能力における動作学的特徴の解析が少ないこと，歩行速度を変えた条件下での効果を見ていないこと，などの問題点が指摘された。しかし，これらはいずれも本研究の意義を本質的に損なうものではなく，今後に残された検討課題とみなされた。

よって，著者は博士（体育科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。