

令和 2 年 5 月 21 日現在

機関番号：13301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2019

課題番号：16K12953

研究課題名(和文)超音波画像を利用した新規無侵襲性筋力推定法開発の試み

研究課題名(英文)Development of a new non-invasive muscle strength estimation method using ultrasound images

研究代表者

三秋 泰一(Miaki, Hiroichi)

金沢大学・保健学系・准教授

研究者番号：60251964

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文):20名の健常人を対象に左肘屈筋群を対象筋とし、超音波画像から得られた筋厚、筋輝度とMRI画像からの筋体積、筋内脂肪含有率計測との間に中等度の相関が得られ、筋厚と筋輝度が筋量と筋の質の指標となることが示唆された。21～77歳の健常人40名を対象に、最大筋力を目的変数とした重回帰分析の結果では、最大筋力=3.35620676*性別[1 or 0]+0.24068836*体重-0.0250657*補正反射強度+0.14658327*筋厚+8.20952166の回帰式が得られた。自由度調整済み決定係数の値は0.61、VIFは1.03～1.67であり、この回帰式は比較的良好な回帰式と考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において、安静時の肘屈筋の超音波画像より性別、年齢、体重、筋厚、筋輝度より最大筋力を推定できることが示唆された。したがって、最大筋力測定が危険な患者や、意思疎通の困難な患者などの筋力をより正確に把握することができる可能性があることが示唆された。下肢についても超音波画像より筋力が推定できる可能性があることが予想される。下肢の筋力が安静時の筋の超音波画像から推定できれば、ADLの最大能力が予測できる可能性がある。ADLの最大能力が予測できれば、「しているADL」と「できるADL」の乖離が少なくなり、寝た状態の人に対するADL能力の予測ができる可能性がある。

研究成果の概要(英文):The relationship between muscle thickness, muscle echo intensity, muscle volume and percentage of intramuscular fat in the left elbow flexors were examined. There was a moderate correlation between muscle thickness and muscle volume and between muscle echo intensity and percentage of intramuscular fat. Multiple regression analysis was performed on 40 healthy adults. The results of multiple regression analysis using the maximum muscle strength as the objective variable, and the following regression equation was obtained: maximum muscle strength = 3.35620676*gender [1 or 0]+0.24068836*weight-0.0250657*corrected reflection intensity+0.14658327*muscle thickness+8.20952166. The degree of freedom adjusted R2 value was 0.61. VIF ranged from 1.03 to 1.67. This regression was considered to be a relatively good regression.

研究分野：理学療法学

キーワード：超音波画像 最大筋力 筋厚 筋輝度

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

筋力は、人が活動するうえで重要な指標である。したがって、筋力測定は臨床的に非常に頻繁に行われている。また、近年、超音波診断装置の進歩により筋の反射強度(筋輝度)を計測することで筋の質的評価が可能であるという報告がなされてきている^{1,2)}。現状の筋力測定の結果は、被験者の意欲や意志疎通の良し悪しに依存し、容易に測定結果が変化する。日常生活動作(ADL)能力と筋力は関係が深い。ゆえに ADL の最大能力を知るためにはより正確な筋力を知ることが重要と考えられる。しかし、障害を持っている人や高齢者は意欲や意志疎通の悪い場合や心疾患患者においては最大筋力を発揮することが危険な場合がある。したがって、安静時の筋の量的および質的評価から最大筋力を推定することができれば、最大随意筋収縮が困難であった人たちの筋力評価が可能になると考えられる。また、我々は、予備的研究で筋の量的、質的な評価が可能な超音波診断装置を用いて安静時、筋収縮時の超音波画像より筋厚を計測し、筋力との相関を求めたところ安静時、筋収縮時の筋厚ともに最大筋力と相関していることが判明した。このことから我々は、随意収縮を行わなくても筋力が推定できるのではないかと考え、本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

- (1) 筋輝度の質的指標と筋厚の量的指標の妥当性を検討すること。
- (2) 筋輝度および筋厚の信頼性を確認すること。
- (3) 安静時の超音波データ(筋厚、筋輝度、皮下脂肪厚)、年齢、身体特性をもとに最大筋力を目的変数とした予測式を作成すること。

3. 研究の方法

(1) 筋輝度の質的指標と筋厚の量的指標の妥当性の検討

健康成人 20 名の左肘屈筋群を対象に、超音波装置 MyLab25、(esaote 社製) および MRI 装置 0.4T openMRI (HITACHI 社製) を用いて撮像した。超音波装置の設定 (Frequency 7.5 MHz, Gain 35dB, Depth 6 cm) はすべての被験者において一定にした。超音波装置による撮像部位は、肩峰と上腕骨外側上顆を結んだ線の中枢から 60% の位置³⁾ とし、短軸像を 2 回撮像した。超音波画像から筋輝度および筋厚を測定した (図 1)。

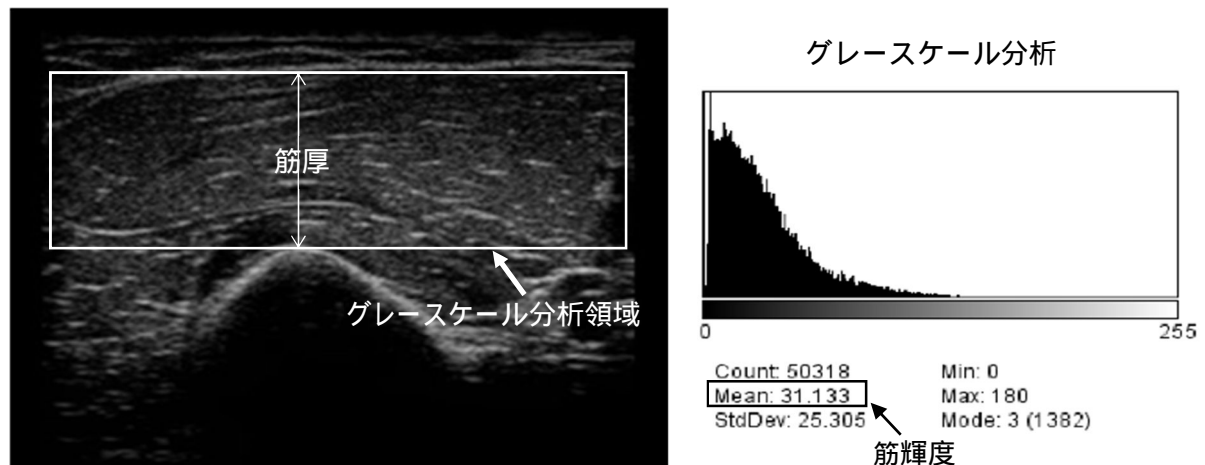


図 1. 筋輝度および筋厚測定

筋輝度は、皮下脂肪層より下から上腕骨頂点までの範囲で選択可能な最大矩形を関心領域⁴⁾とし、グレースケール分析を用いて行った。筋厚は、皮下脂肪層以下から上腕骨頂点までの距離を計測した。筋輝度および筋厚の分析には画像解析ソフト ImageJ1.52p (NIH) を使用した。また、筋内脂肪含有率および筋体積を測定するために MRI を用い左上腕部の上腕骨頭から上腕骨外側上顆までを 3D T1 強調画像にて 5mm スライスで撮像した。撮像された MRI 画像より、筋内脂肪含有率と筋体積を測定した。左肘屈筋群の筋内脂肪率については、Matsushita ら⁵⁾の方法を用いて算出した。筋体積については、イメージ分析ソフトウェア ZedView (LEXI 株式会社) を用いて算出した。ZedView による筋体積は、先行研究を参考にして算出した^{6,7)}。筋輝度については、体重で除し筋輝度体重比として補正した。妥当性の検討として、筋輝度体重比と筋内脂肪含有率との間の相関係数、筋輝度と筋内脂肪含有率との間の相関係数および筋厚と筋体積との間の相関係数を求めた。

(2) 筋輝度および筋厚の信頼性

健康成人 10 名の左肘屈筋群の筋輝度および筋厚を測定した。同一被験者から 2 回スキャンし、test-retest 法を用いて級内相関係数 (ICC[1,2]) を算出し被験者内信頼性を検討した。

(3) 最大筋力の予測式

年齢 21 ~ 77 歳の健康成人 40 名 (男: 20 名, 女: 20 名) を対象に左肘屈曲 90° における肘屈筋群の最大等尺性筋力、筋輝度および筋厚を測定した。筋力測定には、ハンドヘルドダイナモメータ (以下 HHD) μ TasF1 (アニマ社) を用いた。筋輝度は Young⁸⁾ の補正式を用いて補正した。

最大筋力を目的変数とし、説明変数を筋輝度、筋厚、性別、年齢、身長、体重としてステップワイズ法にて重回帰分析を行い回帰式を求めた。

4. 研究成果

(1) 筋輝度体重比と筋内脂肪含有率との間の相関係数は 0.57 (p<0.05)、筋輝度と筋内脂肪含有率との間の相関係数は 0.26、筋厚と筋体積をとの間の相関係数は 0.60 (p<0.01) であった (表 1)。この結果より筋厚は筋の量的指標とあり得ることが示唆された。また、筋輝度については補正することによって筋の質的な指標となることが示唆された。

(2) 筋輝度および筋厚の ICC[1,2]は筋輝度が 0.88、筋厚が 0.95 であり、被験者内信頼性が認められた。

(3) 肘最大等尺性筋力の予測式を求めるために重回帰分析を行った結果、左肘最大等尺性筋力 = 3.35620676*性別 [1 or 0] + 0.24068836*体重 - 0.0250657*補正反射強度 + 0.14658327*筋厚 + 8.20952166 という回帰式が得られた。この時の自由度調整 R2 の値は 0.61 であった (表 2)。VIF は 1.03 ~ 1.67 であった。自由度調整 R2 の値は 0.61 であったことよりこの予測式は良好な予測式であり、安静時の筋輝度および筋厚より筋力の予測が可能であることが示唆された。

表 1. 相関係数

超音波	MRI	相関係数
筋厚	筋体積	0.60**
筋輝度	脂肪含有率	0.26
筋輝度体重比	脂肪含有率	0.57*

*: p<0.05, **: p<0.01

表 2. 重回帰分析結果

項	推定値	p 値	標準	VIF
切片	3.4731641	0.4994	0	
性別[1:男-0:女]	3.67667182	0.1134	0.26507	2.722
体重	0.33049937	0.0014	0.46105	1.803
平均補正反射強度	-0.026015	0.1592	-0.1631	1.314
平均筋厚	0.14000111	0.3259	0.14092	2.046

VIF: variance inflation factor

<引用文献>

- 1) Rech et al.: Echo intensity is negatively associated with functional capacity in older women. AGE 2014: 36: 9708, 9p
- 2) Fukumoto Y, Ikezoe T Yamada Y, et al.: Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. Eur J Appl Physiol 2012: 112: 1519-1525.
- 3) Miyatani, M, Kanehisa, H, Fukunaga, T: Validity of bioelectrical impedance and ultrasonographic methods for estimating the muscle volume of the upper arm. Eur J Appl Physiol 2000: 82: 391-396.
- 4) Caresio C, Molinari, F, Emanuel G, et al.: Muscle echo intensity: Reliability and conditioning factors. Clin Physiol Funct Imaging 2015: 35: 393-403.
- 5) Matsushita T, Miyati T, Ohno N, et al.: Simultaneous R2* and liver fat-fraction measurement using modulus and real multiple gradient-echo with low-field MRI. Medical Imaging and Information Sciences 2011: 28: 97-101.
- 6) Bosy-Westphal A, Later W, Hitze B, et al.: Accuracy of bioelectrical impedance consumer devices for measurement of body composition in comparison to whole body magnetic resonance imaging and dual X-ray absorptiometry. Obesity Facts 2008: 1: 319-324.
- 7) Midorikawa T, Ohta M, Hikiyama Y, Torii S, Sakamoto S: Predicting skeletal muscle mass from dual-energy X-ray absorptiometry in Japanese prepubertal children. Eur J Clin Nutr 2017: 71: 1218-1222.
- 8) Young HJ, Jenkins NT, Zhao Q, McCully KK: Measurement of intramuscular fat by muscle echo intensity. Muscle Nerve 2015: 52: 963-971.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 赤羽美月, 三秋泰一
2. 発表標題 安静時筋輝度および筋厚を用いた肘屈筋群の最大筋力の推定
3. 学会等名 日本運動療法学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	宮地 利明 (Miyachi Toshiaki) (80324086)	金沢大学・保健学系・教授 (13301)	