

地域在住高齢者の身体機能と筋厚および筋輝度との関係

家崎 仁成¹⁾ 須田 啓暉¹⁾ 古田 理郁¹⁾
片岡 佑衣¹⁾ 古川 結喜¹⁾ 村松愛梨奈²⁾
寺本 圭輔³⁾

1) 愛知教育大学大学院

2) 日本体育大学

3) 愛知教育大学保健体育講座

The relationship among skeletal muscle thickness, echo intensity, and physical functions in local elderly person.

Kiminari IEZAKI¹⁾ Keiki SUDA¹⁾
Rika FURUTA¹⁾ Yui KATAOKA¹⁾
Yuki FURUKAWA¹⁾ Erina MURAMATU²⁾
Keisuke TERAMOTO³⁾

1) Graduate Student, Aichi University of Education

2) Nippon Sport Science University

3) Department of Health and Physical Education, Aichi University of Education,

キーワード：高齢者, 身体機能, 超音波法

Key Words：Elderly women, Physical function, Ultrasonography

地域在住女性高齢者を対象に、定期的なウォーキング習慣の違いが身体機能や筋厚および筋輝度に与える影響を評価し、これらの関係性を明らかにすることを目的とした。被験者は、ウォーキング習慣のある群 (Ex群) 6名とウォーキング習慣の無い群 (Non-Ex群) 6名であった。それぞれ人体計測、身体組成、身体機能、超音波法による筋厚および筋輝度を評価した。また、身体機能と筋厚および筋輝度との関係性の検討には相関分析を行った。その結果、Ex群とNon-Ex群には、日常生活自立度 (BI)、認知機能評価スケール (MMSE)、生活空間の広がり (LSA) において有意な差は認められなかった。一方、下腿周径囲 ($p<0.01$) と膝伸展筋力および握力 ($p<0.05$) とでは有意な差が認められた。身体機能と筋厚および筋輝度との関係性では、上腕筋厚とステップングテストとで $r=0.66$ ($p<0.05$) の有意な正の相関が認められた。また、大腿筋厚と等尺性膝伸展筋力とでは $r=0.61$ ($p<0.05$)、握力とでは $r=0.59$ ($p<0.05$) の有意な正の相関が認められ、5m通常歩行速度とでは $r=-0.68$ ($p<0.01$)、5m最大歩行速度とでは $r=-0.73$ ($p<0.001$) の負の相関が認められた。身体機能では、Ex群が下腿周径囲や膝伸展筋力および握力を維持しており、サルコペニアを予防している可能性が示された。また、ウォーキング習慣の違いが筋厚や筋輝度に与える影響を明らかにすることはできなかったが、大腿筋厚は膝伸展筋力や握力、5m通常・最大歩行速度との関係性が認められたことから、地域在住高齢者の大腿筋厚は筋力や歩行速度を反映している可能性が示唆された。

1. はじめに

急激に高齢化が進むわが国において、健康寿命の延伸はたいへん重要な課題である。日進月歩する医療技術や地域に広がる介護サービスの活用により、高齢者を取り巻く生活環境は改善され、平均寿命は男性で80.8歳、女性で87.1歳と世界有数の長寿国となってきたが¹⁾、一方で余生を介護施設や病院で過ごす人も増えてきている。今後も高齢化の加速は留まることなく、2012年では「騎馬戦型」と呼ばれる3人の労働世代で1人の65歳以上高齢者を支える社会に、2050年には「肩車型」と呼ばれる1人で1人の高齢者を支える時代がやってくると言われている。²⁾ したがって、介護予防や生活習慣病予防といった取り組みは、更に必要性が高まるといえる。平成25年厚生労働省国民生活基礎調査によると、要支援と要介護になった原因の1位は運動器の障害(25%)、2位は脳血管疾患(19%)、3位は認知症(16%)、4位は高齢による衰弱(13%)となっており、その前段階となるのは、運動器症候群(Locomotive syndrome)や代謝症候群(Metabolic syndrome)である。これらは、適切な身体活動量を保ち、定期的な運動を行うことで予防・改善されることで、全てのライフステージにおいて身体活動量確保への取り組みが推進されている³⁾。厚生労働省は、高齢者を対象にした身体活動量の指標としてアクティブガイド2013を作成した。しかし、その作成に関する「運動基準・運動指針の改定に関する検討会の報告書」の中で、「今後、こどもの身体活動基準、高齢者の運動量の基準、座った状態の時間の上限値、全身持久力以外の体力(特に筋力)の基準等について、科学的根拠をもって設定できるよう、研究を推進していく必要がある」とまとめていることから、高齢者を対象にした研究の推進が課題になっていることが分かる。

近年、高齢者の筋力評価について、超音波診断装置を用いた筋厚や筋輝度の測定が注目されている⁴⁾。超音波法による筋厚の測定は、筋横断面積との間に高い正の相関関係が認められており⁵⁾、被験者への負担も非常に少ないため、多くの既往歴を有し体力に個人差が大きい高齢者にとって有

効な方法である。また、筋輝度の測定は、筋生検を用いた研究により筋線維間脂肪および結合組織との強い相関が認められており、筋の質的評価の指標としての妥当性が示されている^{6, 7)}。また、池添ら^{8, 9)}の報告によると、筋萎縮は筋量低下に加え筋内脂肪や結合組織の増加といった質的変化が生じており、更に筋量減少と筋輝度の上昇が重なることで著しい筋力低下がみられることを報告している¹⁰⁾。以上のことより、健康寿命の延伸や介護予防の観点から筋組成や筋機能に着目することは重要であり、筋厚や筋輝度を用いて加齢および筋萎縮が身体機能に与える影響について明らかにすることが必要である。

そこで、本研究は、地域で自立した生活を送る女性高齢者を対象に、定期的なウォーキングを行う運動習慣を持つ群と運動習慣の無い群の身体機能を評価し、身体機能と筋厚および筋輝度との関係性を明らかにすることを目的とした。

2. 被験者と測定方法

1) 被験者

全ての被験者には本研究の十分な説明を行い、同意を得られた者のみを対象とした。被験者は、三重県紀北町において自立した生活を営む女性高齢者12名であり、日常生活に1日30分以上のウォーキングを週3日以上実施している運動習慣のある群6名(Exerciser: Ex群, 78.3 ± 0.6 歳)と運動習慣の無い群6名(Non-Exerciser: Non-Ex群, 77.2 ± 7.7 歳)それぞれに分けた。

Ex群は、生活空間の広がり(Life-space assessment: LSA)の値が 85.2 ± 14.6 点であり、主として町内が行動範囲であった。認知機能評価スケール(Mini-mental state examination: MMSE)の値が 28.5 ± 2.1 点で軽度認知症の疑いのある者を含んだ。日常生活自立度は(Barthel index: BI)の値が 100 ± 0 点で自立した生活を営んでいた。一方、Non-Ex群は、LSAの値が 88.3 ± 14.8 点であり、Ex群と同じく行動範囲が町内であり、MMSEの値が 29.2 ± 1.1 点で認知症の疑いがある者はいなかった。BIの値が 99.2 ± 1.2 点で歩行器を使用している者を含んだ。

Ex群とNon-Ex群ともに、全員が地域で自立し

表1. 被験者の基本情報

| | 年齢, 歳 | ISA 点 | MMSE 点 | BI 点 | サルコペニア 判定 | 既往歴 |
|----------|-------|-------|--------|------|--------------|-------------------|
| Ex 群 | 81 | 100 | 26 | 100 | | 高血圧, 足関節捻挫 |
| | 79 | 82 | 30 | 100 | | |
| | 87 | 57 | 25 | 100 | | 高血圧, 股関節の痛み, 膝の痛み |
| | 80 | 90 | 30 | 100 | | 高血圧, 高脂血症 |
| | 77 | 100 | 30 | 100 | | 高血圧 |
| | 66 | 82 | 30 | 100 | | 膝の痛み |
| Non-Ex 群 | 67 | 100 | 30 | 100 | | 乳がん |
| | 81 | 74 | 30 | 100 | | 白内障 |
| | 86 | 90 | 29 | 100 | ○ | 脳梗塞 |
| | 66 | 110 | 30 | 100 | ○ | 腰痛 |
| | 82 | 66 | 29 | 95 | ○ | 高血圧, 脳溢血 |
| | 81 | 90 | 27 | 100 | ○ | 両膝変形性膝関節症術後 |

た生活を営んでいた。既往歴は、延べ16件、足関節捻挫等の外科系疾患6件、高血圧等の内科系疾患10件であり、疾患別には高血圧の5件が最も多かった。被験者特性は表1に示した。

2) 人体計測および身体組成

身長は0.1cm単位、体重は0.1kg単位で記録し、Body Mass Index (BMI) を体重/身長² (kg/m²) で算出した。腹囲は立位、軽呼気時、臍レベルで測定した。脂肪の蓄積等により臍が下方に偏位している場合は、肋骨下縁と前上腸骨棘の midpoint の高さで計測した。上腕周囲径は肘関節伸展位とし、上腕中央部の最大豊隆部を0.1cm単位で、大腿周囲径は立位で前上腸骨棘と膝蓋骨上縁を結ぶ線の間を0.1cm単位で、下腿周囲径は座位で膝関節90度の肢位をとり、下腿の最大豊隆部を0.1cm単位で計測した。上腕周囲径および大腿および下腿周囲径は超音波法との整合性を図るため身体右側を測定した。体脂肪率および筋肉量は多周波インピーダンス測定器 (Inbody430, Biospace社製) を用いて測定し、骨格筋指数 (Skeletal muscle mass index: SMI) は、上下肢の筋量を身長² で除して求めた。

3) 身体機能

膝伸展筋力は Hand-Held Dynamometer μ -F1 (アニマ社製) を用いた。座位姿勢をとり、膝関節90度の状態でセンサー部を足首に装着し、固定ベルト用いて椅子脚と足部を固定した¹¹⁾。測定は膝伸展の最大等尺性筋力であり、0.1kg単位で

計測を行った。1回の練習後、30秒以上の間隔を空けて2回測定し、最大値を採用した。握力はスミドレー式握力計を用いて、左右各2回を0.1kg単位で測定し、最大値を用いた。開眼片足立ちは素足で両手を腰に当て5cm程度足を挙げるように指示を行い、2回測定の最大値を採用した。また、超音波法や周径測定との整合性を図るため、右脚を支持脚とした記録を採用した。ステップングテストは座位をとり、30cm間隔の2本のラインを20秒間で両足を何回開閉できるかを計測した。歩行速度の計測は、5mの測定区間の前後に3mの予備区間を設けて、通常歩行速度と最大歩行速度を計測した¹²⁾。

4) 超音波法

超音波測定はSDD-PROSOUND2 (ALOKA社製) を用いてBモード計測を行った。筋厚は上腕前部と大腿前部の身体右側2ヵ所を測定した。筋厚および筋輝度は寺本ら¹³⁾の方法に従った。上腕筋厚は上腕二頭筋と上腕筋を合わせた厚さ、大腿筋厚は大腿直筋と中間広筋を合わせた厚さとして計測した。上腕筋輝度は上腕二頭筋、大腿筋輝度は大腿直筋の領域における筋輝度の平均値を算出した。筋輝度の解析には、画像処理ソフト Adobe Photoshop Elements 11 を使用し、8bit gray-scale のヒストグラム分析により、0から255の256段階 (0=黒, 255=白) で評価した。

5) 統計学的検討

データ分析は、Microsoft Excel 2010を用いて

表2. 人体計測および身体組成

| 測定項目 | Ex 群 | Non-Ex 群 | p |
|---|-------------|-------------|--------|
| 人体計測 | | | |
| 身長, cm | 144.6 ± 3.2 | 147.2 ± 6.7 | n.s. |
| 腹囲, cm | 84.9 ± 5.6 | 71.6 ± 13.4 | n.s. |
| 上腕周径圍, cm | 24.9 ± 1.8 | 23 ± 1.3 | n.s. |
| 大腿周径圍, cm | 42.8 ± 1.8 | 40.8 ± 1.4 | n.s. |
| 下腿周径圍, cm | 32.3 ± 1.1 | 29.2 ± 0.7 | p<0.01 |
| 身体組成 | | | |
| 体重, kg | 50.2 ± 5.3 | 46.3 ± 4.0 | n.s. |
| Body Mass Index, kg/m ² | 24.0 ± 2.5 | 21.3 ± 0.8 | n.s. |
| % Fat mass, % | 32.5 ± 5.7 | 30.0 ± 4.5 | n.s. |
| Inbody | | | |
| 右上肢筋量, kg | 1.6 ± 0.2 | 1.4 ± 0.2 | n.s. |
| 左上肢筋量, kg | 1.5 ± 0.2 | 1.3 ± 0.2 | n.s. |
| 右下肢筋量, kg | 4.85 ± 0.7 | 4.4 ± 0.5 | n.s. |
| 左下肢筋量, kg | 4.83 ± 0.6 | 4.3 ± 0.5 | n.s. |
| 胴体筋量, kg | 14.5 ± 1.1 | 13.5 ± 1.4 | n.s. |
| 全体筋量, kg | 31.4 ± 3.0 | 31.5 ± 4.3 | n.s. |
| Skeletal muscle mass index, kg/m ² | 5.87 ± 0.6 | 5.3 ± 0.3 | n.s. |

n.s.: non-significant

表3. 身体機能と筋厚および筋輝度

| 測定項目 | Ex 群 | Non-Ex 群 | p |
|--------------|-------------|-------------|--------|
| 身体機能 | | | |
| 膝伸展筋力, kg | 29.4 ± 3.7 | 18.8 ± 5.6 | p<0.05 |
| 握力, kg | 23.2 ± 2.7 | 18.4 ± 4.3 | p<0.05 |
| 開眼片足立ち, 秒 | 27.6 ± 39.8 | 17.4 ± 15.8 | n.s. |
| ステップングテスト, 回 | 34.3 ± 2.2 | 29.7 ± 3.9 | n.s. |
| 5m通常歩行速度, 秒 | 3.74 ± 0.2 | 4.9 ± 1.1 | n.s. |
| 5m最大歩行速度, 秒 | 3.0 ± 0.4 | 3.7 ± 0.8 | n.s. |
| 超音波法 | | | |
| 上腕筋厚, mm | 21.9 ± 3.3 | 18.8 ± 2.4 | n.s. |
| 上腕筋輝度, pixel | 23.3 ± 4.3 | 27.7 ± 4.6 | n.s. |
| 大腿筋厚, mm | 23.0 ± 6.5 | 17.1 ± 4.6 | n.s. |
| 大腿筋輝度, pixel | 29.2 ± 4.0 | 27.0 ± 2.9 | n.s. |

n.s.: non-significant

表4. 身体機能と筋厚および筋輝度の相関分析

| | 膝伸展筋力 (kg) | 握力 (kg) | 開眼片足立ち (秒) | ステップングテスト (回) | 5m通常歩行速度 (秒) | 5m最大歩行速度 (秒) |
|--------------|------------|---------|------------|---------------|--------------|--------------|
| 上腕筋厚, mm | 0.54 | 0.44 | 0.06 | 0.66** | -0.4 | -0.39 |
| 上腕筋輝度, pixel | -0.52 | -0.05 | 0.24 | -0.57 | 0.15 | 0.2 |
| 大腿筋厚, mm | 0.61* | 0.59* | -0.09 | 0.47 | -0.68** | -0.73*** |
| 大腿筋輝度, pixel | 0.14 | 0.11 | 0.06 | 0.21 | 0.11 | 0.19 |

*p<0.05. **p<0.01. ***p<0.001.

行い、各測定項目の結果は平均値と標準偏差で示した。Ex 群と Non-Ex 群の比較検討には対応のない t 検定を、身体機能と筋厚および筋輝度との関係性は相関分析により算出した。なお、各項目の分析について p<0.05 を有意水準とした。

3. 結果

Ex 群と Non-Ex 群の関係性を表2と表3に示した。下腿周径圍は、Ex 群が 32.3 ± 1.1cm, Non-Ex 群は 29.2 ± 0.7cm となり、有意な差が認められた (p<0.01)。また、膝伸展筋力は Ex 群が 29.4 ± 3.7 kg, Non-Ex 群が 18.8 ± 5.6 kg と Ex 群が強く (p<0.05)、握力でも Ex 群 23.2 ± 2.7kg, Non-Ex 群 18.4 ± 4.3kg となり Ex 群が上回る結果となった (p<0.05) (表3)。

身体機能と筋厚および筋輝度との関係では、大腿筋厚と膝伸展筋力では r=0.61 (p<0.05)、握力とでは r=0.59 (p<0.05) の有意な正の相関が認められ、大腿筋厚と 5m 通常歩行速度では r=-0.68 (p<0.01)、5m 最大歩行速度とでは r=-0.73

(p<0.001) の負の相関が認められた (表4)。

4. 考察

1) 2 群間の比較

全ての被験者は、地域で自立した生活を営んでいるため、2 群間の LSA, BI, MMSE といった被験者の基本特性に有意な差が認められなかった。被験者の特徴として、LSA より町内を主な生活空間としていることが示され、MMSE より軽度の認知症の疑いのある者が 3 名含まれていたが、日常生活は自立していたことが示された。

Ex 群は、雨が降らなければ毎日 30 分以上ウォーキングするなど定期的な運動習慣を持ち、この身体活動量は厚生労働省が定める 65 歳以上の身体活動 (生活活動・運動) の基準である「強度を問わず、身体活動を 10 メッツ・時/週行う。具体的には、横になったままや座ったままにならなければどんな動きでもよいので、身体活動を毎日 40 分行う。」とする目標値を大きく上回っていた。一方で、Non-Ex 群はウォーキングなどの運動習

慣がなく、60代の参加者においても買い物などで車を使用することが多いため、下肢筋力の低下が明らかであった。

人体計測の結果から、下腿周径はEx群が平均で2.8cm大きいことが分かった。下腿周径は下肢筋力や筋量の指標とされており、サルコペニアの簡易スクリーニングにも用いられている¹⁴⁾。下腿周径30cm以下がサルコペニア判定要因の一つであることから、Ex群の結果 32.3 ± 1.1 cmは下肢筋力や筋量が良好な状態を保っており、一方、Non-Ex群の 29.2 ± 0.7 cmは基準値を下回っており筋量の低下を伺わせた。

また、近年、高齢者の痩せが問題視されており、谷口ら¹⁵⁾によると、BMIと寿命との関係について追跡調査し、BMIが $20\text{kg}/\text{m}^2$ 以下の群では生存率が低いことを示唆している。本研究では、Ex群が $24.0 \pm 2.5\text{kg}/\text{m}^2$ 、Non-Ex群が $21.3 \pm 0.8\text{kg}/\text{m}^2$ となり、現状は2群ともに良好な状態を保っているが、比較的Non-Ex群のBMI値が低くなっており、谷口ら¹⁵⁾の結果を考慮すると更なる低下を予防しなければならないことが考えられる。

身体機能をみると、膝伸展筋力および握力においてEx群が上回る結果となった。膝伸展筋力は日常生活動作をはじめ歩行速度、片足立ちとの関係性が認められている¹⁶⁻¹⁸⁾。握力も池田らの研究¹⁹⁾により、下肢筋力、立位バランス、応用歩行能力までを含めた全身的な体力を反映する測定となりえることが報告されている。Ex群は、ウォーキング習慣を含めた活動的な生活の中で全身の筋力を維持した結果、開眼片足立ちやステッピングテスト、歩行速度などでNon-Ex群を上回る結果を示したと推察される。

超音波法では、筋厚および筋輝度ともに有意な差が認められなかった。筋厚に関する先行研究²⁰⁾では、筋厚を筋横断面積や筋体積の指標とみなすことができ、筋横断面積が広いほど筋力の発揮が大きいとされている。一方、骨格筋量は筋力発揮のための重要な因子であることには疑いの余地がないが、生体を対象とした場合、筋断面積や筋厚と筋力との相関は中等度にすぎず、筋量低下のみでは筋力低下を部分的にしか説明できないという

報告もある^{21, 22)}。本研究の結果では、2群間の膝伸展筋力や握力において有意差が認められたが、筋厚において有意差が認められなかったことから先行研究と同様の結果と考えられる。筋輝度では、Ex群の筋輝度がNon-Ex群を上まわり、個々の筋の筋内脂肪量は体脂肪率やBMIなどからは予測できないとしている福元ら²³⁾と合致した。

2) 身体機能と筋厚および筋輝度

身体機能と大腿筋厚との関係を検討するために相関分析を行った結果、膝伸展筋力との間に $r=0.61$ ($p<0.05$)の有意な正の相関が認められ、膝伸展筋力と大腿中央部での筋厚が相関とする金指ら²⁴⁾の報告と一致した。また、握力との間には $r=0.59$ ($p<0.05$)の有意な正の相関が認められ、握力は下肢筋力および全身的な身体機能を反映している¹⁹⁾ことから、大腿筋厚との間に関係性が認められることが推察できた。また、5m通常歩行速度と大腿筋厚の間には $r=-0.68$ ($p<0.01$)、5m最大歩行速度とは $r=-0.73$ ($p<0.001$)の有意な負の相関が認められた。大腿中央部筋厚と膝伸展筋力との関係性や池添ら²⁵⁾の虚弱高齢者を対象にした外側広筋と歩行速度との研究から推察しても、大腿筋厚が歩行速度に影響を与えることが考えられた。これらの結果は、日頃のウォーキング習慣が下肢筋力や歩く速さに繋がっているであろう。一方、身体機能と上腕筋厚および上腕筋輝度、大腿筋輝度との関係性では有意な相関は認められなかった。

3) サルコペニアの検討

加齢や疾患による筋肉量の減少はサルコペニア(Sarcopenia)とされ、全身の筋力低下から身体機能低下や転倒の要因となる²⁶⁾。本研究における判定はAWGS (ASIAN Working Group for Sarcopenia)の基準を用い²⁷⁾、握力、歩行速度のいずれかが低下し、かつ筋量が低下する状態をサルコペニアと判定した。Ex群ではサルコペニアに該当した者はなく、Non-Ex群で6名中4名がサルコペニアに該当した(表5)。サルコペニアであった被験者の特徴として、脳梗塞や脳溢血、腰痛や両変形性膝関節症術後といった既往歴を持っていた。また、結果の比較では、該当者において、上腕周径、

表5. サルコペニア判定

| | 年齢, 歳 | 5m通常歩行速度, s/m | 握力, kg | SMI, kg/m ² | サルコペニア 判定 |
|----------|-------|------------------|--------|------------------------|--------------|
| Ex 群 | 81 | 0.76 | 23.9 | 5.83 | |
| | 79 | 0.75 | 23.8 | 5.13 | |
| | 87 | 0.79 | 20.3 | 6.87 | |
| | 80 | 0.77 | 27 | 5.36 | |
| | 77 | 0.73 | 24.6 | 6.11 | |
| | 66 | 0.69 | 26.2 | 5.96 | |
| Non-Ex 群 | 67 | 0.88 | 23.2 | 5.82 | |
| | 81 | 0.74 | 20.5 | 5.55 | |
| | 86 | 0.84 | 16.7 | 4.82 | ○ |
| | 66 | 0.92 | 24.7 | 5.10 | ○ |
| | 82 | 1.21 | 17.6 | 5.30 | ○ |
| | 81 | 1.34 | 12.1 | 5.04 | ○ |

大腿周径囲, 下腿周径囲, 上肢筋量, SMI, 上腕筋輝度, 膝伸展筋力の測定で有意に低い結果を示し, 全身の筋量や筋力の低下により転倒の危険性が高い状態といえる。このことは, 既往歴による後遺症などの影響が日常生活動作や身体活動量を低下させ今回の結果に至った可能性が大きい。

5. まとめ

定期的なウォーキングの習慣を持つ地域在住高齢者は, 下腿周径囲や膝伸展筋力および握力を維持しており, サルコペニアの予防に繋がっている可能性が示唆された。しかし, 筋厚や筋輝度に有意差は認められず, ウォーキング習慣の違いが筋厚や筋輝度に与える影響を明らかにすることはできなかった。一方で, 大腿筋厚は膝伸展筋力や握力, 5m通常歩行速度, 最大歩行速度との関係性が認められたことから, 地域在住高齢者の大腿筋厚は筋力や歩行速度を反映している可能性が示唆された。

しかしながら, 本研究では, 身体活動量や栄養状態についての十分な検討がなされていないため, 更なる調査研究が必要であり, 今後, 地域在住高齢者における健康寿命延伸のため, 更に研究を進める必要性がある。

6. 引用文献

- 1) 厚生労働省「平成27年簡易生命表」: <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life15/dl/life15-02.pdf>: Accessed January 17, 2017
- 2) 総務省国政調査 社会保障人口問題研究所「日

本の将来推計人口 (平成24年1月推計)」: <http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/newest04/sh2401top.html>: Accessed December 15, 2016

- 3) 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会 次期国民健康づくり運動プラン策定専門委員会: 「健康日本21 (第2次) の推進に関する参考資料 (平成24年1月)」: www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_02.pdf: Accessed December 15, 2016
- 4) 福元喜啓, 池添冬芽, 山田陽介, ほか: 超音波画像診断装置を用いた骨格筋の量的・質的評価. 理学療法学, 42, 65-71, 2015
- 5) 福永哲夫, 安部孝, 池川繁樹, ほか: 超音波断層法による筋厚・皮下脂肪厚と組織断面積との関係. 体力科学, 19, 16, 1991
- 6) Pillen S, Tak RO, Zwarts MJ, et al.: Skeletal muscle ultrasound: Correlation between fibrous tissue and echo intensity. Ultrasound Med, Biol, 35, 443-446, 2009
- 7) Reimers K, Reimers CD, Wagner S, et al.: Skeletal muscle sonography: A correlative study of echogenicity and morphology. J Ultrasound Med, 12, 73-77, 1993
- 8) Ikezoe T, Asakawa Y, Yoshihiro F, et al.: Associations of muscle stiffness and thickness with muscle strength and muscle power in elderly women. Geriatr Gerontol Int, 12, 86-92, 2012
- 9) Fukumoto Y, Ikezoe T, Yosuke Y, et al.: Skeletal muscle quality assessed by echo

- intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. *Eur J Appl Physiol*, 112, 1519-1525, 2012
- 10) 池添冬芽, 福元喜啓, 木村みさか, ほか: 加齢による筋力低下に対するSarcopeniaと筋内脂肪増加の影響. *体力科学*, 60, 720, 2011
 - 11) 鈴木 康裕, 砂川 伸也, 小柳 春美, ほか: ハンドヘルドダイナモメーター (HDD) を用いた等尺性膝伸展筋持久力評価の方法. 第45回日本理学療法学会大会抄録集, 37, 3, 20, 2010
 - 12) Furuna T, Nagasaki H, Nishizawa S, et al: Longitudinal change in the physical performance of older adults in the community. *J Jpn Phy Ther Assoc*, 1, 1-5, 1998
 - 13) 寺本圭輔, 家崎仁成, 須田啓暉, ほか: 若年性人における運動習慣の有無が筋内脂肪蓄積に及ぼす影響. 愛知教育大学保健体育講座研究紀要, 65, 39-44, 2016
 - 14) 下方浩史, 安藤富士子: 日常生活機能と骨格筋, 筋力との関係. *日老医誌*, 49, 195-198, 2012
 - 15) 谷口優: 食生活に要注意, 健康を害しやすい人の特徴. *東京都健康長寿医療センター研究所ニュース*, 266, 4-5, 2015
 - 16) 笠原美代子, 山崎裕司, 青木詩子, ほか: 高齢患者における片脚立位時間と膝伸展筋力の関係. *体力科学*, 50, 369-374, 2001
 - 17) 眞竹昭宏, 三浦由紀子, 福元清剛: 中高年女性の下肢筋群の筋量および筋力と歩行速度との関係. *山口県立大学看護学部紀要*, 11, 1-6, 2007
 - 18) 西島智子, 小山理恵子, 内藤郁奈, ほか: 高齢患者における等尺性膝伸展筋力と歩行能力との関係. *理学療法科学*, 19, 95-99, 2004
 - 19) 池田望, 村田伸, 大田尾浩, ほか: 地域在住女性高齢者の握力と身体機能との関係. *理学療法科学*, 26, 255-258, 2011
 - 20) 福永哲夫: 超音波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, 28-32, 1969
 - 21) Singer KP, Breidahl P: The Use of Computed Tomography in Assessing Muscle Cross-sectional Area and the Relationship between Cross-sectional Area and Strength. *Aust J Physiother*, 33, 75-82, 1987
 - 22) Freilich RJ, Kirsner RL, byrne: Isometric strength and thickness relationships in human quadriceps muscle, *Neuromuscul Disord*, 5,415-422, 1995
 - 23) Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, et al: Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-age and elderly persons. *Eur J Appl Physiol*, 112, 1519-1525, 2012
 - 24) 金指美帆, 坂本裕規, 藤野英己: 若年女性の下肢筋力と中間広筋厚の関連および握力の測定意義. *ヘルスプロモーション理学療法研究*, 3 (4), 173-176, 2014
 - 25) 池添冬芽, 中村雅俊, 島浩人, ほか: 施設入所高齢者の歩行能力に影響を及ぼす体幹および下肢筋力の筋萎縮に関する縦断的研究. 第48回日本理学療法学会大会抄録集, 名古屋, 2013
 - 26) Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, et al : Sarcopenia. *J Lab Clin Med*, 137, 231-243, 2001
 - 27) Liang-Kung Chen, Li-Kuo Liu, Jean Woo, et al: Sarcopenia in Asia consensus report of the asian working group for sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*, 15, 95-101, 2014