地域在住要支援・要介護高齢者におけるフレイル要因 および身体各部位筋厚の性差の検討

The examinations of sex difference between frailty factor and site-specific muscle thickness in community-dwelling older adults under long-term care.

福尾 実人¹⁾, 村木 里志²⁾

Jitsuhito Fukuo¹⁾, Satoshi Muraki²⁾

要旨：【目的】本研究では，男女間におけるフレイル要因および身体各部位筋厚の性差を検討した。【方法】対象は要支援1から要介護2までの要支援・要介護男女高齢者37名とし，男性高齢者22名と女性高齢者15名に分類した。フレイルの評価には基本チェックリストを用いた。身体6部位の筋厚に加え，身長，体重，BMIを測定した。【結果】男性高齢者では女性高齢者と比べて閉じこもり傾向にあった。各部位筋厚では男性高齢者に比べて女性高齢者は大腿前部，上腕前部，上腕後部，下腿前部に有意な低値を認めたが，大腿後部と下腿後部の筋厚には性差を認めなかった。【結論】本研究結果より，要支援・要介護高齢者では性差の特徴に応じた介護予防の実践が期待される。

キーワード：地域在住要支援・要介護高齢者，フレイル要因，身体各部位筋厚，性差

Abstract: Objective: In this study, we investigated sex differences in frail factors and site-specific muscle thickness.

Methods: The subjects in the study were thirty-seven men and women issued with mild support required 1 to needs nursing care 2. They were classified into 22 men and 15 women. Kihon checklist was used to evaluate frailty. Muscle thickness of six regions of the body, as well as body height, body weight, body mass index (BMI) were measured.

Results: The tendency to be housebound was higher in men than in women. The muscle thickness of the anterior thigh, anterior upper arm, posterior upper arm, and anterior lower legs were significantly lower in women than in men.

Conclusion: The results of this study revealed that the prevention of frailty while considering the characteristics of sex differences are expected to be practiced.

Key word: Community-dwelling older adults under long-term care, Frailty factor, Site-specific muscle thickness, Sex difference

受付日：2021年4月6日，採択日：2021年8月11日

¹⁾ 日立造船健康保険組合 因島総合病院リハビリテーション部 〒722-2323 広島県尾道市因島土生町2561番地
Department of Rehabilitation, Innoshima General Hospital
E-mail : fxsfs838@gmail.com

²⁾ 九州大学大学院芸術工学研究院
Graduate School of Design, Kyushu University

I. はじめに

わが国は諸外国に例をみないスピードで人口高齢化が進んでおり、2065年には3.9人に1人が75歳以上の後期高齢者となる¹⁾。高齢になると心身の機能の減衰が原因となるフレイルの割合が高くなる²⁾。65歳以上の日本人高齢者におけるフレイルの有症率を示したシステマティックレビューによる報告では男性7.6%、女性8.1%、男女全体では7.4%となるが、加齢とともにその割合は女性に高くなり³⁾、特に高齢期においてはフレイルの有症率に性差が認められることが推察される。また、フレイルは筋量の減少により進行が速まり⁴⁾、その中核要因としてサルコペニアが深く関係していることが示されている⁵⁾。さらに、高齢期におけるフレイルでは身体的側面に加えて精神・心理的および社会的な側面の問題⁶⁾により活動量が低下し、遂には筋量が減少するサルコペニアにまで至るサイクルを形成する⁷⁾。以上のことから、フレイルそして要介護化を効果的に予防するためには、筋量低下の問題とフレイルの3側面（身体的、精神・心理的、社会的）の両面を評価する必要がある。

地域在住高齢者を対象とした筋厚の測定には小型で持ち運びやすく、多様なフィールドで評価できる超音波診断装置を用いている⁸⁾。この超音波診断装置は、高齢者の筋厚の測定において信頼性と妥当性が報告されている⁹⁾。また、Miyataniら¹⁰⁾は上腕、大腿、下腿の各部位の筋厚とそれらの部位の筋横断面積が強い正の相関を認めると報告しており、各部位の筋厚では筋量の大小の指標となることが示唆されている。これらのことから、筋厚の測定はサルコペニアおよびフレイルを早期に発見できる有用な測定方法であると考えられる。

これまで、50歳以上の地域在住中高齢者を対象としたAbeら¹¹⁾の研究によると、男女間では大腿前部に加えて大腿後部の筋厚に有意な差を認めており、その他の上腕前・後部、肩甲骨下部、腹部、下腿前・後部の筋厚においても男性は女性よりも高値を示している¹²⁾。一方、入院をしている40歳以上の日本人肥満中高齢患者を対象としたIdoら¹³⁾の研究においては、男女間の四肢および全身の筋量は男性で高値を示しているが、身体各部位筋厚では上腕後部および大腿前・後部で有意な差は認められていない。これらのことから、健常な地域在住中高齢者と前述¹³⁾のような入院中の中高齢者では身体各部位筋厚の性差は異なることが示唆される。しかしながら、これまでの報告^{11,12)}では高齢

期の対象者および入院患者の身体各部位筋厚の性差を調査した報告は散見されているが、地域在住要支援・要介護高齢者の身体的および精神・心理的、社会的な3側面を含んだフレイル要因と身体各部位筋厚の性差を調査した報告はみられない。

そこで、本研究では男性高齢者と女性高齢者の間においてフレイルの3側面の問題および身体各部位の筋厚に性差が生じるという仮説に基づき、地域在住要支援・要介護高齢者におけるフレイルの3側面と身体各部位筋厚の性差を検討することを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対 象

対象は要支援1から要介護2までの要支援・要介護の男女高齢者37名とし、その性別の内訳は65.6～86.6歳の男性要支援・要介護高齢者（男性高齢者）22名（平均年齢±標準偏差：76.6±5.7歳）、62.9～89.1歳の女性要支援・要介護高齢者（女性高齢者）15名（平均年齢±標準偏差：79.8±8.6歳）とした。

対象者の除外基準は、杖や歩行補助具の有無に関わらず歩行に介助を必要とする者、最近6か月以内に脳卒中などの神経系疾患や整形外科疾患を起こした者、認知症により意思疎通が困難な者とした。ただし、本研究の要支援・要介護高齢者群は通所サービスおよび訪問リハビリテーション（訪問リハビリ）を利用しているため、そこでの週1回以上の30分から1時間程度のリハビリテーション（リハビリ）をしている者が含まれている。

すべての対象者には、事前に研究の趣旨と目的を十分に説明し、書面により研究参加への同意を得た。研究の参加は自由意志であること、調査に協力しないことや途中で中止した場合であっても対象者には不利益を生じることがないこと、測定中後においても同意を撤回できることを説明した。本研究は、九州大学大学院芸術工学研究院の実験倫理委員会の承認（番号：234）を受けて実施した。

2. 方 法

2-1 身体計測

各対象者の身長および体重を測定し、得られた測定値からBody Mass Index [BMI：体重（kg）／身長（m）²] を求めた。

2-2 フレイルの評価

フレイルの評価には、厚生労働省が示している基本チェックリストを用いた¹⁴⁾。この基本チェックリストの下位項目はフレイルの身体的、精神・心理的および社会的な3つの側面を総合的に評価することが示唆されている¹⁵⁾。

2-3 身体各部位筋厚の計測

身体各部位の筋厚の指標としては超音波Bモード装置(SSA-640A Viamo, TOSHIBA)を用いて、上腕前・後部、大腿前・後部、下腿前・後部を測定した。測定部位の解剖学的位置は、安部ら¹⁶⁾が報告しているものと同一とした(表1)。対象者はマットレスもしくはベッド上にて安静臥位姿勢となり、解剖学的肢位になるよう姿勢を調節した。筋厚の測定部位は利き手側または健常側とした。はじめに、身体前面の部位(上腕前部、大腿前部、下腿前部)を仰臥位安静姿勢にて測定を行った。次に、身体後面の部位(上腕後部、大腿後部、下腿後部)を腹臥位安静姿勢にて測定した。測定中、対象者には撮影する筋に力を入れないよう指示した。超音波プローブには超音波用ゼリーを塗布し、対象者の筋組織を圧迫しないよう皮膚表面上に接触させた。超音波プローブは短軸方向に走査して筋肉の横断面を撮影した。各横断面画像は皮下脂肪組織と筋組織との境界から筋組織と骨組織との境界までの長さを計測し、その値を各部位における筋厚とした。その測定は、超音波診断装置による筋厚の評価方法に習熟した著者が各部位1回ずつ行い、その測定した値を代表値(mm)として用いた。なお、本研究では女性高齢者は男性高齢者と比べて体型(身長・体重)が大きく異なるため、男女別に筋厚と身長および体重の相関関係を分析した。その結果、各部位の筋厚と体重は上腕前部(男性 $r=0.695$, 女性 $r=0.599$)および後部(男性 $r=0.585$, 女性 $r=0.641$)、大腿前部(男性 $r=0.810$, 女性 $r=0.625$)および後部(男性 $r=0.484$, 女性 $r=0.613$)、下腿前部(男性 $r=$

0.584)に有意な正の相関を認めた。一方、各部位の筋厚と身長に有意な相関関係は認められなかった。そのため、本研究では形態上の違いによる影響を除外するため、筋厚(mm)を体重の1/3乗(体重^{1/3})で除した数値を筋厚補正值として用いた¹⁷⁾。算出式は下式の通りである。

$$\text{筋厚補正值 (mm/kg}^{1/3}\text{)} = \text{筋厚 (mm)} / \text{体重}^{1/3}$$

2-4 統計処理

各測定項目の正規性をShapiro-Wilk検定にて確認した。男性高齢者群と女性高齢者群による2群間の比較には、対応のないt検定またはMann-WhitneyのU検定を用いた。また、2群間の要介護度別の人数(%)は名義尺度として検定した後、すべての項目においてセルの期待度数は5未満であったためFisherの正確確率検定を用いた。有意水準は5%とした。統計ソフトは、IBM社SPSS ver 23.0 for Windowsを用いた。

III. 結 果

身体的特性および要介護度、基本チェックリスト総合点および下位項目の2群間の比較を表2に示す。基本チェックリストの下位項目をそれぞれ2群間で比較した結果、男性高齢者は女性高齢者よりも閉じこもりの得点のみ有意に高値を示したが、その他の下位項目の得点では有意な差は認められなかった。

身体各部位の筋厚(mm)および筋厚補正值(mm/kg^{1/3})の2群間の比較を表3に示す。男性高齢者群に比べて女性高齢者群では上腕前部および後部、大腿前部、下腿前部の筋厚および筋厚補正值に有意な低値を認めた。それらの筋厚補正值は大腿前部、上腕前部、上腕後部、下腿前部の順に性差が大きかった。一方、大腿後部と下腿後部に有意な差は認められなかった。

IV. 考 察

男性高齢者群では女性高齢者群に比べて下位項目の閉じこもりのみ有意な高値を認めた。健常な地域在住

表1. 身体各部位筋厚の解剖学的位置および測定筋

測定部位	解剖学的位置	測定筋
上腕 前部	肩峰突起から上腕骨外側上顆の遠位60%	上腕二頭筋, 上腕筋
上腕 後部		上腕三頭筋
大腿 前部	大転子から大腿骨外側顆の中間	大腿四頭筋
大腿 後部		半膜様筋, 大内転筋
下腿 前部	脛骨外側顆から腓骨外果の遠位30%	前脛骨筋
下腿 後部		腓腹筋, ヒラメ筋

表 2. 要介護男性高齢者群と要介護女性高齢者群における各測定項目の群間比較 (n=37)

分類	項目	男性高齢者 (n=22)	女性高齢者 (n=15)	有意確率 (p 値)
身体的特性	年齢 (歳)	76.6±5.7	79.8±8.6	0.101
	身長 (cm)	162.9±3.6	148.8±6.8	<0.000
	体重 (kg)	63.4±9.1	48.0±9.7	<0.000
	BMI (kg/m ²)	23.9±3.6	21.6±3.8	0.068
要介護度	要支援 1 (%)	5 (22.7)	4 (26.7)	0.541
	要支援 2 (%)	6 (27.3)	6 (40)	0.323
	要介護 1 (%)	3 (13.6)	1 (6.7)	0.461
	要介護 2 (%)	8 (36.4)	4 (26.7)	0.401
フレイル 基本チェックリスト	総合点 (点)	10.5±3.6	11.4±3.8	0.803
	手段的生活活動: No. 1~3 (点)	1.9±1.3	2.1±0.9	0.724
	社会的生活活動: No. 4~5 (点)	0.9±0.6	0.7±0.6	0.547
	身体機能: No. 6~10 (点)	2.8±1.3	3.3±1.0	0.242
	栄養状態: No. 11~12 (点)	0.4±0.5	0.5±0.5	0.313
	口腔機能: No. 13~15 (点)	1.0±1.0	1.4±1.2	0.359
	閉じこもり: No. 16~17 (点)	1.0±0.7	0.5±0.5	<0.020
	認知機能: No. 18~20 (点)	0.8±1.0	0.9±0.9	0.383
	抑うつ気分: No. 21~25 (点)	1.8±1.4	1.9±1.7	0.899

平均値±標準偏差, 人数 (名, %)

表 3. 要介護男性高齢者群と要介護女性高齢者群における身体各部位筋厚の群間比較 (n=37)

分類	項目	男性高齢者 (n=22)	女性高齢者 (n=15)	有意確率 (p 値)
身体各部位筋厚 (mm)	上腕前部 (mm)	27.6±4.4	19.3±3.5	<0.000
	上腕後部 (mm)	18.3±5.9	13.6±4.1	<0.010
	大腿前部 (mm)	27.1±7.6	18.1±5.6	<0.000
	大腿後部 (mm)	41.4±6.9	38.9±7.1	0.188
	下腿前部 (mm)	26.6±2.7	22.3±0.0	<0.000
	下腿後部 (mm)	44.6±7.1	40.5±6.8	0.093
身体各部位筋厚補正值 (mm/kg ^{1/3})	上腕前部 (mm/kg ^{1/3})	6.9±0.9	5.2±1.1	<0.000
	上腕後部 (mm/kg ^{1/3})	4.6±1.3	3.6±1.0	<0.018
	大腿前部 (mm/kg ^{1/3})	6.7±1.6	4.7±1.4	<0.000
	大腿後部 (mm/kg ^{1/3})	10.4±1.6	10.3±2.0	0.710
	下腿前部 (mm/kg ^{1/3})	6.7±0.6	5.9±1.0	<0.004
	下腿後部 (mm/kg ^{1/3})	11.2±1.7	10.7±2.2	0.481

平均値±標準偏差

男女高齢者を対象とした渡辺ら¹⁸⁾の研究では、男性は女性よりも閉じこもり率が有意に高いことが示唆されている。また、全国の大規模データを用いて健常な地域在住高齢者における外出行動や社会的・余暇活動の性差を調査した斎藤ら¹⁹⁾の研究においては、男性が女性よりも団体・会への参加や友人・知人との交流が少ないことを報告している。このように、男性高齢者では地域での活動参加や他者交流の頻度が減少し、閉じこもりになることが考えられ、本研究でも先行研究^{18,19)}を支持する結果となった。

男性高齢者群に比べて女性高齢者群では大腿前部、上腕前部および後部、下腿前部の筋厚補正值に有意な低値を認めた。それらの筋厚補正值は大腿前部 (−29.9%), 上腕前部 (−25.4%), 上腕後部 (−22.5%), 下腿前部 (−11.8%) の順に性差が大きいことが示された。20歳代から70および80歳代の男女を対象とした福元ら²⁰⁾の研究によると、男性では女性と比べて膝関節伸筋群横断面積の値が高値を示しており、その性差は下肢筋群のなかでも最も大きいことを報告している。さらに、男女別にそれぞれ上下肢の各部位筋力を調査

した Bohannon ら²¹⁾の研究では、高齢期の膝伸展筋力は性差が大きい。筋厚は筋力との関係が深く、特に大腿前部の筋厚と膝伸展筋力には強い正の相関が認められている²²⁾。これらのことから、高齢期では大腿前部の筋厚補正值は各部位のなかでも性差が大きいことが考えられる。

上腕前部および後部の筋厚補正值では大腿前部に比べて性差は小さかった。成人を対象とした金久²³⁾の報告においては、身体各部位筋厚の性差は下肢よりも上肢に大きく表れることを示唆している。しかしながら、本研究では要支援・要介護高齢者を対象としており、上腕部の筋厚補正值は大腿前部の筋厚補正值よりも性差が小さく、前述の先行研究²³⁾と一致しなかった。

男性高齢者群では女性高齢者群と比べて下腿前部の筋厚補正值に有意な高値を認めたが、大腿前部および上腕前・後部に比べると性差は小さい。70歳代の男女高齢者を対象とした宮谷ら¹⁷⁾の研究によると、男性では女性に比べて各部位の筋厚補正值は有意に高値を示しており、下腿前部（-1.4%）においては大腿前部（-11.5%）に比べて性差が小さい。さらに、70歳代の男女高齢者を対象とした Bohannon ら²¹⁾の研究において、男性は女性に比べて各部位の筋力が有意に高値を示しているが、足背屈筋力（-9.3%）では膝伸展筋力（-23.3%）よりも性差は小さい。これらのことから、要支援・要介護高齢者の下腿前部の筋厚補正值では、大腿前部および上腕部の筋厚補正值よりも性差は小さいことが推察される。

一方、本研究では男性高齢者群と女性高齢者群の間で大腿後部および下腿後部の筋厚補正值に有意な差を認めなかった。70歳代の男女高齢者を対象とした宮谷ら¹⁷⁾の研究では、身体各部位の大腿後部および下腿後部の筋厚補正值に性差は認めなかったことが報告されている。このように、身体各部位筋厚のなかでも大腿後部および下腿後部の筋厚補正值は性差の影響を受けにくいことが示唆されており、本研究の結果とも一致した。

本研究では、地域在住要支援・要介護高齢者における男女間の身体各部位筋厚とフレイルの3側面の性差を検証した。その結果、男性高齢者群では女性高齢者群に比べて大腿前部、上腕前部および後部、下腿前部の筋厚補正值は有意に高値を認めたが、大腿後部および下腿後部の筋厚補正值に有意な差は認められなかった。さらに、男性高齢者群では、女性高齢者群と比べて閉じこもりの傾向が高いことが示唆された。これま

での介護予防では、性差に応じた身体各部位筋厚とフレイルへの対策はされていない。本研究の結果から、要支援・要介護高齢者では性別に応じた介護予防方法の提案が期待される。

本研究の限界として、対象となった要支援・要介護高齢者群は通所サービスおよび訪問リハビリでのリハビリを行っている者である。したがって、要支援・要介護高齢者群の対象者におけるリハビリの介入が身体各部位の筋厚補正值に一部影響を及ぼしている可能性がある。今後はリハビリでの運動強度や頻度などにも着目しながら、身体各部位筋厚との関連性を検討していきたい。

利益相反

本研究に関して、開示すべき利益相反はない。

引用文献

- 1)内閣府：令和元年度版高齢社会白書（概要版）高齢化の状況。東京，2019，2-6。
- 2)鈴木隆雄：介護予防とフレイルー科学的根拠に基づく健康維持と予防対策ー。アンチ・エイジング医学，2016，12（5）：607-612。
- 3)Kojima G, Iliffe S, Taniguchi Y, et al: Prevalence of frailty in Japan: A systematic review and meta-analysis. J Epidemiol. 2017, 27 (8): 347-353.
- 4)Xue QL, Bandeen-Roche K, Varadhan R, et al: Initial manifestations of frailty criteria and the development of frailty phenotype in the Women's Health and Aging Study II. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2008, 63 (9): 984-990.
- 5)Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al: Frailty in older adults: evidence for a phenotype. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2001, 56 (3): M 146-156.
- 6)一般社団法人日本老年医学会ホームページ フレイルに関する日本老年医学会からのステートメント。
http://www.jpn-geriat-soc.or.jp/info/topics/pdf/2014513_01_01.pdf (2021年3月20日引用)
- 7)山田陽介，山縣恵美，木村みさか：フレイルティ&サルコペニアと介護予防。京府医大誌，2012，121(10)：535-547。
- 8)Abe T, Sakamaki M, Yasuda T, et al: Age-related, site-specific muscle loss in 1507 Japanese men and women aged 20 to 95 years. J Sports Sci Med. 2011, 10(1): 145-150.
- 9)Nijholt W, Scafoglieri A, Jager-Wittenaar H, et al : The reliability and validity of ultrasound to quantify muscles in older adults: a systematic review. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2017, 8 (5): 702-712.
- 10)Miyatani M, Kanehisa H, Ito M, et al : The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. Eur J Appl Physiol. 2004, 91 (2-3): 264-272.
- 11)Abe T, Patterson KM, Stover CD, et al : Site-specific thigh

- muscle loss as an independent phenomenon for age-related muscle loss in middle-aged and older men and women. *AGE*, 2014, 36 (3): 1353-1358.
- 12) Abe T, Loenneke JP, Young KC, et al. : Validity of ultrasound prediction equations for total and regional muscularity in middle-aged and older men and women. *Ultrasound Med Biol*, 2015, 41 (2): 557-564.
- 13) Ido A, Nakayama Y, Ishii K, et al. : Ultrasound-derived abdominal muscle thickness better detects metabolic syndrome risk in obese patients than skeletal muscle index measured by dual-energy X-ray absorptiometry. *PLoS ONE*, 2015, 10 (12): e0143858.
- 14) 基本チェックリストの考え方について（平成18年3月審査分）.
<http://www.mhlw.go.jp/topics/2007/03/dl/tp0313-1a-11.pdf>
（2021年3月20日引用）
- 15) Sewo Sampaio PY, Sampaio RA, Yamada M, et al.: Systematic review of the Kihon Checklist: Is it a reliable assessment of frailty?. *Geriatr Gerontol Int*. 2016, 16 (8): 893-902.
- 16) 安部孝, 福永哲夫：日本人の体脂肪と筋肉分布. 杏林書院, 1995, 34-50.
- 17) 宮谷昌枝, 東香寿美, 金久博昭・他：下肢筋厚における加齢変化の部位差および性差－20歳代と70歳代の比較－. *体力科学*, 2003, 52 (suppl) : 133-140.
- 18) 渡辺美鈴, 渡辺丈眞, 松浦尊磨・他：自立生活の在宅高齢者の閉じこもりによる要介護の発生状況について. *日老医誌*, 2005, 42(1) : 99-105.
- 19) 斎藤民, 近藤克則, 村田千代栄・他：高齢者の外出行動と・余暇的活動における性差と地域差－JAGES プロジェクトから－. *日本公衛誌*, 2015, 62(10) : 596-608.
- 20) 福元清剛, 石内愛美, 中島弘貴・他：日本人男女の下肢筋横断面積の加齢変化. *日本生理人類学会誌*, 2018, 23(3) : 87-95.
- 21) Bohannon RW: Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Arch Phys Med Rehabil*, 1997, 78(1) : 26-32.
- 22) 村木里志, 福田修, 福元清剛：筋の厚さ（量）と硬さ（質）から筋力を推定する方法の開発. *健康医科学研究助成論文集*, 2009, 24 : 126-133.
- 23) 金久博昭：筋量・筋力における性差. *体力科学*, 2016, 65 (1) : 43.