

筋超音波を用いた大腿四頭筋評価の試み スモン患者への応用に向けた予備的検討

佐伯 覚 (産業医科大学リハビリテーション医学講座)

蜂須賀明子 (産業医科大学若松病院リハビリテーション科)

加藤 徳明 (産業医科大学リハビリテーション医学講座)

研究要旨

筋超音波で大腿四頭筋の筋厚を計測し、健常者および神経筋疾患患者で予備的検討を行い、スモン患者への臨床応用の可能性を探索した。健常者では、大腿四頭筋の筋厚は、ハンドヘルドダイナモメーター (Hand-Held Dynamometer : HHD) による筋力と相関した。神経筋疾患患者では、大腿四頭筋の筋厚は、徒手筋力検査 (Manual Muscle Testing : MMT) および HHD による筋力とそれぞれ相関を認めた。また神経筋疾患患者では、疾患重症度を反映する可能性が示唆された。筋超音波による大腿四頭筋の評価は、スモンにおいても大腿四頭筋筋力を反映する評価法として有用な可能性がある。

A. 研究目的

スモン患者の高齢化に伴い、骨折や ADL 低下につながる転倒の予防は重要な課題である。特に大腿四頭筋筋力は転倒リスクとの関連¹⁾が指摘されており、転倒予防に重要な役割を果たす筋肉である。また近年注目される筋超音波は、非侵襲的で簡便な検査で、筋や関節の疼痛なく実施できるため、スモン患者の新しい筋評価として有用な可能性がある。これまでに、健常者では、様々な年代で大腿四頭筋の筋力と筋厚の相関が報告される^{2,3)}。一方、神経筋疾患患者では、筋超音波所見として筋厚減少や筋輝度上昇が報告される⁴⁾が、これらの筋の構造的特徴が筋力など機能を反映するかは明らかでない。

今回、健常者と神経筋疾患患者における大腿四頭筋の筋超音波所見の特徴を明らかにし、転倒予防を見据えてスモン患者へ臨床応用の可能性を探索する。

B. 研究方法

健常者と神経筋疾患患者において、筋超音波による大腿四頭筋の筋厚、徒手筋力検査 (Manual Muscle Testing : MMT) とハンドヘルドダイナモメーター

(Hand-Held Dynamometer : HHD) による筋力を測定し、その関連を検討した。さらに神経筋疾患患者では、大腿四頭筋の筋厚における疾患重症度の影響を検討した。

(倫理面への配慮)

研究にあたり、産業医科大学病院倫理審査委員会の承認を得て実施した (第 10-116 号)。

1. 対象

健常者は、脊椎の整形疾患や糖尿病の合併がなく、リハビリ科外来の掲示板に案内を提示して応募してきたもので、年齢は 50~90 歳、性別は問わない。神経筋疾患患者は、小児麻痺後遺症で、外来または入院にて問診、筋力検査、針筋電図などの検査を実施して診断を受けたもの。リハビリ科外来の掲示板やミニコミ誌に案内を提示して応募してきたもので、健常者と年齢および体重を適合させ、性別は問わない。疾患重症度は、NRH 分類 (National Rehabilitation Hospital Classification)⁵⁾ に基づき、軽症 (NRH ,)、中等症 (NRH)、重症 (NRH ,) に分類した。

2. 大腿四頭筋の筋厚

大腿四頭筋の筋厚の計測は、超音波診断装置（東芝社製、Aplio XG）とリニアプローブ 18MHz を使用した。仰臥位で、測定部位は両下肢大腿部（上前腸骨棘と膝蓋骨上縁との中間点）を横断面で撮像した。撮像時のプローブの当て方は、可能な限り測定部位の皮膚を圧迫しないよう配慮し、プローブの角度は直角に設定した。筋厚は、大腿直筋の表層部から大腿骨の皮質骨表面までの距離（mm）を計測した。

3. 筋力測定

MMT はダニエルらの方法に基づき 0~5 の 6 段階で評価、HHD はアニマ社製の μ -TAS MF-01 を用い、姿勢は股関節屈曲 90°かつ膝関節屈曲 90°の端坐位とし、両下肢とも膝伸展筋力を 3 回ずつ計測し、最大値を体重で除した値を測定値（N/kg）とした。

4. 統計解析

結果は、平均値 \pm 標準偏差で表記した。統計解析には SPSS ver.22（IBM 社製）を用いて解析を行った。筋厚と筋力の関係性について、Pearson の積率相関係数を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

C. 研究結果

対象者のプロフィール

健常者は 24 名、男性 12 名、女性 12 名、年齢 61.7 ± 4.6 歳、身長 161.4 ± 4.0 cm、体重 57.0 ± 7.3 kg であった。神経筋疾患患者は 24 名、男性 11 名、女性 13 名、年齢 60.3 ± 4.4 歳、身長 155.4 ± 11.3 cm、体重 $58.2 \pm$

13.6kg、疾患重症度は軽症 9 肢、中等症 12 肢、重症 27 肢であった（表 1）。

健常者における検討

大腿四頭筋の厚さは 21.8 ± 4.8 mm、MMT 5.0 ± 0 、HHD 5.0 ± 1.6 N/kg であった（表 1）。大腿四頭筋の厚さと MMT は相関がなく、一方で大腿四頭筋の厚さと HHD に相関を認めた（ $r = 0.46$, $p < 0.05$ ）（図 1）。

神経筋疾患患者における検討

大腿四頭筋の厚さは 18.0 ± 6.8 mm、MMT 2.1 ± 1.7 、HHD 1.9 ± 1.8 N/kg と、いずれも健常者より有意に低値であった（ $p < 0.01$ ）（表 1）。大腿四頭筋の厚さと MMT、HHD の両者に相関を認めた（MMT: $r = 0.40$, $p < 0.01$, HHD: $r = 0.47$, $p < 0.05$ ）。また大腿四頭筋の厚さは、疾患重症度は軽症、中等症、重症の順により減少した（軽症 25.7 ± 6.0 mm、中等症 18.6 ± 6.4 mm、重症 15.1 ± 5.1 mm）（図 2）。

1. 筋厚と筋力

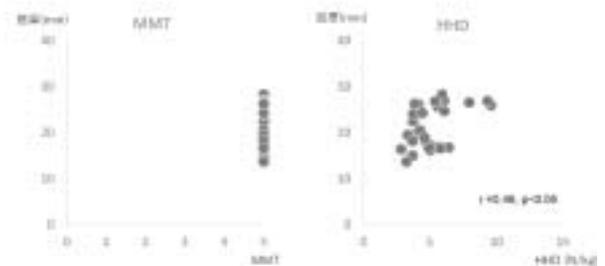


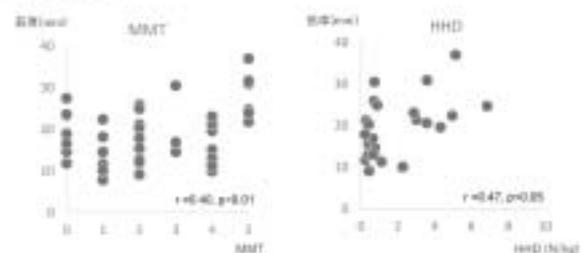
図 1 健常者における筋厚と筋力

表 1 結果

	健常者	神経筋疾患
対象 (人)	24	24
性別 (男性, 女性)	12, 12	11, 13
年齢 (歳)	61.7 ± 4.6	60.3 ± 4.4
身長 (cm)	161.4 ± 4.0	155.4 ± 11.3
体重 (kg)	57.0 ± 7.3	58.2 ± 13.6
疾患重症度 (肢)	-	軽症 9, 中等症 12, 重症 27
筋厚 (mm)	21.8 ± 4.8	18.0 ± 6.8 *
MMT	5.0 ± 0	2.1 ± 1.7 *
HHD (N/kg)	5.0 ± 1.6	1.9 ± 1.8 *

* $p < 0.01$

1. 筋厚と筋力



2. 筋厚と疾患重症度

軽症 25.7 ± 6.0 mm > 中等症 18.6 ± 6.4 mm > 重症 15.1 ± 5.1 mm

図 2 神経筋疾患における筋厚と筋力、疾患重症度

D. 考察

今回、健常者と神経筋疾患患者を対象に、筋超音波で大腿四頭筋の筋厚を計測した。健常者では、筋厚とHHDによる筋力に相関を認めた。神経筋疾患患者では、筋厚とMMTおよびHHDによる筋力に相関を認めた。また、疾患重症度が重度であるほど、大腿四頭筋の筋厚は減少した。

健常者では、年長児 (5-6歳)²⁾、中年女性 (平均70.4歳)⁶⁾ 等を対象とした研究で、筋超音波による大腿四頭筋やその構成筋である大腿直筋の筋厚と定量的膝伸展筋力の相関が報告される。本研究は中高齢男女を対象とし、同様の結果であった。一般に広く用いられるMMTは、特に十分な筋力を有する場合、天井効果が問題である⁷⁾。筋超音波による筋厚計測は、定量的筋力評価と同様、筋力を細やかに反映する評価の一つとなる可能性がある。

神経筋疾患患者では、封入体筋炎、多発性筋炎、筋萎縮性側索硬化症などで、筋超音波による筋厚減少や筋輝度上昇が報告される⁴⁾。しかし、これまでに筋の構造的特徴が筋力など機能を反映するかは、十分に明らかになっていない。その中で、ポストポリオ症候群を対象に、筋超音波による筋厚および筋輝度と定量的筋力評価の相関が報告されており⁸⁾、本研究も類似した結果であった。この知見から、筋超音波による筋厚計測は、慢性の経過をたどる末梢神経変性疾患において、疾患や加齢による筋力低下を捉える評価として有用性が示唆される。

また筋超音波のメリットは、安価、迅速、低侵襲である。安静臥床位のまま検査ができるため、通常の筋力検査と比較して、筋や関節の疼痛なく実施できる。また、今回の計測部位である大腿四頭筋は、筋力低下と転倒の関連が広く知られ⁹⁾、その評価は転倒予防に役立つ可能性がある。

近年スモン患者においても、高齢化に伴い転倒の予防は重要な課題である。筋超音波による大腿四頭筋評価は、四肢のしびれや疼痛を伴うスモン患者において、低侵襲で細やかに筋力を反映する、新しい評価として有用な可能性がある。今後はスモン患者を対象に計測を行い、転倒予防を見据えた臨床応用が期待される。

E. 結論

超音波による大腿四頭筋の筋厚は、健常者ではHHDによる筋力、神経筋疾患患者ではMMTとHHDによる筋力と、それぞれ相関を認めた。また神経筋疾患患者では、疾患重症度を反映する可能性が示唆された。筋超音波による大腿四頭筋の筋厚計測は、スモンにおいても大腿四頭筋筋力を反映する評価法として有用な可能性がある。今後は、スモン患者へ臨床応用を検討する。

G. 研究発表

1. 論文発表：なし
2. 学会発表：なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

I. 文献

- 1) 金 憲, 吉田 英, 鈴木 隆, 石崎 達, 細井 孝, 山本 精, et al. 高齢者の転倒関連恐怖感と身体機能 転倒外来受診者について. 日本老年医学会雑誌. 2001; 38 (6) : 805-11.
- 2) 久保 温, 平方 敬, 増永 明, 齊藤 愛, 古後 晴. 幼児における超音波画像法を用いて計測した大腿四頭筋筋厚と下肢筋力, および大腿周径との関連. 理学療法さが. 2018; 4 (1) : 7-11.
- 3) 江崎 千, 村田 伸, 宮崎 純, 堀江 淳, 村田 潤, 大田尾 浩. 地域在住高齢者の大腿周径および大腿四頭筋筋厚と大腿四頭筋筋力との関連. 理学療法科学. 2010; 25 (5) : 673-6.
- 4) Pillen S, Arts IMP, Zwartz MJ. Muscle ultrasound in neuromuscular disorders. Muscle Nerve. 2008; 37 (6): 679-93.
- 5) Gawne AC. Strategies for exercise prescription in post-polio patients. Post-Polio Syndrome. 1995: 141-64.
- 6) Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, Tsukagoshi R, Nakamura M, Mori N, 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 (4): 1519-25.

7) Schreuders TAR, Selles RW, Roebroek ME, Stam HJ. Strength Measurements of the Intrinsic Hand Muscles: A Review of the Development and Evaluation of the Rotterdam Intrinsic Hand Myometer. J Hand Ther. 2006; 19 (4): 393-402.

8) Bickerstaffe A, Beelen A, Zwarts MJ, Nollet F, van Dijk JP. Quantitative muscle ultrasound and quadriceps strength in patients with post-polio syndrome. Muscle Nerve. 2015; 51 (1): 24-9.

9) Landi F, Liperoti R, Russo A, Giovannini S, Tosato M, Capoluongo E, et al. Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: Results from the iSIRENTE study. Clin Nutr. 2012; 31 (5): 652-8.