亜急性期脳卒中患者における大腿部骨格筋の 筋厚, 筋輝度と関連要因の検討

Factors Related to Muscle Thickness and Ultrasound Echo Intensity of Skeletal Muscles of the Thigh in Patients with Subacute Stroke

五十嵐 達也^{1,2)} 松岡 秀典³⁾ 星野 涼¹⁾ 臼田 滋²⁾

TATSUYA IGARASHI, RPT, MS^{1,2)}, HIDENORI MATSUOKA, RPT³⁾, RYO HOSHINO, RPT¹⁾, SHIGERU USUDA, RPT, PhD²⁾

¹⁾ Physical Therapy Division, Department of Rehabilitation, Numata Neurosurgery & Heart Disease Hospital: 8 Sakaemachi, Numata-shi, Gunma 378-0014, Japan TEL +81 278-22-5052 E-mail: h202c001@gunma-u.ac.jp

²⁾ Gunma University Graduate School of Health Sciences

³⁾ Numata Clinic

Rigakuryoho Kagaku 37(1): 39-44, 2022. Submitted Aug. 4, 2021. Accepted Sep. 26, 2021.

ABSTRACT: [Purpose] To determine factors related to the muscle thickness and ultrasound echo intensity of thigh skeletal muscle in inpatients with subacute stroke. [Participants and Methods] Forty-one patients were included in the study. The muscle thickness and echo intensity of the rectus femoris and vastus medialis (VM) muscles were measured by ultrasound and compared between the affected and unaffected limbs. We examined the relationship between each of muscle thickness and echo intensity with age, body mass index, duration of disease, nutritional status, pre-morbid walking ability, severity of motor paralysis, and walking ability. [Results] There were no significant differences between the affected and unaffected limbs in terms of muscle thickness or echo intensity. The muscle thickness of VM on the affected side was associated with the pre-morbid walking ability, duration of disease, and severity of motor paralysis. [Conclusion] Various factors are associated with muscle thickness and ultrasound echo intensity of the thigh skeletal muscle in patients with subacute stroke.

Key words: skeletal muscle, stroke, ultrasound

要旨:〔目的〕亜急性期脳卒中患者における大腿部骨格筋の筋厚, 筋輝度に関連する要因を検討した。〔対象と方法〕対象は亜急性期入院脳卒中患者 41 名とした。超音波診断装置により大腿直筋と内側広筋の筋厚と筋輝度を測定し, 健患差を比較した。各筋厚, 筋輝度と年齢, 体格, 罹患期間, 栄養状態, 病前の歩行能力, 運動麻痺の重症度, 歩行能力との間で相関分析と重回帰分析を行った。〔結果〕筋厚, 筋輝度ともに有意な健患差を認めなかった。麻痺側内側広筋の筋厚で, 病前の歩行能力に加えて罹患期間や運動麻痺の重症度が関連した。〔結語〕麻痺側内側広筋の筋厚は, 運動麻痺が重度で病前の歩行能力が低く, 罹患期間が長期化した者で低値を示す傾向にあった。亜急性期脳卒中患者の大腿部骨格筋の筋厚, 筋輝度にはそれぞれ異なる要因が関連していた。

キーワード: 骨格筋, 脳卒中, 超音波診断装置

¹⁾ 沼田脳神経外科循環器科病院 リハビリテーション部門 理学療法課: 群馬県沼田市栄町 8 番地 (〒378-0014) TEL 0278-22-5052

²⁾ 群馬大学大学院 保健学研究科

³⁾ 沼田クリニック

I. はじめに

脳卒中患者の下肢筋力と Computed Tomography 上の筋肉量や筋内脂肪の関連性が報告されており¹⁾、下肢機能を維持、向上をするうえで、骨格筋の形態を評価することは重要である。

骨格筋の形態評価の手法の一つに超音波診断装置がある。超音波診断装置は安価で、可搬性に優れており、測定の際に侵襲を伴わずに個々の筋の状態を把握することが可能であるため、脳卒中発症後に意識障害によって臥床期間が遷延する症例や活動性に制約を受ける症例に対しての評価に有用である。超音波診断装置を用いた骨格筋の形態評価として、筋厚測定と筋輝度測定がある。筋厚測定は、ある横断面の筋の厚さを測定することで、特定の筋に対する筋量を仮定する手法である。筋輝度測定は、超音波診断装置により測定された筋のエコー輝度の程度を定量的に評価する手法である。筋輝度は、サルコペニアで増加するとされる骨格筋内の脂肪組織²⁾や、繊維組織³⁾の割合を客観的に評価することが可能であり、筋厚との関連性が報告されている⁴⁾。また、近年ではサルコペニアを判別するためのカットオフ値が報告され^{5,6)}、測定の有用性が示唆されている。

重度麻痺を呈する入院脳卒中患者では、理学療法介入を実施した場合でも、発症1ヵ月以内で大腿直筋 (rectus femoris muscle: 以下, RF) を含む大腿中央部の筋量が減少したとされる⁷⁾。内側広筋 (vastus medialis muscle: 以下, VM) は、脳卒中発症後に筋内の繊維組織や脂肪組織の割合が増加したことが示唆されている⁸⁾。また、発症6ヵ月以降の慢性期脳卒中患者の大腿部の筋内脂肪量は、麻痺側に比べ非麻痺側で有意に多く、発症後の経過に伴い健患差を生じたことが示唆されている⁹⁾。しかし、発症から2ヵ月以上経過した回復期や慢性期の脳卒中患者では、麻痺側大腿中央部の筋厚、筋輝度が年齢や体格¹⁰⁾、疾患の罹患期間¹¹⁾、栄養状態¹⁰⁾、運動麻痺の重症度^{10,12)}と関連を認め、両下肢の大腿中央部の下肢筋厚、筋輝度が歩行能力^{12,13)}と関連を認めたとされているが、発症2ヵ月以内の亜急性期脳卒中患者では下肢筋厚、筋輝度に関連する要因や健患差は十分に検討されていない¹⁴⁻¹⁶⁾。さらに、脳卒中患者の病前のサルコペニアは機能的予後に関連したとされる¹⁷⁾、病前の歩行能力が脳卒中患者の下肢筋厚、筋輝度に関連するかは検討されていない。

脳卒中発症後に生じる下肢筋厚、筋輝度の健患差や、下肢筋厚、筋輝度と年齢や体格、罹患期間、栄養状態、病前の歩行能力、運動麻痺の重症度、歩行能力との関連が明らかとなれば、臥床期間が遷延する症例や、活動性に制約を受ける症例に対しての機能障害の予後予測や介入計画を立案するうえでの一助となる知見が得られる可能性がある。

本研究の目的は、発症2ヵ月以内の亜急性期脳卒中患者を対象に、大腿部骨格筋の筋厚、筋輝度の健患差を検討すること、および大腿部骨格筋の筋厚、筋輝度に関連する要因を検討することとした。

II. 対象と方法

1. 対象

本研究は、単一施設による横断的研究であった。調査対象は2019年4月から8月の間にA病院の一般病床に入院中の者とした。取り込み基準は、入院加療中で一側上下肢に運動麻痺を呈した初発脳卒中者とした。除外基準は、1) 既往疾患や合併症により病前に歩行が不能であった者、2) 悪性腫瘍のあった者もしくは疑いのあった者、3) 皮膚疾患により超音波診断装置による測定が困難であった者、4) 麻痺側下肢のBrunnstrom Recovery Stage (以下, BRS) がVIに該当せず、下肢に運動麻痺を認めなかった者とした。

本研究は、ヘルシンキ宣言に基づき、対象者には本研究の趣旨を説明し、書面にてご本人もしくはご家族から同意署名を得た。同意の得られた41名 (男性23名、女性18名、77.1 ± 11.8歳: 平均 ± 標準偏差) を対象とした。本研究は所属機関の倫理委員会の承認 (承認番号: 00191) を得た。

2. 方法

対象者の基本属性として、診断名、年齢、性別、身長、体重、Body Mass Index (以下, BMI)、病前の歩行能力として入院前のFunctional Ambulation Category (以下, FAC)¹⁸⁾を診療録から収集した。関連要因の検討における測定指標は、疾患の罹患期間、年齢、運動麻痺の重症度に麻痺側下肢のBRS¹⁹⁾、栄養状態にGeriatric Nutritional Risk Index (以下, GNRI)²⁰⁾、測定時の歩行能力に機能的自立度評価Functional Independence Measure (以下, FIM)の歩行項目 (以下, FIM-gait)²¹⁾で、全て担当理学療法士が測定した。

超音波診断装置によって両下肢のRFとVMの筋厚、筋輝度を測定した。各測定部位は、RFが上前腸骨棘から膝蓋骨上縁を結ぶ中点²²⁾で、VMが大腿骨外側上顆から大転子を結んだ線上の遠位30%に位置する筋腹²³⁾とした。測定部位には事前にマジックで印をつけ、ランダムな順で測定した。超音波診断装置はViamo SSA-640A (TOSHIBA社製) を使用し、B (Brightness) モードで7.5 MHzのリニアプローブ (PLT-704AT, TOSHIBA社製) を用いた。ダイナミックレンジ・ゲインは全て統一し、Depth (深度) は各筋に応じて調整した。エコーゼリーはプロゼリー (ジェクス社製) を使用し、十分な量のゼリーを塗布して撮像した。撮像はプローブを筋の走行に対して垂直に接触させた横断画像と

し、筋に圧迫をかけないように留意した。測定は全て背臥位で行い、安静を保って撮像した。各筋の筋厚値は、超音波診断装置のキャリパーモードを使用し、上下の筋膜間が最大となる部位をモニター上で測定した。筋輝度の測定手法は、撮像した画像を画像解析ソフト ImageJ（アメリカ国立衛生研究所製）に取り込み、8 bit gray scale で 0~255（単位=arbitrary unit: a.u.）の 256 段階に数値化された各筋の平均値を筋輝度とした³⁾。関心領域（region of interest）は、筋膜や骨を避け、撮像した筋の範囲を可能な限り含み、多角形で領域を設定した²⁴⁾。全ての測定は超音波診断装置を使用した経験がある 1 名の理学療法士（経験 9 年目）が実施した。各対象者に対して、それぞれの筋の筋厚、筋輝度を同日に 1 回測定した。なお、事前に全ての筋に対する筋厚、筋輝度測定の信頼性を検証しており、級内相関係数（intraclass correlation coefficient: ICC）(1,1) は 0.7 以上で高い相対信頼性を有していた²⁵⁾。

統計処理は、まず記述統計量として各測定値の平均値と標準偏差を求めた。筋厚と筋輝度の健患差の検証に、非麻痺側、麻痺側下肢間の筋厚、筋輝度を対応のある t 検定で比較した。さらに、健患差の個体差を把握するため、Ryan ら⁹⁾の報告を参考に、慢性期脳卒中者で筋厚の有意な健患差を認めた割合とされる、非麻痺側と比べ麻痺側で -20% 以上低値であった人数と割合を算出した。また、Asian Working Group for Sarcopenia によるサルコペニアの診断基準で、低筋機能のカットオフ値とされる RF の筋厚（男性 < 1.41 cm, 女性 < 1.22 cm）、筋輝度（男性 > 52.9 a.u., 女性 > 56.2 a.u.）⁶⁾により陽性と判別された人数と割合を性別ごとに算出した。

筋厚と筋輝度との関連を検証するため、同一筋の筋厚と筋輝度間の相関関係を Pearson の積率相関により算出した。続いて、筋量、筋質に関連する要因を検証するため、両下肢の各筋厚、筋輝度と年齢、身長、体重、BMI、罹患期間、GNRI、病前 FAC、下肢 BRS、FIM-gait との間で相関係数を算出した。比率尺度の関係性には Pearson の積率相関 (r) を算出し、順序尺度の関係性には Spearman の順位相関 (ρ) を算出した。各相関係数の解釈は、0.00-0.25（わずか）、0.26-0.49（弱い）、0.50-0.69（中等度）、0.70-0.89（強い）、0.90-1.00（非常に強い）とした²⁶⁾。さらに、従属変数を両下肢のそれぞれの筋厚、筋輝度とし、有意な相関関係を認めた項目を独立変数として投入したステップワイズ法による重回帰分析を算出した。分散拡大係数（variance inflation factor: 以下、VIF）を確認し、VIF が 10 以上の場合に多重共線性を認めたと判断した。モデルの適合度は決定係数 (R²) にて判断した。全ての統計解析に SPSS ver.25 (IBM 社製) または Microsoft Excel for Mac (ver.16.31) を用い、有意水準は 5% とした。

III. 結 果

対象者の基本属性を表 1 に示した。罹患期間の平均と標準偏差は 16.0 ± 10.7 日で、全ての者が発症 2 ヶ月以内であった。GNRI の平均と標準偏差は 102.4 ± 10.2 点で、中等度以上の栄養リスクがあるとされる GNRI < 92 点¹⁹⁾の人数と割合は 5 名 (12.2%) で、栄養リスクの低い者が多かった。FIM-gait ≥ 5 点の対象は 19 名 (46.3%) であった。

表 2 に非麻痺側、麻痺側間の筋厚、筋輝度の比較の結果を示した。筋厚の平均と標準偏差は非麻痺側、麻痺側の順に、RF が 1.12 ± 0.30 cm, 1.08 ± 0.26 cm で、VM が 1.16 ± 0.26 cm, 1.15 ± 0.34 cm であった。筋輝度の平均と標準偏差は、RF が 41.78 ± 8.92 a.u., 42.47 ± 10.43 a.u. で、VM が 39.03 ± 7.26 a.u., 39.01 ± 8.98 a.u. であった。筋厚、筋輝度ともに非麻痺側と麻痺側間で有意な差を認めなかった。筋厚の健患差が非麻痺側に比べ麻痺側で -20% 以上低値であった人数と割合は、RF、VM とともに 7 名 (17.1%) であり、-50% 以上を下回る著しい健患差を認めた症例はいなかった。サルコペニアのカットオフ値による判別では、筋厚は非麻痺側、麻痺側の順に、男性が 19/23 名 (82.6%), 20/23 名 (87.0%) で、女性が 10/18 名 (43.5%), 13/18 名 (56.5%) が陽性であった。筋輝度は非麻痺側、麻痺側の順に、男性が 3/23 名 (13.0%), 1/23 名 (4.3%) で、女性が 2/18 名 (8.7%), 4/18 名 (17.4%) が陽性であった。

各筋の筋厚と筋輝度間の相関関係の結果は、RF の非麻痺側が -0.617 (p < 0.01) で、麻痺側が -0.522 (p < 0.01) で、VM の非麻痺側が -0.395 (p < 0.05) で、麻痺側が -0.417 (p < 0.01) で、RF は非麻痺側、麻痺側

表 1 対象者の基本属性

年齢 (歳)	77.1 ± 11.8
性別 (男/女: 名)	23/18
脳梗塞/脳出血 (名)	30/11
麻痺側 (右/左: 名)	21/20
身長 (m)	1.6 ± 0.1
体重 (kg)	57.4 ± 11.6
BMI (kg/m ²)	22.9 ± 4.2
罹患期間 (日)	16.0 ± 10.7
GNRI (点)	102.4 ± 10.2
病前 FAC (0/1/2/3/4/5: 点)	0/2/1/3/9/26
下肢 BRS (I / II / III / IV / V / VI)	4/3/3/5/6/20
FIM-gait (1/2/3/4/5/6/7: 点)	19/1/1/1/6/6/7

n=41. 平均値 ± 標準偏差. BMI: Body Mass Index, GNRI: Geriatric Nutritional Risk Index, FAC: Functional Ambulation Category, BRS: Brunnstrom Recovery Stage, FIM: Functional Independence Measure.

ともに中等度の負の相関を認め、VMは非麻痺側、麻痺側ともに弱い負の相関を認めた。

表3に筋厚、筋輝度と各指標間の相関分析の結果を示した。全ての筋厚で年齢とは弱から中等度の負の相関を認め、病前FACとは弱から中等度の正の相関を認めた。身長、BMI、GNRIは非麻痺側VMと弱い正の相関を認めた。体重は両側のRF、非麻痺側VMと弱から中等度の正の相関を認めた。罹患期間は麻痺側VMと弱い負の相関を認めた。下肢BRS、FIM-gaitは非麻痺側RF、麻痺側VMで弱い正の相関を認めた。その他は有意な相関を認めなかった。全ての筋輝度で年齢とは弱から中等度の正の相関を認めた。体重とは麻痺側RFで弱い負の相関を認めた。病前FACは両側のRFと弱い負の相関を認めた。その他は有意な相関を認めなかった。

表4に各筋厚、筋輝度を従属変数とした重回帰分析の結果を示した。麻痺側VMの筋厚は病前FAC、罹患期間、下肢BRSが独立変数として採択され、 R^2 は0.499で他の筋に比べ最も高かった。非麻痺側VMの筋厚は年齢、体重が独立変数として採択され、 R^2 は0.483であった。RFの筋厚は非麻痺側、麻痺側の順に年齢、病前FACがそれぞれの独立変数として採択された。 R^2 は非麻痺側

で0.355、麻痺側で0.226であった。下肢BRSと罹患期間は麻痺側VMの筋厚のみで関連した。

非麻痺側RFの筋輝度は年齢が独立変数として採択され、 R^2 は0.288であった。麻痺側RFの筋輝度は病前FACが独立変数として採択され、 R^2 は0.176であった。VMの筋輝度は非麻痺側、麻痺側ともに年齢が独立変数として採択された。 R^2 は非麻痺側で0.101、麻痺側で0.146であった。全ての変数でVIFは10未満であり、多重共線性は存在しなかった。

IV. 考 察

本研究では、亜急性期脳卒中患者における大腿部骨格筋の筋厚、筋輝度の健患差と、下肢筋厚、筋輝度と年齢、体格、罹患期間、栄養状態、病前の歩行能力、運動麻痺の重症度、歩行能力との関連を検討した。

RF、VMともに筋厚、筋輝度で有意な健患差を認めなかった。慢性期脳卒中患者では、大腿部の筋量に健患差が生じたとされる^{8,9)}。本研究では有意な差を認めなかったが、健患差が-20%以上の低値を認めた者が存在したことから、対象の属性によって、健患差には個体差が生じることが示唆された。

麻痺側VMの筋厚は、罹患期間や運動麻痺の重症度が関連した。慢性期脳卒中患者の下肢筋厚はRFでは健患差を認めなかったが、VMでは非麻痺側に比べ、麻痺側で筋厚が有意に低値を示したとされている¹¹⁾。本研究ではVMの筋厚に健患差を認めなかったが、麻痺側のみに罹患期間と関連を認めた。運動麻痺の出現により、非麻痺側に比べ、麻痺側では相対的な不動や運動量の減少が生じることが考えられる。罹患期間が長期の者では積算の運動量はさらに減少し、廃用症候群を生じやすい

表2 非麻痺側、麻痺側間の筋厚、筋輝度値の比較

測定筋	測定肢	筋厚 (cm)	筋輝度 (a.u.)
RF	非麻痺側	1.12 ± 0.30	41.78 ± 8.92
	麻痺側	1.08 ± 0.26	42.47 ± 10.43
VM	非麻痺側	1.16 ± 0.26	39.03 ± 7.26
	麻痺側	1.15 ± 0.34	39.01 ± 8.98

n=41. 平均値 ± 標準偏差. RF：大腿直筋, VM：内側広筋, a.u.：arbitrary unit. paired t-test.

表3 各筋厚、筋輝度値と測定項目との相関分析の結果

	筋厚				筋輝度			
	非麻痺側		麻痺側		非麻痺側		麻痺側	
	RF	VM	RF	VM	RF	VM	RF	VM
年齢 (r)	-0.596**	-0.611**	-0.401**	-0.479**	0.536**	0.317*	0.400**	0.383*
身長 (r)	0.283	0.366*	0.153	0.214	-0.195	0.260	-0.253	-0.163
体重 (r)	0.372*	0.523**	0.319*	0.218	-0.081	-0.007	-0.335*	-0.172
BMI (r)	0.201	0.324*	0.251	0.078	-0.061	-0.157	-0.218	-0.078
罹患期間 (r)	-0.238	-0.070	-0.240	-0.426**	0.123	-0.030	0.141	0.167
GNRI (r)	0.258	0.342*	0.194	0.084	-0.076	-0.254	-0.104	-0.060
病前FAC (ρ)	0.544**	0.604**	0.462**	0.541**	-0.381**	-0.256	-0.356*	-0.274
下肢BRS (ρ)	0.405**	0.192	0.260	0.414**	-0.020	0.061	0.077	-0.219
FIM-gait (ρ)	0.393*	0.270	0.239	0.387*	-0.035	0.076	0.051	-0.226

相関係数 (r または ρ). RF：大腿直筋, VM：内側広筋, BMI：Body Mass Index, GNRI：Geriatric Nutritional Risk Index, FAC：Functional Ambulation Category, BRS：Brunnstrom Recovery Stage, FIM：Functional Independence Measure. **: p<0.01, *: p<0.05.

表4 各筋厚、筋輝度値を従属変数とした重回帰分析の結果

	従属変数		独立変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	p 値	VIF	R ²
筋厚	RF	非麻痺側	年齢	-0.015	-0.596	**	1.00	0.355
		麻痺側	病前 FAC	0.117	0.475	**	1.00	0.226
	VM	非麻痺側	年齢	-0.011	-0.488	**	1.14	0.483
			体重	0.008	0.353	**	1.14	
		麻痺側	病前 FAC	0.127	0.397	**	1.07	0.499
			罹患期間	-0.013	-0.395	**	1.00	
			下肢 BRS	0.061	0.313	*	1.07	
筋輝度	RF	非麻痺側	年齢	0.404	0.536	**	1.00	0.288
		麻痺側	病前 FAC	-4.099	-0.419	*	1.00	0.176
	VM	非麻痺側	年齢	0.195	0.317	*	1.00	0.101
		麻痺側	年齢	0.290	0.383	*	1.00	0.146

VIF : variance inflation factor, RF : 大腿直筋, VM : 内側広筋, FAC : Functional Ambulation Category, BRS : Brunnstrom Recovery Stage. **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$.

状態にある。VM は大腿四頭筋のなかで最も廃用性筋萎縮が生じやすい筋とされており²⁷⁾、不動や運動量の減少による影響を強く受ける。麻痺側 VM に対して、疾患に由来した二次性サルコペニアや廃用症候群の出現に留意する必要性が示唆された。麻痺側 RF は筋厚、筋輝度ともに病前 FAC が関連した。発症後 2 ヶ月以上経過した入院脳卒中患者の大腿中央部の筋厚は、下肢の運動麻痺の重症度と関連したとされている²⁸⁾。本研究では麻痺側 RF の筋厚、筋輝度と運動麻痺の重症度に関連を認めなかった。サルコペニアのカットオフ値による判別では、筋厚は非麻痺側、麻痺側の順に、男性が 82.6%、87.0% で、女性が 43.5%、56.5% で陽性であり、病前から低筋機能を生じていた対象が含まれていた可能性が示唆され、この点が病前の歩行能力と関連した要因と考えた。下肢機能を維持、向上するうえで、病前の状態に留意した多角的な評価、介入の有用性が示唆された。非麻痺側 RF、VM の筋厚、筋輝度は年齢と有意な相関が認められた。加齢に伴って生じる筋の形態変化は一次性サルコペニアと定義される²⁹⁾。本研究の対象者の年齢の平均は 77.1 歳で、対象の多くが高齢者であり、加齢による一次性サルコペニアの影響を受けていたことが推察され、この点が年齢と関連した要因と考えた。

同一筋の筋厚と筋輝度間には両側の RF、VM ともに関連を認めた。中高年者の大腿中央部の筋厚と筋輝度は、下肢筋力を構成するそれぞれ独立した因子であったとされている⁴⁾。本研究ではいずれの筋においても、筋厚と筋輝度間では弱から中等度の負の相関であり、亜急性期脳卒中患者では、疾患に由来した二次性サルコペニアにより、筋量が減少すると、筋内の繊維組織や脂肪組織は増加する傾向にあることが示唆された。

本研究にはいくつかの限界がある。1 つ目に、本研究は横断的検証であり、結果の因果関係の考察に関しては

仮説の域を超えない。今後は縦断的な分析により、筋厚、筋輝度の変化量と関連因子との影響を検討する必要がある。次に、本研究は単一施設による研究であり、一般化可能性には注意が必要である。3 つ目に、筋輝度は超音波診断装置の機種によって異なるとされており、解釈には注意を要する。4 つ目は、サルコペニアのカットオフ値による効果判定は地域在住高齢者を対象とした報告であり、本研究とは対象が異なる。同一の疾患や病期の者を対象とした適用が望ましいことから今後の報告が望まれる。

本研究では、亜急性期脳卒中患者における大腿部骨格筋の筋厚、筋輝度の健患差と、下肢筋厚、筋輝度と年齢、体格、罹患期間、栄養状態、病前の歩行能力、運動麻痺の重症度、歩行能力との関連を検討した。今後は対象者の性別の影響を考慮した検証や縦断的な検証を行うことで、機能障害の予後予測や介入計画を立案するうえでの有用な知見が得られると考える。

利益相反 本研究にあたり、著者らに開示すべき利益相反はない。

引用文献

- 1) Ryan AS, Ivey FM, Prior S, et al.: Skeletal muscle hypertrophy and muscle myostatin reduction after resistive training in stroke survivors. *Stroke*, 2011, 42: 416-420.
- 2) Reimers K, Reimers CD, Wagner S, et al.: Skeletal muscle sonography: a correlative study of echogenicity and morphology. *J Ultrasound Med*, 1993, 12: 73-77.
- 3) Pillen S, Tak RO, Zwarts MJ, et al.: Skeletal muscle ultrasound: correlation between fibrous tissue and echo intensity. *Ultrasound Med Biol*, 2009, 35: 443-446.
- 4) Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, et al.: Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with mus-

- cle strength of middle-aged and elderly persons. *Eur J Appl Physiol*, 2012, 112: 1519-1525.
- 5) Yuguchi S, Asahi R, Kamo T, et al.: Gastrocnemius thickness by ultrasonography indicates the low skeletal muscle mass in Japanese elderly people. *Arch Gerontol Geriatr*, 2020, 90: 104093.
 - 6) Yamada M, Kimura Y, Ishiyama D, et al.: Differential characteristics of skeletal muscle in community-dwelling older adults. *J Am Med Dir Assoc*, 2017, 18: 807.e9-807.e16.
 - 7) Nozoe M, Kanai M, Kubo H, et al.: Changes in quadriceps muscle thickness in acute non-ambulatory stroke survivors. *Top Stroke Rehabil*, 2016, 23: 8-14.
 - 8) Monjo H, Fukumoto Y, Asai T, et al.: Differences in muscle thickness and echo intensity between stroke survivors and age- and sex-matched healthy older adults. *Phys Ther Res*, 2020, 23: 188-194.
 - 9) Ryan AS, Dobrovolsky CL, Smith GV, et al.: Hemiparetic muscle atrophy and increased intramuscular fat in stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 2002, 83: 1703-1707.
 - 10) Maeda H, Imada K, Ishida K, et al.: Relationship of quadriceps muscle thickness with motor paralysis and muscle echo intensity in post-stroke patients. *Eur Neurol*, 2019, 81: 56-62.
 - 11) Monjo H, Fukumoto Y, Asai T, et al.: Muscle thickness and echo intensity of the abdominal and lower extremity muscles in stroke survivors. *J Clin Neurol*, 2018, 14: 549-554.
 - 12) Maeda H, Imada K, Ishida K, et al.: Quadriceps thickness and echo intensity predict gait independence in individuals with severe and mild hemiparetic stroke. *Eur Neurol*, 2020, 83: 167-173.
 - 13) Ishimoto T, Taniguchi Y, Akazawa N: Longitudinal relationship between intramuscular fat in the quadriceps and gait independence in convalescent stroke patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2020, 29: 105287.
 - 14) Nozoe M, Kanai M, Kubo H, et al.: Changes in quadriceps muscle thickness, disease severity, nutritional status, and C-reactive protein after acute stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2016, 25: 2470-2474.
 - 15) Nozoe M, Kanai M, Kubo H, et al.: Non-paretic lower limb muscle wasting during acute phase is associated with dependent ambulation in patients with stroke. *J Clin Neurosci*, 2020, 74: 141-145.
 - 16) Kokura Y, Kato M, Taniguchi Y, et al.: Energy intake during the acute phase and changes in femoral muscle thickness in older hemiplegic inpatients with stroke. *Nutrition*, 2020, 70: 110582.
 - 17) Nozoe M, Kanai M, Kubo H, et al.: Prestroke sarcopenia and functional outcomes in elderly patients who have had an acute stroke: a prospective cohort study. *Nutrition*, 2019, 66: 44-47.
 - 18) Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, et al.: Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. *Phys Ther*, 1984, 64: 35-40.
 - 19) Brunnstrom S: Motor testing procedures in hemiplegia: based on sequential recovery stages. *Phys Ther*, 1966, 46: 357-375.
 - 20) Bouillanne O, Morineau G, Dupont C, et al.: Geriatric Nutritional Risk Index: a new index for evaluating at-risk elderly medical patients. *Am J Clin Nutr*, 2005, 82: 777-783.
 - 21) Data Management Service of the Uniform Data System for Medical Rehabilitation and the Center for Functional Assessment Research: Guide for Use of the Uniform Data Set for Medical Rehabilitation, version 3.1. State University of New York at Buffalo, Buffalo, 1990.
 - 22) English CK, Thoirs KA, Fisher L, et al.: Ultrasound is a reliable measure of muscle thickness in acute stroke patients, for some, but not all anatomical sites: a study of the intra-rater reliability of muscle thickness measures in acute stroke patients. *Ultrasound Med Biol*, 2012, 38: 368-376.
 - 23) Pinto RS, Correa CS, Radaelli R, et al.: Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. *Age (Dordr)*, 2014, 36: 365-372.
 - 24) Wilhelm EN, Rech A, Minozzo F, et al.: Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men. *Age (Dordr)*, 2014, 36: 9625.
 - 25) 五十嵐達也, 松岡秀典, 星野 涼・他: 急性期入院脳卒中者における超音波診断装置を用いた下肢筋厚, 筋輝度測定 of 信頼性と最小可検変化量の検証. *理学療法科学*, 2021, 36: 239-246.
 - 26) Domholdt E: *Physical Therapy Research: Principles and Applications*, 2nd ed. WB Saunders, Philadelphia, 2000, pp347-335.
 - 27) Fox TA: Dysplasia of the quadriceps mechanism: hypoplasia of the vastus medialis muscle as related to the hypermobile patella syndrome. *Surg Clin North Am*, 1975, 55: 199-226.
 - 28) Nozoe M, Kubo H, Furuichi A, et al.: Validity of quadriceps muscle thickness measurement in patients with subacute stroke during hospitalization for assessment of muscle wasting and physical function. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2017, 26: 438-441.
 - 29) Rosenberg IH: Summary comments: epidemiological and methodological problem in determining nutritional status of older persons. *Am J Clin Nutr*, 1989, 50: 1231-1233.