

地域における身体的フレイルのためのヘルスケアシステム

熊谷 秋三^{1) 2) 3)}、陳 斯²⁾、岸本 裕歩^{1) 2) 4)}

Health care system on the physical frailty in the community

Shuzo KUMAGAI^{1) 2) 3)}, Si CHEN²⁾, and Hiro KISHIMOTO^{1) 2) 4)}

Abstract

OBJECTIVE : In the present review, we summarized the epidemiological evidence of frailty including the present situation, screening and evaluation, and the relationship between frailty and health outcomes such as long-term care. We also reviewed the exercise intervention studies of frailty and introduced a model using face-to-face and remote exercise intervention for frailty in community settings. **RESULTS** : The average prevalence of frailty was 7.9% in Japanese community-dwelling older adults, and it increased linearly with age, but with no gender differences. Our a 6-year prospective study observed a strong relationship between higher levels of frailty and long-term care. Exercise intervention was the most commonly used as effective approach in frailty. A three-month exercise intervention including both face-to-face and remote exercise program indicated the efficiency of exercise in lowering the prevalence of frailty by half. Moreover, a simple and effective Fried frailty phenotype questionnaire (FFPQ) consisting of six items was developed recently. It is notable that the FFPQ can be used not only for screening frailty status, but also for evaluating the effects of an exercise intervention for frailty in older adults. **CONCLUSION** : Based on the above evidence, we introduced a regional model regarding frailty prevention and improvement in Itoshima City (Itoshima model) and discussed the possibility of future regional expansion in Japan.

Keywords : community-dwelling older adults, frailty check sheet, exercise intervention, long-term care, regional expansion

-
1. 九州大学キャンパスライフ・健康支援センター
〒819-0392 福岡市西区元岡 744
Center for Counseling and Health Science, Kyushu University
 2. 九州大学大学院人間環境学府
〒819-0392 福岡市西区元岡 744
Graduate School of Human-Environments Study, Kyushu University
 3. 熊谷健康政策研究所
〒816-0812 福岡県春日市平田台 4-47-1
Kumagai Institute of Health Policy
代表著者の通信先 : 熊谷秋三
E-mail : kumagai.shuzo.296@m.kyushu-u.ac.jp
 4. 九州大学基幹教育院
〒819-0392 福岡市西区元岡 744
Faculty of Arts and Science, Kyushu University

受付日 : 2020.3.25, 採択日 : 2020.6.13

1. はじめに

Friedら¹⁾によって提唱された身体的フレイルティ(以下、フレイル)は、日本老年医学会²⁾によって「フレイル」という呼称に改められ、新たな症候群の定義に基づいたフレイル予防・改善による、わが国独自の介護予防の地域展開へと移行しつつある。フレイルは、要介護・要支援認定のリスク因子であるのみならず、種々の日常生活機能障害発症のリスク因子であることが前向き研究で報告されていることから、近年はフレイルの予防・改善を主たる評価指標とした運動介入プログラムに期待が寄せられている³⁾。一般的に、運動介入には対面指導を用いる場合が多いが、地域展開の戦略としては、運動アプリ等に加え、IoT技術を駆使した遠隔運動システムの構築とその効果が対面指導と同等に有効であるかの評価が必須となる。さらに、フレイル予防・改善の地域展開には、フレイルチェックおよび効果評価の判定に必要な簡易フレイルチェックシートの開発および、その妥当性・信頼性の検証も必要である。

そこで本総説では、まずはフレイルの評価指標および簡易フレイルチェックシートの解説に加え、フレイルと要介護・要支援認定および日常生活機能障害との関連に関する前向き研究の成果を要約する。次に、フレイル予防・改善のための対面・遠隔型運動指導を含めた地域展開モデルの紹介とその実践に伴う効果評価に関しても要約した。さらに、今後、実施が予定されている市区町村でのフレイル予防事業のための地域展開モデルを紹介する。最後に、フレイル研究およびフレイル予防事業の地域展開のための課題と展望に関して記述する。

2. 身体的フレイル(フレイル)の疫学

1) フレイル評価

世界の高齢者におけるフレイルの平均有症率は9.9%で、その分散は4.0%~59.1%であった⁴⁾。報告されているフレイルの有症率の違いは、各研究で用いられているフレイルの操作的定義の違いや対象者特性によって説明できるかもしれない。現時点では、フレイルの評価方法は、未だ統一された世界標準はないが、これまでに3つの主要なモデル(①フレイル表現型モデル¹⁾、②欠損累積モデル⁵⁾、および③身体・心理・社会混合モデル⁶⁾)が公表されている。既存の3つのモデルの中で、フレイル表現型モデルは主に身体的フレイルに焦点を当てており、最も代表的なのはFriedら¹⁾のfrailty phenotype(FFP)である。欠損累積モデル⁵⁾は、個人の状態や障害の蓄積を基盤にしている。障害の性質より、むしろ障害の数が強調されている。混合モデル⁶⁾は、認知的、身体的および社会的領域を含む1つ以上の領域に影響を与える動的

な損失状態である。フレイルを検出するため、上記の3つのモデルに基づいた多くの種類のツールが開発されているが、異なるフレイル評価ツール間の一致度は非常に低いままである。最近、Aguayoら⁷⁾は同じサンプル内の異なるフレイル評価ツール間の一致性を調査し、さまざまなフレイル評価ツールがフレイルとして異なる個人を検出し、フレイルの程度に顕著な不均一性が存在することを見出した。言い換えれば、さまざまなフレイル評価ツールはさまざまな定義に基づいており、ほとんどは互換性があるとは考えられない。事実、欠損累積モデルと比較した場合、フレイル表現型モデルと混合モデルは操作が容易であり、広範なレベルのリスクを識別する。一方、欠損累積モデルには追加の臨床情報が必要だが、フレイル表現型モデルや混合モデルとは対照的に、健康にとって害になるリスクをより正確に識別できる。それ故に、フレイル評価ツールを選択する際には、フレイルを正確に検出するだけでなく、使いやすく、十分に妥当性が検証されることが不可欠である。

現在、フレイル評価ツールとしては、FFPとRockwoodら⁵⁾による欠損累積モデル(frailty index; FI)が有名で、その妥当性と信頼性は十分に検証されている。しかしながら、FFPとFIは世界中で最も広く使用されている評価ツールではあるものの、調査内容が煩雑であることから大規模疫学研究や多忙な臨床の場での適用には不向きである。その背景としては、FFPの場合は歩行速度や握力を実測したり、身体活動を定量化したりする必要がある。さらにFIは、高齢者総合的機能評価(comprehensive geriatric assessment; CGA)が必要であることに加え、調査項目数が30項目以上と多いことから、その評価方法が複雑であると考えられている。より簡便な代替方法としては、fatigue(倦怠感)、resistance(筋力)、ambulation(有酸素能力)、illness(疾患)、およびloss of weight(体重減少)(FFPの4項目とFIの1項目)を含めた、フレイルスケールという5項目のハイブリッド指標がInternational Association of Nutrition and Aging(国際栄養・エイジング協会)によって2008年に開発された⁸⁾。今まで、日本を含む⁹⁾多くの国で、その妥当性などが検証されている。さらに最も重要な点として、簡易に評価できるフレイルスケールは、FFPやFIと同程度に、死亡率や障害の予測ができる点は注目に値する¹⁰⁾。フレイル管理に関するアジア太平洋ガイドライン¹¹⁾では、フレイルスケールはFFPの迅速な検出方法と考えられている。しかし、フレイルスケールの構成項目の1つである「疾患」の評価が含まれることで、地域での利用において、自己判定の困難さ等から、その汎用性や実行可能性が制限される。そこでChenらは⁹⁾、「疾患」の項目を削除した形で、FFPの検出

に焦点を合わせたFried frailty phenotype questionnaire (FFPQ) というチェックシートを新たに開発した(表1)。さらに、彼らは可逆的な項目であることが好ましいとの観点から、疾病(illness)の代わりにinactivityを新たな質問項目として入れ替えた。結果として、FFPQの妥当性・信頼性は良好であり、構成的妥当性が許容範囲であり、診断精度と併存的妥当性があることが示されたことより、FFP検出の最初のステップとして使用できることが確認された。

さらに、Chenら¹²⁾は横断的なデータではあるが、歩行数を含む身体活動の指標からフレイルとノンフレイルを判別するためのROC解析を行い、そのカットオフ値を報告している。すなわち、そのカットオフ値としての歩数は3841歩/日、中高強度活動(MVPA: moderate-vigorous physical activity)は43.25分/日、および10分以上継続するMVPAは9.13分/であった。

2) フレイルと日常生活機能障害および要介護・要支援状態との関連

(1) 日常生活機能障害との関連

表2に、フレイルとアウトカムとしての総死亡および入院・入所を含めた研究成果に加え、日常生活機能障害との関連性に関する前向き研究の成果を要約している。なお、わが国独自の介護関連指標である要介護・要支援認定の発現をアウトカムとした研究成果は後述する。表2から明らかのように、ノンフレイルに比べフレイル群は、総死亡¹³⁾、心血管系の疾患発症¹⁴⁾、入院¹⁵⁾、およびアルツハイマー病の発症¹⁶⁾に加え、日常生活機能としての転倒¹⁷⁾、日常生活動作障害¹⁸⁾、手段的日常生活動作障害¹⁸⁾に加え、身体的制限¹⁸⁾の有意なリスク因子であることが報告されている。これらの成績から判断して、フレイル保有者は将来の健康リスク因子保有の可能性を示唆している。

Table 1. The definition of FRAIL-J and FFPQ.

	FRAIL-J ⁹⁾	FFPQ ⁹⁾
Fatigue	In the last 2 weeks have you felt tired without a reason? 1 = Yes, 0 = No. ここ2週間、わけもなく疲れたような感じがありますか? 1 = はい, 0 = いいえ。	In the last one month: Do you feel that everything you do is an effort?. Do you feel exhausted without any reason? 1 = Most of the time, 2 = Some of the time, 3 = A little of the time, 4 = None of the time. Either of two questions responses of "1" or "2" are scored as 1 and others as 0. 気分が落ち込んで、何が起ころうとも気が晴れないように感じましたか? 何をしても骨折りと感じましたか? (「少しでも」または「時々」の場合には「はい」; 「たいてい」または「いつも」の場合は「はい」) 1 = はい, 0 = いいえ。
Resistance	Do you normally climb stairs without using handrail or wall for support? 0 = Yes, 1 = No. 階段を手すりや壁を伝わらずに昇っていますか? 0 = はい, 1 = いいえ。	
Ambulation	By yourself and not using aids, do you have any difficulty walking 1 km without resting? 1 = Yes, 0 = No. 1 kmぐらいの距離を続けて歩くことができますか? 0 = はい, 1 = いいえ。	
Illness/Inactivity	The illnesses include hypertension, diabetes, cancer (other than a minor skin cancer), chronic lung disease, heart attack, congestive heart failure, angina, asthma, arthritis, stroke, and kidney disease. Total illnesses: 0-4 = 0 and 5-11 = 1. 高血圧、糖尿病、ガン(小皮膚がん以外)、慢性肺疾患、心臓発作、うつ血性心不全、狭心症、喘息、関節炎、脳卒中および腎臓病、合計疾患: 0-4 = 0; 5-11 = 1.	Does your sitting or lying time account for 80% or more of your waking time in a day. 1 = Yes, 0 = No. 1日のうち、座っているまたは横になっている時間は、起きている時間の80%以上ですか? 1 = はい, 0 = いいえ。
Loss of weight	Unintentional weight loss > 2-3 kg in the past 6 months. 1 = Yes, 0 = No. 6ヶ月で2~3kg以上の体重減少がありましたか? 1 = はい, 0 = いいえ。	

FRAIL-J, Japanese FRAIL scale; FFPQ, Fried Frailty Phenotype Questionnaire.

Table 2. The association between frailty and adverse outcomes.

Outcomes (reference: robust)	Pre-frailty	Frailty	Systematic Review
Onset of Any Type CVD	HR: 1.23 (1.07-1.36)*	HR: 1.70 (1.18-2.45)*	Veronese, N. Ageing Res Rev.2017;35:63-73 ¹³⁾
All-Cause Mortality	HR: 1.34 (1.26-1.41)*	HR: 2.00 (1.73-2.32)*	Chang, S. F. Int J Nurs Stud.2015;52:1362-74 ¹⁴⁾
Hospitalisation	HR: 1.30 (1.12-1.52)*	HR: 1.13 (1.04-1.24)*	Kojima, G. J Epidemiol Community Health.2015;70:722-9 ¹⁵⁾
Alzheimer Disease	HR: 0.91 (0.78-1.08)	HR: 1.28 (1.00-1.63)*	Kojima, G. J Am Med Dir Assoc.2016;17:881-817 ¹⁶⁾
Future Falls	HR: 1.14 (0.95-1.36)	HR: 1.24 (1.10-1.41)*	Kojima, G. J Am Med Dir Assoc.2015;16:1027-33 ¹⁷⁾
Disability (BADL)		HR: 1.62 (1.50-1.76)*	Vermeiren, S. J Am Med Dir Assoc.2016;17:1163e1-17 ¹⁸⁾
Disability (IADL)		HR: 2.62 (2.08-3.06)*	Vermeiren, S. J Am Med Dir Assoc.2016;17:1163e1-17 ¹⁸⁾
Physical Limitation		HR: 1.32 (1.19-1.47)*	Vermeiren, S. J Am Med Dir Assoc.2016;17:1163e1-17 ¹⁸⁾

This table was summarized by authors.

CVD, cardiovascular disease; BADL, basic activities of daily living; IADL, Instrumental activities of daily living; *, p<0.05;

(2) 要介護・要支援認定

檜崎と熊谷は¹⁹⁾、地域在住高齢者におけるフレイル、身体活動、そして行動体力と要介護・要支援認定との関連を調査した前向き観察疫学研究をレビューし、その先行知見の整理を試みている。彼らは、取り上げた先行研究の多くが中年期からの健全な生活習慣を通して高齢期にフレイルの無い状態であること、もしくは、良好な身体活動量や体力が維持できている状態であることが、その後の要介護・要支援への耐移行性(移行しにくさ)を示していると結論している。以下に、フレイルを曝露因子として要介護・要支援状態をアウトカムとした前向き研究の成績を紹介する。

我が国において、身体的フレイルと要介護・要支援認定の発現に関する複数の前向き研究が、これまでに報告されているが、フレイルの評価方法の違いやアウトカム評価の追跡期間が短いなどの研究方法論的な不備が指摘されていた。我々は、篠栗町元気もん研究において、地域在住高齢者を対象に、フレイル判定基準の1つである身体活動量の客観的評価に基づいて判定されたフレイル²⁰⁾と要介護・要支援の発現に関する6年間の前向き研究を行った²¹⁾。その結果、フレイルはノンフレイルに比べ要介護認定のハザード比が約2倍であったことから、フレイルは要介護・要支援認定発現のリスク因子であることを報告した(図1)。さらに、フレイル判定の一つの基準である身体活動、特にMVPA(継続時間に関係ない)や1~9分継続する軽強度活動(LPA: light physical activity)も要介護・要支援認定の単独のリスク因子であることを認めたが、座位時間はリスク因子ではないことが確認された²²⁾。さらに、Chenら²²⁾は要介護・要支援認定状況のハザード比とLPAおよびMVPAパターンとの関連に関する量・反応関係をcubic restricted splinesを用いて解析した(図2)。その結果、継続時間に関係なくMVPAとの間には有意な負の直線的関連性が認められた。一方、LPAに関しては、1~9分継続するLPAとの間にのみ有意な負の直線的関連性が観察された。さらに、同一コホート内における前向き研究では、体力・運動能力指標も要介護・要支援認定発現のリスク因子であることが確認されている(未発表)。

上述した前向き研究の成果は、中高齢期におけるフレイル予防や、身体活動の促進、体力改善の促進などをターゲットとした生活介入による介護予防効果を期待させるものである。しかしながら、これらの結果はあくまで関連性を示しているものであって、「フレイルを予防すれば要介護や要支援が予防できる」といった因果関係を直接示しているものではないことを十分に理解しておく必要がある。因果関係に関するより確かなエビデンスの

構築に向けては、身体活動や体力に関して、2時点もしくは多時点間の変化を曝露因子とする前向き観察疫学研究や、のちに記述する運動介入研究のさらなる実践と蓄積が望まれるところである。

3) フレイル改善のための運動介入効果

フレイルは動的な状態であり、フレイルの状態は時間の経過とともに改善または悪化する可能性がある²³⁾。この特性は、フレイルの潜在的、予防的および修復的介入の可能性を示している。最近、フレイルに対するさまざまな種類の介入効果を調べるための研究が増えてきている。運動介入は最も一般的に使用され、詳細な運動プログラム内容は一致していないが、フレイルを改善させる効果的なアプローチの1つとして証明されている²⁴⁾。その理由としては、フレイルは身体の老化による複雑な動的システムの調節不全の結果であることに加え、運動は相互に調節する多くのシステムを同時にアップレギュレートし、身体機能をより高いレベルに戻すことができる点にある³⁾。これまで、フレイルの運動介入研究では、フレイルの評価にFFPが多く用いられてきた。その原因は、FFPが生物学的、理論的基礎の強固な基盤を有することにある¹⁾。

FFPは介入研究で広く使用され、運動がFFPによるフレイルを改善できることが実証されているが、FFPによる大規模介入研究や頻繁な間隔での評価には依然として困難性が伴う。FFPの判定には歩行速度や握力を実測したり、身体活動の定量化の必要性があるため、自己評価することは難しい。フレイルの管理には、運動介入の効果を頻繁な間隔で、かつ迅速および正確に評価できるツールが必要である。より簡単なツールとしてのFFPQは自己申告のフレイルチェックシートであり、FFPを検出するために特別に開発されたものである⁹⁾。したがって、FFPQがフレイルに対する運動介入の効果を評価するための手段として使用できるかどうかについて検討された(未発表)。6ヶ月の多因子運動介入プログラムが、FFPとFFPQとして定義されたフレイルに対して改善効果を有することが示された。さらに、2つの定義の間で介入効果の適正な一致度も観察された。この結果は、大規模介入調査または多忙な臨床でのマンパワーなどの資源に制約がある場合など、FFPを直接評価できない際に、FFPQが介入効果を評価する簡易質問紙法として実行可能であることを示唆している。

3. フレイル予防対策の地域展開モデル(糸島モデル)

九州大学の研究班では、福岡県糸島市を調査フィル

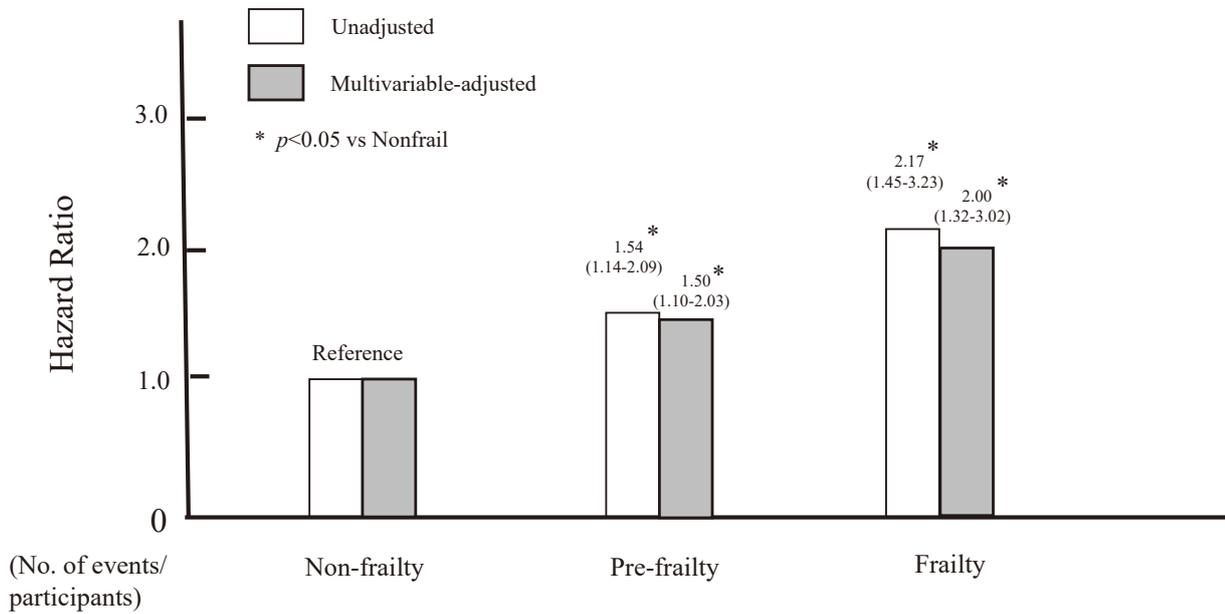


Figure 1. Hazard ratios (95% confidence intervals) for newly onset of needing long-term care according to baseline physical frailty status²¹. This figure was drew from table in original article²¹. Multivariable-adjusted models were adjusted for age (years), sex, education (years), living alone (year or no), household finance (comfortable, relatively comfortable, relatively uncomfortable, or uncomfortable), smoking (current smoker or not), drinking (current drinker or not), cognitive impairment (year or no), and polypharmacy (year or no).

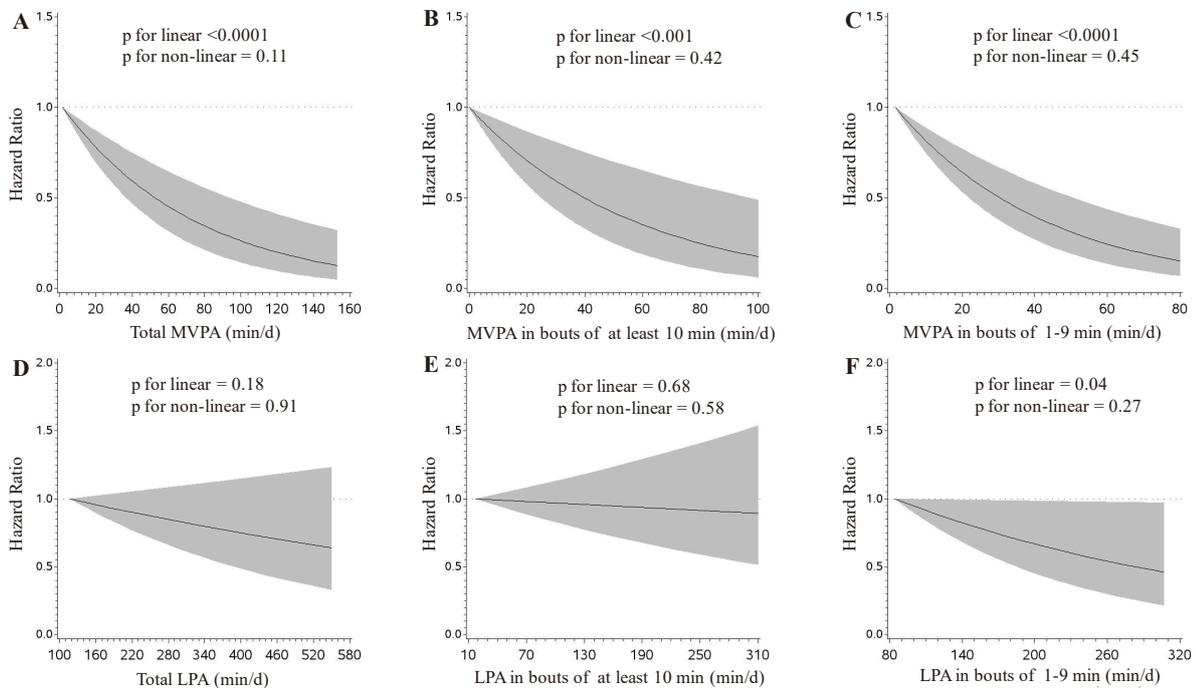


Figure 2. Dose-response associations of MVPA measures and LPA with functional disability²². (Permission from J Gerontol. Med. Sci.)

Models were fit for each physical activity measure using cubic restricted splines, with three knots at the 5th, 50th, and 95th percentiles. Lowest value of each physical activity was set as the reference. Results are trimmed at the 1st and 99th percentiles and reported as HRs (black line) and 95% CIs (shaded area).

ドとして産学官の人的・財政的資源を集約することで、2017年から最低限の行政の関与下であっても、市民が主体的に取り組めるフレイル予防事業モデルの構築を目指した取り組みを継続中である。その実現のために、月一回の産学官連携推進会議を開催している。ここでは、そのモデル事例を紹介する。

糸島市は、福岡県の最西端に位置する人口約10万人（平成30年度）の都市である。福岡市の都心部から約30分と利便性の高い地域であり、平成27年度における老年人口割合は、26.9%と全国平均を推移している。

フレイル予防事業を効率よく実施するために、まずはフレイルチェックが必要となる。普及のためには、先に報告した簡易なフレイルチェックシート（FFPQ）の開発と妥当検証⁹⁾に加え、いつでも誰でも受診可能な環境の構築を行った。本事業の対象者は、2016年の糸島圏域ニーズ調査に回答した約10,000名から、2017年4月現在で要支援・要介護認定を受けていない65～75歳で、疫学調査のための測定会に参加した949名が含まれた。フレイルの実態調査の結果、約40%がプレフレイル、2%がフレイルに該当した。我々は、プレフレイルおよびフレイル該当者（約400名）の運動習慣の定着を図ることを目的に約190名の参加者に対して、約1年間（2018年9月～2019年9月）の運動教室（3か月X4フェイズ）を開催した。最初の3か月間の第1フェイズでは、対面運動指導に加え、遠隔運動指導も行った。ストレッチおよび筋力トレーニングを週1回の頻度での運動指導を行った結果、約50%がフレイルまたはプレフレイルの改善を認めた（未発表）。運動教室に参加できなかった対象者には、月1回の健康情報の提供に関しては同意を得て行った。本調査対象者からは、要介護・要支援認定状況の提供に関する同意が得られており、現在、フォローアップ調査が継続中である。

1年間にわたる運動教室終了後のさらなる運動教室の持続的継続のために、以下に記述する自主グループによる地域展開を意図したプログラムを1年間の運動教室内で展開した。参加者は、運動教室を継続するため自主グループを立ち上げ、フレイル予防事業の市民リーダーとして、運動教室の維持・管理、新規フレイル該当者の受け入れ・サポートなどを継続中である。さらに、参画企業が開発したフレイル予防の製品開発等のモニター活動にも継続参加している。

行政主導による取り組みとしては、簡易フレイルチェックシート（FFPQ）を用いたフレイル検査が受けられる環境を市内全土に構築するために、公共施設にフレイル健診会場を常設した。市民は電話予約するだけで、フレイル健診の検査と看護師による個別面談が無料で受

けられる。これらの健診でフレイルおよびプレフレイルと判定された方は、市の地域包括支援事業への参加や自主グループが運営する運動教室に参加できる仕組み（循環型フレイル予防事業）も既に構築されつつある。

以上要約すると、糸島市では①本総説で紹介したフレイルのチェックシート（FFPQ）を用いた簡易チェックの普及、②詳細なフレイル健診が常時可能な環境の設置、③市民団体が主催するフレイル予防教室等との連携、の3つを柱とした地域展開モデルを構築した。このモデルをもとに、今後、フレイル予防事業を市内に展開し、地域定着にむけた検証や介入対象者の要介護・要支援認定の発現などをアウトカムとした検証も行っている。これらの支援モデルは、今後の市区町村で実施されるフレイル予防事業にとって参考になることが期待されている。

4. 課題と展望

本総説では、今後、市区町村で実施予定のフレイル予防事業の展開に関する疫学的証拠に加え、質の高いフレイル予防システム構築に必要な諸条件を検討し、糸島市で展開されているフレイル予防事業を紹介した。

フレイル研究の課題としては、FFPQの定義に基づいた世界標準の基準値作成、特に地域別の基準値策定を前提としたコンソーシアムの構築が必要である。コンソーシアムのモデルとして、我々の研究グループも参画している世界各国の認知機能のエイジングの横断・縦断研究に関するコンソーシアムであるCOSMIC（Cohort Studies of Memory in an International Consortium）の紹介をする²⁵⁾。本コンソーシアムには、12か国14コホート研究が参画しており、全対象者は42,170名（男性42%、54～105歳）の疫学研究からの情報を解析対象としている。現在、著者らは東アジア地区のフレイルの標準値、基準値作成を目標としたコンソーシアムの構築を目指して、日本、韓国、中国、台湾の研究者と連携して計画中である。

本邦におけるフレイル予防事業の地域展開としては、既に75歳以上の高齢者にとっては令和2年度より、後期高齢者医療制度の健診においてフレイル等の特性を把握するための「後期高齢者の質問票」が導入されることにより、早急な対応が迫られている。また、65歳以上の高齢者に関しても、政府が進めている健康寿命延伸プランにおける介護予防・フレイル対策、認知症予防戦略において、令和6年度よりフレイル予防事業の展開が計画されていることから、革新的な市区町村では既にモデル事業が展開中である。本総説で紹介した「糸島モデル」の特徴としては、研究面ではコホート内介入研究が実施できる環境構築を産学官の取り組みによって実現させてきた点に加え、事業に参画した市民によるフレイルチェック、

運動教室運営などのボランティア活動の自主運営などがあげられる。超高齢社会に突入している我が国のフレイル予防事業の地域展開に当たって、今後は地域住民の事業参画への積極的参画の必要性が鍵となろう。このようなフレイル予防事業を市区町村で展開していくためには、行政のみならず、産学官連携による協働事業も、その成功の必要条件となるだろう。

謝辞および利益相反

本研究は、以下に示す複数の研究助成金からの支援を得て実施された。ここに感謝の意を表します。①平成23～28年度福岡県粕屋郡篠栗町受託研究(代表者:熊谷秋三)、②平成29～30年度日本医療研究開発機構、IoT等活用行動変容研究事業(代表者:熊谷秋三)、③平成29年度～令和元年度組織連携個別事業(共同研究)事業(糸島市)(代表者:熊谷秋三)

本論文に関連して、開示すべき利益相反関係にある企業などはありません。

引用文献

- 1) 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):M146-M157.
- 2) 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. 一般社団法人日本老年医学会, 2013.
- 3) Fried LP.: Interventions for human frailty: physical activity as a model. *Cold Spring Harb Perspect Med.* 2016;6(6):1-14.
- 4) Collard RM, Boter H, Schoevers RA, Oude Voshaar RC.: Prevalence of frailty in community-dwelling older persons: a systematic review. *J Am Geriatr Soc.* 2012;60(8):1487-1492.
- 5) Mitnitski AB, Mogilner AJ, Rockwood K.: Accumulation of deficits as a proxy measure of aging. *Scientific World Journal.* 2001;1:323-336.
- 6) Gobbens RJ, van Assen MA, Luijkx KG, Wijnen-Sponselee MT, Schols JM.: The Tilburg Frailty Indicator: Psychometric properties. *J Am Med Dir Assoc.* 2010;11(5):344-355.
- 7) Aguayo GA, Donneau AF, Vaillant MT, et al.: Agreement between 35 published frailty scores in the general population. *Am J Epidemiol.* 2017;186(4):420-434.
- 8) Abellan van Kan G, Rolland YM, Morley JE, Vellas B.: Frailty: toward a clinical definition. *J Am Med Dir Assoc.* 2008;9(2):71-72.
- 9) Chen S, Chen T, Kishimoto H, Susaki Y, Kumagai S.: Development of a Fried frailty phenotype questionnaire for use in screening community-dwelling older adults. *J Am Med Dir Assoc.* 2020;21(2):272-276.e271.
- 10) Malmstrom TK, Miller DK, Morley JE.: A comparison of four frailty models. *J Am Geriatr Soc.* 2014;62(4):721-726.
- 11) Dent E, Lien C, Lim WS, et al.: The Asia-Pacific clinical practice guidelines for the management of frailty. *J Am Med Dir Assoc.* 2017;18(7):564-575.
- 12) Chen, S., Chen, T., Kishimoto, H, Yatsugi, H, Kumagai, S.: Associations of objectively measured patterns of physical activity and sedentary behavior with frailty status screened by the FRAIL scale in Japanese community dwelling older adults, *J. Sports Sci. Med.*, 19:166-174,2020.
- 13) Chang SF, Lin PL.: Frail phenotype and mortality prediction: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Int J Nurs Stud.* 2015;52(8):1362-1374.
- 14) Veronese N, Cereda E, Stubbs B, et al.: Risk of cardiovascular disease morbidity and mortality in frail and pre-frail older adults: Results from a meta-analysis and exploratory meta-regression analysis. *Ageing Res Rev.* 2017;35:63-73.
- 15) Kojima G.: Frailty as a predictor of hospitalisation among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *J Epidemiol Community Health.* 2016;70(7):722-729.
- 16) Kojima G, Taniguchi Y, Iliffe S, Walters K.: Frailty as a predictor of Alzheimer disease, vascular dementia, and all dementia among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc.* 2016;17(10):881-888.
- 17) Kojima G.: Frailty as a predictor of future falls among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc.* 2015;16(12):1027-1033.
- 18) Vermeiren S, Vella-Azzopardi R, Beckwee D, et al.: Frailty and the prediction of negative health outcomes: a meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc.* 2016;17(12):1163 e1-1163 e7.
- 19) 檜崎兼司,熊谷秋三: 地域在住高齢者におけるフレイル・身体活動・行動体力と要介護・要支援との関連. *体力科学*, 2019;5:301-312.

- 20) Chen S, Honda T, Chen T, et al.: Screening for frailty phenotype with objectively-measured physical activity in a west Japanese suburban community: evidence from the Sasaguri Genkimon Study. *BMC geriatrics*. 2015;15:36:1-10.
- 21) Chen S, Honda T, Narazaki K, Chen T, Kishimoto H, Kumagai S: Physical frailty and risk of needing long-term care in community-dwelling older adults: a 6-year prospective study in Japan. *J Nutr Health Aging*. 2019;23 (9):856-861.
- 22) Chen T, Honda T, Chen S, Narazaki K, Kumagai S: Dose-response association between accelerometer-assessed physical activity and incidence of functional disability in older Japanese adults: a 6-year prospective study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2020; doi: 10.1093/gerona/glaa046.
- 23) Lee JS, Auyeung TW, Leung J, Kwok T, Woo J: Transitions in frailty states among community-living older adults and their associated factors. *J Am Med Dir Assoc*. 2014;15 (4):281-286.
- 24) Haider S, Grabovac I: Effects of physical activity interventions in frail and prefrail community-dwelling people on frailty status, muscle strength, physical performance and muscle mass-a narrative review. *Wien Klin Wochenschr*, 2019; 131 (11-12):244-254.
- 25) Lipnicki DM, Crawford JD, Dutta R, et al.: Age-related cognitive decline and associations with sex, education and apolipoprotein E genotype across ethno-cultural groups and geographic regions: a collaborative cohort study. *PLoS Med*, 14 (3): e1002261.doi:10.1371/journal.pmed. 1002261 21. March 2017.