

令和元年6月20日現在

機関番号：22401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01469

研究課題名(和文) 超音波画像の空間的周波数分析を活用した加齢による筋質変化特性の究明

研究課題名(英文) Investigation of characteristics of age-related changes in muscle quality using spatial frequency analysis of ultrasound images

研究代表者

西原 賢 (Nishihara, Ken)

埼玉県立大学・保健医療福祉学部・教授

研究者番号：80336495

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：骨格筋の超音波画像からは筋厚や筋のエコー輝度を観測することが可能である。健康高齢者と若年者を対象に運動機能の計測、下肢部の超音波画像の撮像、および筋質の評価を目的にエコー輝度を算出した。その結果、高齢者は若年者より筋厚で低値、筋のエコー輝度で高値を示した。筋力が低下するほど主に筋厚が変化する筋と輝度が変化する筋が異なっていた。次の研究では、地域在住高齢者の超音波画像から大腿部の筋厚と運動機能を計測した。筋厚は運動機能と有意な相関を示した。筋では加齢による減少の程度や運動機能との相関関係で異なる特徴を示した。

これらの研究は、加齢による運動機能の維持向上のための指標に活用できることを示唆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義や社会的意義は、加齢や運動不足による体表組織の変化を超音波診断画像から、筋組織と運動機能や生活機能、疾患との関連性を横断的に検討することである。大規模の地域在住高齢者の年齢による運動機能や生活機能との関係を網羅的に分析することで、サルコペニア肥満の評価や予防、介護予防、転倒予防、および生活習慣病予防に役立てることができたと考えられる。加齢による筋肉の変化の特徴や筋の脂肪沈着状態を評価し、その運動機能や生活機能低下への影響を明らかにすることができた。本研究で用いた超音波診断装置は手軽なものであり、地域住民を対象とした測定会や診察室での検査などにおいて広く実施可能である。

研究成果の概要(英文)：Muscle thickness (MT) and echo intensity can be observed from the ultrasound images of skeletal muscles. The motor functions (MFs) were measured and the ultrasound images were taken in healthy elderly and young individuals. The MTs of the lower limbs were investigated, and the echo intensities were calculated to evaluate muscle quality. As a result, the elderly individuals had less MT, and greater echo intensities were shown in the elderly individuals. Specific muscles within the measured muscles could mainly account for the decrease of MTs or increase of echo intensities. Next, the MTs of femurs were measured by ultrasound image, and MF were tested for community-dwelling elderly individuals. The MTs were significantly correlated with the MF indexes. The MTs were shown to differ in the features of the decreasing levels of the measured muscles and the correlations with the MFs.

These studies would be useful for the maintenance or improvement of MF with aging.

研究分野：リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：超音波画像 高齢者 運動機能 筋厚 筋質

1. 研究開始当初の背景

加齢による筋組織の変化については、筋量の低下と筋質の変化の両方がある。これらにより筋力が低下し、運動機能低下や日常生活動作の低下につながるものが古くから指摘されてきた。近年は、筋肉量が基準未満で肥満の人(サルコペニア肥満)が問題となっている。サルコペニア肥満では、筋肉量の減少に加え脂肪組織などの結合組織が増加し、高血圧、糖尿病、および転倒のリスクが格段に上昇することが報告されており、筋質の評価方法の確立は急務である¹⁾。

超音波診断装置はその安全性や簡便性から、近年、筋組織の観察において活用が期待されている。超音波画像では、観測される筋厚の減少は筋肉量の減少を示唆し、さらに、超音波画像の輝度の上昇は、脂肪組織など結合組織の交雑レベル、つまり筋の質を反映していると考えられている²⁾。筋質の評価として、MRIやCTは、超音波診断装置より画像の精度において優れた部分もあるが、対象者の身体的負担が大きく、誰でも手軽に測定できるものではない。

本申請者は、高齢者の運動神経伝導速度を、従来の研究とは異なる手法で算出し、高齢者の運動神経機能の加齢変化を捉えてきた。その過程で、誘発筋電図波形データの処理技術を開発し、超音波画像という空間情報にもこの波形処理技術が活用できるかを試みた³⁾。その研究では、超音波画像から筋の輝度を求め空間的周波数を算出し、高齢者では若年者より筋の輝度の周波数が顕著に大きくなることを示した。

2. 研究の目的

本研究では、骨格筋組織の超音波画像を分析することで定量的に解析し、加齢による筋質の変化と運動機能および運動神経機能との関係を横断的に検討する。

筋質の変化には、筋内の脂肪交雑度が増えることが指摘されている。これを調べる方法として、超音波画像の輝度の上昇が知られているが、輝度と加齢による影響や運動機能との関係の報告はまだ少ない。そこで、本研究では、若年者から高齢者までの大規模データから、超音波画像を分析することで筋量と運動機能との関係を比較し、高齢期の健康づくり・介護予防に有用な知見を得ることを目的とする。

3. 研究の方法

(1)筋量や筋質に関する研究

被験者として的高齢者は、埼玉県A団地の住民に研究協力を要請した。その結果、65歳以上の神経筋疾患の既往歴がなく日常生活動作に障害がない65歳以上の高齢者19人が本研究に参加した(男性14人、女性5人、65-78歳)。若年者は大学生からボランティアを募り、19人が参加した(男性14人、女性5人、21-26歳)。

運動機能の計測として、厚生労働省の「介護予防のための生活機能評価に関するマニュアル」に沿って行った⁴⁾。なお、握力は下肢筋力や歩行能力と強い相関があることが報告されているので、全身の運動機能指標とみなすこともできる⁵⁾⁶⁾。このような観点から、本研究では運動機能計測の項目に握力も加えた。

計測項目は下記の通りであった。

1)運動機能の計測

握力:両足を開いて安定した基本的立位姿勢で代償運動が起きないように注意させながら利き手の握力を測定した。

通常歩行時間:予備路3mを確保し、3mの歩行路を歩いたときの時間を計測した。運動の指示は「いつも歩いているように歩いてください」に統一した。

最大歩行時間:通常歩行時間と同様に計測し、運動の指示は「前方に向かってできるだけ速く歩いてください」に統一した。

Timed up & go テスト(TUG):椅子の背もたれに背中を付けた姿勢から立ち上がり3m先の目印を折り返し、再び椅子に座るまでの時間を計測した。運動の指示は「できるだけ速く回ってください」に統一した。

筋力(膝伸展筋力):椅子座位姿勢で、股関節屈曲90°、膝関節屈曲90°にし、ハンドヘルドダイナモメータと固定専用ベルトを足首に装着して、利き足側の膝伸展トルク(Nm)を算出した。

それぞれの計測を2回ずつ行い、平均を算出した。握力や筋力など最大努力を要する計測は、1分以上の間隔をあけて、筋力に影響するほどの疲労が残っていないことを確かめた。歩行でも、被験者が疲労感を残さない程度の間隔で行わせた。

2)超音波画像の撮像と計測

超音波画像診断装置(サムスンMEDISON社製、Mysono U6)を用いて、プローブはリニア型をB-Mode 8.8 MHz、焦点深度2.5 cmに設定して使用した。被験者は椅子座位姿勢で、膝伸展筋力の測定と同じ側から外側上顆までの距離の中心で、大腿軸中点の短軸方向にプローブ

プローブを当て撮像した。プローブを皮膚に押しすぎないように超音波用ゲルを皮膚の上に多めにつけた。

皮膚から骨表面までを含めて厚さ 5 cm の深部までとし、骨が映らない一部の被験者には厚さ 5.5 cm までを撮像して全被験者の大腿骨が映るようにした。筋膜を基準として、浅部から大腿直筋厚、中間広筋厚を、大腿直筋厚と中間広筋厚を足した値を大腿四頭筋厚とした。筋の輝度を調べる方法としては、通常は超音波画像に写っている筋をトレースして、その範囲内の画像のグレースケール (grayscale) 値の平均を算出する方法が一般的である (1) 10)。しかし、範囲をトレースする場合には手作業によるばらつきや筋毎に条件が一定しないことから、本研究では、大腿直筋の中心部、中間広筋中心部にそれぞれ 64×64 ピクセルずつと、統一した範囲の画像をビットマップ (bitmap) 形式で切り取り、ピクセル毎の輝度を数値化して CSV 形式の表に変換した。次に、大腿直筋と中間広筋それぞれの行列の輝度値の平均 (64×64 = 4,096 ピクセルの輝度値の平均) を算出した。画像を切り取る処理には Adobe Photoshop CS6 (Adobe Systems 社, version 13.0) 切り取った画像を表に変換するには Origin Pro (Origin 社, version 8.6.0) を用いた。

同一検査者が 8 名の若年者に対して別の日に同様の撮像を行い、それぞれの大腿直筋と中間広筋の輝度値の平均において級内相関係数 (Intraclass Correlation Coefficients, ICC) を用いて信頼性を確かめた。ICC (1,1) は 0.66 と、中等度以上の一致を示した。

3) 統計処理

運動機能および超音波画像関連指標の各変数について、若年者と高齢者で比較するために、ノンパラメトリックの Mann-Whitney U 検定を用いた。さらに BMI、運動機能、筋厚、および輝度の相関を Pearson の相関係数にて検討した。統計処理には SPSS Ver. 21.0 を用い、有意水準は 5% とした。

(2) 大規模高齢者研究

被験者は東京都板橋区における包括的健康調査「お達者健診 2011 コホート」に参加した 65 歳～89 歳の地域高齢者であった。参加者は 831 人 (年齢は 72.9 ± 6.6 歳 (平均 ± 標準偏差)、男性 356 人、女性 475 人) であった。本研究は東京都健康長寿医療センター研究部門倫理委員会、および埼玉県立大学倫理委員会の承諾を受けて行った。対象者には研究の趣旨と内容について説明し、同意を得て測定を開始した。

1) 運動機能の計測

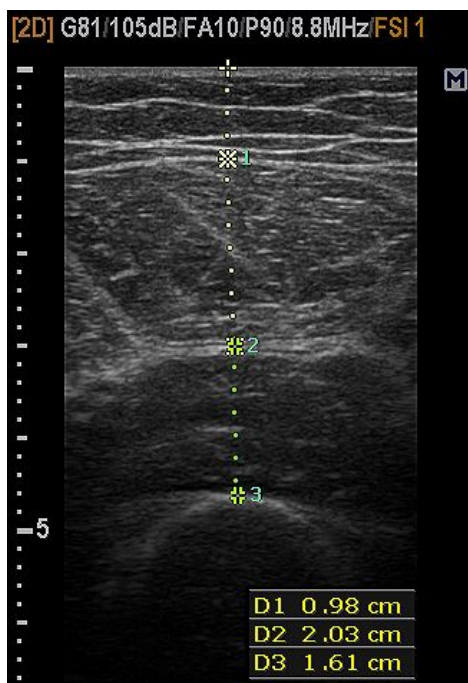


図 1 大腿四頭筋の超音波画像
点線は各筋の筋厚を示す。
D1: 皮膚厚; D2: 大腿直筋厚、D3:
中間広筋厚

上述の「筋量や筋質に関する研究」と同様な計測を行ったが、下記の計測データを追加した。

開眼片足立ち：手を下に垂らした姿勢で、片足を上げた時点から床に戻す時間まで時間を測定した。測定時間は最大 60 秒とした。上げた足が支持脚に接触した場合には再度実施した。教示は「目標は 60 秒です。いつ始めて頂いても結構です」に統一した。

2) 超音波画像の撮像と計測

上述の「筋量や筋質に関する研究」と同様な撮像と計測を行ったが、被験者の計測時姿勢と撮像部位が異なっていた。被験者は立位で、膝伸展筋力の測定と同じ側の上前腸骨棘から外側上顆までの距離の中心で、大腿軸中点の短軸方向にプローブを当てた。奥の大腿骨表面が最も鮮明で垂直になるようにプローブの角度を微調整して撮像した (図 1)。

3) 統計処理

大腿直筋厚、中間広筋厚、大腿四頭筋厚は、男女別、5 歳刻み年齢群 (65-69 歳、70-74 歳、75-79 歳、80-84 歳、85 歳以上) 別の平均値と標準偏差を示した。各筋厚測定値の比較には一元配置分散分析の後、多重比較を行った。さらに、筋厚測定値と運動機能指標との相関を検討した。

4. 研究成果

(1)筋量や筋質に関する研究

表1 高齢者と若年者間の運動機能と超音波画像分析との比較

	高齢者	若年者	p 値
	平均±標準偏差	平均±標準偏差	
握力 (kg)	28.73 ± 5.65	35.86 ± 7.30	<0.01
通常歩行 (sec)	3.45 ± 0.37	3.40 ± 0.55	n.s. ^a
最大歩行 (sec)	2.64 ± 0.26	1.95 ± 0.38	<0.001
TUG (sec)	5.38 ± 0.67	4.08 ± 0.55	<0.001
筋力 (Nm)	72.92 ± 31.31	105.36 ± 29.02	<0.01
RF 筋厚 (mm)	14.30 ± 2.74	21.65 ± 3.54	<0.001
VI 筋厚 (mm)	14.31 ± 2.45	16.15 ± 2.34	<0.05
QF 筋厚 (mm)	28.61 ± 3.56	37.80 ± 4.30	<0.001
RF 輝度	25.29 ± 11.27	16.49 ± 5.22	<0.01
VI 輝度	21.88 ± 9.63	9.95 ± 4.78	<0.001

注: ^a 有意差なし (p > 0.05).

QF, 大腿四頭筋; RF, 大腿直筋; TUG, timed up and go test; VI, 中間広筋

高齢者群は、若年者群より、有意に握力や膝伸展トルク値が小さく、5m最大歩行時間とTUG所要時間が長かったが、5m通常歩行時間では差がなかった(表1)。全高齢者は、国際的なバランス機能評価であるBESTest(The balance evaluation systems test)でのTUGのnormal基準である<11秒をクリアしていた⁷⁾。

高齢者群は、若年者群より大腿直筋厚、中間広筋厚、及び大腿四頭筋厚で低値を示した。高齢者群が、若年者群より、大腿直筋、および中間広筋の輝度は高値を示した(表1)。

高齢者において、握力は膝伸展筋力や大腿直筋厚と正の相関があり、通常歩行と最大歩行、最大歩行とTUG間で正の相関があった(表2)。膝伸展筋力は大腿直筋筋厚と正の相関があった。中間広筋や大腿四頭筋の筋厚は中間広筋の輝度と有意の負の相関があった。一方、若年者においては、握力は膝伸展筋力と正の相関があり、通常歩行と最大歩行やTUG、最大歩行とTUG間で正の相関があった。膝伸展筋力は高齢者同様に大腿直筋筋厚と正の相関があった。中間広筋や大腿四頭筋の筋厚も高齢者と同様に中間広筋の輝度と有意の負の相関があった。

若年者では、握力は膝伸展筋力と正の相関があり、通常歩行と最大歩行やTUG、最大歩行とTUG間で正の相関があった。膝伸展筋力は高齢者同様に大腿直筋筋厚と正の相関があった。中間広筋や大腿四頭筋の筋厚も高齢者と同様に中間広筋の輝度と有意の負の相関があった。

(2) 大規模高齢者研究

計測に参加し、性別の年齢分けの人数は、男性の65-69歳が154名、70-74歳が60名、75-79歳が67名、80-84歳が46名、85歳以上が21名。女性の65-69歳が178名、70-74歳が92名、75-79歳が120名、80-84歳が50名、85歳以上が25名であった。

大腿直筋厚においては、男女共に65-69歳と比較して75-79歳・80-84歳・85歳以上で減少、男性は70-74歳と比較して80-84歳で減少、女性は70-74歳と比較して85歳以上で減少、75-79歳と比較して85歳以上で減少を示した(表2)。

中間広筋厚においては、男性は65-69歳と比較して75-79歳・80-84歳・85歳以上で減少、女性は65-69歳と比較して70-74歳・75-79歳・80-84歳・85歳以上で減少、男性は70-74歳と比較して80-84歳・85歳以上で減少、女性は70-74歳と比較して85歳以上で減少、男女共に75-79歳と比較して85歳以上で減少を示した。

大腿四頭筋厚においては、男性は65-69歳と比較して75-79歳・80-84歳・85歳以上で減少、女性は65-69歳と比較して70-74歳・75-79歳・80-84歳・85歳以上で減少、男性は70-74歳と比較して80-84歳・85歳以上で減少、女性は70-74歳と比較して85歳以上で減少、75-79歳と比較して85歳以上で減少、80-84歳と比較して85歳以上で減少を示した。

筋厚は運動機能指標と有意な相関を示した。大腿四頭筋厚の大腿直筋厚と中間広筋厚とでは加齢による減少の程度や運動機能との相関関係で異なる特徴を示した。

表2 大腿直筋(RF)・中間広筋(VI)・大腿四頭筋(QF)の筋厚及び膝伸展筋力(KES)の多重比較

Sex	Age group (years)	n	Thickness of the RF (mm)		Thickness of the VI (mm)		Thickness of the QF (mm)		KES (Nm)
Male	65-69	144	25.0 (22.2-27.9)		22.1 (19.8-25.5)		47.7 (43.3-52.3)		109.9 (92.5-131.6)
	70-74	57	23.8 (20.4-26.7)		21.3 (18.8-23.3)		45.1 (40.2-48.5)		100.5 (89.3-129.0)
	75-79	65	21.6 (18.6-24.7)	a	20.1 (17.0-23.0)	a	42.1 (37.7-46.3)	a	96.8 (78.8-113.9)
	80 and older	64	20.6 (18.3-23.5)	a,b	17.8 (15.8-20.3)	a,b,c	38.1 (34.4-43.0)	a,b,c	79.7 (58.2-88.1)
Female	65-69	169	22.7 (20.7-25.4)		18.4 (16.3-21.5)		41.6 (37.7-45.9)		70.8 (58.0-87.3)
	70-74	91	21.3 (18.3-24.1)	a	17.0 (14.7-20.2)	a	39.0 (34.0-43.6)	a	65.5 (53.1-80.2)
	75-79	113	21.0 (18.5-23.0)	a	17.4 (14.9-19.7)	a	38.2 (34.1-42.2)	a	59.1 (49.3-75.2)
	80 and older	74	18.9 (15.7-22.4)	a,b,c	14.8 (13.1-17.6)	a,b,c	33.5 (30.0-39.9)	a,b,c	50.2 (40.0-58.6)
Data shown as median (25th-75th percentile).									
^a 65-69 age group, ^b 70-74 age group, and ^c 75-79 age group (plain font: p < 0.05, bold font: p < 0.01)									
Abbreviations: KES, knee extension strength; QF, quadriceps femoris									
RF, rectus femoris; VI, vastus intermedius									

考察

(1)筋量や筋質に関する研究

本研究からは、運動機能だけでなく超音波画像分析結果でも高齢者と若年者間で違いが示されていることがわかった。筋厚が加齢によって減少することは予測できるが、筋の超音波画像による輝度にも差が生じることが示唆された。高い運動レベルの高齢者においては、通常歩行、最大歩行、および TUG といった歩行能力が、そのまま大腿伸展筋力や大腿伸展筋群の筋厚との有意な相関関係までには至っていないことから、この特徴は若年者においても同様であった。一方、膝伸展筋力は、大腿直筋の筋厚と正の相関（高齢者および若年者）があったが、中間広筋とは有意の相関が認められなかったことから、筋量の減少による膝伸展筋力の低下は中間広筋よりも大腿直筋と関連が大きいことが示唆された。高齢者と若年者共に中間広筋の筋厚は同筋の輝度と強い負の相関があったのに対して、大腿直筋には有意の相関関係までには至っていなかったことから、加齢や筋量低下による筋質の変化は、大腿直筋より中間広筋に生じやすいことが考えられた。このことは、高齢者と若年者間の輝度の差は中間広筋が大腿直筋より大きいことから裏付けられる（表1の下の「RF 輝度」と「VI 輝度」の高齢者と若年者の比較）。

したがって、若年者や高い運動レベルの高齢者における大腿四頭筋の筋力低下では、浅部の大腿直筋の筋量が減少しやすく、深部の中間広筋の筋質が低下しやすいと考えられ、しかも歩行速度が低下しなくてもその画像変化を検出しうるということが本研究より明らかとなった。大腿四頭筋の筋厚が、膝伸展筋力や握力と正の相関があった報告や⁸⁾、大腿四頭筋の輝度が膝伸展筋力と負の相関があった報告もあるが⁹⁾、本研究では、大腿四頭筋をさらに分けて、大腿直筋および中間広筋における筋厚や輝度と運動機能との関係を示すことができた。

(2) 大規模高齢者研究

本研究では、これまでの例が少ない地域在住高齢者の大サンプルで大腿四頭筋を構成する個々の筋の筋厚の年齢群毎の基準値を示すことにも努めた。年齢群による多重比較において、膝伸展筋力や筋厚は年齢群が高齢ほど有意に小さい値を示して、高齢になるにつれて膝伸展筋力や筋量は減少することを示唆した（表2）。加齢による筋力低下の原因は、筋断面積の減少によるものであるため、本研究でもこれを裏付けている¹⁰⁾

大腿直筋と中間広筋を分けて検討した場合、男女共に大腿直筋厚は中間広筋厚や大腿四頭筋厚と比べて年齢群間で有意な差を示すことが少なく、加齢による減少の程度が小さいことが示唆され、男性ではこのような特徴がより顕著であった（表2）。加齢によって大腿直筋は筋量が比較的保たれていることが考えられ、大腿四頭筋の中でも大腿直筋と中間広筋とでは加齢による変化の様子が異なることが見受けられた。大腿直筋と中間広筋は共に大腿骨前面に位置し、膝関節の伸展運動に直接関わっている。しかし、加齢による大腿四頭筋の筋量の減少は主に中間広筋の筋量の減少による部分が大きく、大腿直筋の筋量は比較的保たれていて、この傾向は特に男性に強い結果となった。

もう1つの特徴は、男性の場合年齢群が高齢になるにつれて膝伸展筋力と片足立ち時間とは有意の相関を示し、女性にも同様の傾向があったことである。高齢になるにつれてバランス能力を保つためには下肢筋力の維持向上がより重要になってくることを示唆している。

(3) 全体の研究を通じて

歩行能力を向上させるためには、抗重力筋の機能を上げることが大切であり、その運動処方や効果判定には筋力を測定する必要がある。さらに高齢になるほど中間広筋より大腿直筋が大切になるといったような筋によって貢献度が異なることは、高齢者の歩行能力向上において大切な情報となりうることも考えられる。高齢者は若年者と比較して筋委縮のみでなく、筋内に結合組織が増える。この結合組織の増加が筋輝度の上昇につながったと考えられる。合わせて、結合組織の加齢による割合も筋によって異なることを本法によって裏付けられる可能性がある。

文献

1. 金 美芝, 金 憲経. 虚弱高齢者における座位行動および身体活動のパターンからみた新たなサルコペニアの病因学的探索. 健康医学研究助成論文集, 28:73-82;2013
2. Cadore EL, Izquierdo M, Conceição M, et al. Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men. *Experimental Gerontology*, 47(6): 473-478;2012
3. Ken Nishihara, Hisashi Kawai, Hiroyuki Hayashi, Hideo Naruse, Akihiko Kimura, Toshiaki Gomi, Fumihiko Hoshi. Frequency analysis of ultrasonic echo intensities of the skeletal muscle in elderly and young individuals. *Clinical Interventions in Aging*, 9: 1471-1478;2014
4. 東京都老人総合研究所：厚生労働省「介護予防のための生活機能評価に関するマニュアル

(改訂版). 厚生労働省, 16-29, 2010

5. 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: 173-176, 2014
6. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, Corsi AM, Rantanen T, Guralnik JM, Ferrucci L: Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. J Appl Physiol, 95: 1851-1860, 1985
7. Horak FB, Wrisley DM, Frank J: The balance valuation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. Phys Ther, 89: 484-498, 2009
8. 大淵修一、新井武志、小島基永、河合恒、小島成実：超音波測定による大腿前面筋厚と膝伸展筋力の関係．理学療法科学, 24: 185-190, 2009
9. Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, Tsukagoshi R, Nakamura M, Mori N, Kimura M, Ichihashi N: Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. Eur J Appl Physiol, 112: 1519-1525, 2012
10. Lexell J, Taylor CC, et al.: What is the cause of the ageing atrophy?: Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. Journal of the Neurological Sciences. 84: 275-294, 1988

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4 件)

西原 賢、坂本 哲也 . 運動機能と超音波画像の比較による高齢者の骨格筋の分析. 日本超音波骨軟組織学術研究 , 15:7-12;2016

Ken Nishihara, Hisashi Kawai, Takeshi Kera, Hirohiko Hirano, Yutaka Watanabe, Yoshinori Fujiwara, Kazushige Ihara, Hunkyung Kim, Masashi Tanaka, Shuichi Obuchi. Correlation of physical function with the thickness of multiple muscles of the quadriceps femoris in community-dwelling elderly individuals. Clinical Interventions in Aging , 13: 1945-1951;2018

Hisashi Kawai, Kazushige Ihara, Takeshi Kera, et al. Association between statin use and physical function among community-dwelling older Japanese adults. Geriatr Gerontol Int , 10: 623-630;2018

Hisashi Kawai, Takeshi Kera, Ryo Hirayama, et al. Morphological and qualitative characteristics of the quadriceps muscle of community-dwelling older adults based on ultrasound imaging: Classification using latent class analysis. Aging Clin Exp Res , 30: 283-292;2018

〔学会発表〕(計 1 件)

Ken Nishihara, Hisashi Kawai, Kazuhiko Hara, Fumihiko Hoshi . Relationship between ultrasonic echointensities of the skeletal muscle and liver in elderly and young individuals . The 21st IAGG World Congress of Gerontology & Geriatrics , 2017、9月、サンフランシスコ

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：河合 恒

ローマ字氏名：Kawai, Hisashi

所属研究機関名：地方独立行政法人 東京都健康長寿医療センター

部局名：東京都健康長寿医療センター研究所

職名：研究員

研究者番号(8桁)：50339727

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。