

地域在住高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量との関連性

福尾, 実人

<https://hdl.handle.net/2324/4475135>

出版情報 : Kyushu University, 2020, 博士 (芸術工学) , 課程博士
バージョン :
権利関係 :



地域在住高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量との関連性

The relationship between frailty and site-specific muscle mass
in community-dwelling elderly people

福尾 実人

Jitsuhito Fukuo

2021年3月

目次

第一章 序論	1
1.1. わが国の高齢化の現状とその対策	2
1.2. フレイルの概括	3
1.2.1. フレイルの概念	3
1.2.2. フレイルの構成	3
1.3. 加齢に伴う骨格筋量の低下とその特徴	11
1.3.1. サルコペニアの概念	13
1.3.2. サルコペニアの判定方法	13
1.3.3. 骨格筋量の評価	16
1.3.4. 筋力の評価	16
1.3.5. 身体機能の評価	16
1.4. サルコペニアとフレイルとの関係	17
1.5. サルコペニアにおける筋量の部位差	18
1.5.1. 健常群, フレイル群および要介護群間での筋量の部位差	18
1.5.2. フレイルの 3 側面と各部位筋量との関係性	19
1.5.3. 各部位筋量と性差との関係性	21
1.6. 研究の目的	22
1.7. 論文の構成	24
第二章 地域在住男性高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量との関連性 (研究課題 1)	25
2.1. はじめに	26

2.2.	方法	29
2.2.1.	対象	29
2.2.2.	測定項目	29
2.2.3.	統計処理	35
2.3.	結果	36
2.4.	考察	42
2.5.	結論	46

第三章	地域在住要介護男性高齢者における身体各部位筋量と身体機能の特徴 (研究課題 2)	47
-----	---	----

3.1.	はじめに	48
3.2.	方法	51
3.2.1.	対象	51
3.2.2.	測定項目	51
3.2.3.	統計処理	52
3.3.	結果	54
3.4.	考察	59
3.5.	結論	63

第四章	地域在住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量の性差 の検討 (研究課題 3)	64
-----	---	----

4.1.	はじめに	65
4.2.	方法	68
4.2.1.	対象	68

4.2.2. 測定項目	68
4.2.3. 統計処理	70
4.3. 結果	71
4.4. 考察	74
4.5. 結論	78
第五章 総括	79
5.1. 各章のまとめ	80
5.2. 本研究の知見の応用性	82
5.3. 本研究の限界と今後の課題	87
5.4. 結論	88
引用文献	89
謝辞	107

第一章 序論

1.1. わが国の高齢化の現状とその対策

わが国は、諸外国に例をみないスピードで高齢化が進んでいる。令和元年度の高齢化率の調査をみると、総人口に占める65歳以上の高齢者の割合は28.1%、65～74歳未満の前期高齢者は13.9%、75歳以上の後期高齢者では14.2%であり前期高齢者を上回っており、その後の2065年においては3.9人に1人が75歳以上になると推計されている¹⁾。そのような後期高齢者の特徴は、①心身の機能の減衰が顕在化、②老年症候群、虚弱（フレイル）および認知症の発症、③医療機関の受診割合が高い、④要介護認定の割合が高い、とされている²⁾。そのため、高齢期では日常生活動作に制限がない期間とされる健康寿命を延ばす取り組みが必要であり、今後は高齢者がフレイルさらに要介護へと陥ることを防ぐための介護予防への取り組みが必要となる。

介護予防は、「要介護状態の発生をできる限り防ぐ（遅らせる）こと、そして要介護状態にあってもその悪化をできる限り防ぐこと、さらには軽減を目指すこと」と定義されており、その概念は一次予防、二次予防、三次予防の三段階に整理されている。まず、一次予防は活動的な状態にある健康高齢者を対象に活動性の維持・向上、二次予防は要支援・要介護状態に陥るリスクが高いフレイル高齢者を早期発見し予防すること、そして三次予防は要支援・要介護高齢者を対象とした要介護状態の改善や重度化を防止するものである³⁾。このように、高齢期では健康な状態を経て、身体機能および身体活動が低下するフレイルの状態となり、日常生活動作に介助を要する要介護状態に陥る危険性が高い。そのため、高齢者においてはそれぞれの段階および性差に適した介護予防を実践する必要があるが、特に高齢者の健康寿命を延ばすためには要介護者の前段階となるフレイル者への対策が重要となる。

1.2. フレイルの概括

1.2.1. フレイルの概念

後期高齢者の多くは健康な状態からフレイルの中間段階を経て、要介護状態に至ることが示されている。2014年に日本老年医学会⁴⁾はフレイルを「身体的な問題のみならず、精神・心理的問題および社会的問題を含む概念である」とし、その多面性を示している。そして、フレイルはしかるべき介入により再び健康な状態に戻るという可逆性を含んでいることから、フレイル高齢者では適切な介入により生活機能の維持・向上を図ることが期待されている。

わが国では65歳以上の地域在住高齢者におけるフレイルの有症率が7.4%となり、また年齢別においては65～69歳1.9%、70～74歳3.8%、75～79歳10.0%、80～84歳20.4%、85歳以上35.1%となっており⁵⁾、フレイルは加齢により有症率が高くなると言える。さらに、要支援・要介護に陥る原因においてフレイルの割合は高く⁶⁾、高齢期ではフレイルを予防することが重要となる。

1.2.2. フレイルの構成

1.2.2.1. 身体的フレイルの定義

Morleyら⁷⁾によると身体的フレイルは、「多数の原因および要因による医学的な症候群で、筋力や持久力など生理的機能の低下が特徴であり、個々の脆弱性が増加することで要介護状態や死亡する危険性が高くなった状態」と定義されている。その身体的フレイルの診断基準として、Friedら⁸⁾は①体重減少、②筋力低下、③疲労感、④歩行速度の低下、⑤活動量の低下の5つの項目から1～2項目に該当する者をプレフレイル、3つ以上の項目に該当する者をフレイルと定めている(表1-1)。また、身体的フレイルはサルコペニアを中核要因とし、それぞれの診断項目は相互的に悪循環をなす「フレイルサイクル」を形成することを示している(図1-1)。

1.2.2.2. 精神・心理的フレイルの定義

精神・心理的フレイルは、大きく分けて認知機能障害と抑うつが挙げられる。認知的フレイルの診断基準は、「アルツハイマー病またはその他の認知症を有さず、軽度の認知機能機能障害（Clinical Dementia Rating (CDR) =0.5点）と判定された者」としている⁹⁾。このCDR=0.5点と判定されている者は軽い記憶、見当識、問題解決能力の低下が該当している。そのため、本研究の認知的フレイルは、「認知症と診断されず、軽い記憶、見当識、問題解決能力の低下を認める軽度認知機能障害のある者」と定義する。一方、心理的フレイルは抑うつを含んでいる⁴⁾が、その定義については定まっていない。地域在住高齢者を対象としたShimadaら¹⁰⁾の研究において、抑うつを評価する質問票の結果では全体の20%以上に気分の落ち込みが認められた。この気分の落ち込みをフレイルの概念⁴⁾に当てはめると、高齢期では心理的ストレスに対する脆弱性が亢進し、生活機能障害、要介護状態、死亡などの転帰に陥りやすい状態と仮に定義することができる。また、心理的フレイルは身体的フレイルを進行させるリスクが高く¹¹⁾、両者の関係性は深いことが示されている^{12,13)}。以上のことから、本研究では心理的フレイルの診断基準として気分の落ち込みすなわち抑うつ気分を評価指標として用いる。

1.2.2.3. 社会的フレイルの定義

社会的フレイルの定義は現時点において定まっていない¹⁴⁾。しかし、藤原¹⁵⁾はフレイルの概念との整合性をとり、社会的フレイルを「社会活動への参加や社会的交流に対する脆弱性が増加している状態」と定義している。この社会的フレイルの診断については独居、外出頻度、友人の訪問、家族との接触などについての質問より2つ以上問題がある場合としている¹⁴⁾。さらに、わが国の65歳以上の地域在住高齢者を対象としたMakizako¹⁶⁾らの研究においては、社会的フレイルの5つの質問項目（表1-2）を用いて診断し、高齢期の社会的フレイルと要介護の発生リスクとの関係性を調査している。その

結果、5つの質問項目のうちでは1項目以上の該当を社会的プレフレイル、2項目以上の該当を社会的フレイルと診断しており、社会的フレイルを有する者は2年間での新規の要介護認定リスクが高くなる。

1.2.2.4. フレイルの3側面との関係性

これまでの項において、フレイルの3側面はそれぞれが低下することによりフレイルの状態になることを示唆している。しかしながら、フレイルは3つの側面を含む概念⁴⁾としており、これらはそれぞれ単独で、または互いに関連し合いながらフレイルの状態に至ることが示されている¹⁷⁾。すなわち、フレイルの3側面は身体的なフレイルサイクル（図1-1）に加えて精神・心理的および社会的フレイルのそれぞれが相互に関係し合い悪循環を成す一つのサイクルを形成している（図1-2）¹⁸⁾。従って、高齢期ではフレイルの3つの側面を一面的ではなく多面的に評価する必要がある。

1.2.2.5. フレイルの3側面の評価指標

フレイルの評価指標には統一された基準はないが、主要な診断方法としてFreidらの診断基準とFrailty Indexの2つに大別されている¹⁹⁾。前者は身体的フレイル⁸⁾を、後者は加齢による健康障害²⁰⁾をフレイルの診断基準として用いている。そのため、この両者の診断基準ではフレイルの3側面の評価指標として用いることが難しい。

その一方で、わが国では独自のフレイル高齢者の評価指標として基本チェックリストを作成している²¹⁾。この基本チェックリストは25項目の質問で構成されており、その下位項目の内訳は手段的生活活動3項目、社会的な生活活動2項目、身体機能5項目、栄養状態2項目、口腔機能3項目、閉じこもり2項目、認知機能3項目、抑うつ気分5項目となる（表1-3）。また、下位項目をみると、身体的フレイルとして身体機能および栄養状態の項目が、精神・心理的フレイルとして認知機能および抑うつ気分の項目が、

社会的フレイルとして社会的な生活活動および閉じこもりの項目が該当しており、それらを評価することはフレイルの3側面を総合的に評価できることを示している²²⁾。

基本チェックリストは各質問に対して、「はい・いいえ」で回答をする。その評価方法は25項目の質問中のそれぞれ下位項目につき1点で加点をしていき、総合点は25点となる。Satakeら²³⁾は、基本チェックリストの3点以下を健常、4～7点をプレフレイル、8点以上をフレイルと診断した。さらに、基本チェックリストの下位項目を各分野7つの項目に分け、フレイル高齢者を選定するための該当基準を設定している²⁴⁾。その判定方法は、①手段的・社会的な生活活動5項目のうち3項目以上に該当²⁵⁾、②身体機能5項目のうち3項目以上に該当、③栄養状態2項目に該当、④口腔機能3項目のうち2項目以上に該当、⑤閉じこもり2項目のうちNo.16に該当、⑥認知機能3項目のうち1項目以上に該当、⑦抑うつ気分5項目のうち2項目以上に該当、としている²⁴⁾。

表 1-1. Fried らのフレイルの診断基準

項目	診断基準
① 体重	1年間で体重が 4.5 kg 以上減少
	女性 BMI \leq 23 \rightarrow \leq 17 kgf BMI23.1~26 \rightarrow \leq 17.3 kgf BMI26.1~29 \rightarrow \leq 18 kgf
② 筋力 (握力)	BMI $>$ 29 \rightarrow \leq 21 kgf 男性 BMI \leq 24 \rightarrow \leq 29 kgf BMI24.1~26 \rightarrow \leq 30 kgf BMI26.1~28 \rightarrow \leq 30 kgf BMI $>$ 28 \rightarrow \leq 32 kgf
③ 疲労感	Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D) A. 何をするのも面倒だ B. 何かを始めることができない \rightarrow いずれか一方で, 1週間で 3~4 日以上と回答
④ 歩行速度 15feet (4.57m)	女性 \leq 身長 159 cm \rightarrow 7 秒以上 $>$ 身長 159 cm \rightarrow 6 秒以上 男性 \leq 身長 173 cm \rightarrow 7 秒以上 $>$ 身長 173 cm \rightarrow 6 秒以上
⑤ 活動量	女性 : 270 kcal/週未満 男性 : 383 kcal/週未満
フレイル	\rightarrow 3 つ以上に該当
プレフレイル	\rightarrow 1 または 2 項目に該当

(文献 8) より抜粋)

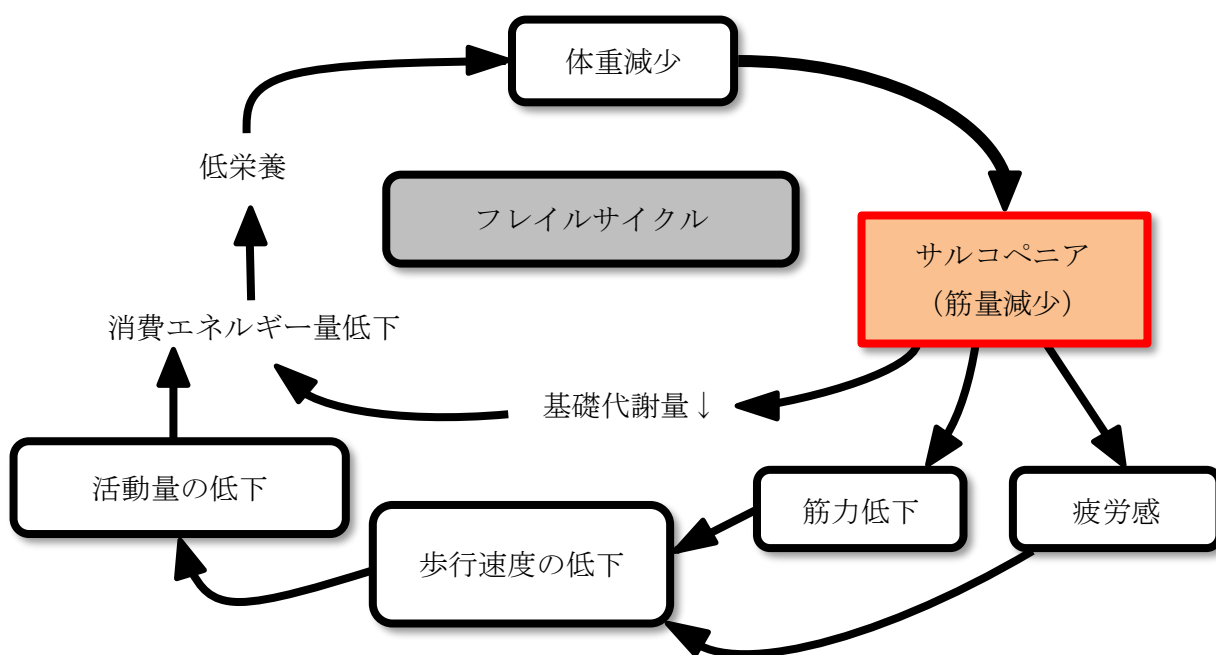


図 1-1. フレイルサイクル

(文献 8) より抜粋)

表 1-2. 社会的フレイルの定義

1. 昨年に比べて外出頻度が減った (はい)
2. 友人の家を訪ねる (いいえ)
3. 友人や家族は手伝ってくれるか (いいえ)
4. 独居 (はい)
5. 誰かと毎日話をするか (いいえ)

2 つ以上該当すれば社会的フレイル

(文献 16) より抜粋)

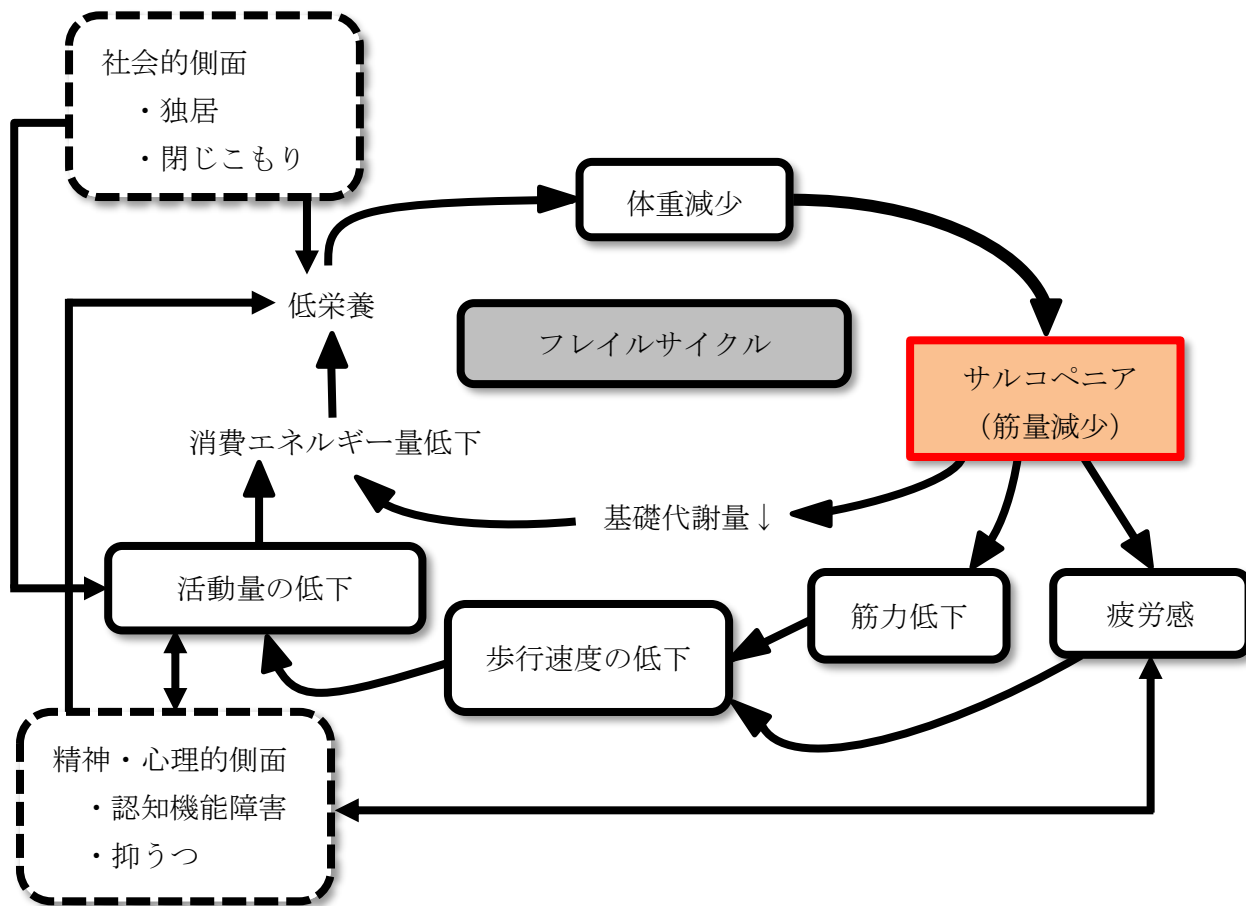


図 1-2. フレイルの 3 側面の関係性

(文献 18) より抜粋)

表 1-3. 基本チェックリスト

領域	No.	質問項目	回答	
手段的生活活動	1	バスや電車で1人で外出していますか	0. はい	1. いいえ
	2	日用品の買い物をしていますか	0. はい	1. いいえ
	3	預貯金の出し入れをしていますか	0. はい	1. いいえ
社会的生活活動	4	友人の家を訪ねていますか	0. はい	1. いいえ
	5	家族や友人の相談にのっていますか	0. はい	1. いいえ
身体機能	6	階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか	0. はい	1. いいえ
	7	椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がっていますか	0. はい	1. いいえ
	8	15分間位続けて歩いていますか	0. はい	1. いいえ
	9	この1年間に転んだことがありますか	1. はい	0. いいえ
	10	転倒に対する不安は大きいですか	1. はい	0. いいえ
栄養状態	11	6ヶ月間で2~3 kg以上の体重減少はありましたか	1. はい	0. いいえ
	12	身長 (cm) 体重 (kg) (*BMI 18.5未満なら該当) *BMI (=体重(kg)÷身長(m)÷身長(m))	1. はい	0. いいえ
口腔機能	13	半年前に比べて堅いものが食べにくくなりましたか	1. はい	0. いいえ
	14	お茶や汁物等でむせることがありますか	1. はい	0. いいえ
	15	口の渇きが気になりますか	1. はい	0. いいえ
閉じこもり	16	週に1回以上は外出していますか	0. はい	1. いいえ
	17	昨年と比べて外出の回数が減っていますか	1. はい	0. いいえ
認知機能	18	周りの人から「いつも同じ事を聞く」などの物忘れがあるとされますか	1. はい	0. いいえ
	19	自分で電話番号を調べて、電話をかけることをしていますか	0. はい	1. いいえ
	20	今日が何月何日かわからない時がありますか	1. はい	0. いいえ
抑うつ気分	21	(ここ2週間) 毎日の生活に充実感がない	1. はい	0. いいえ
	22	(ここ2週間) これまで楽しんでやれていたことが楽しめなくなった	1. はい	0. いいえ
	23	(ここ2週間) 以前は楽にできていたことが今ではおっくうに感じられる	1. はい	0. いいえ
	24	(ここ2週間) 自分が役に立つ人間だと思えない	1. はい	0. いいえ
	25	(ここ2週間) わけもなく疲れたような感じがする	1. はい	0. いいえ

(文献 21) より抜粋)

1.3. 加齢に伴う骨格筋量の低下とその特徴

高齢期における筋量の低下は身体的フレイルの中核要因となり⁸⁾、フレイルの進行を速めることが示されている²⁶⁾。加齢による四肢骨格筋量の低下をみると、若年者と比較すると高齢者では骨格筋面積の25～30%、筋力は30～40%減少していき、50歳になると毎年1～2%の筋量が減少している²⁷⁾。一般に加齢に伴う筋萎縮は上肢より下肢で著しい^{28, 29)}。この下肢の筋萎縮は大腿四頭筋、大・中殿筋、大腰筋³⁰⁾、下腿三頭筋³¹⁾など抗重力筋に多くみられる。さらに、若年期から高齢期までの男女の部位別筋量の減少率をみると、下肢は20歳代から加齢に伴い大きく減少していく(図1-3)一方で、上肢は高齢期から緩やかに減少し、体幹部では中年期頃まで緩やかに増加した後に減少している³²⁾。このように、部位別の筋量では減少率がそれぞれ異なり、高齢期においては特に下肢筋量の低下を予防することが重要となる。

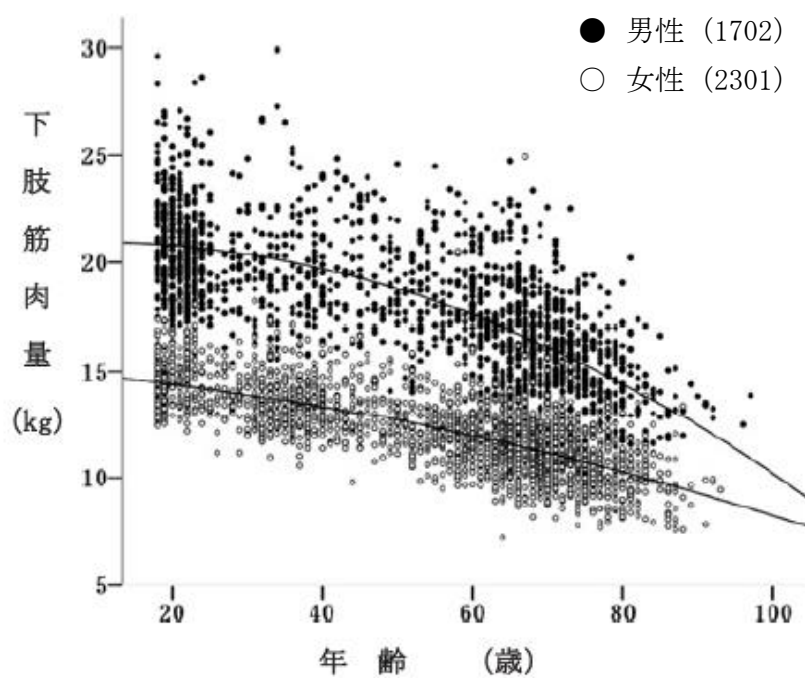


図 1-3. 加齢による下肢筋肉量の変化

(文献 32) より抜粋)

1.3.1. サルコペニアの概念

サルコペニア (sarcopenia) は、ギリシャ語で筋肉を意味する “sarx” と喪失を意味する “penia” からなる造語である。1989 年に Rosenberg³³⁾ は、サルコペニアを「加齢に伴う骨格筋量の減少」と定義している。その後、2010 年には European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) により、サルコペニアは「加齢に伴う筋量の減少だけでなく、筋力または身体機能も低下することを含む」とし、サルコペニアの定義と診断基準に関するコンセンサスを発表している³⁴⁾。このコンセンサスでは、サルコペニアは身体的および健康の障害につながり、そして運動障害から転倒後の骨折への危険性が高くなり、日常生活動作の低下、自立性の喪失および危険性が增大する症候群として定義されている。さらに、2014 年には Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS) から日本人を含むアジア人を対象としたコンセンサスが発表されている³⁵⁾。日本人男女高齢者を対象とした下方ら³⁶⁾の研究では、AWGS を用いてサルコペニアと診断した者は男性 9.6%、女性 7.7%の有症率が示されている。

1.3.2. サルコペニアの判定方法

サルコペニアは筋量、筋力および身体機能の面から総合的に判定される。例えば EWGSOP³⁴⁾は 2010 年に図 1-4 で示すような診断のためのアルゴリズムを作成している。加えて表 1-4 のように、サルコペニアの重症度を分類する基準³⁴⁾も提案している。さらに AWGS³⁵⁾は 2014 年にアジア人に対応できる診断として図 1-5 で示したようなアルゴリズムを作成している。

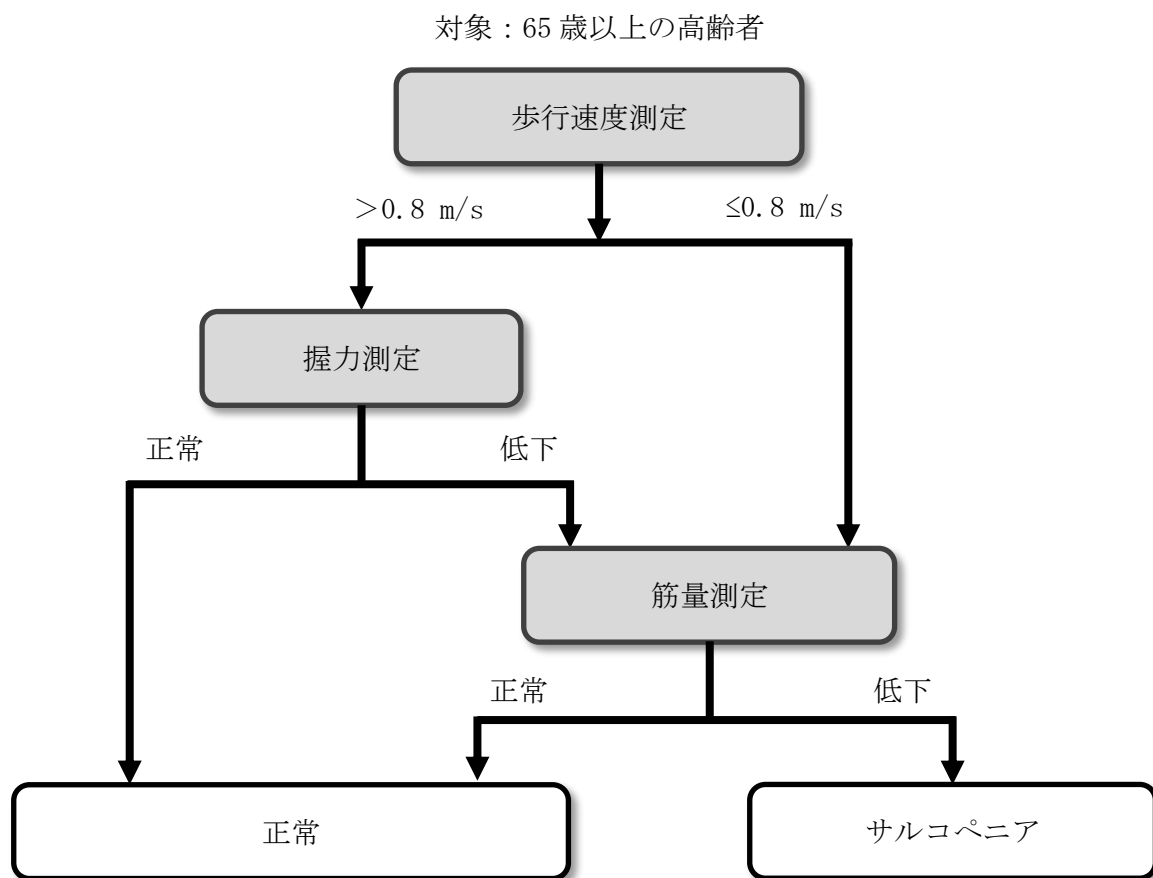


図 1-4. EWGSOP の診断基準

(文献 34) より抜粋)

表 1-4. サルコペニアの重症度分類

	筋量	筋力		身体機能
前サルコペニア	↓			
サルコペニア	↓	↓	or	↓
重度サルコペニア	↓	↓		↓

(文献 34) より抜粋)

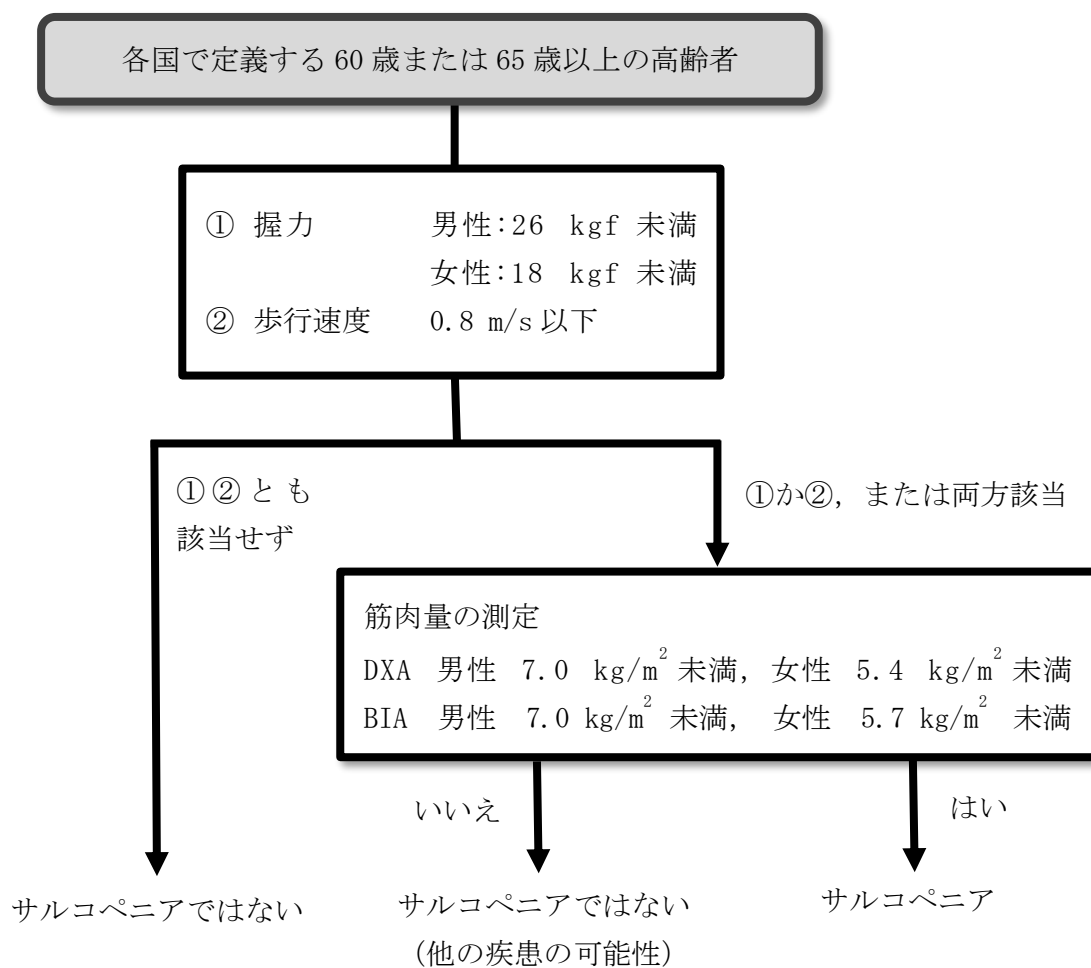


図 1-5. AWGS の診断基準

(文献 35) より抜粋)

1.3.3. 骨格筋量の評価

骨格筋量の評価には、主に二重エネルギーX線吸収法（dual-energy X-ray absorptiometry : DXA）と生体インピーダンス法（bioelectrical impedance analysis : BIA）の2つの方法が用いられている^{34,35)}。1998年に米国ニューメキシコ州に在住する883名を対象とした Baumgartner ら³⁷⁾の研究によると、サルコペニアを評価するためDXA法を筋量の測定に用いており、その値は体肢骨格筋量を身長²で除することにより補正している。そして、高齢者のサルコペニアの判定にはDXA法で測定した健康な若年男女の平均筋量値から2標準偏差（2SD）以上の低い値の者を該当としており、年代別のサルコペニアの割合は70歳以下が13~24%、80歳以上が50%以上となっている。

1.3.4. 筋力の評価

筋力の評価には握力値が用いられており^{34,35)}、日本人高齢者におけるサルコペニアの判定基準では握力のカットオフ値を男性が26 kgf、女性が18 kgfと示している³⁵⁾。この握力値は膝伸展筋力と比べて高齢者の全身および上下肢の骨格筋量と相関係数が高く³⁸⁾、サルコペニアの診断においてもその有用性が報告されている³¹⁾。

1.3.5. 身体機能の評価

サルコペニア診断のうち身体機能の評価は通常歩行速度が用いられている。歩行速度は、加速および減速を除いた通常の歩行速度に4m以上の歩行評価が望ましく、そのカットオフ値は0.8m/秒と設定されている^{34,35)}。高齢者の通常歩行速度は下肢筋力の大小に関係しており、下肢筋力が低下すると歩行速度は遅くなる³⁹⁾。すなわち、サルコペニアにより下肢筋力が低下した高齢者では歩行速度が低下することが示唆される。

1.4. サルコペニアとフレイルとの関係

フレイルの中核要因としてはサルコペニアが深く関係している⁸⁾。このサルコペニアと身体的フレイルは筋量および筋力の低下, 歩行速度やバランス能力の低下など多くの要因が重複している⁴⁰⁾。そのため, アジア太平洋のフレイル管理の診療ガイドライン⁴¹⁾ではフレイルとサルコペニアの管理の原則が同一になりうると報告している。Xueら²⁶⁾によると, Freidら⁸⁾の5つの診断基準のうち筋量減少が起こった高齢者ではフレイルの進行が速いことを明らかにしている。このように, 高齢期において身体的フレイルのなかでも筋量を評価することはサルコペニアおよびフレイルの早期発見および予防のために重要と考えられる。

1.5. サルコペニアにおける筋量の部位差

高齢期においては大腿部の筋量減少が最も大きい⁴²⁻⁴⁴⁾。また、20歳から95歳の日本人男女高齢者を対象としたAbeら⁴⁵⁾の研究によると、加齢に伴う筋量の減少は大腿前部に次いで腹部の筋量が多いことを示している。さらに、20歳から79歳までの健全な日本人男性を対象としたMiyataniら⁴⁶⁾の研究では、それぞれの身体各部位筋厚の減少率を調査しており、腹部(30.7%)、肩甲骨下部(26.7%)、大腿前部(25.6%)、上腕後部(11.4%)、大腿後部(5.8%)、上腕前部(-1.2%)の順に高くなっている。日本人男女高齢者を対象としたYamadaら⁴⁷⁾の研究において、大腿前部の筋量を評価することはサルコペニアを診断できる可能性を示唆しており、高齢期における大腿部の評価はサルコペニアを早期に発見できる可能性が高いことが考えられる。

1.5.1. 健常群、フレイル群および要介護群間での筋量の部位差

65歳以上の男女高齢者を対象としてサルコペニアのそれぞれの診断項目の加齢による低下率を調査した報告では筋量、筋力、身体機能の順に高くなっており^{36,48)}、それらの項目のなかでも筋量の低下はフレイルの進行を速めることを示している²⁶⁾。すなわち、フレイルおよびサルコペニアを有する高齢者では、筋量が低いことが最も大きな特徴として考えられる。さらに、フレイルおよびサルコペニアを有する高齢者は健常高齢者と比べて大腿前部の筋厚が有意に低値を示している^{47,49)}。また、フレイル高齢者の身体各部位筋量を縦断的に調査したTakeshimaら⁵⁰⁾の研究では、大腿部以外にも上腕部と肩甲骨下部の筋量の減少率が大きいことが報告されている。一方、施設に入所している要介護女性高齢者を対象としたIkezoeら^{51,52)}の研究によると、歩行を含む日常生活動作が低下している要介護群では自立群と比較すると下肢および体幹の各部位筋量が低値を示している。しかし、地域在住要介護高齢者では健常高齢者と比較して全身および大腿部の筋量に有意な差は認められなかったことが指摘されている^{53,54)}。このよう

に、高齢期においては健常群と比べてフレイル群さらに要介護群のそれぞれの群間での各部位筋量の特徴が異なることが示唆される。

1.5.2. フレイルの3側面と各部位筋量との関係性

フレイルの3側面のうち身体的側面ではFreidら⁸⁾の5つの診断基準が用いられている。Xueら²⁶⁾はそれら5つの診断項目におけるフレイルの発現頻度を調査しており、最も初期に筋力低下が発現し、次いで歩行速度および身体活動量の低下が起こることを報告している。地域在住中高齢者を対象としたAbeら^{55, 56)}の研究によると、歩行能力および筋力と大腿前後部の筋量との関連性を認めている。また、地域在住女性中高齢者を対象として下肢の筋量と身体活動量との関係を調査したAbeら⁵⁷⁾の研究では、下腿前部および後部と身体活動量との関連性が深いことが示されている。これらのことから、フレイルの身体的側面においては大腿部および下腿部など下肢の各部位筋量が関係していることが考えられる。

地域在住高齢者を対象とした谷口ら⁵⁸⁾の研究によると、認知機能は身体機能、骨格筋量およびサルコペニアとそれぞれ関連性が強く、そのなかでも高齢期における認知機能の低下は身体機能の低下のリスクが高い。また、軽度の認知機能機能障害を有する高齢者を対象とした山川ら⁵⁹⁾の研究では、バランス能力の指標となる開眼片脚起立時間の低下を認めている。この開眼片脚起立時間は、バランスを保持するため注意機能以外に膝伸展筋力との関係性が強い⁶⁰⁾。一方、地域在住女性高齢者を対象とした山縣ら⁶¹⁾の研究では、抑うつ群と非抑うつ群を比べると等尺性膝伸展筋力が低下することを示しており、下肢筋力の向上を目的とした運動介入の重要性を示唆している。下肢筋力の改善を目的としたレジスタンス運動の実践では膝関節屈伸筋力や足関節底屈筋力の向上に望ましい効果を生み出し、主観的健康観や気分、生活満足度など心理面の改善にも有用である⁶²⁾。以上のことから、認知機能障害や抑うつなど精神・心理的側面の低下は身体的フレ

イルとの関係性が深く^{9,63)}、大腿部および下腿部など下肢の各部位筋量の低下と関係していることが推察される。

さらに、地域在住高齢者を対象とした Makizako ら⁶⁴⁾の研究においては、社会的フレイルを有する者は無い者と比べて骨格筋量および筋力が有意に低いことが報告されている。また、社会的側面と各部位筋量との関係性をみると、地域在住女性高齢者を対象とした Abe ら⁶⁵⁾の研究では、日常生活において週一回以上の外出を必要とするウォーキングや体操、ゲートボールなど定期的な運動習慣が無い者は有る者と比べて大腿前部と上腕後部の筋量は有意に低値を示している。すなわち、社会的側面においては大腿部に加えて上腕部の筋量との関係性を示唆している。この上腕部の筋量が低いことは社会的側面に特有の現象であり^{29,66)}、身体的および精神・心理的側面と比べて筋量の部位差は異なることが考えられる。

以上のようなフレイルの3側面の問題は各部位筋量との関係性を示唆するが、一部の筋量のみではその関係性を明らかにすることはできない。しかしながら、全身の各部位筋量とフレイルの3側面の関係性を把握できれば、より効果的な介護予防方法の提供にも大きく役立つことが期待できる。例えば、フレイルの3側面のうち1側面でも低下すると特定の部位の筋量が低くなるのであれば、フレイルの状況に応じてより重点的に介入すべき筋部位が明確になる。また、筋厚分布からフレイルの3側面のうちどの側面が低下するかを読み取ることができる。フレイル高齢者の場合ではレジスタンス運動が強く推奨されている^{41,67)}が、その効果は身体的および精神・心理的側面と下肢筋力の改善に限られている⁶⁸⁾。仮に社会的側面の低下が筋厚分布から読み取れるのであれば、屋外での運動やスポーツ活動など外出を伴う身体活動をより取り入れて、フレイルの社会的側面の解消をも狙った効果的な介護予防を展開できる。

1.5.3. 各部位筋量と性差との関係性

骨格筋量は年齢を問わず男性が女性よりも大きい、加齢に伴う減少率では男性が女性よりも大きい^{32,69)}。さらに20歳から85歳までの日本人男女高齢者を対象としたAbeら⁷⁰⁾の研究によると、男性の筋量は20歳代以降から少しずつ減少し60歳代以降になると減少率は大きくなるが、女性の筋量においては70歳代以降から減少率が大きくなることを報告している。そして、加齢に伴う大腿部の筋量の減少率をみた場合、男性より女性の方が大きく⁷⁰⁾、特に下肢筋群のなかでは膝関節伸筋群である大腿前部の筋量が最も低い⁷¹⁾。さらに、70歳代の高齢男女を対象とした宮谷ら⁴²⁾の研究において、女性では男性と比べて下肢筋群のなかでも大腿前部の筋量のみ有意に低値を示しており、その他の各部位の筋量には有意な差を認めなかった。このように、身体各部位筋量の低下は男女間において異なることが示唆される。

1.6. 研究の目的

本邦における高齢化率は増加の一途を辿っており、高齢期では日常生活が自立する「健康な期間」となる健康寿命を延ばすことが重要となる。そのためにはフレイルの発症や要介護化を防ぐ必要があり、それらの対策は事態に直面する前に講じることが望ましい。その対策の重要な一つは筋量低下の予防である。フレイルそして要介護に進むと筋量の低下が著しくなる。さらに、フレイルの段階から身体的側面のみならず、精神・心理的および社会的側面の問題が顕著になり、加えてそれらの側面は相互に関連し合う。このようにフレイルや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）の両面に目を向ける必要がある。しかしながら、これまでの研究は次の二つの視点が欠けている。

一つ目は、筋量の低下の程度は身体の部位によって異なることである。例えば加齢に伴う骨格筋量の減少率をみると、下肢は若年期から加齢に伴い大きく減少する。一方、上肢や体幹部の筋量の減少率はそれぞれ異なっており、高齢期では筋量の部位差が推察される。また、各部位の筋量の低下は男女間においても異なる。他方、フレイルの3側面のそれぞれの程度や進行は個々によって異なる。それゆえ、このフレイルの3側面の問題は各部位筋量との関係が示唆される。これまでの介護予防は全身の筋量とフレイルは関係している程度の実践されているが、フレイルの3側面と各部位の筋量との関係性を把握することができれば、個々の状況に応じた介護予防が展開できる。

二つ目は、健康な段階から要介護の段階に至るまでにはフレイルの段階を経由することが一般的であるが、ほとんどの研究が一つの段階のみを注目していることである。しかしながら、高齢期では健常者から身体機能および身体活動が低下するにつれてフレイル者となり、さらに日常生活動作に介助を要する要介護者に至る一連の過程を経ることが多い。さらに、フレイルはしかるべき介入により再び健康な状態に戻るという可逆性を含んでいる。これらのことを考えると、フレイルの3側面と各部位の筋量との関係性

も各段階にて理解する必要がある。そして、段階間の連続性や相違も把握できれば、短期的（現状の段階における問題の解消）かつ長期的（将来起こりうる問題の予防）視点を踏まえた介護予防が展開できる。

そこで本研究では、地域在住高齢者を対象とし、フレイル高齢者ではフレイルの3側面と身体各部位の筋量との関連性を明らかにすること、さらに要介護高齢者においては身体各部位の筋量と身体機能との特徴を明らかにすること、また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量との性差を検討すること、の3つの課題を検討する。それらの知見に基づき、地域在住高齢者を対象としたフレイルそして要介護および性別の特性と身体各部位の筋量との特徴を検討し、高齢期の各段階および性別に適した新たな介護予防方法を提案することを目的とする。

1.7. 論文の構成

本論文の題目は「地域在住高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量との関連性」である。本稿は全五章により構成されている。

第一章では研究の背景について述べている。まず本邦の高齢期におけるフレイルとサルコペニアの問題と介護予防の重要性について触れている。また、フレイルの3側面と身体各部位筋量との関係性を知ることはより効果的な介護予防を提供できることを示唆している。さらに、身体各部位の筋量の維持・改善は高齢期のフレイルおよび要介護化への予防に効果的であることを示している。

第二章「地域在住男性高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量との関連性」では、男性高齢者を対象としたフレイル群と健常群を比較して、身体各部位筋量とフレイルの3側面との関連性を明らかにした。

第三章「地域在住要介護男性高齢者における身体各部位筋量と身体機能の特徴」では、要介護高齢者群と健常高齢者群を比較して、要介護高齢者の身体各部位筋量と身体機能の特徴を検討した。

第四章「地域在住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量の性差の検討」では、男女間での身体各部位の筋量とフレイルの3側面の性差を検討した。

第五章「総括」では、第二章から第四章で述べた各研究の要旨と一連の研究から得られた知見を応用し、高齢期の各段階と性差に適した新たな介護予防方法を提案し、そして今後の研究課題について述べた。

なお、第二章は理学療法学第46巻第6号399-406頁(2019年)に掲載された「地域在住男性高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量との関連性」(福尾実人, 村木里志)に基づいている。第三章は理学療法学第47巻第6号515-522頁(2020年)に掲載された「地域在住要介護男性高齢者における身体各部位筋量と身体機能との特徴」(福尾実人, 村木里志)に基づいている。

第二章 地域在住男性高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量と の関連性

2.1. はじめに

日本は世界一の超高齢化社会であり、今後も人口の高齢化率は増加し続けることが予測される⁷²⁾。そのため、高齢者は日常生活が自立する「健康な期間」となる健康寿命を延ばすことが重要となる。高齢者が要介護状態になる原因は、認知症や脳卒中などの疾患が多くを占めている。しかしながら、要支援者では「関節疾患」に次ぎ「高齢による衰弱」が第2位に、さらに要介護者では「認知症」、「脳卒中」に次ぎ「高齢による衰弱」が第3位となっている⁶⁾。この「高齢による衰弱」とは、特に大きな疾患がないにも関わらず徐々に身体が衰えるフレイルの状態を指している。

フレイルの定義は、「多数の原因、要因による医学的な症候群で、筋力や持久力など生理的機能の低下が特徴であり、個々の脆弱性が増加することで要介護状態や死亡する危険性が高くなった状態」とされている⁷⁾。しかし、このフレイルの定義は身体的な問題のみとなるため、2014年に日本老年医学会は、フレイルは身体的な問題のみならず、精神・心理的問題および社会的問題を含む概念であるとし、その多面性を示している。なお、フレイルはしかるべき介入により再び健康な状態に戻るという可逆性を含んでおり⁴⁾、フレイル高齢者では適切な介入により生活機能の維持・向上を図ることが期待できる。これまで、フレイル高齢者への運動介入の効果を示したシステマティックレビューによる報告でも歩行能力およびバランス能力や筋力などの身体機能は向上しており、その有用性が明らかにされている⁷³⁾。

このフレイルの判定には、Friedら⁸⁾が提唱した診断基準が広く使用されている。その基準では体重減少、筋力低下、疲れやすい、歩行速度の低下、活動量の低下のうち1～2項目該当をプレフレイル、3項目以上該当する者をフレイルと定義している。65歳以上の日本人高齢者におけるフレイルとプレ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、フレイルが7.4%、プレフレイルが48.1%と、プレフレイルの有症率は高い傾向を示している⁵⁾。このプレフレイル高齢者の特徴をみると、身

体的側面および精神・心理的側面の低下は認められるが、社会的側面の低下は認められていない⁷⁴⁾。しかしながら、高齢者の社会的フレイルおよびプレフレイルは身体機能および認知機能との関連が強い⁷⁵⁾。このように、高齢期においてはフレイルのみならず、その前段階であるプレフレイル高齢者においてもフレイルの3側面を含めた詳細な評価が重要と考える。

Xueら²⁶⁾は、フレイルの5つの項目のうち筋力低下が最も初期に出現し、筋量(体重)減少が起こった高齢者ではフレイルの進行が速いことを報告している。この身体的フレイルの中核要因はサルコペニアであり⁸⁾、高齢期において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により活動量が低下し、さらには食欲低下等による低栄養から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¹⁸⁾。よって、高齢者の筋力と筋量を評価することはフレイルの早期発見および予防のため重要と考えられる。

しかしながら、筋力の測定には最大限の筋力発揮が求められる。そのため、身体機能が低下している運動不足者や中高齢者では筋肉や関節を痛める可能性が大きく、さらに高齢期においては認知機能の低下、神経的疾患を有する者が多いため最大努力で筋力発揮することが困難である。したがって、高齢者の筋力を評価するには最大筋力を伴わない筋量の測定が望ましい。この測定には小型で持ち運びやすく、フィールドで容易に評価できる超音波診断装置が用いられることが多い。筋量は筋力との相関が高く、特に大腿部および上腕部の筋量は筋力と強い正の相関がある。そのため、筋量は筋力を推定する有用な指標となる⁷⁶⁾。これらのことから、筋量は筋力との関連も高く、容易に測定できるためフレイルを早期に発見できる有用な指標となることが考えられる。

これまで筋量を評価した先行研究では、まず骨格筋量の減少には性差が存在することが報告されている。筋量は年齢に関わらず男性が女性より多いが、加齢に伴う減少の割合は男性が女性より大きい^{32,69)}。すなわち、男性は加齢に伴う筋量減少の影響が大きい

ことが考えられる。これらのことから高齢期においては、女性よりも男性の筋肉量を評価する必要性が高いことが考えられる。

一方、高齢期の加齢による筋量の減少は身体各部位により差が認められている⁴⁶⁾。この期の筋萎縮は下肢筋で著しく^{28,29)}、特に大腿部^{42,44,45)}において顕著である。これまで高齢者の身体各部位筋量を調査した報告では、日常生活に支障を来すような疾患がない健常高齢者を対象としていることが多い。その一方で、フレイル高齢者の身体各部位筋量を縦断的に調査した報告によると、サルコペニアの罹患率は下肢筋群以外にも上腕部と肩甲骨下部の筋群に高いことが示されている⁵⁰⁾。また、日常生活動作が低下した要介護高齢者群では自立高齢者群と比較して、下肢および体幹の筋量は低い^{51,52)}。フレイルの身体的および精神・心理的、社会的な3側面の低下はサルコペニアに陥りやすく、さらに日常生活動作の低下とも関連している¹⁸⁾。このように高齢者におけるフレイルおよび日常生活動作の低下は各部位の筋量低下につながりやすいことを示唆している。しかしながら、これまでの報告⁵⁰⁻⁵²⁾では女性高齢者のフレイル群および要介護群と身体各部位筋量の減少との関連のみを調査しており、男性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と身体各部位筋量の関連を調査した報告はみられない。

そこで、本研究では健常高齢者と比較してフレイル高齢者の身体各部位筋量が下肢筋群以外の部位でも小さくなるということ、さらにフレイルの3側面が原因で起こる日常生活動作の低下は身体各部位筋量が低いことと関連するという仮説に基づき、男性高齢者のフレイルと身体各部位筋量の関連性を明らかにすることを目的とした。

2.2. 方法

2.2.1 対象

対象は、65～86歳の地域在住男性高齢者42名（平均年齢±標準偏差：71.3±4.5歳）とした。対象者の除外基準は要支援や要介護の認定を受けている者、杖や歩行補助具を使用する必要がある者、神経系疾患や明らかな整形外科疾患を有する者、認知症により意思疎通が困難な者とした。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を得て実施した（承認番号：234）。

2.2.2. 測定項目

2.2.2.1. 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 (kg/m^2)) : (体重 (kg) \div 身長 (m^2)) を求めた。

2.2.2.2. 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²¹⁾。本研究では、この基本チェックリストを使用し、3点以下の者を健常群、4～7点のプレフレイルと8点以上のフレイルと診断された者をフレイル群に分類した。さらに、フレイルの3側面は、基本チェックリストの各分野7項目にて評価した。

2.2.2.3. 身体各部位筋厚の計測

身体各部位筋量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、腹部、肩甲骨下部の筋厚を測定した。測定部位の解剖学的位置および測定筋は、安部ら⁷⁷⁾が報告しているものと同一とした (表2-1)。

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、腹部) 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、肩甲骨下部) を腹臥位安静姿勢において測定した。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、対象者の皮下組織を圧迫しないよう皮膚表面に接触させることで筋横断面積の縮小を考慮した。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 (図2-1)。ただし、腹部では皮下組織から筋組織の境界から、筋組織と腹腔との境界までの長さとした (図2-2)。なお、筋厚 (mm) は筋長を乗じることで筋体積を算出するが、筋長には上腕部、体幹部、大腿部、下腿部の長さとの相関が強い身長 (m) を代用した⁷⁸⁾。さらに本研究では体格 (身長・体重) による影響を除外するため、筋厚から身長を乗じることで筋体積を算出し、その筋体積を体重 (kg) で除した数値を筋量値として用いた⁷⁹⁾。算出式は下式の通りである。

$$\text{筋量 (mm}\cdot\text{m/kg)} = \text{筋厚 (mm)} \cdot \text{身長 (m)} / \text{体重 (kg)}$$

表 2-1. 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
	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
	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
	後部		腓腹筋, ヒラメ筋
体幹	腹部	臍点横 2~3cm 部位	腹直筋
	肩甲骨下部	肩甲骨下角部から下 5cm 部位	広背筋



図 2-1 大腿四頭筋の超音波横断画像

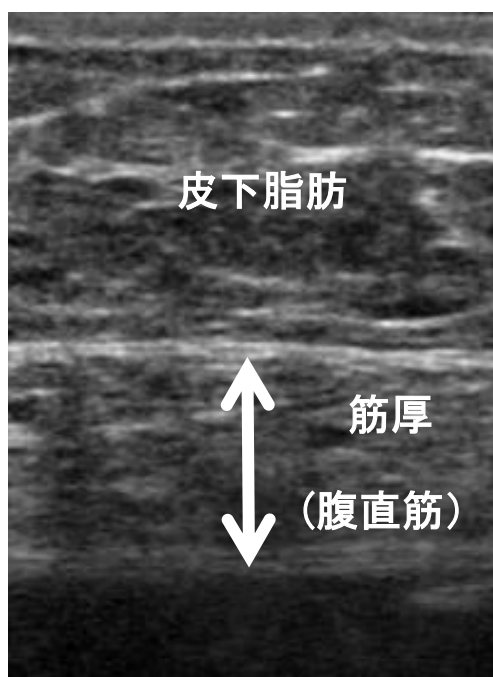


図 2-2. 腹直筋の超音波横断面画像

2.2.2.4 運動機能の測定

握力はデジタル式握力計 (T. K. K. 5401, 竹井機器工業製) を用いて, 立位にて利き手で測定した。握力は2回測定し, 高い値を代表値とした。5m通常歩行速度 (m/秒) の測定中は普段どおりの速さで歩くよう指示した。歩行路は11mをとり, そのうち前後の3mに助走路を設けており, 中央の5mを計測路として用いた (図2-3)。歩行速度の測定値は, 歩行距離を歩行に要した時間で除した数値を用いた。なお, 測定は2回とし, より速い値を代表値とした。

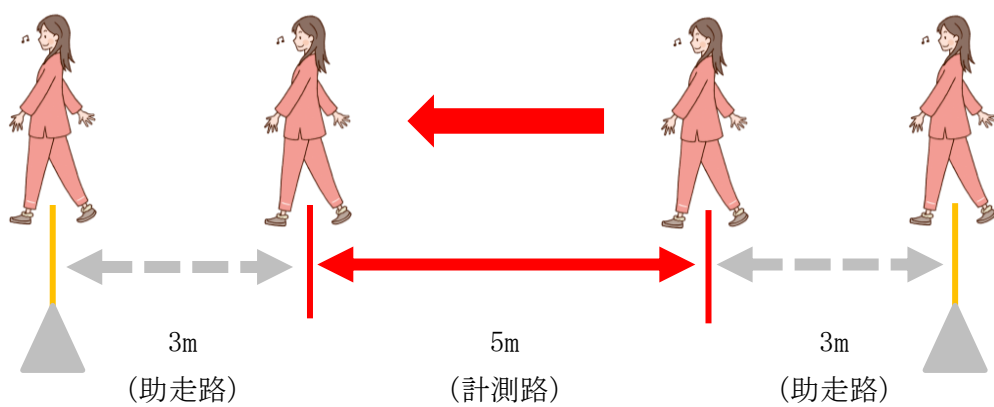


図 2-3. 5m 通常歩行速度の計測方法

2.2.3 統計処理

対象者を健常群とフレイル群に分け、年齢、身長、体重、BMI の身体的特性、基本チェックリストの総合点および下位項目、身体各部位筋量、握力、5m 通常歩行速度の差を検定した。統計処理は、すべての測定項目の正規性を Shapiro-Wilk 検定にて確認した。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。基本チェックリスト各分野 7 項目の 2 群間の比較には χ^2 検定または Fisher の正確確率検定を用いた。その後、Spearman の順位相関係数を用い、基本チェックリスト総合点と身体各部位筋量およびその他の測定項目との関係を検討した。有意水準は 5% とした。統計ソフトは、IBM 社 SPSS ver23.0 for Windows を用いた。

2.3. 結果

身体的特性、基本チェックリスト総合点および下位項目の比較を表 2-2 に示す。基本チェックリストによるフレイル判定の結果、3 点以下の健常群は 28 名、4 点以上のフレイル群は 14 名となった。なお、フレイル群の内訳はプレフレイルが 10 名、フレイルが 4 名であった。基本チェックリストの総合点および下位項目中の身体機能、口腔機能、認知機能および抑うつ気分の得点では、フレイル群は健常群よりも有意に高値を示した ($p < 0.01$) が、手段的・社会的な生活活動、栄養状態、閉じこもりの得点では 2 群間に有意な差は認められなかった。さらに、基本チェックリストの各分野 7 項目中の口腔機能、認知機能および抑うつ気分の項目では、フレイル群は健常群よりも有意に高い割合を認めた。有意な差を認めたフレイル群の各分野の項目では認知機能が 71.4%、抑うつ気分が 42.9%と高い割合を認めた。(表 2-3)。

身体各部位筋量では上腕前部の筋量のみフレイル群と健常群の 2 群間で有意な差 ($p < 0.05$) を認めたが、その他の部位の筋量には有意な差は認められなかった。握力と 5m 通常歩行速度にも 2 群間の有意な差は認められなかった (表 2-4)。また、基本チェックリスト総合点と身体各部位筋量の相関関係をみると、上腕前部の筋量には有意な負の相関 ($r = -0.323$, $p = 0.037$) を認めた (図 2-4)。なお、他の筋量値、握力 ($r = -0.046$, $p = 0.772$) および 5m 通常歩行速度 ($r = 0.059$, $p = 0.709$) には有意な相関は認められなかった (表 2-5)。

第二章 地域在住男性高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量との関連性

表 2-2. 健常群とフレイル群における各測定項目の群間比較 (n=42)

分類	項目	健常群 (28名)	フレイル群 (14名)	有意性
身体的特性	年齢 (歳)	71.0±3.8	71.9±5.8	$p=1.000$
	身長 (cm)	164.8±4.1	164.3±7.6	$p=0.803$
	体重 (kg)	62.4±7.5	63.6±8.2	$p=0.638$
	BMI (kg/m ²)	23.0±2.7	23.6±2.4	$p=0.522$
フレイル 基本チェック リスト	総合点 (点)	1.4±1.1	7.1±2.8	$p<0.000^{**}$
	手段的生活活動: No. 1~3 (点)	0.1±0.3	0.5±0.9	$p=0.296$
	社会的生活活動: No. 4~5 (点)	0.2±0.5	0.4±0.6	$p=0.272$
	身体機能: No6~10 (点)	0.3±0.6	1.4±1.1	$p=0.002^{**}$
	栄養状態: No11~12 (点)	0.2±0.4	0.3±0.5	$p=0.589$
	口腔機能: No13~15 (点)	0.3±0.4	1.2±1.1	$p=0.004^{**}$
	閉じこもり: No16~17 (点)	0.1±0.3	0.3±0.5	$p=0.362$
	認知機能: No18~20 (点)	0.2±0.4	1.1±0.8	$p=0.002^{**}$
抑うつ気分: No21~25 (点)	0.1±0.3	1.6±1.8	$p=0.005^{**}$	

平均値±標準偏差

** $p<0.01$.

第二章 地域在住男性高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量との関連性

表 2-3. 健常群とフレイル群における基本チェックリスト各分野での群間比較 (n=42)

各分野	健常群 (n=28)	フレイル群 (n=14)	有意性
No. 1~5: 手段的・社会的な生活活動 (3項目以上に該当)	0 (0)	2 (14.3)	$p=0.106$
No. 6~10: 身体機能 (3項目以上に該当)	0 (0)	2 (14.3)	$p=0.106$
No. 11~12: 栄養状態 (2項目以上に該当)	0 (0)	0 (0)	$p=1.000$
No. 13~15: 口腔機能 (2項目以上に該当)	0 (0)	4 (28.6)	$p=0.009^{**}$
No. 16~17: 閉じこもり (No. 16に該当)	0 (0)	0 (0)	$p=1.000$
No. 18~20: 認知機能 (1項目以上に該当)	6 (21.4)	10 (71.4)	$p=0.002^{**}$
No. 21~25: 抑うつ気分 (2項目以上に該当)	0 (0)	6 (42.9)	$p=0.001^{**}$

人数 (%)
** $p<0.01$.

第二章 地域在住男性高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量との関連性

表 2-4. 健常群とフレイル群における身体各部位筋量および運動機能の群間比較 (n=42)

分類	項目	健常群 (28名)	フレイル群 (14名)	有意性
身体各部位筋量	上腕前部 (mm・m/kg)	0.68±0.01	0.63±0.07	p=0.031*
	上腕後部 (mm・m/kg)	0.50±0.10	0.53±0.11	p=0.369
	大腿前部 (mm・m/kg)	0.66±0.12	0.66±0.10	p=0.906
	大腿後部 (mm・m/kg)	1.01±0.11	1.01±0.17	p=0.967
	下腿前部 (mm・m/kg)	0.74±0.10	0.73±0.08	p=0.739
	下腿後部 (mm・m/kg)	1.34±0.19	1.28±0.16	p=0.257
	腹部 (mm・m/kg)	0.24±0.05	0.26±0.06	p=0.167
	肩甲骨下部 (mm・m/kg)	0.24±0.05	0.27±0.05	p=0.188
運動機能	握力 (kgf)	34.3±4.8	34.6±6.5	p=0.844
	5m 通常歩行速度 (m/s)	1.34±0.19	1.27±0.27	p=0.343

平均値±標準偏差

*p<0.05.

表 2-5. 基本チェックリスト総合点と身体各部位筋量および運動機能との相関 (n=42)

分類	項目	相関係数	有意性
身体各部位筋量	上腕前部 (mm・m/kg)	-0.323	$p=0.037^*$
	上腕後部 (mm・m/kg)	0.024	$p=0.880$
	大腿前部 (mm・m/kg)	0.062	$p=0.695$
	大腿後部 (mm・m/kg)	0.070	$p=0.658$
	下腿前部 (mm・m/kg)	-0.058	$p=0.717$
	下腿後部 (mm・m/kg)	-0.150	$p=0.343$
	腹部 (mm・m/kg)	0.193	$p=0.221$
	肩甲骨下部 (mm・m/kg)	0.276	$p=0.076$
運動機能	握力 (kgf)	-0.046	$p=0.772$
	5m 通常歩行速度 (m/s)	0.059	$p=0.709$

* $p<0.05$.

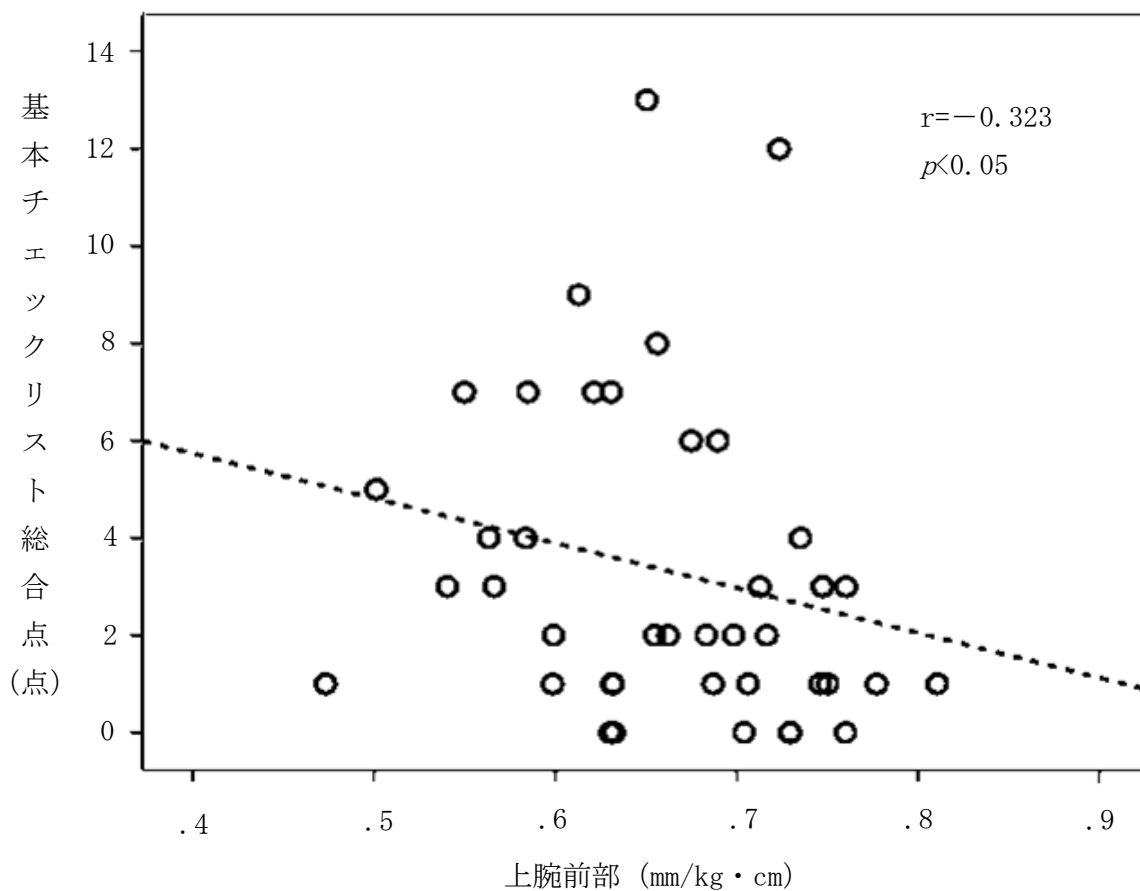


図 2-4. 上腕前部筋量と基本チェックリスト総合点との相関図 (n=42)

2.4. 考察

本研究の対象者 42 名のうち、健常群が 28 名、フレイル群が 14 名となり、半数以上が健常群を占めた。フレイル群の内訳はプレフレイルが 10 名、フレイルが 4 名とプレフレイル者が多い。基本チェックリスト下位項目中の身体機能、口腔機能、認知機能および抑うつ気分の得点では、フレイル群は健常群より有意に高い値を認めた。一方、手段的・社会的な生活活動、閉じこもりの得点では 2 群間に有意な差は認められなかった。健常男女高齢者を対象とした Matushita ら⁷⁴⁾の研究では、基本チェックリストを用いてプレフレイル高齢者の特徴を調査しており、プレフレイル群は健常群と比べて身体機能、口腔機能および認知機能が低下し、抑うつ気分は高いが、手段的・社会的な生活活動、栄養状態、閉じこもりに有意な差は認めていない。このように、本研究のフレイル群においても身体的側面および精神・心理的側面は低下しており、先行研究⁷⁴⁾を支持した結果となった。

一方、基本チェックリストの各分野をみると、健常群に比べてフレイル群では認知機能および抑うつ気分、口腔機能に有意な高い割合を認めたが、身体機能においては 2 群間に有意な差は認められなかった。地域在住中高齢者を対象とした遠又ら²⁴⁾の研究においては、フレイルに該当する各分野の割合は認知機能 (39.5%)、抑うつ気分 (31.2%)、身体機能 (23.7%)、口腔機能 (21.0%)、閉じこもり (15.9%)、栄養状態 (4.4%) の順に高いことが報告されている。また、フレイル 3 側面の出現頻度をみると、身体的、精神・心理的および社会的側面の出現頻度はそれぞれ 17.3%、20.2%および 8.9%と推計されている⁸⁰⁾。以上のことから、フレイル群では精神・心理面側面の低下の影響が最も大きく、その一方で社会的側面の出現頻度は低いことが考えられる。

フレイル群は健常群と比べて、上腕前部の筋量に有意な差が認められた。また、基本チェックリスト総合点と上腕前部の筋量は有意な負の相関を認めた。すなわち、フレイル群では上腕前部の筋量が小さくなりやすいことが示唆される。この上腕前部の筋量は

上腕二頭筋と上腕筋の筋量の合計である⁷⁷⁾が、それらの筋の役割は肘関節の屈曲である。Toosizadehら⁸¹⁾は、肘関節の屈曲筋力はフレイルと関連が深いことを報告しており、本研究の結果と一致した。

フレイル群においては上腕前部の筋量に有意な低値を認めたが、握力には有意な差は認められなかった。握力の測定方法は手関節と手指の運動に関与する前腕部の筋の複合運動である⁸²⁾。そのため、フレイル群では握力と上腕部の筋量との関係性が認められなかったと考えられる。

フレイル群において上腕前部の筋量のみ有意に低いことが認められたことは、その部位の日常の活動量が他の部位に比べて減少していることが推察される。本研究で用いた基本チェックリストには上肢の運動機能や筋活動量を問う項目が含まれないため、その因果関係を追究することは難しい。しかし、上肢は下肢や体幹と比べ日常の筋活動量が低いことが沢井ら⁸³⁾の成人男女の調査やJonesら⁸⁴⁾の女性高齢者の調査から指摘されている。そのため、上肢の筋量低下は下肢や体幹とは異なる過程によって生じる可能性がある。推測の域を出ないが、フレイルが進行すると日常生活動作の増悪を引き起こす危険性が高く^{85,86)}、そのなかでも更衣および食事や入浴など上肢を使用するセルフケアの低下との関連も強いことから、フレイル高齢者では上肢の筋活動量が減少し、筋量低下をもたらすことが考えられる。

本研究で認められたフレイル群の上腕前部の筋量が低いことは、性別が異なる女性フレイル高齢者においても関連することが報告されている。女性フレイル高齢者の各部位筋量を1年間追跡した調査によると、上腕前部は他の部位に比べて筋量の減少率が最も大きいことが示されている。さらに、この上腕前部の筋量の低いことは加齢の影響に加え、前述したような身体不活動（運動不足）の影響を強く受けやすいことも指摘されている⁵⁰⁾。このように、上腕前部の筋量が低くなることは性別関係なくフレイルの者に起こりやすい現象であり、フレイルを早期発見するための男女共通の有用な指標になるこ

とが期待される。

一方、フレイル群は健常群と比べて下肢・体幹の筋量に有意な差は認められなかった。さらに、基本チェックリスト総合点と下肢・体幹の筋量との関連も認められなかった。その理由として主に2つの点が考えられる。第1に、フレイル群においては外出の機会や手段的・社会的な生活活動が維持できていることが関係していると考えられる。65歳以上の男女高齢者を対象としたTanimotoら⁸⁷⁾の研究では、低い四肢骨格筋量と外出を含む手段的・社会的な生活活動の障害が関係している。さらに65歳以上の男女高齢者を対象としたParkら⁸⁸⁾の研究によると、男性では全身および下肢の筋量と生活活動量が関係していると報告している。しかし、フレイル群では健常群と比べて外出機会や手段的・社会的な生活活動に有意な差が認められておらず、下肢・体幹の筋量が低くなるまでには結びつかなかったと考えられる。

第2に、フレイル群では栄養状態に問題がなく、低栄養から骨格筋量が減少するサルコペニアにまで至らなかった⁸⁾ことが考えられる。日本人の新身体計測値 JARD2001⁸⁹⁾によると、栄養評価として上腕周囲長が推奨されており、高齢者では上腕周囲長と栄養状態を示すBMIとの関連性が強いことが報告されている。しかしながら、フレイル群では栄養状態に問題はないが、上腕前部の筋量は低かった。三輪ら⁸⁹⁾らは高齢期の男性において、日常生活動作が低下している者は上腕周囲長および皮下脂肪厚を除いた上腕筋囲が低下していることを報告している。このことから、本研究のフレイル群では栄養状態の問題より、前述のように日常生活動作の低下のため上腕前部の筋量が低いと考える。65歳以上の男女高齢者を対象としたPierikら⁹⁰⁾の研究では、低栄養と全身の筋量低下との関連が報告されている。全身の筋量は部位別に割合をみると下肢が約40%、体幹が約50%と大部分を占めている³²⁾。地域在住高齢者の栄養状態と体力との関連を調査した研究では、低栄養状態によって下肢の筋力は低下している⁹¹⁾。すなわち、男性高齢者の低栄養による筋量低下は全身の中でも特に下肢に表面化しやすいことが示唆される。

しかしながら、本研究のフレイル群は健常群と比べて栄養状態に有意な差を認められておらず、下肢・体幹の筋量が低くなるまでには至らなかったと考えられる。

男性高齢者を対象とした本研究では、フレイルと下肢・体幹の筋量との関係を見出せなかったが、女性高齢者では異なることが予測される。女性高齢者を対象とした Ikezoe ら^{51,52)}の研究によると、下肢・体幹の筋量は日常生活動作および歩行に介助を必要とする者において有意に低かった。中年期以降の全身の筋量を調査した Abe ら⁷⁰⁾の研究では、男女とも加齢に伴い全身の筋量低下が生じるが、大腿部の筋量減少は男性より女性の方が大きい。さらに女性フレイル高齢者に着目した研究では、上腕前部以外にも肩甲骨下部の筋、すなわち背筋の筋量の減少が起こることが報告されている⁵⁰⁾。このことは、女性高齢者は男性高齢者に比べて背筋の筋力低下が大きく、円背になりやすいこととも一致する⁹²⁾。このように、女性高齢者ではフレイルおよびその前後の時期において、下肢・体幹の筋量の低下が加速することが多く示されている。それに対して、男性フレイル高齢者では女性高齢者の知見と異なり、下肢・体幹の筋量は低値を示さなかった。

本研究では、男性高齢者の基本チェックリスト総合点と身体各部位筋量との関係を検証した。その結果、男性フレイル高齢者は上腕前部の筋量が低くなりやすいことが示されており、本研究は男性高齢者のフレイルと身体各部位筋量が低いという特徴を提示できていると考える。その反面、本研究ではフレイルを構成する3側面（身体的、精神・心理的および社会的）と身体各部位筋量との関連を検討することを試みた。しかし、フレイル群と健常群との差は、身体的側面と精神・心理的側面のみに認められ、社会的側面には認められなかった。そのため、フレイルの3側面と身体各部位筋量との関連性を詳細に検討することに限界があった。

2.5. 結論

本研究は男性高齢者を対象とし、フレイル群の身体各部位の筋量の特徴を健常群との比較から検討した。フレイル群と判定された者は身体機能, 口腔機能, 認知機能が低く, 抑うつ度が高かった。そのような特徴をもったフレイル群においては, 上腕前部の筋量が健常群より有意に低値を示したが, 下肢・体幹の筋量には有意な差は見出せなかった。

第三章 地域在住要介護男性高齢者における身体各部位筋量と身体機能の特徴

3.1. はじめに

高齢になると心身の機能の減衰が顕在化し、フレイル、要介護認定の割合が高くなる²⁾。そのなかでも「高齢による衰弱」は徐々に身体が衰えるフレイルの状態を指しており、要支援および要介護認定に至る原因の上位を占めている⁶⁾。このフレイルは筋量の減少により進行が速まり²⁶⁾、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⁸⁾。

1989年にRosenberg³³⁾は、「加齢に伴う骨格筋量の減少」をサルコペニアと定義している。その後、サルコペニアは「加齢に伴う筋量の減少だけでなく、筋力または身体機能も低下することを含む」と定義しており^{34,35)}、それらの項目の罹患率を65歳以上の男女高齢者を対象として年代別に調査した研究では、筋量、筋力、身体機能の順に高くなっている^{36,48)}。このサルコペニアはフレイルの身体的側面と重複しており^{40,93)}、アジア太平洋のフレイル管理の診療ガイドライン⁴¹⁾はフレイルとサルコペニアの管理の原則が同一になりうると報告している。このように、高齢期に筋量を評価することはサルコペニアおよびフレイルの早期発見および予防のために重要と考えられる。

この筋量測定には小型で持ち運びやすく、本研究のような地域在住高齢者を対象とした場合には多様なフィールドにおいて容易に評価できる超音波診断装置が用いられている⁴⁵⁾。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⁹⁴⁾。超音波診断装置で測定した筋厚は筋力との相関が高く、特に大腿部および上腕部の筋厚は筋力と強い正の相関がある。そのため、筋厚は筋力を推定する有用な指標となる⁷⁶⁾。また、Miyatani ら⁹⁵⁾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、各部位の筋厚は筋量の大小の指標となることを示唆している。これらのことから、筋厚は容易に測定できるため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。

しかしながら、骨格筋量の減少には性差が存在しており、筋量は年齢に関わらず男性

は女性より多いが、加齢に伴う減少の割合は男性が女性より大きい^{32, 69)}。また、日常生活動作が低下している要介護高齢者において下肢・体幹の各部位の筋量は低くなりやすい^{51, 52)}が、特に筋量が低いサルコペニア群では2年後の日常生活動作障害の発生率が女性より男性に多い⁹⁶⁾。このことから、要介護高齢者では女性よりも男性の筋肉量を評価する必要性が高いことが考えられる。

これまで筋量を評価した谷本ら³²⁾の研究によると、20歳代から80歳代までの全身筋量の減少率は男性が16.8%、女性では11%であることを報告している。さらに身体各部位の筋量の減少率は下肢、上肢、体幹の順に大きかった。また、高齢期の筋萎縮は下肢筋で著しく^{28, 29)}、特に大腿部^{44, 45)}において顕著である。このように高齢期の加齢による筋量の減少率は身体各部位により差が認められている⁴⁶⁾。しかし、これまで高齢期の身体各部位筋量を調査した報告では日常生活に支障を来すような疾患がない健常高齢者を対象としていることが多い。

一方、男女高齢者を対象としたJanssenら⁹⁷⁾の研究では筋量の値が若年男女の平均値より2標準偏差未満の高齢者を重度サルコペニアと扱い、身体機能および日常生活動作が低下している者では重度サルコペニアになる割合が高くなることが報告されている。さらに、65歳以上の健常高齢者では男女ともにサルコペニアの罹患率が約20%⁴⁸⁾に対して、通所リハビリテーションを利用している地域在住要支援・要介護高齢者のサルコペニア罹患率は37.5%⁹⁸⁾～51.6%⁹⁹⁾と大きい。これらのことから、身体機能および日常生活動作が低下している要介護高齢者ではサルコペニアおよび筋量の身体的側面の低下が強く関連することが示唆される。

これまで、施設に入所している女性高齢者を対象としたIkezoeら^{51, 52)}の研究によると、下肢・体幹各部位の筋量は日常生活動作および歩行に介助を必要とする者において有意に低いことを示しているが、施設に入所している高齢者では寝たきりによる不活動が筋量低下を招く可能性を否定できない。一方、地域在住要介護男女高齢者を対象とした吉

第三章 地域在住要介護男性高齢者における身体各部位筋量と身体機能の特徴

子ら⁵³⁾の研究においては身体機能と全身および大腿部の筋量の特徴を調査した報告のみであり、要介護男性高齢者の身体機能と身体各部位筋量の特徴を調査した報告はみられない。

そこで、本研究では身体機能が低下している要介護高齢者は健常高齢者と比べて身体各部位の筋量が低いという仮説に基づき、地域在住要介護高齢者における身体各部位の筋量と身体機能の特徴を明らかにすることを目的とした。

3.2. 方法

3.2.1. 対象

対象は65～86歳の健常高齢者35名（平均年齢±標準偏差：72.3 ± 4.3歳）、65～84歳の要支援1から要介護2までの軽度要介護高齢者（要介護高齢者）18名（平均年齢±標準偏差：74.4 ± 5.5歳）の計53名とした。要介護高齢者の要介護度の区分に関しては要支援1が4名、要支援2が5名、要介護1が4名、要介護2が5名であり、さらに疾患別では脳血管疾患が8名、パーキンソン病が5名、高齢による衰弱が4名、関節疾患が1名となっている。

対象者の除外基準は、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。なお、本研究の健常高齢者群では要支援や要介護の認定を受けていない者、杖や歩行補助具を使用していない者、外出頻度が週1回以上の閉じこもりではない者¹⁰⁰⁾、とした。一方、要介護高齢者群は杖や歩行補助具を使用して歩行している者、通所サービスおよび訪問リハビリテーション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。

3.2.2. 測定項目

3.2.2.1 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

(kg/m²) : (体重 (kg) ÷ 身長 (m²)) を求めた。

3.2.2.2. 身体機能の評価

身体機能の評価には、厚生労働省が示している基本チェックリスト下位項目の No. 6～No. 10 の運動機能の 5 つの質問を用いた (表 1-3)²¹⁾。この基本チェックリストは 1 年後の要介護認定の新規発生の予測²⁴⁾やフレイルの診断²³⁾にも用いられている。5 つの下位項目は、「No. 6 階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか」、「No. 7 椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がっていますか」、「No. 8 15 分間位続けて歩いていますか」、「No. 9 この 1 年間に転んだことがありますか」、「No. 10 転倒に対する不安は大きいですか」の質問から構成されており、それぞれ「はい・いいえ」で回答し、該当する項目には 1 点を加点していく。なお、それら 5 つの評価項目には下肢筋力および持久力、転倒歴や転倒恐怖感に関する質問が含まれており、実際にバランスや下肢筋力、持久力など身体機能の評価指標となる Short Physical Performance Battery (SPPB) の得点と関連している¹⁰¹⁾。よって、本研究では基本チェックリスト下位項目の No. 6～No. 10 を身体機能の評価として用いる。

3.2.2.3. 身体各部位筋厚の計測

身体各部位筋量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、肩甲骨下部、腹部、大腿前・後部、下腿前・後部の筋厚を測定した。筋厚の測定部位は、利き手側または健常側とした。なお、身体各部位筋厚の計測方法⁷⁷⁾は第二章に基づき実施している。

3.2.3 統計処理

各測定項目の正規性を Shapiro-Wilk 検定にて確認した。2 群間の比較には、対応の

第三章 地域在住要介護男性高齢者における身体各部位筋量と身体機能の特徴

ない t 検定または Mann-Whitney の U 検定を用いた。また、名義尺度（基本チェックリスト下位項目 No. 6～No. 10）には χ^2 検定または Fisher の正確確率検定を用いた。基本チェックリスト下位項目有意水準は 5%とした。統計ソフトは、IBM 社 SPSS ver23.0 for Windows を用いた。

3.3. 結果

身体的特性および身体機能の2群間の比較を表3-1に示す。身体機能の総得点は、要介護高齢者が健常高齢者に比べて有意に高値を示した。また、身体機能の評価をそれぞれの項目ごとに2群間で比較した結果、すべての項目において有意な差が認められた(表3-2)。なお、それら5つの項目に該当する割合のうち、要介護高齢者ではNo.6の「階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか」とNo.10の「転倒に対する不安は大きいですか」が61.1%と最も高く、次いでNo.9の「この1年間に転んだことがありますか」が50%と半数を占めた。一方、その他の下位項目の割合はNo.7の「椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がっていますか」が33.3%、No.8の「15分間位続けて歩いていますか」が44.4%と半数以下となっている。それに対して、健常高齢者においてはNo.7およびNo.8に該当する割合が5.7%および2.9%と低く、要介護高齢者と比べて有意な差が認められた。

身体各部位筋量の2群間の比較を表3-3に示す。身体各部位筋量では、下腿前部($0.75 \pm 0.09 \text{ mm}\cdot\text{m}/\text{kg} > 0.69 \pm 0.11 \text{ mm}\cdot\text{m}/\text{kg}$)と下腿後部($1.33 \pm 0.17 \text{ mm}\cdot\text{m}/\text{kg} > 1.18 \pm 0.24 \text{ mm}\cdot\text{m}/\text{kg}$)の筋量において健常高齢者と要介護高齢者の2群間で有意な差を認めたが、その他の部位の筋量には有意な差が認められなかった。健常高齢者の筋量の平均値に対する要介護高齢者の筋量の減少率は、下腿後部(11.3%)、下腿前部(8.0%)、上腕後部、肩甲骨下部、腹部、上腕前部、大腿前部、大腿後部の順に高かった。さらに、要介護高齢者においては身体機能の各項目と下腿前部および後部の筋量との関係性をより詳細に評価するため、身体機能の各項目を非該当者と該当者に分け、それらの筋量の差を検定した。その結果、身体機能の各項目の非該当者と該当者の間に筋量の有意な差は認められなかった(表3-4~表3-8)。

第三章 地域在住要介護男性高齢者における身体各部位筋量と身体機能の特徴

表 3-1. 健常高齢者と要介護高齢者における身体的特性と身体機能との群間比較 (n=53)

分類	項目	健常高齢者 (n=35)	要介護高齢者 (n=18)	有意性
身体的特性	年齢 (歳)	72.3±4.3	74.4±5.5	p=0.118
	身長 (cm)	164.4±5.7	163.2±3.5	p=0.432
	体重 (kg)	62.0±7.3	63.8±9.5	p=0.461
	BMI (kg/m ²)	23.0±2.6	24.0±3.9	p=0.330
身体機能	基本チェックリスト下位項目： No. 6~10 (点)	0.6±0.9	2.5±1.5	p<0.000**

平均値±標準偏差

**p<0.01.

表 3-2. 健常高齢者と要介護高齢者における基本チェックリスト下位項目 (身体機能) の群間比較 (n=53)

領域	No.	質問項目	健常高齢者 (35名)	要介護高齢者 (18名)	有意性
身体機能	6	階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか (いいえ)	5 (14.3)	11 (61.1)	p<0.000**
	7	椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がってますか (いいえ)	2 (5.7)	6 (33.3)	p=0.014**
	8	15分間位続けて歩いていますか (いいえ)	1 (2.9)	8 (44.4)	p<0.000**
	9	この1年間に転んだことがありますか (はい)	8 (22.9)	9 (50)	p=0.045*
	10	転倒に対する不安は大きいですか (はい)	7 (20)	11 (61.1)	p=0.003**

人数 (%)

*p<0.05, **p<0.01.

表 3-3. 健常高齢者と要介護高齢者における身体各部位筋量の群間比較 (n=53)

分類	項目	健常高齢者 (n=35)	要介護高齢者 (n=18)	有意性
身体各部位筋量	上腕前部 (mm・m/kg)	0.67±0.07	0.71±0.09	p=0.086
	上腕後部 (mm・m/kg)	0.51±0.11	0.47±0.13	p=0.240
	肩甲骨下部 (mm・m/kg)	0.25±0.05	0.25±0.08	p=0.961
	腹部 (mm・m/kg)	0.25±0.05	0.25±0.03	p=0.653
	大腿前部 (mm・m/kg)	0.66±0.11	0.70±0.13	p=0.292
	大腿後部 (mm・m/kg)	1.01±0.13	1.08±0.19	p=0.169
	下腿前部 (mm・m/kg)	0.75±0.09	0.69±0.11	p=0.041*
	下腿後部 (mm・m/kg)	1.33±0.17	1.18±0.24	p=0.005**

平均値±標準偏差

*p<0.05, **p<0.01.

表 3-4. 要介護高齢を対象とした身体機能 (No. 6) 項目の非該当者と該当者における下腿部筋量との群間比較 (n=18)

分類	項目	非該当者 (n=7)	該当者 (n=11)	有意性
下腿部筋量	下腿前部 (mm・m/kg)	0.70±0.12	0.69±0.10	<i>p</i> =0.798
	下腿後部 (mm・m/kg)	1.17±0.23	1.19±0.25	<i>p</i> =0.838

平均値±標準偏差

表 3-5. 要介護高齢者群を対象とした身体機能 (No. 7) 項目の非該当者と該当者における下腿部筋量との群間比較 (n=18)

分類	項目	非該当者 (n=12)	該当者 (n=6)	有意性
下腿部筋量	下腿前部 (mm・m/kg)	0.71±0.11	0.66±0.09	<i>p</i> =0.348
	下腿後部 (mm・m/kg)	1.12±0.21	1.30±0.26	<i>p</i> =0.137

平均値±標準偏差

表 3-6. 要介護高齢者群を対象とした身体機能 (No. 8) 項目の非該当者と該当者における下腿部筋量との群間比較 (n=18)

分類	項目	非該当者 (n=10)	該当者 (n=8)	有意性
下腿部筋量	下腿前部 (mm・m/kg)	0.71±0.12	0.67±0.08	<i>p</i> =0.421
	下腿後部 (mm・m/kg)	1.18±0.22	1.18±0.27	<i>p</i> =0.986

平均値±標準偏差

表 3-7. 要介護高齢者群を対象とした身体機能 (No. 9) 項目の非該当者と該当者における下腿部筋量との群間比較 (n=18)

分類	項目	非該当者 (n=9)	該当者 (n=9)	有意性
下腿部筋量	下腿前部 (mm・m/kg)	0.69±0.11	0.69±0.10	<i>p</i> =0.963
	下腿後部 (mm・m/kg)	1.19±0.22	1.17±0.26	<i>p</i> =0.873

平均値±標準偏差

表 3-8. 要介護高齢者群を対象とした身体機能 (No. 10) 項目の非該当者と該当者における下腿部筋量との群間比較 (n=18)

分類	項目	非該当者 (n=7)	該当者 (n=11)	有意性
下腿部筋量	下腿前部 (mm・m/kg)	0.71±0.14	0.68±0.08	<i>p</i> =0.552
	下腿後部 (mm・m/kg)	1.20±0.23	1.17±0.25	<i>p</i> =0.766

平均値±標準偏差

3.4. 考察

身体機能の評価では、基本チェックリスト下位項目 No. 6～10 のすべての得点に要介護高齢者群は健常高齢者群よりも有意に高値を認めた。これらの項目の得点が高いことは身体機能が低下していることを意味しており、要介護認定を受ける可能性が高くなる²⁴⁾。65歳以上の男性高齢者を3年間追跡調査した結果、軽度要介護と認定された者の原因として「歩行能力の低下（連続歩行および階段昇降が難しい）」と「1年間の転倒歴あり」の2つの身体機能の低下が挙げられている^{102,103)}。また、Katsuraら¹⁰⁴⁾の研究においては、基本チェックリスト下位項目のNo. 6～No. 10のなかでも「No. 6 階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか」と「No. 10 転倒に対する不安は大きいですか」に該当する者は要介護と認定されるリスクが高いことを報告している。本研究でも要介護高齢者は健常高齢者と比べて身体機能の項目で有意な差を認めていたが、そのなかでもNo. 6とNo. 10の項目の該当率はそれぞれ61.1%と最も高く、先行研究¹⁰⁴⁾を支持した結果となった。つまり、本研究で対象となった要介護高齢者は健常高齢者と比べて身体機能のなかでも階段昇段動作が難しく、転倒恐怖感および転倒歴が高い特徴をもつことが示唆される。

要介護高齢者群は健常高齢者群と比べて、下腿前部および後部の筋量が低いことは2つの点が大きく関係していることが推察される。第1に、要介護高齢者群における階段昇段動作能力の低下である。階段昇降動作の場合、下腿三頭筋よりも大腿四頭筋の筋活動は大きい¹⁰⁵⁾、階段昇段のみの動作では大腿四頭筋に比べて前脛骨筋および下腿三頭筋（腓腹筋とヒラメ筋）の筋活動は大きい¹⁰⁶⁾。その昇段動作は、まず踏面に足部を接地して荷重を開始し、身体を前上方へ持ち上げるために膝関節の伸展と足関節底屈の働きが重要となり¹⁰⁷⁾、さらに段差への躓きを回避するためには足関節が背屈していく必要がある¹⁰⁸⁾。よって、階段昇段動作能力が高い者は大腿部よりも下腿前部および後部の筋量が大きいことが考えられる。しかし一方で、推測となるが要介護高齢者の階段

昇段動作では下肢への負担を減らすために手すりや壁を伝わることに加え、1足1段の昇段でなく2足1段の昇段動作に変えている者が多いことが考えられる。この2足1段の昇段動作は1段ごとに両足を揃えるため転倒恐怖感や下肢に障害が有る者に対して有効な歩行様式となり、1足1段の昇段動作と比べても腓腹筋とヒラメ筋の負担を減らすことができる¹⁰⁹⁾。さらに、立位時の上肢支持は下腿三頭筋の筋活動を軽減する¹¹⁰⁾。このように、要介護高齢者では健常高齢者と比べて、下肢の負担を回避するために手すりや壁を伝わるような上肢支持や2足1段の昇段方法が推察され、下腿部の筋活動の減少により筋量が低くなったことも考えられる。

第2に、要介護高齢者群では転倒恐怖感および転倒歴を有している者が多いことである。本研究で用いた身体機能の評価は名義尺度であるため、下腿部の筋量との関係を追求することは難しい。しかし、65歳以上の日本人男性高齢者を対象としたYamadaら⁴⁸⁾の研究によると、サルコペニアでは非サルコペニアに比べて3.16倍転倒しやすく、6.23倍転倒恐怖感が生じやすいことが報告されており、高齢期の転倒および転倒恐怖感はサルコペニアに陥る危険性が高い。高齢者の転倒における原因の多くは「つまづく」ことであり^{111,112)}、転倒歴のある高齢者では歩行中に足関節を背屈させる前脛骨筋の筋力が低下している¹¹³⁾。一方で、足関節の底屈筋である腓腹筋とヒラメ筋の活動は立位姿勢を保持する役割があり¹¹⁴⁾、バランス能力や移動能力と関連している¹¹⁵⁾。65歳以上の女性高齢者を対象とした金ら¹¹¹⁾の研究において、転倒恐怖感および転倒歴により外出を控える者は身体活動が低下し、前者は筋力やバランス能力が低下し、後者では筋力や移動能力が低下している。以上のことから、前述の報告¹¹¹⁾のような転倒恐怖感および転倒歴のある高齢者では下腿前部および後部の筋量が低くなりやすいことが推察される。このように、要介護高齢者では転倒恐怖感および転倒歴により移動能力が低下することで身体活動が低下し、それらの動作が求める下腿の動作が減ることで下腿前部および後部の筋量が低くなることが考えられる。

一方、要介護高齢者では身体機能のなかでもNo. 7とNo. 8の項目の該当率はそれぞれ33.3%と44.4%と半数以下となるが、健常高齢者ではそれらの項目の該当率が低く、両群間において有意な差が認められている。すなわち、要介護高齢者は健常高齢者に比べると椅子からの立ち上がり動作（立ち上がり動作）が難しく、さらに歩行の持久力が低下していた。

以上の結果から、要介護高齢者では身体機能のなかでも転倒恐怖感および階段昇段動作が低下している者は下腿前部および後部の筋量は低くなりやすいことを示唆している。その一方で、筋量の低いことが原因となり身体機能が低下することも推察される。それら両者の関係性を明らかにすることは本研究の結果からは難しく、筋量の低下と身体機能の低下はお互いに関係していることが考えられる。

しかしながら、要介護高齢者群は健常高齢者群と比べて上腕前・後部、肩甲骨下部、腹部、大腿前・後部の筋量に有意な差は認められなかった。地域在住男性高齢者のフレイルと身体各部位筋量との関連を調査した第二章の研究¹¹⁶⁾では、フレイル群は健常群と比較して下肢・体幹の筋量が低いことが認められておらず、上腕前部にのみ生じることを報告している。そして、フレイル群の上腕前部の筋量が低いことはその部位の日常の活動量が減少していることを示唆している。しかしながら、要介護高齢者群と健常高齢者群を比較した本研究では上腕前部の筋量が低値を示していない。健常成人男性を対象とした相馬ら¹¹⁷⁾の研究によると、T杖を使用した歩行は肘関節を固定するために上腕二頭筋および上腕三頭筋の筋活動量が大きいことを報告している。本研究の要介護高齢者群では階段昇段動作での上肢支持や歩行にT杖などの歩行補助具を使用している者まで含まれており、日常生活動作においては上腕部の負荷が大きいために上腕部の筋量が低くなるまでに至らなかったと考える。さらに、通所リハビリテーションを利用している要介護高齢者では健常高齢者と比較して全身および大腿部の筋量に有意な差は認められなかったことが指摘されている^{53, 54)}。また、前述の報告^{53, 54)}では要支援1から

第三章 地域在住要介護男性高齢者における身体各部位筋量と身体機能の特徴

要介護 2 までの軽度要介護高齢者を対象としており、本研究の結果と一致した。従って、軽度要介護高齢者群では身体機能が低下しているが、大腿および体幹といった大筋群の筋量が低くなるまでには至らなかったことが考えられる。

本研究では、要介護高齢者の身体各部位筋量と身体機能との特徴を検証した。その結果、要介護高齢者は下腿前部および後部の筋量が低く、身体機能が低下することが考えられた。しかしながら、要介護高齢者群のなかでは身体機能と下腿前部および後部の筋量との関係性は見出せず、本研究においては健常高齢者群と比べて要介護高齢者群の身体機能と下腿前部および後部の筋量は低いことが示唆された。一方で、本研究の限界として鈴川ら¹¹⁸⁾の報告では2群間の比較に必要な対象者数はそれぞれ26名以上必要であることが示されているが、要介護高齢者群では対象者数が18名と少ない。しかし、要介護高齢者群においては除外基準に記しているように病状の安定している通所サービスおよび訪問リハビリテーションを利用している者を対象としているため、健常高齢者群と比べて対象者数の確保は困難であった。さらに、本研究で対象となった要介護高齢者群の中には通所サービスおよび訪問リハビリテーションでのリハビリを行っている者も含まれている。したがって、要介護高齢者群の対象者数およびリハビリ状況の介入が身体各部位の筋量に一部影響を及ぼしている可能性が示唆された。

3.5. 結論

本研究は地域在住要介護高齢者を対象とし、身体各部位の筋量と身体機能を健常高齢者群との比較から検討した。要介護高齢者では、健常高齢者と比べて身体機能が低下していた。そのような特徴をもった要介護高齢者群においては、下腿前部および後部の筋量が健常高齢者群より有意に小さかったが、上腕前後部・肩甲骨下部・腹部・大腿前後部の筋量には有意な差は見出せなかった。

第四章 地域在住要介護高齢者におけるフレイル要因および身体

各部位筋量の性差の検討

第四章 地域在住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量の性差の検討

4.1. はじめに

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が高くなる⁵⁾。一方、65歳以上の地域在住高齢者におけるサルコペニアの罹患率を示したYamadaら⁴⁸⁾の研究では男性21.8%、女性22.1%となり、65歳から74歳までの間においては女性に多いが、75歳以上になると加齢とともに男性の割合は高くなる。

Xueら²⁶⁾によると、筋量の減少が起こった高齢者はフレイルの進行が速いことを報告している。しかし、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⁴⁾により活動量が低下し、さらには食欲低下等による低栄養から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¹⁸⁾。よって、高齢者の筋量を評価することはフレイルの早期発見および予防のため重要と考えられる。

高齢期における筋量減少の割合は加齢とともに女性より男性に高くなる傾向にある^{32,36)}。これまで筋量を評価した先行研究^{32,69)}においても筋量の減少には性差が存在しており、筋量は年齢を問わずすべての部位において男性が女性よりも大きいですが、加齢に伴う減少率の割合は男性が女性よりも高くなる。しかしながら、20歳から85歳未満の男女を対象としたAbeら⁷⁰⁾の研究によると、男性は女性よりも加齢に伴い全身の筋量は減少しているが、大腿部においては男性より女性の筋量の減少率が高いことを報告している。このように、男女の2群間における筋量の減少は身体各部位より異なることが予測される。

この身体各部位の筋量測定には小型で持ち運びしやすく、本研究のような地域在住高齢者を対象とした場合には多様なフィールドにおいて容易に評価できる超音波診断装置が用いられている⁴⁵⁾。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⁹⁴⁾。超音波診断装置で測定した筋厚は筋力との相関が高く、特に大腿部および上腕部の筋量は筋力と強い正の相関がある。そのため、筋厚は筋力を推

第四章 地域在住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量の性差の検討

定する有用な指標となる⁷⁶⁾。これらのことから、筋厚は容易に測定できるため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。

これまで地域在住高齢者を対象とした谷本ら¹¹⁹⁾の研究によると、全身および四肢の筋量は絶対値および身長や体重から補正した値の有無に関わらず、男性は女性よりも有意に高値を示している。さらに、40歳以上の地域在住中高齢者を対象としたHideら¹²⁰⁾の研究では、全身および四肢の筋量に加えて超音波診断装置を用いて測定した大腿前部の筋量においても男性が女性よりも大きいことが報告されている。また、50歳以上の地域在住中高齢者を対象としたAbeら⁵⁵⁾の研究においても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¹²¹⁾。さらに、20歳以上の若年者では上腕前・後部、大腿前・後部、下腿前・後部の筋厚すべてで男性が女性よりも大きく、筋量の減少率は男女ともに大腿および下腿部では加齢に伴い高くなる¹²²⁾。

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¹²³⁾の研究によると、男女間の四肢および全身の筋量は男性に高値を示しているが、身体各部位筋量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。このことから、健全な地域在住中高齢者と前述¹²³⁾のような入院中の中高齢者では男女間での身体各部位の筋量低下が異なることが示唆される。しかしながら、これまでの報告^{55,119-123)}では若年期から高齢期までの対象者および入院患者の身体各部位筋量の性差を調査した報告は散見されているが、地域在住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量の性差との関連性を調査した報告はみられない。

そこで、本研究では要介護高齢者の身体各部位の筋厚は男性よりも女性が小さくなること、しかしながら筋厚の小さくなることは各部位により異なること、さらに地域在住

第四章 地域在住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量の性差の検討

要介護高齢者において身体的および精神・心理的，社会的なフレイルの3側面の低下は身体各部位筋量の性差と関係するという仮説に基づき，地域在住要介護高齢者における身体各部位筋量およびフレイルの3側面との性差を検討することを目的とした。

第四章 地域在住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量の性差の検討

4.2. 方法

4.2.1 対象

対象は要支援1から要介護2までの軽度要介護の男女高齢者（要介護高齢者）37名とし、その性別の内訳は65.6～86.6歳の男性要介護高齢者（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。男性高齢者の要介護度の区分に関しては、要支援1が5名、要支援2が6名、要介護1が3名、要介護2が8名であった。一方で、女性高齢者の要介護度の区分は、要支援1が4名、要支援2が6名、要介護1が1名、要介護2が4名であった。

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。

4.2.2 測定項目

4.2.2.1 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) (kg/m^2) : (体重 (kg) ÷ 身長 (m^2)) を求めた。

第四章 地域在住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量の性差の検討

4.2.2.2. フレイルの評価

フレイルの評価は、第二章と同じく厚生労働省が示している基本チェックリストを用いた²¹⁾。

4.2.2.3. 身体各部位の皮下脂肪厚および筋厚の計測

身体各部位の皮下脂肪厚および筋量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・後部を測定しており、その測定部位は利き手側または健常側とした。計測方法⁷⁷⁾は第二章に基づき実施している。なお、表 4-1 に示したように身長および体重の各測定項目には性差が存在しており、女性高齢者では男性高齢者と比べて体型が大きく異なる。そこで、本研究では男女別に筋厚と身長および体重の相関分析をした結果、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。20 歳代の若年期から 70 歳代の高齢期までの男女を対象とした宮谷ら⁴²⁾の研究では、下肢の各部位筋厚 (mm) を (体重)^{1/3} で除した数値と性差との関係を年齢別に調査しており、高齢期群における各部位筋厚を補正した数値では性差の影響が少ないことが報告されている。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)^{1/3} で除した数値を筋量値として用いた。算出式は下式の通りである。

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

4.2.2.4. 運動機能の測定

握力はデジタル式握力計 (T. K. K. 5401, 竹井機器工業製) を用いて、立位にて利き手

第四章 地域在住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量の性差の検討

側または健常側で測定した。握力は2回測定し、高い値を代表値とした。

4.2.2.5. 日常生活動作の評価

日常生活動作の評価は、Barthel Index100) (BI)¹²⁴⁾を使用した。このBIは食事、乗車、整容、トイレ動作、入浴、移動、階段昇降、更衣、排便および排尿自製の10項目で構成されている。そして、その自立度に応じて0、5、10、15の点数が与えられており、最高点は100点、最低点は0点となる。

4.2.3. 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ているが、すべての項目においてセルの期待度数は5未満のため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 ver23.0 for Windowsを用いた。

第四章 地域在住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量の性差の検討

4.3. 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と握力およびBIの2群間の比較を表4-1に示す。要介護度別および基本チェックリスト総合点では，2群間に有意な差は認められなかった。また，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。さらに，握力では2群間に有意な差を認めたが，BIには有意な差は認められなかった

身体各部位の皮下脂肪厚 (mm)，筋量絶対値 (mm) および筋量補正值 ($\text{mm}/\text{kg}^{1/3}$) の2群間の比較を表4-2に示す。身体各部位の皮下脂肪厚は，男性高齢者と女性高齢者の2群間において有意な差は認められなかった。一方，身体各部位筋量では絶対値および補正值ともに上腕前部および後部，大腿前部，下腿前部の筋量において男性高齢者群と女性高齢者群の2群間で有意な差を認めたが，大腿後部と下腿後部の筋量に有意な差は認められなかった。身体各部位筋量の補正值において，男性高齢者の平均値に対する女性高齢者の筋量低下の割合は大腿前部 (29.9%)，上腕前部 (25.4%)，上腕後部 (22.5%)，下腿前部 (11.8%)，下腿後部 (4.1%)，大腿後部 (1.2%) の順に高かった。

第四章 地域在住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量の性差の検討

表 4-1. 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)	有意性
身体的特性	年齢 (歳)	76.6±5.7	79.8±8.6	<i>p</i> =0.101
	身長 (cm)	162.9±3.6	148.8±6.8	<i>p</i> <0.000**
	体重 (kg)	63.4±9.1	48.0±9.7	<i>p</i> <0.000**
	BMI (kg/m ²)	23.9±3.6	21.6±3.8	<i>p</i> =0.068
要介護度 (名)	要支援 1 (%)	5 (22.7)	4 (26.7)	<i>p</i> =0.541
	要支援 2 (%)	6 (27.3)	6 (40)	<i>p</i> =0.323
	要介護 1 (%)	3 (13.6)	1 (6.7)	<i>p</i> =0.461
	要介護 2 (%)	8 (36.4)	4 (26.7)	<i>p</i> =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	<i>p</i> =0.803
	手段的生活活動 : No. 1~3 (点)	1.9±1.3	2.1±0.9	<i>p</i> =0.724
	社会的な生活活動 : No. 4~5 (点)	0.9±0.6	0.7±0.6	<i>p</i> =0.547
	身体機能 : No6~10 (点)	2.8±1.3	3.3±1.0	<i>p</i> =0.242
	栄養状態 : No11~12 (点)	0.4±0.5	0.5±0.5	<i>p</i> =0.313
	口腔機能 : No13~15 (点)	1.0±1.0	1.4±1.2	<i>p</i> =0.359
	閉じこもり : No16~17 (点)	1.0±0.7	0.5±0.5	<i>p</i> =0.020*
	認知機能 : No18~20 (点)	0.8±1.0	0.9±0.9	<i>p</i> =0.383
抑うつ気分 : No21~25 (点)	1.8±1.4	1.9±1.7	<i>p</i> =0.899	
運動機能	握力 (kgf)	30.1±8.1	14.4±6.0	<i>p</i> <0.000**
日常生活動作	Barthel Index (点)	96.8±5.9	97.0±4.1	<i>p</i> =0.644

平均値±標準偏差, 人数 (%)

p*<0.05, *p*<0.01.

第四章 地域在住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量の性差の検討

表 4-2. 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量の群間比較 (n=37)

分類	項目	男性高齢者 (n=22)	女性高齢者 (n=15)	有意性
身体各部位皮下脂肪厚 (mm)	上腕前部 (mm)	3.7±1.8	3.7±2.3	p=0.951
	上腕後部 (mm)	6.4±2.5	8.0±3.2	p=0.085
	大腿前部 (mm)	8.2±4.0	8.0±4.2	p=0.902
	大腿後部 (mm)	7.2±2.6	6.6±3.0	p=0.559
	下腿前部 (mm)	3.3±1.0	4.1±1.9	p=0.152
	下腿後部 (mm)	6.4±2.8	6.8±2.4	p=0.599
身体各部位筋量 (mm)	上腕前部 (mm)	27.6±4.4	19.3±3.5	p<0.000**
	上腕後部 (mm)	18.3±5.9	13.6±4.1	p<0.010**
	大腿前部 (mm)	27.1±7.6	18.1±5.6	p<0.000**
	大腿後部 (mm)	41.4±6.9	38.9±7.1	p=0.188
	下腿前部 (mm)	26.6±2.7	22.3±0.0	p<0.000**
	下腿後部 (mm)	44.6±7.1	40.5±6.8	p=0.093
身体各部位筋量 (mm/kg ^{1/3})	上腕前部 (mm/kg ^{1/3})	6.9±0.9	5.2±1.1	p<0.000**
	上腕後部 (mm/kg ^{1/3})	4.6±1.3	3.6±1.0	p<0.018*
	大腿前部 (mm/kg ^{1/3})	6.7±1.6	4.7±1.4	p<0.000**
	大腿後部 (mm/kg ^{1/3})	10.4±1.6	10.3±2.0	p=0.710
	下腿前部 (mm/kg ^{1/3})	6.7±0.6	5.9±1.0	p<0.004**
	下腿後部 (mm/kg ^{1/3})	11.2±1.7	10.7±2.2	p=0.481

平均値±標準偏差

*p<0.05, **p<0.01.

4.4. 考察

基本チェックリスト総合点の男性高齢者群と女性高齢者群の比較では有意な差は認められなかった。また、基本チェックリスト下位項目においては閉じこもりのみ有意な差を認めたが、その他の項目に有意な差は認められなかった。この閉じこもりの項目の得点が高いことはフレイルの社会的な側面と関係しており¹⁶⁾、高齢期における閉じこもりは生活の活動範囲が狭小化することで身体活動量が低下することが示唆されている¹²⁵⁾。健常な地域在住男女高齢者を対象とした渡辺ら¹⁰⁰⁾の研究において、閉じこもり率は女性よりも男性が有意に高く、閉じこもりが発生する予測因子としては男女ともに「友人・近隣・親族と交流頻度が低い人」が最も高いことが示されている¹²⁶⁾。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¹²⁷⁾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^{126, 127)}を支持する結果となった。

男性高齢者群は女性高齢者群と比べて身体各部位の皮下脂肪厚に有意な差は認められなかった。しかしながら、女性高齢者は男性高齢者と比べ、体重が24.3%少ないことから、体重に占める皮下脂肪の割合はより大きいことが考えられる。その一方で、身体各部位の筋厚を(体重)^{1/3}で補正した値では女性高齢者が男性高齢者よりも小さかった。福永¹²²⁾によると、若年期から高齢期において身体各部位の筋量は男性が女性よりも大きいことが報告されている。本研究の対象者では筋厚を(体重)^{1/3}で補正しているが、すべての身体各部位の筋厚は男性高齢者群が大きく、その反面で皮下脂肪厚は女性高齢者群が大きかった。従って、皮下脂肪厚および筋厚における性差の傾向は要介護高齢者と健常高齢者との間において変わらないことが考えられる。

第四章 地域在住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量の性差の検討

男性高齢者群の筋厚の平均値に対する女性高齢者群の筋厚の差は大腿前部（-29.9%）、上腕前部（-25.4%）、上腕後部（-22.5%）、下腿前部（-11.8%）の順に高かった。20歳代から70および80歳代の男女を対象とした福元ら⁷¹⁾の研究によると、下肢筋群のなかでも膝関節伸筋群は加齢に伴う筋量の低下が最も大きく、その低下率は男性より女性に大きいことを報告している⁷⁰⁾。65歳から90歳までの日本人男女高齢者を対象としたYanagawaら¹²⁸⁾の研究では加齢に伴い膝伸展筋力は低下している。さらに男女別にそれぞれ上下肢の筋力を年代別に調査したBohannon¹²⁹⁾らの研究によると、男性に比べて女性では加齢による膝伸展筋力の低下が大きい。また、男女高齢者を対象とした金ら¹³⁰⁾の研究では、女性高齢者の運動習慣がない群は歩行能力が高いアスリート群に比べて大腿前部の筋量が低いことが報告されている。以上のことから、身体機能が低下している女性高齢者では大腿前部の筋量は低くなりやすく、本研究のような要介護高齢者群にもあてはまることが示唆される。

男性高齢者群では女性高齢者群と比べて上腕前部および後部の筋厚が有意に大きかった。第二章の研究¹¹⁶⁾において、男性フレイル高齢者は上腕前部の筋量が低いことを示している。さらに、女性フレイル高齢者の各部位筋量を1年間追跡したTakeshimaら⁵⁰⁾の研究では上腕前部および後部の筋量低下は加齢による影響に加え、身体不活動の影響を強く受けやすく、他の部位に比べて減少率は高いことが報告されている。このことから、フレイル時の上腕部の筋量が低くなることは性別に関係なく起こりやすい現象と言えるが、男性と比べて女性では加齢や身体不活動の影響により上腕前部および後部の筋量が低下しやすいことが示唆される。一方、フレイルそして要介護に進む段階においては日常生活動作の増悪を引き起こす危険性が高く^{85,86)}、そのなかでも家事¹³¹⁾やセルフケア能力¹³²⁾の低下率が最も大きいことが報告されている。家事には掃除や洗濯など、セルフケアには整容、清拭および更衣など上肢が必要な動作が多く含まれる。そして、それらの動作は肘関節の屈伸筋力とも関係している¹³³⁾。日本人の場合、文化・社会的な

第四章 地域在住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量の性差の検討

面から女性の方が男性よりも日常的に行う家事やセルフケアの種類や頻度が多い。しかしながら、フレイルそして要介護の前後にある高齢者では家事やセルフケアの低下が大きく、さらに男性と比べて女性高齢者においては上肢の活動の減少が際立ち、上腕部の筋量の性差は他の筋と比べてより大きく表れたことが示唆される。

下腿前部の筋量は男性高齢者群が女性高齢者群より有意に高値を示したが、大腿前部および上腕前・後部に比べるとその差は-11.8%と低い。要介護男性高齢者を対象とした第三章の研究¹³⁴⁾は、下腿前部の筋量が低いことを報告している。一方、施設に入所している女性フレイル高齢者を対象としたIkezoe¹³⁵⁾らの研究によると、下肢筋群の各部位筋量の減少率を1年間追跡調査した結果、加齢に伴う下腿前部の筋量(前脛骨筋:12.8%)の減少率は大腿前部の筋量(大腿直筋:28.3%, 中間広筋:19.8%)の半分も満たしていない。また、Bohannon¹²⁹⁾らは男女別・年代別に上下肢の筋力の低下率を縦断的に調査している。ここでは、筋力を体重で除した値を用いており、男性では足背屈筋力と膝伸展筋力の低下率の差は少ないが、女性では足背屈筋力が43.4%に対し膝伸展筋力が54.7%と低下率に差が認められている。以上のことから、要介護高齢者においても下腿前部の筋量は低い、女性高齢者では低下率が少ないことが考えられる。

一方、男性高齢者群は女性高齢者群と比べて大腿後部および下腿後部の筋量に有意な差は認められなかった。身体各部位の筋厚のなかでも大腿後部は加齢による影響を受け難く⁴⁵⁾、筋厚を(体重)^{1/3}に対する比(mm/kg^{1/3})で示した補正值においても高齢期では大腿後部および下腿後部の筋量に性差は認められていないことが報告されている⁴²⁾。このように、身体各部位筋量のなかでも大腿後部の筋量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。

健康な中高齢女性を対象として下肢の筋量と身体活動量との関係を調査したAbeら⁵⁷⁾の研究では、下腿後部と歩行能力および身体活動量との関連は深いことが報告されている。また第三章の研究¹³⁴⁾において、健常男性高齢者と比べて要介護男性高齢者では下腿

第四章 地域在住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量の性差の検討

後部の筋量が最も低値を示している。それらの先行研究^{57,134)}によると、下腿後部の筋量は歩行能力および身体活動量との関係が深いことを報告している。本研究の男性高齢者群では女性高齢者群と比べて、閉じこもりの項目となる外出頻度は有意に低く、身体活動は低下していることが推測される。すなわち、要介護男性高齢者群においては性差による影響以外にも身体活動の低下により下腿後部の筋量が低値を示しており、女性高齢者群と比べても有意な差は認められなかったことが考えられる。

本研究では、地域在住要介護高齢者における男女間の身体各部位筋量とフレイルの3側面との関係性を検証した。その結果、男性高齢者群は女性高齢者群より大腿前部、上腕前部および後部、下腿前部の筋量が有意に大きかったが、大腿後部および下腿後部の筋量に有意な差は認めなかった。さらに、男性高齢者群では性差以外にも身体活動の低下により大腿後部および下腿後部の筋量は低くなりやすいことを示唆しているが、それらの関係性は一方向性でなく、両者はお互いに関係していることが考えられる。一方で、本研究の限界として、対象者の筋量値を先行研究⁴²⁾のように性差を検討するため筋厚を(体重)^{1/3}で補正した値を用いているが、本来は除脂肪体重を補正に用いるべきであった。

第四章 地域在住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量の性差の検討

4.5. 結論

本研究は地域在住要介護高齢者を対象とし、身体各部位の筋量とフレイルの 3 側面の性差を検討した。男性高齢者群においては、上腕前部および後部、大腿前部、下腿前部の筋量補正值が女性高齢者群より有意に大きかったが、大腿後部および下腿後部の筋量補正值に有意な差は認められなかった。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。そのような特徴をもった男性高齢者群は女性高齢者群と比べて、大腿後部および下腿後部の筋量において性差は認めなかった。

第五章 総括

本論文では、高齢期に陥りやすいフレイルさらに要介護の状態が身体各部位筋量の低下に与える影響について検討した。まず、男性フレイル高齢者の身体各部位筋量とフレイルの身体的、精神・心理的および社会的側面の3側面との関連性を明らかにすること、さらに要介護男性高齢者の身体機能と身体各部位筋量の特徴に加えて、要介護高齢者の男女間における性差がフレイルの3側面と各部位筋量に与える影響を検討することを目的とした。本章では各章の要点と一連の研究課題から示された点および今後の研究課題について述べていく。

5.1. 各章のまとめ

第二章では、65歳以上の地域在住男性高齢者42名を対象にフレイルと身体各部位筋量との関連性を検討している。その結果、フレイル群は健常群よりも身体機能、口腔機能、認知機能、抑うつ度の得点が高かった（第二章：表2-2）。筋量においては、上腕前部のみフレイル群が有意に低く、フレイル高齢者では上腕前部の筋量が低くなりやすいことが示されている（第二章：表2-4・表2-5、図2-4）。このように、男性フレイル高齢者においては身体的および精神・心理的な側面に問題があり、特定の部位、すなわち上腕前部の筋量が低くなりやすいという知見が得られた。さらに、第三章では要介護男性高齢者を対象に身体機能と身体各部位筋量の特徴を検討している。対象者は65歳以上の地域在住男性高齢者53名とし、健常高齢者（健常群）35名と要介護高齢者（要介護群）18名に分類した。要介護群は健常群よりも身体機能が低く、その中でも階段昇降動作や転倒恐怖感に問題のある者は61.1%と最も多かった（第三章：表3-2）。筋量においては、下腿前部および後部の筋厚のみ健常群よりも要介護群が有意に小さかった（第三章：表3-3）。このように要介護男性高齢者の場合、特に下腿前部と後部の筋量は低いことが示唆された。

以上の第二章から三章において、男性高齢者のフレイル群と要介護群の各部位筋量の

特徴を知ることができたと考える。しかしながら、これまでの先行研究^{32,136)}から筋量の減少には性差が存在しており、男性は女性よりも加齢に伴い全身の筋量は減少しているが、大腿部においては男性より女性の筋量の減少率が大きく⁷⁰⁾、男女間での各部位筋量の特徴が異なることが考えられる。そこで、第四章では男女の要介護高齢者 37 名を対象とし、フレイルの 3 側面と各部位筋量における性差との関係性を検討している。その結果、男性高齢者では女性高齢者と比べて閉じこもり傾向が認められた（第四章：表 4-1）。一方、各部位筋量をみると、女性高齢者では男性高齢者に比べて大腿前部、上腕前部、上腕後部、下腿前部が有意に低い。大腿後部と下腿後部の筋量に有意な差は認めなかった（第四章：表 4-2）。従来なら男女間での各部位筋量には性差は認められるべきであるが、大腿後部および下腿後部の筋量には性差が認められなかった。このことから、男性高齢者では女性高齢者に比べて大腿後部および下腿後部の筋量が低くなりやすく、その原因として閉じこもりが関係していることが示唆された。

5.2. 本研究の知見の応用性

本研究の目的に対し、一連の研究結果を踏まえると、高齢期におけるフレイルの3側面の問題は各部位筋量との関係性が深いことが示唆された(図5-1)。これまでの介護予防の効果としては身体的側面への介入により下肢の各部位筋量が増加することが報告されている^{137,138)}が、高齢期のそれぞれの段階および性別に応じたフレイルと身体各部位筋量への対策はされていない。そこで、本研究の知見をもとに各段階および性別の特徴に応じた新たな介護予防方法を提案する。

第二章では、フレイル群の身体的および精神・心理的な側面の問題と上腕前部の筋量が低いことは相互に関係しており、フレイル高齢者の特徴を把握することができた。しかし、序論で述べているようにフレイルおよびサルコペニアを有する高齢者では健常高齢者と比べて、大腿前部の筋量は低いことが報告^{47,49)}されており、本研究とは異なった結果となる。上肢は下肢や体幹と比べ日常の筋活動量が低く、フレイル群においては身体的および精神・心理的な側面の問題により不活動が推察され上腕前部の筋量は低かった。このように、フレイル高齢者では従来の身体的側面と下肢の筋量との関係性以外にもフレイルの3側面との関係性を考慮した介護予防を展開する必要がある。例えば、身体的側面に加えて精神・心理的な側面に問題のあるフレイル高齢者では身体不活動や運動不足を解消し、上腕前部の筋量が低いことへの対策では上腕二頭筋の筋力トレーニングだけでなく、日常生活動作においても上肢を必要とする更衣および食事や入浴などのセルフケア能力の向上と掃除や洗濯など家事を積極的に行うよう指導し、日常的に上肢の筋活動量を増加させるような介護予防方法を提案する。

第三章では要介護群において身体機能と下腿前部および後部の筋量との関係性を示している。施設入所となる要介護高齢者では自立高齢者と比べてすべての下肢の各部位筋量が低い^{51,52)}が、本研究の地域在住要介護高齢者では特定の下肢の筋量のみ低かった。本研究の結果から、要介護群では身体機能のなかでも階段昇段動作や転倒恐怖感が

下腿前部および後部の筋量と関係するという新たな知見が得られている。その対策として、例えば、指導者側が階段昇段動作では身体を前上方へ持ち上げる際に足関節を底屈し、さらに段差の躓きを回避するよう足関節を背屈することを意識させる声掛けが必要である。さらに、転倒恐怖感を軽減するためには日常生活動作およびトレーニング中において、より多くの成功体験を積み、正のフィードバックの効果をもたらすような言葉かけを行う。このように、地域在住要介護高齢者では前脛骨筋および下腿三頭筋のような下腿部を中心とした下肢の筋力トレーニングに加えて階段を昇る、活動中の転倒恐怖感を無くすような身体機能の向上を目的とした複合的な介護予防方法を新たに提案する。

第四章では男女の要介護高齢者を対象とし、男性高齢者では各部位筋量のなかでも大腿後部および下腿後部の筋量が低くなりやすく、その原因として閉じこもりすなわち社会的側面の低下が関係していることが示唆された。しかし、従来の介護予防では、性差に応じたフレイルと身体各部位筋量への対策はなされていない。その対策として、本研究の知見から指導者側は男性高齢者に対して従来の下肢の筋力トレーニングや歩行練習に加えて、日常生活においては外出頻度が増えるような趣味や役割を見つけ出し、社会参加を含んだ身体活動の向上を図り、大腿後部および下腿後部の筋量増加を図る必要がある。その一方で、女性は男性に比べて上腕部や大腿前部および下腿前部の筋量が低い。それらの対策としては、上腕部の筋量が低いことには上肢の筋活動量を増加させる日常生活動作や家事の反復練習が必要であり、下肢では特に膝伸展筋力を向上させるトレーニングを指導し、身体機能の向上を図る必要がある。このように、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。

本研究から、フレイル群および要介護群の介護予防ではフレイルの3側面と各部位筋量との関係性を単一で見るのではなく、両者への介入がより効果的な介護予防を実践できることが考えられる（図5-2）。また、これらの知見からフレイル群および要介護群

への対策においては、それぞれの群間および性差の特徴に応じた新たな介護予防の実践が可能となることが示唆された。

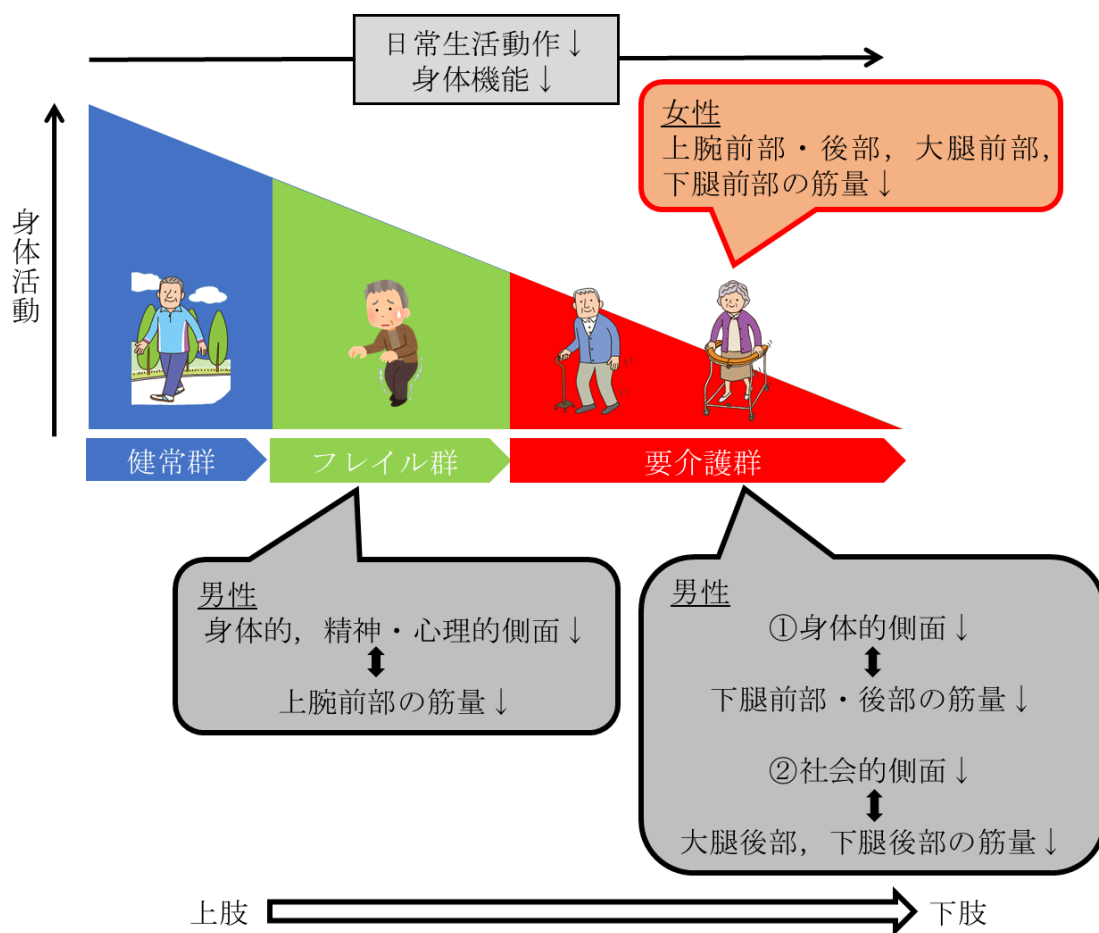


図 5-1. 各群間での各部位筋量とフレイル 3 側面との関係性

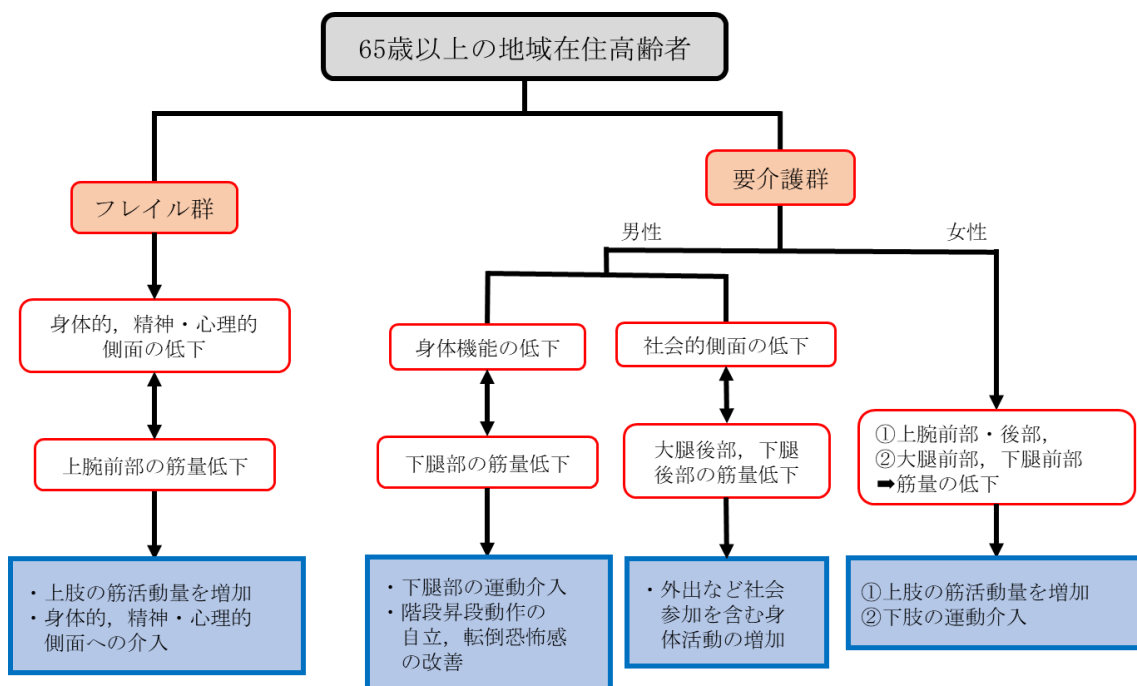


図 5-2. 高齢期の各群における介護予防方法のフローチャート

5.3. 本研究の限界と今後の課題

本研究を通して得た今後の課題を述べる。序論で述べたように高齢者は主に健常群、フレイル群さらに要介護群に分類されており、その群ごとに各部位の筋量の低値は異なることが推測されている。鈴川ら¹¹⁸⁾の報告によると、2群間の比較に必要な対象者数はそれぞれ26名以上必要であることが示されている。しかしながら、第三章および四章の要介護群では対象者数が少ないことが言える。本研究の要介護群においては除外基準に記しているように病状の安定している通所サービスおよび訪問リハビリテーションを利用している者を対象としているため、健常群と比べて対象者数の確保は困難であった。さらに、本研究で対象となった要介護群の中には通所サービスおよび訪問リハビリテーションでのリハビリを行っている者も含まれている。したがって、要介護群の対象者数およびリハビリ状況の介入が身体各部位の筋量に一部影響を及ぼしている可能性がある。今後は対象者数の確保とリハビリでの運動強度や頻度などにも着目しながら、身体各部位筋量との関連性を検討していきたい。

5.4. 結論

本論文では地域在住高齢者を対象としてフレイル群および要介護群の身体各部位筋量の特徴とフレイルの3側面および性差との関係性を検討した。地域在住高齢者を対象とした調査により、高齢期の各段階および性別においては筋量の部位差が異なり、さらにフレイルの3側面が関係していることを示唆した。それらの知見に基づき、本研究では高齢期のフレイル群と要介護群さらに性別における身体各部位筋量とフレイルの3側面の特有の問題を提示し、その特徴に応じた新たな介護予防方法を提案できたと考える。

引用文献

- 1) 内閣府：令和元年度版度版高齢社会白書（概要版）高齢化の状況，東京，pp. 2-6, 2019.
- 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, 12: 607-612, 2016.
- 3) 厚生労働省介護予防マニュアル（平成24年審査分）.
<http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/tp0501-1.html>（2020年8月15日引用）
- 4) 一般社団法人日本老年医学会：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/2014_513_01_01.pdf
（2020年9月23日引用）
- 5) Kojima G, Iliffe S, Taniguchi Y, Shimada H, Rakugi H, Walters K: Prevalence of frailty in Japan: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Epidemiology*, 27: 347-353, 2017.
- 6) 厚生労働省 平成28年度国民生活基礎調査.
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/d1/05.pdf>（2020年9月11日引用）
- 7) Morley JE, Vellas B, Kan AV, Anker SD, Bauer JM, Bernabei R, Chumlea WC, Doehner W, Evans JM, Fried LP, Guralnik, Katz PR, Malmstrom TK, McCarterRJ, Robledo G, Rockwood K: Frailty consensus: a call to action. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14: 392-397, 2013.
- 8) Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA: Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences and Medical Sciences*, 56: M146-156, 2001.

- 9) Kelaïditi E, Cesari M, Canevelli M, van Kan GA, Ousset PJ, Gillette-Guyonnet S, Ritz P, Duveau F, Soto ME, Provencher V, Nourhashemi F, Salvà A, Robert P, Andrieu S, Rolland Y, Touchon J, Fitten JL, Vellas B: Cognitive frailty: rationale and definition from an (I. A. N. A. /I. A. G. G.) international consensus group. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 17: 726-734, 2013.
- 10) Shimada H, Lee S, Doi T, Bae S, Tsutsumimoto K, Arai H: Prevalence of psychological frailty in Japan: NCGG-SGS as a Japanese National cohort study. *Journal of Clinical Medicine*, 8: 1554, 2019.
- 11) 服部英幸: 虚弱高齢者の精神症状. *日本老年医学会雑誌*, 50: 759-761, 2013.
- 12) Zhang SM, Tang XD, Yang XR, Zheng RR, Xu L, Wu JH: Relationship between frailty and depression in elderly patients. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 97: 3384-3387, 2017.
- 13) Feng L, Nyunt MS, Feng L, Yap KB, Ng TP: Frailty predicts new and persistent depressive symptoms among community-dwelling older adults: findings from Singapore longitudinal aging study. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15: 76.e1-76.e12, 2014.
- 14) 荒井秀典: フレイル診療ガイド 2018 年度版. 株式会社ライフ・サイエンス, pp. 19-20, 2018.
- 15) 藤原佳典: 地域高齢者における社会的フレイルの概念と特徴～社会的側面から見たフレイル～. *日本転倒予防学会誌*, 3: 11-16, 2017.
- 16) Makizako H, Shimada H, Tsutsumimoto K, Lee S, Doi T, Nakakubo S, Hotta R, Suzuki T: Social Frailty in community-dwelling older adults as a risk factor for disability. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16: 1003.e7-11, 2015.

- 17) Morley JE: Frailty and sarcopenia in elderly. Wiener klinische Wochenschrift Wien Klin Wochenschr, 128: 439-445, 2016.
- 18) 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. 京都府立医科大学雑誌, 121: 535-547, 2012.
- 19) 荒井秀典: フレイル診療ガイド 2018 年度版. 株式会社ライフ・サイエンス, pp. 4-8, 2018.
- 20) Mitnitski AB, Mogilner AJ, Rockwood K: Accumulation of deficits as a proxy measure of aging. The Scientific World Journal, 1: 323-336, 2001.
- 21) 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> (2020 年 9 月 21 日引用)
- 22) Sewo Sampaio PY, Sampaio RA, Yamada M, Arai H: Systematic review of the Kihon Checklist: Is it a reliable assessment of frailty?. Geriatrics and Gerontology International, 16: 893-902, 2016.
- 23) Satake S, Senda K, Hong YJ, Miura H, Endo H, Sakurai T, Kondo I, Toba K: Validity of the Kihon Checklist for assessing frailty status. Geriatrics and Gerontology International, 16: 709-715, 2016.
- 24) 遠又靖丈, 寶澤篤, 大森芳, 永井雅人, 菅原由美, 新田明美, 栗山進一, 辻一郎: 1年間の要介護認定発生に対する基本チェックリストの予測妥当性の検証. 日本公衆衛生雑誌, 58: 3-13, 2011.
- 25) 浜崎優子, 森河裕子, 中村幸志, 森本茂人, 中川秀昭: 介護予防事業対象者選定における生活機能検査の参加状況と要介護状態の発生との関連. 日本公衆衛生雑誌, 59: 801-809, 2012.
- 26) Xue QL, Bandeen-Roche K, Varadhan R, Zhou J, Fried LP: Initial

- manifestations of frailty criteria and the development of frailty phenotype in the Women's Health and Aging Study II. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences and Medical Sciences*, 63: 984-990, 2008.
- 27) 葛谷雅文: サルコペニアの概念と診断基準. *日本サルコペニア・フレイル学会誌*, 1: 7-12, 2017.
- 28) Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R: Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of Applied Physiology*, 89: 81-88, 2000.
- 29) 山田陽介, 木村みさか, 中村榮太郎, 増尾善久, 小田伸午他: 15~97歳日本人男女1006名における体肢筋量と筋量分布. *体力科学*, 56: 461-472, 2007.
- 30) Israel S: *Strength and Power in Sport. Age-related changes in strength and special groups*. Blackwell, Oxford, pp319-328, 1992.
- 31) Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Iorio AD, Corsi AM, Rantanen T, Guralnik JM, Ferrucci L: Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95: 1851-1860, 2003.
- 32) 谷本芳美, 渡辺美鈴, 河野令, 広田千賀, 高崎恭輔, 河野公一: 日本人筋肉量の加齢により特徴. *日本老年医学会雑誌*, 47: 52-57, 2010.
- 33) Rosenberg I: Summary comments:epidemiology and methodological problem in determining nutritional status of older persons. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 50: 1231-1233, 1989.
- 34) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M: Sarcopenia:European consensus on definition and diagnosis:Report

- of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39: 412-423, 2010.
- 35) Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, Chou MY, Chen LY, Hsu PS, Krairit O, Lee JSW, Lee WJ, Lee Y, Liang CK, Limpawattana P, Lin CS, Peng LN, Satake S, Suzuki T, Won CW, Wu CH, Wu SN, Zhang T, Zeng P, Akishita M, Arai H: Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15: 95-101, 2014.
- 36) 下方浩史, 安藤富士子, 大塚礼: 地域在住高齢者におけるサルコペニアの実態. *日本サルコペニア・フレイル学会誌*, 1: 13-18, 2017.
- 37) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, Garry PJ, Lindeman RD: Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *American Journal of Epidemiology*, 147: 755-763, 1998.
- 38) 平野孝行, 笹野弘美: 地域在住高齢者の筋力と骨格筋量および身体機能との関連性. *名古屋学院大学論集 医学・健康科学・スポーツ科学篇*, 4: 23-33, 2016.
- 39) Buchner DM, Larson EB, Wagner EH, Koepsell TD, Lateur BJ: Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. *Age and Ageing*, 25: 386-391, 1996.
- 40) Landi F, Calvani R, Cesari M, Tosato M, Martone AM, Bernabei R, Onder G, Marzetti E: Sarcopenia as the Biological Substrate of Physical Frailty. *Clinics in Geriatric Medicine*, 31: 367-74, 2015.
- 41) Dent E, Lien C, Lim WS, Wong WC, Wong CH, Ng TP, Woo J, Dong B, Vega S, Poi PJH, Kamaruzzaman SBB, Won C, Chen LK, Rockwood K, Arai H, Rodriguez-Mañas L, Cao L, Cesari M, Chan P, Leung E, Landi F, Fried

- LP, Morley JE, Vellas B, Flicker L: The Asia-Pacific Clinical Practice Guidelines for the Management of Frailty. *Journal of the American Medical Directors Association*, 18: 564-575, 2017.
- 42) 宮谷昌枝, 東香寿美, 金久博昭, 久野譜也, 福永哲夫: 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*, 52: 133-140, 2003.
- 43) Ogawa M, Yasuda T, Abe T: Component characteristics of thigh muscle volume in young and older healthy men. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32: 89-93, 2012.
- 44) Abe T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Fukunaga T: Age-related site-specific muscle wasting of upper and lower extremities and trunk in Japanese men and women. *American Aging Association(Dordr)*, 36: 813-821, 2014.
- 45) Abe T, Sakamaki M, Yasuda T, Bembem MG, Kondo M, Kawakami Y, Fukunaga T: Age-related, site-specific muscle loss in 1507 Japanese men and women aged 20 to 95 years. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10: 145-150, 2011.
- 46) Miyatani M, Kanehisa H, Azuma K, Kuno S, Fukunaga T: Site-related differences in muscle loss with aging: "A cross-sectional survey on the muscle thickness in Japanese men aged 20 to 79 years". *International Journal of Sport and Health Science*, 1: 34-40, 2003.
- 47) Yamada M, Kimura Y, Nishio N, Abe Y, Kakehi T, Fujimoto J, Tanaka T, Ohji S, Ootobe Y, Koyama S, Okajima Y, Arai H: Differential characteristics of skeletal muscle in community-dwelling older Adults. *Journal of the American Medical Directors Association*, 18: 807-816, 2017.
- 48) Yamada M, Nishiguchi S, Fukutani N, Tanigawa T, Yukutake T, Kayama H, Aoyama T, Arai H: Prevalence of sarcopenia in community-dwelling Japanese older

- adults. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14: 911-915, 2013.
- 49) Akazawa N, Okawa N, Tamura K, Moriyama H: Relationships between intramuscular fat, muscle strength and gait independence in older women: A cross-sectional study. *Geriatrics and Gerontology International*, 17: 1683-1688, 2017.
- 50) Takeshima N, Shimada K, Islam MM, Kanehisa H, Ishida Y, Brechue WF: Progressive, site-specific loss of muscle mass in older, frail nursing home residents. *Journal of Aging and Physical Activity*, 23: 452-459, 2015.
- 51) Ikezoe T, Mori N, Nakamura M, Ichihashi N: Effects of age and inactivity due to prolonged bed rest on atrophy of trunk muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 112: 43-48, 2012.
- 52) Ikezoe T, Mori N, Nakamura M, Ichihashi N: Atrophy of the lower limbs in elderly women: is it related to walking ability?. *European Journal of Applied Physiology*, 111: 989-995, 2011.
- 53) 吉子彰人, 梶尚志, 杉山祐喜, 小池晃彦, 押田芳治, 秋間広: 要支援・要介護高齢者における筋形態・質および身体機能の特徴. *総合保健体育科学*, 41: 23-29, 2018.
- 54) Yabukita H, Miyazaki R, Nomoto K, Ishii K, Ogura M, Yagi M: Characteristics of physical functions in elderly people requiring support. *Anti-Aging Medicine*, 10: 16-20, 2013.
- 55) Abe T, Patterson KM, Stover CD, Geddum DA, Tribby AC, Lajza DG, Young KC: Site specific thigh muscle loss as an independent phenomenon for age-related muscle loss in middle-aged and older men and women, *Age and Ageing*,

- 36: 1353-1358, 2014.
- 56) Abe T, Ogawa M, Thiebaud RS, Loenneke JP, Mitsukawa N: Is muscle strength ratio a criterion for diagnosis of site-specific muscle loss?, *Geriatrics and Gerontology International*, 14: 837-844, 2014.
- 57) Abe T, Mitsukawa N, Thiebaud RS, Loenneke JP, Loftin M, Ogawa M: Lower body site-specific sarcopenia and accelerometer-determined moderate and vigorous physical activity: the HIREGASAKI study. *Aging Clinical and Experimental Research*, 24: 657-662, 2012.
- 58) 谷口優, 清野諭, 藤原佳典, 野藤悠, 西真理子, 村山洋史, 天野秀紀, 松尾恵理, 新開省二: 地域在住高齢者における身体機能・骨格筋量・サルコペニアと認知機能との横断的・縦断的な関連性. *日本老年医学会雑誌*, 52: 269-277, 2015.
- 59) 山川瑠奈, 安彦鉄平, 大杉紘徳, 足立愛実, 井上椋大, 二階堂素子, 窓場勝之, 阿波邦彦, 白岩加代子, 堀江淳, 村田伸: 軽度認知機能障害に該当する高齢者の身体機能・活動能力・精神機能の特徴. *ヘルスプロモーション理学療法研究*, 6: 59-64, 2016.
- 60) 笠原美千代, 山暗裕司, 青木詩子, 横山仁志, 大森圭貢, 平木幸治: 高齢患者における片脚立位時間と膝伸展筋力の関係. *体力科学*, 50: 369-374, 2001.
- 61) 山縣恵美, 山田陽介, 杉原百合子, 小松美代, 木村みさか, 岡山寧子: 地域在住の自立高齢女性における体力と抑うつ状態との関連. *日本公衆衛生雑誌*, 60: 231-240, 2013.
- 62) 浅井英典, 藤本弘一郎, 大柿哲朗: 中高齢女性の体力, 主観的幸福度および抑うつ度の改善に向けたレジスタンストレーニングの有効性について. *日本生理人類学会誌*, 6: 45-54, 2001.
- 63) Buigues C, Padilla-Sanchez C, Garrido JF, Navarro-Martínez R, Ruiz-Ros V,

- Cauli O: The relationship between depression and frailty syndrome: a systematic review. *Aging & Mental Health*, 19: 762-772, 2015.
- 64) Makizako H, Kubozono T, Kiyama R, Takenaka T, Kuwahata S, Tabira T, Kanoya T, Horinouchi K, Shimada H, Ohishi M: Associations of social frailty with loss of muscle mass and muscle weakness among community-dwelling older adults. *Geriatrics and Gerontology International*, 19: 76-80, 2019.
- 65) Abe T, Kawakami Y, Bembem MG, Fukunaga T: Comparison of age related, site-specific muscle loss between young and old active and inactive Japanese women. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 34: 168-173, 2011.
- 66) 佐藤広徳, 三浦朗, 坂井学, 佐藤陽彦, 福場良之: 上腕部筋横断面積と筋力に関する研究. *人間工学*, 36: 335-341, 2000.
- 67) Dent E, Morley JE, Cruz-Jentoft AJ, Woodhouse L, Rodríguez-Mañas L, Fried LP, Woo J, Aprahamian I, Sanford A, Lundy J, Landi F, Beilby J, Martin FC, Bauer JM, Ferrucci L, Merchant RA, Dong B, Arai H, Hoogendijk EO, Won CW, Abbatecola A, Cederholm T, Strandberg T, Gutiérrez Robledo LM, Flicker L, Bhasin S, Aubertin-Leheudre M, Bischoff-Ferrari HA, Guralnik JM, Muscedere J, Pahor M, Ruiz J, Negm AM, Reginster JY, Waters DL, Vellas B: Physical Frailty: ICFSR International Clinical Practice Guidelines for Identification and Management. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 23: 771-787, 2019.
- 68) 荒井秀典: 介護予防ガイド. メディカルビュー社, pp90-116, 2019.
- 69) Shimokata H, Ando F, Yuki A, Otsuka R: Age-related changes in skeletal muscle mass among community-dwelling Japanese: a 12-year longitudinal study.

- Geriatrics and Gerontology International, 14: 85-92, 2014.
- 70) Abe T, Thiebaud RS, Loenneke JP, Loftin M, Fukunaga T: Prevalence of site-specific thigh sarcopenia in Japanese men and women. American Aging Association(Dordr), 36: 417-426, 2014.
- 71) 福元清剛, 石内愛美, 中島弘貴, 能登裕子, 佐土原道人, 福田修, 村木里志: 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, 23: 87-95, 2018.
- 72) 内閣府ホームページ 平成 30 年度版高齢社書.
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2018/zenbun/30pdf_index.htm
(2020 年 9 月 21 日引用)
- 73) Giné-Garriga M, Roqué-Fíguls M, Coll-Planas L, Sitjà-Rabert M, Salvà A: Physical exercise interventions for improving performance-based measures of physical function in community-dwelling, frail older adults: a systematic review and meta-analysis. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 95: 753-769. e3, 2014.
- 74) Matsushita E, Okada K, Ito Y, Satake S, Shiraishi N, Hirose T, Kuzuya: Characteristics of physical prefrailty among Japanese healthy older adults. Geriatrics and Gerontology International, 17: 1568-1574, 2017.
- 75) Tsutsumimoto K, Doi T, Makizako H, Hotta R, Nakakubo S, Makino K, Suzuki T, Shimada H: Association of social frailty with both cognitive and physical deficits among older people. Journal of the American Medical Directors Association, 18: 603-607, 2017.
- 76) 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. 第24健康医科学研究助成論文集, 24: 126-133, 2009.
- 77) 安部孝, 福永哲夫: 日本人の体脂肪と筋肉分布. 杏林書院, pp.34-50, 1995.

- 78) Canda A: Stature estimation from body segment lengths in young adults- application to people with physical disabilities. *Journal of Physiological Anthropology*, 28: 71-82, 2009.
- 79) 村木里志, 福元清剛, 福田修: 日本人成人を対象とした仰臥位時における大腿前面筋厚の年齢別標準値の提案. *障害者スポーツ科学*, 10: 45-53, 2012.
- 80) Garre-Olmo J, Calvó-Perxas L, López-Pousa S, de Gracia Blanco M, Vilalta-Franch J: Prevalence of frailty phenotypes and risk of mortality in a community-dwelling elderly cohort. *Age and Ageing*, 42: 46-51, 2013.
- 81) Toosizadeh N, Mohler J, Najafi B: Assessing upper extremity motion: An innovative method to identify frailty. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63: 1181-1186, 2015.
- 82) 池田望, 村田伸, 大田尾浩, 村田潤, 堀江淳, 溝田勝彦: 地域在住女性高齢者の握力と身体機能との関係. *理学療法科学*, 26: 255-258, 2011.
- 83) 沢井史穂, 実松寛之, 金久博昭, 角田直也, 福永哲夫: 日常生活動作における身体各部位の筋活動水準の評価-姿勢保持・姿勢変換・体重移動動作について-. *体力科学*, 53: 93-106, 2004.
- 84) Jones GR, Neubauer NA, O'Connor B, Jakobi JM: EMG Functional tasks recordings determines frailty phenotypes in males and females. *Experimental Gerontology*, 77: 12-18, 2016.
- 85) Kojima G: Frailty as a predictor of disabilities among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *Disability and Rehabilitation*, 39: 1897-1908, 2017.
- 86) Vermeiren S, Vella-Azzopardi R, Beckwée D, Habbig AK, Scafoglieri A, Jansen B, Bautmans I: Frailty and the prediction of negative health outcomes: A

- meta-analysis. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17: 1163.e1-1163.e17, 2016.
- 87) Tanimoto Y, Watanabe M, Sun W, Hirota C, Sugiura Y, Kono R, Saito M, Kono K: Association between muscle mass and disability in performing instrumental activities of daily living (IADL) in community-dwelling elderly in Japan. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 54: e230-233, 2012.
- 88) Park H, Park S, Shephard RJ, Aoyagi Y: Yearlong physical activity and sarcopenia in older adults: the Nakanojo Study. *European Journal of Applied Physiology*, 109: 953-961, 2010.
- 89) 三輪佳行, 森脇久隆: 身体計測: 今後の課題 JARD2001. メディカルレビュー社, pp. 38-41, 2002.
- 90) Pierik VD, Meskers CGM, Van Ancum JM, Numans ST, Verlaan S, Scheerman K, Kruizinga RC, Maier AB: High risk of malnutrition is associated with low muscle mass in older hospitalized patients—a prospective cohort study. *BMC Geriatrics*, 17: 118, 2017.
- 91) 權珍嬉, 鈴木隆雄, 金憲経, 吉田英世, 熊谷修, 吉田祐子, 吉名丈人, 杉浦美穂: 地域在宅高齢者における低栄養と健康状態および体力との関連. *体力科学*, 54: 99-106, 2005.
- 92) 高井逸史, 宮野 道雄, 中井伸夫, 山口武彦, 吉村知倫, 白濱晴美, 村上将典, 井上健太郎, 柄崎隆治, 周藤浩: 加齢による姿勢変化と姿勢制御. *日本生理人類学会誌*, 6: 41-46, 2001.
- 93) Mijnders DM, Schols JM, Meijers JM, Tan FE, Verlaan S, Luiking YC, Morley JE, Halfens RJ: Instruments to assess sarcopenia and physical frailty in

- older people living in a community(care)setting: similarities and discrepancies. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16: 301-308, 2015.
- 94) Nijholt W, Scafoglieri A, Jager-Wittenaar H, Hobbelen JSM, van der Schans CP: The reliability and validity of ultrasound to quantify muscles in older adults: a systematic review. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 8: 702-712, 2017.
- 95) Miyatani M, Kanehisa H, Ito M, Kawakami Y, Fukunaga T: The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. *European Journal of Applied Physiology*, 91: 264-272, 2004.
- 96) Tanimoto Y, Watanabe M, Sun W, Tanimoto K, Shishikura K, Sugiura Y, Kusabiraki T, Kono K: Association of sarcopenia with functional decline in community-dwelling elderly subjects in Japan. *Geriatrics and Gerontology International*, 13: 958-963, 2013.
- 97) Janssen I, Heymsfield SB, Ross R: Low relative skeletal muscle mass(sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50: 889-896, 2002.
- 98) 加茂智彦, 鈴木留美子, 伊藤梢, 杉本辰重, 村越亜美, 西田裕介: 地域在住要支援・要介護高齢者におけるサルコペニアに関連する要因の検討. *理学療法学*, 40: 414-420, 2013.
- 99) 沢谷洋平, 石坂正大, 久保晃, 貞清香織, 屋嘉比章絃, 佐藤珠江, 柴隆広, 小野田公, 丸山仁司: 通所リハビリテーション利用者におけるサルコペニアの有病率

- とその特徴. 理学療法科学, 34: 111-114, 2019.
- 100) 渡辺美鈴, 渡辺健眞, 松浦尊麿, 河村圭子, 河野公: 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. 日本老年医学会雑誌, 42: 99-105, 2004.
- 101) 佐竹昭介: 転倒リスク評価ー基本チェックリストー. Geriatric Medicine, 55: 985-988, 2017.
- 102) 平井寛, 近藤克則, 尾島俊之, 村田千代栄: 地域在住高齢者の要介護認定のリスク要因の検討ーAGESプロジェクト3年間の追跡研究ー. 日本公衆衛生雑誌, 56: 501-512, 2009.
- 103) 藤原佳典, 天野秀紀, 熊谷修, 吉田裕人, 藤田幸司, 内藤隆宏, 渡辺直紀, 西真理子, 森節子, 新開省二: 在宅自立高齢者の介護保険認定に関する身体・心理的要因ー3年4か月の追跡調査からー. 日本公衆衛生雑誌, 53: 77-91, 2006.
- 104) Katsura T, Fujimoto M, Shizawa M, Hoshino A, Usui K, Yokoyama E, Hara M: A retrospective cohort study on the risk Assessment of newly certificated long-term care need of elderly individuals in a community: Basic checklist and specific health checkup. Journal of Rural Medicine, 12: 68-84, 2017.
- 105) Zimmermann CL, Cook TM, Bravard MS, Hansen MM, Honomichl RT, Karns ST, Lammers MA, Steele SA, Yunker LK, Zebrowski RM: Effects of stair-stepping exercise direction and cadence on EMG activity of selected lower extremity muscle groups. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 19: 173-180, 1997.
- 106) McFadyen BJ, Winter DA: An integrated biomechanical analysis of normal stair ascent and descent. Journal of Biomechanics, 21: 733-744, 1988.
- 107) 勝平純司, 井川達也: 階段昇降動作に生体力学的特性と臨床への応用. 理学療法,

- 27: 328-334, 2010.
- 108) Won YS, Woo LJ, Jeong KM, Su-Hyon K, Woong-Sik P: A study of muscular activities and onset times of the tibialis anterior and medial gastrocnemius muscles of elderly people in climbing stairs. *The Journal of Physical Therapy Science*, 24: 767-770, 2012.
- 109) 枝松千尋, 宮川健, 早田剛, 山口英峰, 小野寺昇: 階段昇降における二足一段昇降と下肢への負担. *体力科学*, 50: 453-466, 2001.
- 110) 脇野俊貴, 小林量作: カーフレイズにおける上肢支持量, 足関節角度が下腿三頭筋に与える影響. *総合リハビリテーション*, 47: 155-160, 2019.
- 111) 金憲経, 吉田英世, 鈴木隆雄, 石崎達郎, 細井孝之, 山本精三, 折茂肇: 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*, 38: 805-811, 2001.
- 112) 鳥羽研二, 大河内二郎, 高橋泰, 松林公蔵, 西永正典, 山田思鶴, 高橋龍太郎, 西島令子, 小林義雄, 町田綾子, 秋下雅弘, 佐々木英忠: 転倒リスク予測のための「転倒スコア」の開発と妥当性の検証. *日本老年医学会雑誌*, 42: 346-352, 2005.
- 113) Kim H, Yoshida H, Suzuki T: Falls and fractures in participants and excluded nonparticipants of a fall prevention exercise program for elderly women with a history of falls: 1-year follow-up study. *Geriatrics and Gerontology International*, 14: 285-292, 2014.
- 114) 中村隆一, 齋藤宏, 長崎浩: 基礎運動学(第6版). 医歯薬出版株式会社, 東京, pp. 347-355, 2008.
- 115) Daubney ME, Culham EG: Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Physical Therapy*, 79: 1177-1185, 1999.
- 116) 福尾実人, 村木里志: 地域在住男性高齢者におけるフレイルと身体各部位筋量と

- の関連性. 理学療法学, 46: 399-406, 2019.
- 117) 相馬俊男, 大西秀明, 大山峰生, 黒川幸雄, 立野勝彦: 部分荷重歩行時における杖使用側肩関節周囲筋の筋電図学的検討. 日本義肢装具学会誌, 20: 141-147, 2004.
- 118) 鈴川由美, 豊田秀樹: “心理学研究”における効果量・検定力・必要標本数の展望的事例分析. 心理学研究, 83: 51-63, 2012.
- 119) 谷本芳美, 渡辺美鈴, 樋口由美, 広田千賀, 河野公一: 地域高齢者における筋肉量の評価方法について. 日本老年医学会雑誌, 45: 213-218, 2008.
- 120) Hide T, Ando K, Ito K, Tsushima M, Kobayakawa T, Morozumi M, Tanaka S, Machino M, Ota K, Kanbara S, Ito S, Ishiguro N, Hasegawa Y, Imagama S: Ultrasound measurement of thigh muscle thickness for assessment of sarcopenia. Nagoya Journal of Medical Science, 80: 519-527, 2018.
- 121) Abe T, Loenneke JP, Young KC, Thiebaud RS, Nahar VK, Hollaway KM, Stover CD, Ford MA, Bass MA, Loftin M: Validity of ultrasound prediction equations for total and regional muscularity in middle-aged and older men and women. Ultrasound in Medicine & Biology, 41: 557-564, 2015.
- 122) 福永哲夫: 「生活フィットネス」の性年齢別変化. 体力科学, 52: 9-16, 2003.
- 123) Ido A, Nakayama Y, Ishii K, Iemitsu M, Sato K, Fujimoto M, Kurihara T, Hamaoka T, Satoh-Asahara N, Sanada K: 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, 10: e0143858, 2015.
- 124) Mahoney FI, Barthel DW: Functional evaluation; the Barthel index. Maryland

- State Medical Journal, 14: 61-65, 1965.
- 125) 介護予防マニュアル改訂委員会：「介護予防マニュアル改訂版」厚生労働省。
http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/d1/tp0501-1_1.pdf (2020年9月20日引用)
- 126) 渡辺美鈴, 渡辺丈眞, 松浦尊麿, 樋口由美, 渋谷孝裕, 臼田寛, 河野公一: 生活機能の自立した高齢者における閉じこもり発生の予測因子. 日本老年医学会雑誌, 44: 238-246, 2007.
- 127) 斎藤民, 近藤克則, 村田千代栄, 鄭丞媛, 鈴木佳代, 近藤尚己: 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—. 日本公衆衛生雑誌, 62: 596-608, 2015.
- 128) Yanagawa N, Shimomitsu T, Kawanishi M, Fukunaga T, Kanehisa H: Sex difference in age-related changes in knee extensor strength and power production during a 10-times-repeated sit-to-stand task in Japanese elderly. *Journal of Physiological Anthropology*, 34: 40, 2015.
- 129) Bohannon RW: Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78: 26-32, 1997.
- 130) 金俊東, 大島利夫: 長期間トレーニングを継続している高齢アスリートの筋量と歩行能力の特徴. *体力科学*, 50: 149-158, 2001.
- 131) Hachisuka K, Saeki S, Tsutsui Y, Chisaka H, Ogata H, Iwata N, Negayama S: Gender-related differences in scores of the Barthel index and Frenchay activities index in randomly sampled elderly persons living at home in Japan. *Journal of Clinical Epidemiology*, 52: 1089-1094, 1999.
- 132) 鈴川芽久美, 島田裕之, 渡辺修一郎, 小林久美子, 鈴木隆雄: 要介護高齢者における運動機能と6か月後のADL低下との関係. *理学療法学*, 38: 10-16, 2011.

- 133) 重松良祐, 西嶋尚彦, 小松崎敏, 金憲経, 田中喜代次: 在宅高齢女性の身体機能が日常生活における自立に及ぼす影響. 筑波大学体育科学系紀要, 24: 89-96, 2001.
- 134) 福尾実人, 村木里志: 地域在住要介護男性高齢者における身体各部位筋量と身体機能との特徴. 理学療法学, 47: 515-522, 2020.
- 135) Ikezoe T, Nakamura M, Shima H, Asakawa Y, Ichihashi N: Association between walking ability and trunk and lower-limb muscle atrophy in institutionalized elderly women: a longitudinal pilot study. *Journal of Physiological Anthropology*, 34: 31, 2015.
- 136) 下方浩史, 安藤富士子: フレイル・サルコペニアの長期縦断疫学研究. *体力科学*, 66: 133-142, 2017.
- 137) Kubo K, Ishida S, Suzuki S, Komuro T, Shirasawa H, Ishiguro N, Shukutani Y, Tsunoda N, Kanehisa H, Fukunaga T: Effects of 6 months of walking training on lower limb muscle and tendon in elderly. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18: 31-39, 2008.
- 138) Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, Tracy BL, Lemmer JT, Hurlbut DE, Martel GF, Siegel EL, Fozard JL, Jeffrey Metter E, Fleg JL, Hurley BF: Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences and Medical Sciences*, 55: 641-648, 2000.

謝辞

九州大学大学院芸術工学府芸術工学専攻に社会人として入学して5年もの月日を要してしまいましたが、多くの方のご指導とご協力のおかげで遂に今年度で終了の年を迎えることが出来ました。

指導教員である村木里志教授には本研究を遂行し学位論文を提出するにあたり、これまで思うように論文執筆が進まないなかでも多くのご支援とご指導を賜りました。また入学後の研究を始めるにあたって、終始熱心にまた丁寧にご指導をして頂きました。そして、社会人として研究を進める際には極めて的確なご指導および今後の研究者として糧となるような様々な経験を積む機会を与えて下さいました。これまで先生からご指導いただいた全てに対して心より感謝の意を申し上げます。

山崎昌廣教授(広島文化学園大学)、前田享史教授(九州大学大学院芸術工学研究院)には、副査として予備審査の折に本論文を明確にするため数多くのご指導およびご助言を頂き、本論文を完成させるにあたり、大変重要なものとなりました。心より感謝申し上げます。

地域在住高齢者を対象とした本研究におきましては、ご多忙のなか測定会に参加して下さいました実験参加者の皆様や通所サービスや訪問リハビリテーションを利用中にも関わらず実験にご協力して下さいました皆様のおかげで高齢期のフレイル予防や要介護の重度化防止につながる貴重な知見を得ることができました。参加者の皆様のご協力に深く感謝を申し上げます。

福祉人間工学研究院の先輩方ならびに後輩方の皆様の多様な研究活動を拝見させて頂き、非常に有益な時間を過ごさせて頂きました。心より感謝申し上げます。

本研究は、ここに記しきれないほど多くの方々のご支援およびご協力を得ることで成立していることに深く感謝いたします。

最後に、これまで自分の思う道を進むことに対して、温かくそして辛抱強く見守ってくれた妻そして息子、離れていても常に気にかけてくれる実父そして姉、妻の両親そして妹に対して深い感謝をし謝辞と致します。

2021年2月

福尾 実人