

中年・高齢期女性における運動機能の加齢変化の特徴

高嶋 渉・高橋 勝美・坂田 大茂・谷代 一哉・松本 一教

[研究論文]

中年・高齢期女性における 運動機能の加齢変化の特徴

高嶋渉¹・高橋勝美²・坂田大茂³・谷代一哉⁴・松本一教⁴

1 基礎・教養教育センター

2 ロボット・メカトロニクス学科

3 博士前期課程 ロボット・メカトロニクスシステム専攻

4 情報工学科

Characteristics of changes of motor function with aging in elderly women

Wataru TAKASHIMA¹, Katsumi TAKAHASHI², Hiroshige SAKATA³, Kazuya YASHIRO⁴,
Kazunori MATSUMOTO⁴

Abstract

The purpose of this study was to investigate the age-related changes in motor function, attentional function, and physical characteristics. 769 females over the age of 50 years were recruited as participants. Participants were grouped into 6 age brackets of 50-59, 60-64, 65-69, 70-74, 75-79, and 80 or older. Skeletal muscle mass, walking speed, ground-reaction force in sit-to-stand movement from a chair, were measured. The bone area ratio of the calcaneus was evaluated quantitative ultrasound. Attentional function was evaluated by Stroop test.

Skeletal muscle mass was significantly reduced in the 3 groups aged 70 years and older compared to the 50-59 group. The bone area ratio decreased significantly in the 4 groups aged 65 and over. Ground-reaction force in sit-to-stand movement was significantly reduced in the two groups aged 75 and over compared to the 50-59 group. Reaction time in the Stroop test was significantly different in all 5 groups aged 60 years and older compared to the 50-59 group, and the rate of change was the largest from the group 50-59 to the group aged 80 years or older. Furthermore, since a significant correlation was found between walking speed and reaction time in the Stroop test, it is considered that attentional function evaluation is an effective index for predicting deterioration of walking function. It is desirable to include attentional function evaluation in addition to motor function in the evaluation of activities of daily living ability for the elderly.

Keyword: age-related change, walking speed, attentional function

1. はじめに

加齢に伴い身体諸機能は低下する。高齢者が基本的日常生活活動 (Basic Activities of Daily Living: BADL) をできるだけ長く維持することは我が国において重要な課題である。特に、日常生活動作に必要な運動機能の中でも歩行機能の低下は高齢者の生活の自立の制限につながる。地域在住高齢者の歩行能力と手段的自立 (IADL) に関する知覚調査では、初回調査の最大歩行速度が、4年後の死亡リスクおよび IADL 共通の予測因子となったことが報告されている^[9]。

また、歩行機能の低下の要因となる形態・機能変化の中でも、加齢の影響が現れやすいものに、加齢に伴う骨格筋量の減少のことを指す「サルコペニア」が挙げられる。筋力は筋横断面積に比例する^[12]ことから、低筋量と低筋力は併行して生じているものと考えられる。しかしながら、四肢筋量および筋力と起居移動動作のパフォーマンスと

の関係を検討した研究では、筋量の減少よりも筋力低下との関連が強かったことが報告されている^[8]ことから、サルコペニア評価に加え、筋力の低下のことを指す「ダイナペニア」の両方を評価し、運動機能低下の兆候を把握することも重要である。

一方、歩行能力の低下は、認知機能の低下とも強く関連することが報告されている。歩行速度が遅いグループでは、早いグループと比較して認知機能低下のリスク比が大幅に高いことが報告されている^[1, 2]。日本人を対象とした、歩行速度と身体機能および認知機能との関連を検討した研究においても、筋肉量減少を生じたプレサルコペニア高齢者の歩行速度と、認知機能のうちの注意機能との間に関連が認められたことが報告されている^[13]。

このような背景から、高齢者の生活自立の柱となる歩行機能およびその直接の要素である骨格筋量および筋力、さらには認知機能の加齢変化の様子を明らかにし、その特徴を踏まえた早期の対策を講じることは、超高齢化社会にお

いて必須の取り組みであると考えられる。

神奈川工科大学では、地域高齢者の BADL を維持するための活動として、「KAIT スマート運動器チェック(ロコモティブシンドローム評価)教室」を実施している。神奈川県内外の各所で幅広い年代の中高齢者を対象に、歩行能力および歩行能力に関連する要素であるサルコペニア評価、ダイナペニア評価、認知機能評価を行い、問題の早期発見と意識向上を図ることを狙いとした活動である。

本研究では、「KAIT スマート運動器チェック教室」に参加した幅広い年齢層の中高齢者を対象に、自立した生活の維持に重要な歩行機能、さらに歩行機能の構成要素である筋量、筋力、骨密度の測定に加えて認知機能の評価を行い、運動機能の加齢変化の特徴を明らかにすること、さらに中高齢者を対象とした運動機能の評価法について検討することを目的とした。

2. 方法

2.1. 対象者

本研究の対象者は、「KAIT スマート運動器チェック教室」の参加者のうち、研究協力の同意が得られた 50 歳以上の女性 769 名および男性 212 名の合計 981 名であった。測定実施場所は厚木市内の神奈川工科大学施設、横浜市体育協会(現横浜市スポーツ協会)主催のイベント会場、神奈川県体育協会(現神奈川県スポーツ協会)主催の健康講座会場、地域包括支援センター主催のイベント会場などであった。なお、教室会場によって測定項目数が異なることから対象者数はデータ項目ごとに異なっている。

対象者は年齢によって 6 つ (50~59 歳, 60~64 歳, 65~69 歳, 70~74 歳, 75~79 歳, 80 歳以上) に群分けし、各測定項目を群間で比較することとした。対象者の基本情報として、身長および体重の平均値および標準偏差を表 1 に示した。

測定に先立ち、対象者には本研究の目的、測定内容、データの取り扱いについて口頭で説明し、研究参加への同意を得た。本研究は神奈川工科大学ヒト倫理審査委員会の承認を得たうえで実施している(承認番号 第 20190723-6)。

2.2. 歩行機能の評価

歩行機能の指標として、自由歩行における歩行速度およびストライド長を測定した。

本研究では、対象者に直線コースでの自由速度歩行を行わせ、動作映像を撮影した。対象者には「いつも通りの自然な速さで歩いてください」と指示した。

映像の撮影範囲は 6×2m とし、対象者には撮影範囲内を直進歩行させた。参加者は、スタートラインに直立した状態から測定者の合図後に直線コース上を歩行した。

動作の解析には、深度センサを搭載し三次元認識機能を有するカメラであるキネクト (Kinect, Microsoft 社製)

を 3 台使用し、マーカーレスで動作を三次元構築する歩行能力評価システム (アナキンシステム, Anakin 社製, HAL 研究所) を用いた。動作が安定した 2 歩を抽出し平均ストライド長、ケイデンスを算出し、これらの関係から歩行速度を求めた。

2.3. ダイナペニアの評価(椅子立ち上がり動作における最大床反力測定)

本研究では、椅子に座った姿勢から立ち上がる際に測定された床反力データの最大値を下肢筋力の指標として用いた。椅子立ち上がり動作における床反力測定を下肢筋力評価法として用いることの信頼性および妥当性は先行研究において確認されている^[11]。さらに、体重で除した相対的な最大床反力についても求めた。床反力は一軸床反力計 (400×450mm, DKH 社製) を用いて測定した。対象者は、40cm の高さの椅子に立ち上がりやすい姿勢(膝関節角度 70 度)で座り、両足は足裏全体を床反力計上に着けた状態で位置させた。足は腰幅に広げさせ、両腕は胸の前で交差させた。床に対して脛がおおよそ 70 度になる座位姿勢から、反動をつけずに最大努力で素早く立ち上がり、そのまま 3 秒間立位姿勢を保持させた。

2.4. サルコペニアの評価(骨格筋量の推定)

生体インピーダンス法を用いた体組成計 (タニタ社製, BC-622) を用いて身体組成を測定し、全身の骨格筋量を求めた。対象者は裸足になり足底および手掌をアルコールシートで拭いた後、機器の本体の電極板に乗り、両手で電極グリップを握り測定を行った。

2.5. 骨密度の評価

骨密度の指標として、踵骨骨梁面積率 (Bone Area Ratio: BAR %) を、超音波骨量測定装置 (Benus II, 石川製作所社製) を用いて測定した。本指標は、踵骨幅および踵骨内の超音波透過時間を測定し、その測定値から踵骨の音速を求め、骨梁が海綿骨断面に占める面積率 (%) を算出するものである。対象者は椅子に座り、超音波が浸透しやすいように右足踵に専用ゼリーを塗布した後、プローブキャップを踵に密着させた状態で測定した。

2.6. 注意機能の評価

注意機能評価として、前頭葉機能の注意や干渉の抑制機能評価に用いられるストループカラーワードテスト^[3]を実施した。専用プログラムで PC 画面上に刺激を提示し、課題提示から 4 色 (赤, 青, 緑, 黄) で構成されたボタンを押すまでの反応時間および反応の正誤を計測するシステム (Multi-PAS System: DKH 社製) を用いてテストを実施した。テストは 4 段階に区分されたタスクで実施された。第 1 段階のタスクでは、画面に示された図形の「色」を回答させた。第 2 段階のタスクでは、黒色で書かれた漢字の「読み」を回答させた。第 3 段階のタスクでは、色の付い

表 1 年齢群別の身長および体重

	年齢群	50-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-
女性	身長 (cm)	n=48 158.1 (6.0)	n=30 156.1 (4.2)	n=72 154.2 (4.2)**	n=91 152.1 (4.8)**	n=83 150.3 (5.0)**	n=99 148.4 (6.2)**
	体重 (kg)	n=94 55.8 (10.7)	n=55 57.5 (9.2)	n=105 54.0 (7.8)	n=128 52.4 (7.3)	n=117 51.5 (7.6)**	n=125 50.2 (7.9)**
男性	身長 (cm)	n=25 170.3 (5.1)	n=15 166.0 (4.0)*†	n=20 166.4 (4.9)	n=21 163.9 (5.7)**	n=14 164.1 (5.2)*	n=36 163.4 (5.5)**
	体重 (kg)	n=19 69.4 (12.6)	n=12 65.0 (6.9)	n=30 66.2 (8.2)	n=35 65.6 (6.9)	n=25 62.8 (7.9)**	n=40 61.5 (7.0)**

平均値 (標準偏差) *P<0.05, **P<0.01 50-59歳群との有意差を示す。†P<0.05 直前の年齢群との有意差を示す。

表 2 年齢群別の歩行機能指標 (歩行速度, ストライド長およびケイデンス)

	年齢群	50-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-
女性	歩行速度 (m/s)	n=49 1.40 (0.24)	n=30 1.44 (0.26)	n=75 1.40 (0.30)	n=90 1.36 (0.25)	n=81 1.30 (0.25)	n=93 1.18 (0.35)**
	ストライド長 (cm)	n=49 0.65 (0.08)	n=30 0.67 (0.08)	n=75 0.66 (0.09)	n=90 0.65 (0.09)	n=81 0.64 (0.12)	n=93 0.59 (0.13)*†
	ケイデンス (rpm)	n=49 130.0 (17.6)	n=30 127.6 (12.4)	n=75 126.6 (20.4)	n=90 124.9 (17.4)	n=81 124.1 (23.7)	n=93 120.2 (23.5)
男性	歩行速度 (m/s)	n=26 1.56 (0.33)	n=15 1.48 (0.22)	n=20 1.44 (0.18)	n=20 1.31 (0.26)	n=12 1.11 (0.40)*	n=32 1.19 (0.31)**
	ストライド長 (cm)	n=26 0.74 (0.08)	n=15 0.72 (0.06)	n=20 0.70 (0.08)	n=20 0.65 (0.10)	n=12 0.66 (0.16)	n=32 0.63 (0.13)**
	ケイデンス (rpm)	n=26 125.3 (17.8)	n=15 124.3 (14.7)	n=20 123.8 (11.0)	n=20 121.5 (22.8)	n=12 99.2 (22.3)	n=32 112.0 (16.2)

平均値 (標準偏差) *P < 0.05, **P < 0.01 50-59歳群との有意差を示す。 †P < 0.05 直前の年齢群との有意差を示す。

表 3 年齢群別の骨格筋量, 骨梁面積率 (骨密度), 最大床反力 (下肢筋力) および ストループテストにおける平均反応時間 (注意機能)

	年齢群	50-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-
女性	骨格筋量 (kg)	n=41 34.7 (3.7)	n=23 34.4 (3.1)	n=61 32.9 (2.4)	n=83 32.4 (3.1)**	n=71 31.3 (2.8)**	n=92 30.8 (3.7)**
	骨梁面積率 (%)	n=31 29.5 (3.8)	n=21 28.6 (3.6)	n=60 26.7 (2.8)**	n=76 27.0 (3.0)**	n=69 26.5 (2.9)**	n=90 25.2 (3.4)**
	最大床反力 (N)	n=85 70.7 (12.7)	n=43 74.3 (12.1)	n=74 69.1 (8.6)	n=102 67.3 (10.4)	n=82 64.7 (10.4)**	n=97 61.8 (9.6)**
	最大床反力 / 体重 (N/kg)	n=85 126.5 (10.5)	n=43 126.3 (11.4)	n=74 125.4 (9.8)	n=102 124.7 (11.0)	n=82 122.6 (9.4)	n=97 120.0 (8.1)**
	反応時間 (s)	n=70 0.98 (0.13)	n=43 1.11 (0.14)**†	n=96 1.21 (0.17)**†	n=111 1.19 (0.17)**	n=97 1.28 (0.16)**†	n=107 1.35 (0.19)**†
男性	骨格筋量 (kg)	n=9 46.0 (7.1)	n=7 45.7 (3.0)	n=16 46.9 (4.4)	n=17 45.5 (3.4)	n=10 44.9 (2.8)	n=32 44.8 (4.1)
	骨梁面積率 (%)	n=3 29.3 (3.9)	n=4 31.1 (3.5)	n=11 28.8 (2.0)	n=17 29.9 (4.2)	n=9 30.3 (4.5)	n=34 26.7 (2.8)
	最大床反力 (N)	n=16 99.7 (14.2)	n=11 90.6 (8.7)	n=28 89.2 (13.7)	n=30 87.7 (11.0)	n=24 78.0 (10.9)**	n=32 74.1 (9.3)**
	最大床反力 / 体重 (N/kg)	n=16 140.9 (23.2)	n=11 139.6 (10.9)	n=28 133.2 (12.8)	n=30 132.6 (12.7)	n=24 123.9 (9.0)*	n=32 121.8 (10.4)**
	反応時間 (s)	n=25 0.98 (0.20)	n=15 1.06 (0.14)	n=21 1.15 (0.14)*	n=25 1.26 (0.15)**	n=14 1.29 (0.16)**	n=38 1.39 (0.23)**

平均値 (標準偏差) *P < 0.05, **P < 0.01 50-59歳群との有意差を示す。 †P < 0.05 直前の年齢群との有意差を示す。

た文字でその色とは異なる文字が示され, 文字の「色」をボタンで回答させた. 4段階のタスクでは, 3段階のタスクと同様の課題がモニターに表示され, 文字の「読み」をボタンで回答させた. 課題提示を3秒間隔で設定し, 各段階のタスクで6問(計24問)を行い回答に要する時間を計測した. 本研究では, 1~4段階のタスクの平均回答時間(反応時間)を注意機能の指標とした.

2.7. 統計処理

身長, 体重, 歩行速度, ストライド長, ケイデンス, 立ち上がり動作の最大床反力, 体重あたりの最大床反力, 骨格筋量, 骨梁面積率, ストループテストにおける平均反応時間のデータは男女年齢別の6群に区分し統計処理した.

正規性に従う変数は一元配置分散分析を行い, 多重比較にはTukey's testを用いた. 正規性が認められない場合はKruskal-Wallis testを用いた. 統計量はすべて平均値±標準偏差で示し, 有意水準は危険率5%未満とした.

なお, 本研究では, 最も若い年齢群である50~59歳群と他の年齢群および近接する年齢群との比較結果についてのみ示すこととした. また, 年齢別の群間比較については, すべての測定項目において一定数の対象者が確保できた女性のデータを中心に検討し, 男性のデータについては参考値として示すこととした. 男性の骨格筋量および骨梁面積率については, 対象者が少数であるため平均値の差の

検定は行っていない.

さらに, 男女別対象者全体の歩行速度, ストライド長および立ち上がり動作の最大床反力, 骨格筋量およびストループテストにおける平均反応時間の関連について, Pearsonの積率相関係数を算出した.

3. 結果

3.1. 歩行機能

表2に, 各年代別の自由歩行速度, ストライド長およびケイデンスの平均値および標準偏差を示した. 女性では50歳代の群と比較して80歳以上の群で歩行速度の有意な低下が認められた (P<0.01). 同様にストライド長についても50歳代の群と比較して80歳以上の群で有意な低下が認められ (P<0.05), 近接する75-79歳の群との間にも有意差が認められた (P<0.05). 男性では, 50歳代の群と比較して75-79歳の群 (P<0.05) および80歳以上の群 (P<0.01) で歩行速度の有意な低下が認められた. ストライド長については, 50歳代の群と比較して80歳以上の群で有意な低下が認められた (P<0.01).

ケイデンスについては, 男女ともに50歳代群との間の有意差は認められなかった.

3.2. 骨格筋量, 骨梁面積率, 最大筋力および認知機能

表 4 歩行機能指標, 骨格筋量, 最大床反力および注意機能の相関係数

	女性					男性				
	歩行速度	ストライド長	骨格筋量	最大床反力	最大床反力/体重	歩行速度	ストライド長	骨格筋量	最大床反力	最大床反力/体重
ストライド長	0.583 ***					0.761 ***				
骨格筋量	0.053	0.150 **				0.099	0.168			
最大床反力	0.144*	0.101	0.794 ***			0.530 ***	0.328 **	0.617 ***		
最大床反力/体重	0.414 ***	0.149*	0.157 *	0.413 ***		0.543 ***	0.311 **	0.031	0.647 ***	
反応時間	-0.314 ***	-0.301 ***	-0.27 ***	-0.279 ***	-0.436 ***	-0.429 ***	-0.407 ***	-0.171	-0.422 ***	-0.471 ***

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

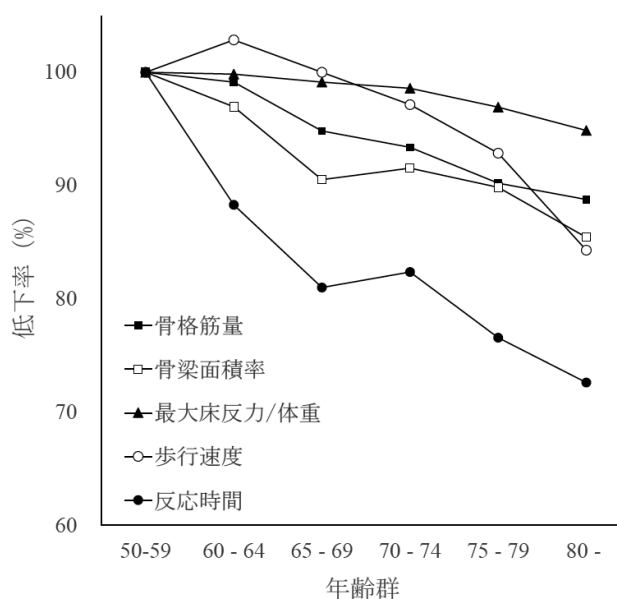


図 1 50-59群を100%とした各指標の機能低下率

表 3 に, 骨格筋量, 骨梁面積率, 椅子立ち上がりテストにおける最大筋力, 最大筋力の体重あたりの相対値およびストループテストの反応時間の平均値および標準偏差を示した。

女性では, 骨格筋量は 50 歳代の群と比較して 70 歳以上の 3 群で有意な減少がみられた ($P<0.01$)。骨梁面積率については, 65 歳以上の 4 群で有意な減少がみられた ($P<0.01$)。最大筋力は, 50 歳代の群と比較して 75 歳以上の 2 群で有意な低下が認められた ($P<0.01$)。体重あたりの相対値では, 80 歳以上の群で有意な低下が認められた ($P<0.01$)。ストループテストにおける反応時間は, 50 歳代の群と比較して 60 歳以上の 5 群すべてで有意な増加がみられた ($P<0.01$)。さらに, 近接する群間では, 60-64 歳と 65-69 歳の群間, 70-74 歳と 75-79 歳の群間および 75-79 歳と 80 歳以上の群間で有意な差が認められた ($P<0.05$)。

男性では, 最大床反力は 50 歳代の群と比較して 75 歳以上の 2 群で有意な低下が認められた ($P<0.05$)。体重あたりの相対値では, 50 歳代の群と比較して 75-79 歳の群 ($P<0.05$) および 80 歳以上の群 ($P<0.01$) で有意な低下が認められた。ストループテストにおける反応時間は, 50 歳代の群と比較して 65 歳以上の 4 群すべてで有意な増加がみられた (65-69 歳群: $P<0.05$, 70 歳以上の 3 群: $P<0.01$)。

3.3. 運動機能, 骨格筋量および認知機能の関連

表 4 に, 対象者全体でみた歩行速度, ストライド長, 骨格筋量, 最大床反力, 体重あたりの最大床反力およびストループテストにおける平均反応時間の相関係数を示した。男女ともに, 歩行速度と, ストライド長, 最大床反力, 体重あたりの最大床反力およびストループテストにおける反応時間との間に有意な相関関係が認められた。ストライド長については, 女性では骨格筋量, 体重あたりの最大床反力および反応時間との間に, 男性では最大床反力, 体重あたりの最大床反力, および反応時間との間に有意な相関関係が認められた。骨格筋量については, 女性では最大床反力, 体重あたりの最大床反力および反応時間との間に有意な相関関係が認められ, 男性では最大床反力との間にのみ有意な相関関係が認められた。最大床反力は, 男女ともに体重あたりの最大床反力および反応時間との間に有意な相関関係が認められた。体重あたりの最大床反力についても男女ともに反応時間と有意な相関関係が認められた。

3.4. 運動機能, 骨格筋量, 骨密度および注意機能の相対的变化

図 1 に, 女性の各評価指標における 50 歳代の群を 100% とし, 以降 80 歳以上の群までの相対値を示した。骨格筋量, 骨密度 (骨梁面積率), 体重あたりの最大床反力, 歩行速度, 反応時間のうち, 最も顕著な低下がみられたのは反応時間の指標であった。

4. 考察

歩行速度の加齢変化について, 女性では 80 歳以上の群で最も若い 50 歳代の群と比較して有意な低下が認められた。ストライド長についても同様に 80 歳以上の群で 50 歳代の群と比較して有意な低下が認めら, さらに直前の 75-79 歳の群とも有意差が認められた。一方, ケイデンスには有意な低下が認められなかったこと, さらに歩行速度とストライド長との間に有意な相関関係が認められたことから, 本研究で観察された 80 歳代以降の歩行速度の低下には, ストライド長の減少が大きく影響していると考えられる。男性を対象とした先行研究では 60 歳以降の顕著な歩行能力の低下を示すデータもある¹⁴⁾が, 20 歳代の対象者との比較であることや, 歩行条件が最大速度歩行であることなど, 条件の違いの影響が考えられる。また, 自由歩行速度を追跡調査した 4 年間の縦断的研究¹⁵⁾では速度低下が 70 歳以降で認められていることから, 自由歩行速度の低下は最大歩行速度の低下より遅れて起こることも考えられる。本研究では, 自由歩行のみの条件で歩行機能評価を行ったが, 自由歩行速度は測定者の言語指示や測定場所の条件の影響を受けやすいことも考慮しなければならない。安全を確保しながら最大歩行についても評価を行うこと

で、中高齢者の運動機能の加齢変化の様子と個人の特徴をより明らかにすることが可能になると考えられる。

注意機能の指標として評価したストループテストにおける反応時間は、60歳代以降から有意な延長が認められ、本研究で測定した項目の中では最も早期の機能低下となった(表3, 図1)。直前の年齢群との比較においても、60歳以上では、65-69歳と70-74歳群との間を除くすべての近接する群間で有意差が認められた。一部の近接する群間で有意差が認められなかった要因については本研究のデータから言及することはできない。しかしながら、本研究においては他の測定指標と比較して低下傾向が早期かつ顕著であることから、ストループテストにおける反応時間が加齢に伴う運動機能の低下傾向を敏感に反映することが示唆された。さらに、反応時間は歩行速度、ストライド長、体重あたりの最大床反力とも有意な相関関係が認められた(表4)。森ら^[13]は、骨格筋量が減少傾向にある高齢者では、通常および最大努力の歩行における速度と注意機能の指標である Trail-Making Test の成績との間に関係が認められたことを報告している。本研究では、歩行能力は自由歩行のみで評価しており、注意機能の評価に用いた指標も異なるものの、注意機能の減退と歩行速度低下との間に関係性が認められたという結果は一致している。近年注目されている認知機能と運動機能の強い関連を改めて確認する結果であり、ストループテストに代表される前頭葉の注意や干渉の抑制機能評価が、日常生活動作の機能低下を早期に把握できる指標として有用であることを示すものである。高齢者を対象とした日常生活活動能力の評価においては、運動器のチェックに加え注意機能評価についても併せて実施することが望ましいと考えられる。

骨格筋量については70歳以降に有意な減少が認められ、立ち上がり動作における最大床反力との相関関係も認められたが、歩行速度との関係性はみられなかった。この結果は、バランス能力等の筋力以外の影響要因が含まれる片脚立ち保持時間や最大歩行速度と骨格筋量との間には有意な相関関係が認められなかったとする先行研究^[5]と一致している。一方、MRIを用いた先行研究では、大腰筋および大腿部伸筋群の筋横断面積が歩行能力の決定要因であることが示唆されている^[7]。本研究では骨格筋量を下肢、上肢および体幹を合わせた全身の筋量で評価しているため、歩行速度との関係が現れにくかったことも考えられる。

骨梁面積率の変化については、60歳以降の有意な減少がみられた。金ら^[6]は、幅広い年代の女性を対象に、二重エネルギーX線吸収法を用いて骨密度の加齢変化と身体組成の関係について検討し、全身の骨密度は下肢の骨密度と強い相関関係にあること、骨密度が閉経後に骨密度が著しく減少することを報告している。また、骨密度は筋量を反映する除脂肪体重と関係が強く、その説明率は50歳以降の中高齢者で高くなったことを報告している。本研究でも、骨梁面積率は65歳台以降、骨格筋量は70歳以降で低下が認められており、この2つの指標を併せて評価すること、さらに骨格筋量を維持するよう働きかけることの重要性が示唆された。

椅子立ち上がり動作における最大床反力は、75歳以降の2群で、体重あたりの相対値は80歳以降の群のみで有意な低下が認められ、筋量の減少に遅れる傾向であったが、歩行速度との間には比較的強い関連が認められた。この結果は、起居移動動作のパフォーマンスは筋量よりも筋力と強く関連するとする先行研究^[8]の知見を支持するものである。また、下肢の最大筋力を股関節、膝関節、足関節それぞれ別に評価し、中高齢女性の最大および普通歩行速度との関係を検討した先行研究では、膝および股関節の伸展、足関節の底屈筋力と有意な相関関係が認められている^[10]。

椅子からの立ち上がり動作は股関節の伸展および足関節の底屈が同時に起こる Triple Extension 動作であり、動作中に測定される最大床反力は歩行能力およびBADLの維持に必要な下肢筋力の評価に適した動作であると考えられる。また、本研究で用いた椅子からの立ち上がり動作の力を床反力計で測定する手法は、一回の立ち上がり動作で最大筋力を推定できる。そのため、対象者の負担や危険性も低く抑えられ疲労の影響も小さいことから、本研究のように複数の異なる身体機能や認知機能を測定し総合的な評価を試みる際にも適した手法であると考えられる。

5. まとめ

本研究では、幅広い年代の中高齢女性を対象に、「KAIT スマート運動器チェック」として、サルコペニアおよびダイナペニア、骨密度、歩行機能および注意機能の評価を実施した。

BADLの重要因子である歩行機能は、80歳以降に大幅に低下すること、注意機能は本研究で実施した評価項目の中で最も年齢の影響を大きく受けることが示された。また、歩行機能と注意機能との関連性が認められたことから、注意機能の低下を観察することで運動機能低下を予測できる可能性が示された。さらに、歩行機能を構成する要因である下肢筋力および骨格筋量の関連性についても確認された。

「KAIT スマート運動器チェック」を構成する測定の実施により、対象者への負担を低く抑えながらBADL低下につながる身体諸機能低下の早期把握が可能であること、さらに個人の特性を踏まえた対策を講じる上で有用な情報となり得ることが示唆された。

参考文献

- [1] Minghui Quan, Pengcheng Xun, Cheng Chen, Ju Wen, Yiyu Wang, Ru Wang, Peijie Chen, Ka He: Walking pace and the risk of cognitive decline and dementia in elderly populations: A Meta-analysis of prospective cohort studies. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 72 (2), 266-270, (2017)
- [2] NM. Peel, LJ. Alapatt, LV. Jones, RE. Hubbard: The Association Between Gait Speed and Cognitive Status in Community-Dwelling Older People: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 74 (6), 943-948, (2019)
- [3] JR. Stroop: Studies of interference in serial verbal reactions. *J Exp Psychol*, 18, 643-661, (1935).
- [4] 伊東元, 長崎浩, 丸山仁司, 橋詰謙, 中村隆一: 健常男子の最大速度歩行時における歩行周期の加齢変化, *日本老年医学会雑誌*, 26, (4), 347-352, (1989).
- [5] 甲斐義浩, 村田伸, 大田尾浩, 村田潤, 池田望, 富永浩一, 大山美智江, 溝田勝彦: 地域在住高齢者女性の身体組成と身体機能との関係, *理学療法学*, 23, (6), 811-815, (2008).
- [6] 金憲経, 田中喜代次, 中西とも子, 天貝均: 骨密度の加齢に伴う変化および身体組成との関連—成人女性について—, *体力科学*, 48, 81-90, (1999).
- [7] 金俊東, 久野譜也, 相馬りか, 増田和実, 足立和隆, 西嶋尚彦, 石津政雄, 岡田守彦: 加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響, *体力科学*, 49, 589~596, (2000).
- [8] 金美珍, 辻大士, 北濃成樹, 尹之恩, 相馬優樹, 神藤隆志, 大藏倫博: 地域在住高齢者におけるサルコペニアおよびダイナペニアと身体機能との関連性, *体育測定評価研究*, 15, 1-10, (2015).
- [9] 杉浦美穂, 長崎浩, 古名丈人, 奥住秀之: 地域高齢者

の歩行能力 -4 年間の縦断変化-, 体力科学, 47, (4), 443-452, (1998).

[10] 田井中幸司, 青木純一郎:高齢女性の歩行速度の低下と体力, 体力科学, 51, 245-52, (2002).

[11] 中谷敏明, 上英俊:椅子からの立ち上がり動作を利用した下肢筋力評価法, 体力科学, 53, 183-188, (2004)

[12] 福永哲夫:超音波測定法による筋の単位面積あたりの筋力の算出, 体育学研究, 14, (1), 28-32, (1969).

[13] 森耕平, 村田伸, 白岩加代子, 安彦鉄平, 岩瀬弘明, 内藤紘一, 野中紘士, 中野英樹, 堀江淳:プレサルコペニア高齢者の歩行速度と身体機能・認知機能との関連, ヘルспロモーション理学療法研究, 9, (12), 53-58, (2019).

工学教育研究推進機構運営会議

議長 上平 員丈

構成委員	木村 茂雄	河原崎徳之	栗原 誠	納富 一宏	馬嶋 正隆
	黄 啓新	高村 岳樹	山口 淳一	小池あゆみ	岡崎 美蘭
	高橋 勝美	一色 正男	井上 秀雄	兵頭 和人	山家 敏彦
	塩川 茂樹	工藤 嗣友	脇田 敏裕	野田 毅	吉満 俊拓
	高橋 正雄	三井 和博	星野 潤	井藤 晴久	

神奈川工科大学研究報告

A-46 人文社会科学編 通巻 46号

令和4年3月1日 発行

編集兼発行者 神奈川工科大学
〒243-0292 神奈川県厚木市下荻野1030
電話 046-241-6221

印刷者 株式会社スクールパートナーズ

当該研究報告に掲載された論文の著作権は本学に帰属する。