

平成 30 年 6 月 16 日現在

機関番号：34310

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16531

研究課題名(和文) 筋内組成の一指標である筋輝度は新たなサルコペニア指標となりうるか

研究課題名(英文) Can skeletal muscle echo intensity reflecting muscle composition be used as a new sarcopenia index

研究代表者

渡邊 裕也 (Watanabe, Yuya)

同志社大学・スポーツ健康科学部・助教

研究者番号：70644376

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：超音波画像から算出する筋輝度は骨格筋の質を反映しているとされる。本研究は筋輝度のサルコペニア/フレイル指標としての応用可能性を探ることを目的とした。主な調査として、地域在住高齢者1,319名(男性649名、女性670名)をロバスト、プレフレイル、フレイルに分け、大腿前部の超音波データを比較した。その結果、男女ともに筋組織厚および筋輝度において有意な線形トレンドが認められた。本研究の結果は、筋輝度の筋内組成指標としての有用性を示している。筋輝度はフレイル前段階における骨格筋の量的・質的变化も検出可能であることから、フレイル予防・介護予防の現場におけるスクリーニングツールとしての活用が期待される。

研究成果の概要(英文)：Echo intensity (EI) calculated from skeletal muscle ultrasonography (US) images has been considered to reflect muscle quality. The purpose of this study was to explore the applicability of EI as a sarcopenia / frail index. In the main research, 1,319 older adults (649 men, 670 women) were divided into robust, pre-frail and frail groups, and thus, their front-thigh US data [muscle thickness (MT) and EI] were compared. Significant linear trends were observed in MT and EI for both sex.

The findings suggest the utility of EI as a muscle composition index. Because EI can detect the quantitative and qualitative changes in skeletal muscle even at the pre-frail stage, it is expected to be use as a screening tool in the field of preventing frail and long-term care.

研究分野：応用健康科学

キーワード：エコー輝度 フレイル 超音波

1. 研究開始当初の背景

サルコペニアは高齢期のフレイル(frailty)の中心要素とされ、高齢者の健康や生活の質の観点から、その予防・改善は社会的に極めて重要な課題である。

骨格筋の主要な加齢変化として量的な減少が挙げられるが、その一方で加齢とともに骨格筋内の脂肪や結合組織の増加、筋量に占める細胞外液量の増加といった筋内組成の変化も生じ、筋は質的にも変化することが知られている。サルコペニアを議論するうえでこのような筋内組成の変化は当然無視できないが、MRIなどを用いた一般的な画像法による骨格筋量評価では筋内組成、すなわち筋内の非収縮要素の影響を考慮することができない。そのため、筋の質的な要素(筋内組成)を評価する手法が必要である。

骨格筋内組成の評価法として骨格筋平均CT値(Hounsfield units)やMRIの信号強度を用いた手法が知られているが、これらの手法は設備や費用に加え対象者への負担の問題があるため、一般的な検査には適さない。一方近年、骨格筋超音波画像から画像処理ソフトを用いて算出する平均ピクセル輝度(筋輝度・エコー輝度)が、筋内組成を非侵襲的にかつ簡便に推定できる方法として注目されている。筋輝度は筋量とは独立した運動機能の説明変数であることが報告されており(e.g., Watanabe et al. 2013)、サルコペニアやフレイルと強く関連している可能性が考えられる。しかしながら、筋輝度とサルコペニア/フレイル指標との関連を検討した研究はこれまでに行われていない。

2. 研究の目的

本研究では、超音波画像から得る筋輝度を用いた筋内組成評価法に着目し、以下の3点の検討を目的とした。

- ・従来法(CT法)との比較(実験1)
- ・運動習慣と筋内組成の関連性(実験2・3)
- ・要支援・要介護認定やサルコペニア/フレイル指標との関連性(実験4~6)

3. 研究の方法

(実験1)

超音波法ならびにCT法にて大腿部(両側)の筋を量的・質的に評価し、両者を比較した。対象者は若齢者19名(男性9名、女性10名、平均年齢22.7歳)および高齢者21名(男性13名、女性8名、平均年齢70.6歳)とした。測定位置は大腿長50%位置とし、超音波法では大腿前部のBモード画像を立位にて撮影し、筋組織厚(大腿直筋・中間広筋)および筋輝度(大腿直筋)を、CT法では筋横断面積および骨格筋平均CT値を評価した。なお、筋輝度は画像処理ソフトを用いて0(黒)~255(白)の数値で示した。加えて、等尺性膝伸展筋力を計測した。

(実験2)

厚生労働省の介護予防マニュアルに倣って作成した汎用性の高い介護予防プログラム(Watanabe et al. 2018)の短期介入参加者146名(男性60名、女性86名、平均年齢74.2歳)を対象に、広報や日誌を使ったフォローアップを約1年間行い、下肢骨格筋および身体機能の変化を検討した。大腿前部(右側)の筋組織厚ならびに筋輝度は実験1と同様の方法で評価した。身体機能の指標としては膝伸展筋力、歩行速度、椅子立ち上がり能力、垂直跳び高などを測定した。

(実験3)

地域在住高齢者258名(男性107名、女性151名、平均年齢74.4歳)を対象に日常の歩数と大腿前部の筋組織厚および筋輝度の関連性を検討した。日常生活の平均歩数は、3軸加速度計内蔵活動量計を配布して測定した14日間の平均歩数とした。なお、300歩以下の日はデータから除外した。また、分析対象は4日以上歩数データがある者とした。大腿前部(右側)の筋組織厚ならびに筋輝度は実験1と同様の方法で評価した。

(実験4)

健康度や体力レベルが異なる幅広い人々のデータベース構築のため、要支援・要介護認定者56名を対象に測定を実施した。実験1と同様の方法で大腿前部(右側)の筋組織厚および筋輝度を評価するとともに膝伸展筋力や歩行速度といった一連の身体機能を測定した。

(実験5)

自立度や日常生活の活動性が異なる高齢者の大腿部の筋を量的・質的に評価し、比較した。対象者はアクティブ高齢者30名(男性12名、女性18名、65-87歳)、軽費老人ホーム入居者26名(男性5名、女性21名、66-94歳)、心疾患による入院患者22名(男性15名、女性7名、67-93歳)の合計78名とした。大腿前部(右側)の超音波Bモード画像を仰臥位にて撮影し、筋組織厚および筋輝度を取得した。

(実験6)

地域在住高齢者1,319名(男性649名、女性670名)の大腿前部の超音波データ(筋組織厚および筋輝度)と質問紙によるフレイル判定の関連を検討した。超音波法による評価は実験1と同様の方法で行った。フレイルの判定は5項目の質問(体重減少、歩行速度低下、短期記憶、易疲労感、散歩頻度)により行い、3項目以上該当した場合をフレイル、1~2項目該当をプレフレイル、該当項目なしをロバストとした。

4. 研究成果

(実験1)

超音波法とCT法で得られた筋の量的指標(筋組織厚および筋横断面積)と質的指標(筋輝度および骨格筋平均CT値)には有意な年代間差が観察された。なお、膝伸展筋力を従属変数とする重回帰分析の結果、両手法で得られた質的指標は量的指標と独立した筋力の説明変数であることが示された。また、両手法による各種指標間には有意な相関関係が観察された(図1:筋組織厚と筋横断面積: $r=0.774$, $P<0.001$;筋輝度とCT値: $r=-0.502$, $P<0.001$)。しかしながら、筋輝度とCT値の関係性を年代別で確認したところ、若齢者では同程度の相関係数が観察されたが、高齢者では相関係数が低下した。高齢者の骨格筋における筋細胞外液量の割合の増加がCT値に影響したことが一つの要因と推察される。

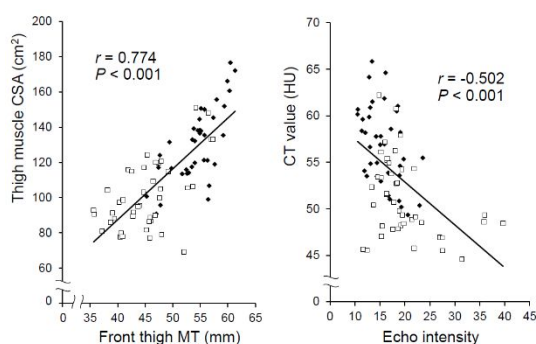


図1. 筋組織厚と筋横断面積(左)ならびに筋輝度とCT値(右)の関連

○: 高齢者、○: 若齢者、CSA: 筋横断面積、EI: 筋輝度、HU: Hounsfield units、MT: 筋組織厚 (Watanabe et al., submitted)

(実験2)

12週間の短期介入前、介入後、約1年間のフォローアップ後の3点を比較した結果、大腿前部の筋組織厚はフォローアップ期間中に介入後と比べ有意に低下したが、介入前と同程度の値を保持した。また、筋輝度はフォローアップ期間中に介入後と比較して有意に増加したが、介入前に比べ有意に低値を示した。短期介入終了後、プログラムの自主的な継続をサポートすることで、介入により得られた筋の量的・質的改善効果がある程度保持できる可能性が示唆された。

(実験3)

地域在住高齢者の日常生活における歩数と大腿前部の筋組織厚($r=0.195$, $P=0.002$)、大腿直筋の筋輝度($r=0.255$, $P<0.001$)の間には有意な弱い相関関係が認められた。なお、男女別に分析した場合、男性では歩数と筋組織厚との間に、女性では歩数と筋輝度との間に有意な関係性が観察されなかった。日常にお

ける活発な身体活動は健康維持に重要であるが、下肢骨格筋の状態を量と質の両面で良好に保つにはより強度の高い活動が必要と考えられる。

(実験4)

全対象者56名のうち、65歳以上の53名(男性25名、女性28名、平均年齢78.1歳)のデータを解析したところ、要支援・要介護の認定を受けた高齢者の大腿前部の筋組織厚は男性で 4.01 ± 0.62 cm、女性で 3.65 ± 0.65 cm、筋輝度は男性で 22.6 ± 4.4 、女性で 28.1 ± 6.1 であった。同一の装置を用いて評価した非認定者と比較すると、認定者は男女ともに筋組織厚が低値で、筋輝度が高値であった。大腿前部の筋組織厚ならびに筋輝度が認定(要支援・要介護)の予測因子となりうるかもしれない。

(実験5)

アクティブ高齢者30名、軽費老人ホーム入居者26名、入院患者22名の合計78名の大腿前部の筋組織厚および筋輝度には、男女ともに有意な群間差が認められた。多重比較を行ったところ、筋組織厚は男女ともにアクティブ高齢者が老人ホーム入居者および入院患者に比べ有意に高値を示した。筋輝度は男性で入院患者が他の二群に比べ有意に高値を示し、女性で老人ホーム入居者がアクティブ高齢者に比べ有意に高値を示した。男女ともに自立度や日常生活の活動性が高い群で大腿部骨格筋の量的・質的指標が優れているという結果が観察された(図2)。年齢や体格を共変量とした共分散分析においてもほぼ同様の結果が得られた。

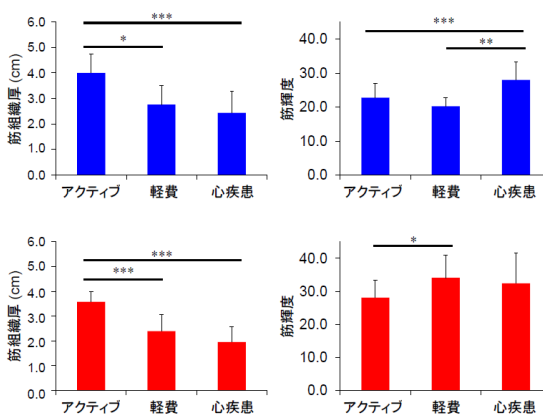


図2. アクティブ高齢者、軽費老人ホーム入居者、心疾患による入院患者の筋組織厚ならびに筋輝度

上段: 男性、下段: 女性、右列: 筋組織厚、左列: 筋輝度、* $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$ (渡邊ら 第3回日本サルコペニア・フレイル研究会研究発表会 2016)

(実験6)

地域在住高齢者 1,319 名(男性 649 名、女性 670 名)をフレイル、プレフレイル、ロバストに分け、大腿前部の超音波データを比較したところ、筋組織厚は男女ともにフレイル(男性 $4.28 \pm 0.68\text{cm}$ 、女性 $3.79 \pm 0.64\text{cm}$)およびプレフレイル(男性 $4.36 \pm 0.69\text{cm}$ 、女性 $3.93 \pm 0.62\text{cm}$)がロバスト(男性 $4.67 \pm 0.64\text{cm}$ 、女性 $4.11 \pm 0.57\text{cm}$)に比べ有意に低値を示した。筋輝度も同様にフレイル(男性 21.9 ± 4.1 、女性 27.1 ± 5.9)およびプレフレイル(男性 21.1 ± 4.7 、女性 26.4 ± 6.2)がロバスト(男性 19.7 ± 3.9 、女性 24.8 ± 4.9)に比べ有意に高値を示した。なお、男女ともに両指標(筋組織厚および筋輝度)において有意な線形トレンドが認められた($P < 0.01$)。

本研究により得られた結果は、超音波画像から取得する筋輝度の筋内組成指標としての有用性を示している。筋輝度は、要支援・要介護認定やフレイルのみならずフレイル前段階における骨格筋の量的・質的变化を検出可能であることから、フレイル予防・介護予防の現場でのスクリーニングツールとしての活用が期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

Watanabe Y, Yamada Y, Yokoyama K, Yoshida T, Yoshinaka Y, Yoshimoto M, Tanaka Y, Itoi A, Yamagata E, Ebine N, Ishikawa-Takata K, Kimura M, Comprehensive geriatric intervention program with and without weekly class-style exercise: Research protocol of a cluster randomized control trial in Kyoto-Kameoka Study, Clin Interv Aging, 2018: 13, 1019-1033. DOI: 10.2147/CIA.S151427. (査読あり)

[学会発表](計 7 件)

渡邊裕也, 汎用性の高いレジスタンストレーニング【招待講演】、第 4 回京都リハビリテーション医学研究会学術集会, 2018.

Watanabe Y, Yoshida T, Yamaguchi M, Yamada Y, Kimura M, The cost-effectiveness of an exercise-based comprehensive intervention in older adults, 10th International Conference on Cachexia, Sarcopenia & Muscle Wasting, 2017.

渡邊裕也, 吉田司, 山田陽介, 横山慶一, 山縣恵美, 三宅基子, 吉中康子, 岡山寧子, 木村みさか, 質問紙によるフレイル判定と超音波法を用いた下肢骨格筋の量的・質指標の関連, 第 4 回日本サルコペニア・フレイル学会大会, 2017.

渡邊裕也, 田宮創, 續田尚美, 田村由馬, 安隆則, 山縣恵美, 山田陽介, 吉中康子, 木村みさか, 超音波法を用いた量的・質的骨格筋評価 - 自立度や活動性が異なる高齢者の比較 -, 第 3 回日本サルコペニア・フレイル研究会研究発表会, 2016.

渡邊裕也, 地域在住高齢者が安全で手軽に実践できるレジスタンスエクササイズ【招待講演】、第 71 回日本体力医学会大会, 2016.

渡邊裕也, 横山慶一, 吉中康子, 木村みさか, リズム体操を含む多要素複合プログラムが高齢者の体力に及ぼす効果, 日本体操学会第 17 回大会, 2015.

渡邊裕也, 山田陽介, 横山慶一, 吉田司, 三宅基子, 山縣恵美, 岡山寧子, 吉中康子, 木村みさか, 日常生活の歩数が地域在住高齢者の骨格筋量および質に及ぼす影響, 第 57 回日本老年医学会学術集会, 2015.

[図書](計 0 件)

[産業財産権](計 0 件)

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

[その他]

ホームページ等(該当なし)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡邊 裕也 (WATANABE, Yuya)

同志社大学・スポーツ健康科学部・助教
研究者番号: 70644376

(2) 研究分担者(該当なし)

(3) 連携研究者(該当なし)

(4) 研究協力者

木村 みさか (KIMURA, Misaka)

京都学園大学・健康医療学部・教授
研究者番号: 90150573

吉中 康子 (YOSHINAKA, Yasuko)

京都学園大学・経済経営学部・教授
研究者番号: 80166983

山田 陽介 (YAMADA, Yosuke)

国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所・研究員

研究者番号: 60550118

池永 昌弘 (IKENAGA, Masahiro)

福岡大学・スポーツ科学部・助教

研究者番号: 90735573