

研究資料

フレイル予防短期スクールに参加する地域在住高齢者に対する 集団型運動プログラムの短期効果に関する探索的研究

Exploratory study on the short-term effect of a group-based exercise program for community-dwelling older adults attending a short-term school to prevent frailty

久木崎 航^{(1) (2)}・丸中 公貴⁽¹⁾・金子 茂稔⁽¹⁾
Wataru Kukizaki, Kouki Marunaka, Shigetoshi Kaneko

Abstract

Background: With Japan's declining birthrate and aging population, the development of more effective prevention of long-term frailty programs is an important issue.

Purpose: This study aimed to investigate the effectiveness of our company's 3-month group-based exercise program for community-dwelling older adults.

Study design: The study design is a single-center, pre-post design.

Methods: The subjects were 34 community-dwelling older adults over 65 (mean age 78.7 ± 5.4 years) participating in a short-term school to prevent frailty in Miyazaki City. The menu of the group-based exercise program consisted of seating exercise and standing exercise, floor exercise. The 30 second chair stand test (CS-30), one-leg stand time, Timed Up & Go test (TUG), 2-step test, and grip strength were measured and compared before and after the group-based exercise program was started.

Results: The results showed a statistically significant difference between CS-30 and TUG ($p < 0.001$, $p < 0.05$).

Conclusions: Our group-based exercise program was suggested to be effective for the prevention of long-term frailty by improving leg muscles and walking ability. The effectiveness of this group-based exercise program should be examined in future comparative studies with a control group.

Keywords: a class for group exercise, body strength, community-dwelling older adults, frailty

I. 緒言

世界有数の長寿国である日本において、少子高齢化に伴う医療介護費の増大が社会的に大きな問題となっている（内閣府, 2022）。この少子高齢化は今後も進行していくことが予測されており、近年では単に長生きするだけでは

なく、健康で長生きするという健康寿命が強く推奨されるようになった。このような社会背景の中で、日本は世界に先駆けて介護予防事業を導入し、全国の各地方自治体において様々な事業が展開されている。この介護予防事業の中でも特に重要視されている事業の一つがフレイル対策である（山田, 2020）。フレイル

(1) 株式会社 未来図 Labo Miraizu Labo, Inc.

(2) 鹿児島大学大学院保健学研究科博士前期課程 Master's Program of Occupational Therapy, Graduate School of Health Sciences, Kagoshima University

とは、加齢に伴って生理的な予備能が減少することで様々なストレスに対する虚弱性が進行した状態と定義されている(葛谷, 2015)。フレイルの高齢者は、そうでない高齢者に比べて死亡率や要介護状態になるリスクが高いことが報告されており、フレイルの発生や重度化を予防することが重要である(Fried et al., 2001)。これまでに様々なフレイルの予防対策が報告されているが、とくに有効性が確認されているものが運動プログラムである(Heath et al., 2012; Kohl et al., 2012)。国立長寿医療センター(2019)の調査では、65歳以上の高齢者に対する運動プログラムの効果についてシステマティックレビュー・メタアナリシスを行い、下肢筋力や骨格筋量、移動能力、バランス能力など幅広い項目で有意な改善を認めたことを報告している。近年では、運動プログラムの中でも、集団で行われる集団型運動プログラムはフレイルの発生や重度化の予防に極めて有効であると報告されており、集団型運動プログラムを実施する施設や自治体が増えてきている(Apóstolo et al., 2018; 山田, 2020)。しかし、実際に行われている集団型運動プログラムのメニューは施設や自治体ごとに異なる場合が多い(金子ほか, 2016)。集団運動プログラムでも実施されている運動や実施時間、人員の配置などが違えば、先行研究とは異なる結果になる場合が容易に予測される。そのため、自施設で提供している集団型運動プログラムの効果については、先行研究の結果を安易に当てはめるのではなく、慎重に解釈する必要がある。

宮崎県宮崎市では、介護予防事業の一つとしてフレイル予防短期スクールが行われている。本事業は、地域在住の65歳以上の高齢者を対象に、宮崎市から委託を受けた事業者がフレイル対策を目的とした運動、口腔、栄養、認知症予防のプログラムを3ヵ月間行うというものである(宮崎市, 2022)。我々は、フレイル予防短期スクール事業で実施する集団型運動プログラムを新たに考案し、継続して実施してきた。本研究では、本集団型運動プログラムが身体機能に与える影響やその効果の特徴を検討することを目的に、宮崎市のフレイル予防短期スクールに参加した65歳以上の地域在住高齢者を対象に3ヵ月間の集団型運動プログラムを行い、実施前後での身体機能の変化を調査し

た。本研究の意義は、本集団型運動プログラムが身体機能に与える影響や効果の特徴を明らかにし、今後の集団型運動プログラムの開発や改良に寄与できることである。

II. 対象と方法

1. 対象

G*Powerを用いて事前の検定力分析(Faul et al., 2007)を行い、サンプルサイズを推定した。検定力(Power)は0.8、有意水準(α)は0.05、効果量(Effect size)は中等度の目安である $d=0.5$ として分析を行い、34名と推定された(水本・竹内, 2008)。対象は、2022年のフレイル予防短期スクールの春スクール(4~6月)と夏スクール(7~9月)に参加した65歳以上の地域在住高齢者40名を対象とした。なお、本研究は事前に施設長の許可を得た上で実施し、全ての対象者に口頭での説明を行い、同意を得ている。

2. 集団型運動プログラム

我々が考案した集団型運動プログラムは2時間の運動を週1回、3ヵ月間(計12回)のスケジュールで実施されている。歯科衛生士による口腔トレーニング指導(月1回)や栄養士による栄養指導(月1回)が1時間程度行われるが、その際も、残りの約1時間は集団型運動プログラムを実施している。

集団型運動プログラムは、「座位で行う運動」、「立位で行う運動」、「床で行う運動」の3つに分かれている(図1)。集団型運動プログラムメニューを表1に示す。集団型運動プログラムメニューは、筋力訓練だけでなく、ストレッチ、コグニサイズ、有酸素運動、バランス練習などマルチコンポーネント運動(レジスタンス運動や有酸素運動、バランス運動など複数の運動など2種類以上の運動を組み合わせたもの)で構成されている(国立長寿医療研究センター, 2019)。本集団型運動プログラムはダンベルや重錘など筋力増強のための機器を使用しない60% 1 repetition maximum(以下, RM)以下の低強度の運動のみで構成されている。以下に本集団型運動プログラムの効果を高める工夫と特徴3点を示す。



図1 集団型運動プログラムの実施場面
a. 座位, b. 立位, c. 床

表1 集団型運動プログラムメニュー

カテゴリー	運動メニュー	運動の効果					想定される生活動作の一例
		柔軟性	筋力	バランス	体力	認知	
座位① (筋膜ローラーを使用)	上体そらし	○					
	上体を横に倒す	○					
	上体捻り	○					後のものを取る トイレの後始末
	ローラーの上げ下げ	○	○				髪を整える 襟を正す
	両手を背中に回す	○					背中を洗う 上衣の着替え
	両手を8の字に動かしながら、それに合わせて上体を大きく動かす運動	○	○	○			靴、靴下を履く 爪を切る
	上体の前傾(ボート漕ぎ)運動	○	○	○			靴、靴下を履く 爪を切る
	ロングプレス	○			○		
	ローラーを身体に当てながら転がす	○	○		○		上衣を整える、着る
座位② (コグニサイズ)	バーとチョキを左右交互に繰り返す					○	
	「バーで手を胸の方に引く」と「グーで手を前に出す運動」を左右交互に繰り返す					○	
	足を開閉を片足ずつ交互に繰り返す					○	
座位③ (ノルディック杖を使用する場合があります)	両手を横に伸ばし羽ばたく	○	○				
	片手を斜め上、もう一方の手を斜め下に伸ばし羽ばたく	○	○				背中を洗体タオルでこする
	両手を横に伸ばし腕回し	○	○				
	両手を上に上げ腕回し	○	○				
	体重移動		○				座りながら物を取る
	前方へのリーチ	○	○				
	両足持ち上げ		○	○			
	両足持ち上げ+片足ずつ前に蹴り出し		○	○			下衣を着る 靴下、靴を履く
	両足持ち上げ+片足ずつ横に蹴り出し		○	○			浴槽への座り跨ぎ
手で数字書き		○					
手を振りながら大きく足踏み		○		○			
立位 (椅子を把持しながら実施)	踵上げ		○	○			
	つま先上げ		○	○			
	つま先立ちで足踏み		○	○			
	前後の重心移動を伴う腕振り運動			○			
	膝関節と股関節の屈伸運動		○				
	膝関節と股関節の屈伸運動+腕振り		○				
	横リーチ		○	○			横の物を取る 上の物を取る
	上リーチ						立ってズボンをはく 立って靴、靴下のはく 床の物を拾う
	下リーチ		○	○			
	横ステップ		○	○	○		
	前ステップ		○	○	○		
	クロスステップ		○	○	○		踏いた際に足を出す
	片足立ち			○			立ってズボンをはく 立って靴、靴下のはく
	高速足踏み			○	○		
床 (ヨガマット上で実施)	背臥位で腹筋		○				寝返り ベッドからの起き上がり
	背臥位でお尻上げ		○				
	背臥位でお尻と片足し上げ		○				
	側臥位で足上げ		○				
	四つ這いで片手を伸ばす		○	○			
	四つ這いで片足を伸ばす		○	○			四つ這いで物をとる
四つ這いで片手と片足を伸ばす		○	○				

2.1. 運動効果を高める工夫1：メインとサブの配置

本集団型運動プログラムでは、運動進行役のメイン1名と運動補助役のサブを1, 2名配置している(図2)。メインの主な役割は、運動の進行に加え、リズムや時間、運動内容を調整することである。例えば、座位での足踏み運動時によりバランスを鍛えることに重点を置きたいときは少し回数をゆっくり数え、足を大きく上げてもらうことでより大きな重心移動を行うよう促す。逆に、有酸素運動として体力向上に重きをおく場合は、回数を早く数えたり時間を少し長くするなどの工夫を行う。一方、サブの主な役割は、メインの補助や個別的な調整を行うことである。メインの掛け声に合わせて手拍子を行い、全体のリズムやスピードの補助を行う。また、姿勢が崩れてしまい、目的とする運動の効果が引き出せていない参加者に対しては、姿勢の修正や声掛けや個別的に細かい姿勢の修正を行う。このメインとサブは運動開始前に簡単なミーティングを行い、当日の利用者の状態に応じて運動負荷量の設定やリス

ク管理の共有、サブの配置と役割分担など適宜行っている。このように、全体をコントロールするメインと、メインの補助や個別的な調整を行うサブの連動により、集団型運動プログラムの負荷量と効果の最大化を図っている。なお、本研究で実施した集団型運動プログラムのメインとサブは全て研究実施施設に所属する医療従事者であり、全員が集団型運動プログラムに関する当施設の研修を複数回受講している。

2.2. 運動効果を高める工夫2：道具の活用

集団型運動プログラムメニューでは運動をより効率的に行うためにローラーやノルディック杖を使用することがある。座位での前方リーチの一運動場面を図3に示す。図3ではどちらも「両手を限界まで前に伸ばして下さい」と指示されている。図3aの道具なしの運動に比べ、図3bのノルディック杖を使用した方が前方の大きくリーチできていることがわかる。体幹の可動性向上を目的とする場合、ノルディック杖などの道具を使用することでより効果的にその目的を達成することができる。



図2 運動進行役のメインと運動補助役のサブ
a. メイン, b. サブ

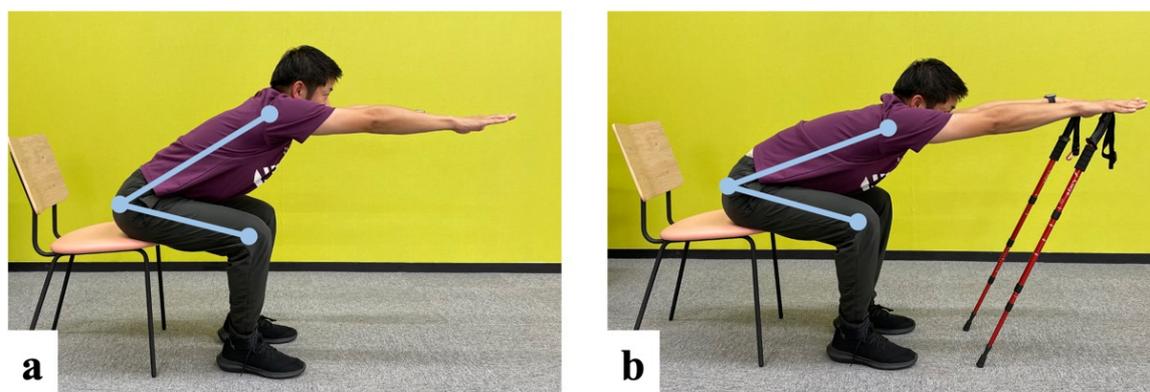


図3 座位での前方リーチの一場面
a. ノルディック杖使用なし, b. ノルディック杖使用あり

一方、体幹や上肢の筋力を向上させたい場合はノルディック杖なしの方が、支持物がないため筋力の維持・向上訓練になる。メインやサブは、対象者の身体機能や運動の目的に応じて道具を使い分けながら運動ごとに最大限の効果を出せるよう工夫していた。

2.3. 日常生活動作との関連

本集団型運動プログラムでは日常生活を想定した運動メニューを多く入れている(表1)。このメリットとして、各運動メニューをできるようになることが実生活へ繋がるだけでなく、日常生活に潜むリスクを早期発見できることにある。例えば、立位での下リーチ運動時、膝関節の可動域制限があり、過度な後方重心になっている場合は、靴や靴下をはく動作や床に落ちた物を拾う際の後方への転倒リスクが増大している可能性がある。この場合は、運動の休憩時間中に理学療法士などの専門家が実際の日常生活動作(例:靴下をはく動作、床の物を拾う動作)を模擬的に実施してもらい、身体機能も併せて詳細に評価する。その結果、日常生活での転倒リスクがあると考えられた場合は、この評価の結果を地域包括支援センターの担当者に申し送りを行い、早期の対応に繋げることができる。

3. データ収集

データ収集は初回利用日と最終利用日(3ヵ月後)に以下の各測定指標の評価を実施した。なお、身体機能面の測定中に関節痛の出現、息切れ、動悸等の自覚症状およびチアノーゼ等の他覚症状が見られた際は測定を中止した。対象者の基本属性は、体重、体格指数(Body Mass Index:以下、BMI)を算出した。主要測定項目は、30-second chair stand test(以下、CS-30)、片脚立位保持時間、Timed Up & Go test(以下、TUG)、2STEPテスト、握力とした。CS-30は、椅子に腰掛け、両上肢を胸の前で組み、30秒間にできるだけ多く起立と着座動作を繰り返すように指示し、その回数を測定した(中谷ほか、2003)。片脚立位保持時間は、支持物がない環境下で、両上肢下垂位で一側の足を軽く挙上した開眼片脚立位保持を指示した。挙上下肢の足が床に接地した時点で終了とし、20秒を上限として左右それぞれ2回測定し、各最大値の平

均を求めた(網本・新井、2000)。TUGの開始肢位は椅子座位をとし、スタートの合図とともに椅子から立って、前方3mのところにある目印で回って戻り、椅子にもう一度座ってもらうまでの時間を測定した。本研究では、できるだけ速く歩く最大速度を測定した(橋立・内山、2005)。2STEPテストは前進した際の最大2歩幅を測定した。測定途中で動作が停止し、連続した2歩動作ではなくなってしまった場合は再測定とした。なお、得られた最大2歩幅を身長で除し、2ステップ値を算出した(兎澤ほか、2016)。握力の測定はスメドレー式握力計を用いて、左右それぞれ2回ずつ測定し、左右それぞれの最大値の平均を求めた。

4. データ分析

実施前後での各測定項目の結果に対し、正規性の検定としてShapiro-Wilk検定を行い、正規性を認めた場合は対応のあるt検定、正規性を認めない場合はMann-Whitney U検定を用いて比較検討を行なった。なお、危険率は5%とし、統計ソフトはR version 4.2.2を用いた。

Ⅲ. 結果

フレイル予防短期スクール実施途中で、参加を自己中断したり、評価時に不備や欠損値を認めた7名を除外し、最終的に33名(平均年齢78.7 ± 5.4歳、平均身長151.0 ± 8.4cm)を解析対象とした。最終的な対象者の内訳は男性5名、女性28名であった。

集団型運動プログラムの実施前後での測定指標の変化を表2に示す。Shapiro-Wilk検定の結果、全ての測定項目で正規性を認めたため対応のあるt検定を用いて検討を行なった。その結果、CS-30($p < 0.001, d = 0.98$)とTUG($p = 0.039, d = 0.54$)で統計学的に有意差を認めた。運動中に明らかな気分不良を訴えた者や疼痛の増強を認めた者はいなかった。

Ⅳ. 考察

1. 地域在住高齢者に対する本集団型運動プログラムの有効性について

本研究の結果より、我々が考案した3ヵ月間の集団型運動プログラムは、65歳以上の地域

表2 各測定指標の変化

	開始時		終了時		p-value	Effect size
	Mean±SD	Median (IQR)	Mean±SD	Median (IQR)		
体重 (kg)	53.5±7.7	53.0(48.5-58.0)	54.2±7.7	55.0(47.5-60.0)	0.562	0.09
BMI	23.4±3.2	23.4(21.2-25.3)	23.8±3.3	23.3(21.4-25.7)	0.534	0.12
CS-30 (回数)	20.1±4.7	20.0(16.5-22.5)	24.8±4.9	26.0(21.5-28.5)	<0.001**	0.98
片脚立位保持時間 (秒)	13.1±8.1	20.0(4.1-20.0)	15.2±7.2	20.0(8.5-20.0)	0.288	0.27
TUG (秒)	7.6±1.3	6.0(5.6-9.2)	5.9±1.3	5.6(4.9-6.3)	0.039*	0.54
2STEP値	1.1±0.3	1.2(1.0-1.3)	1.2±0.3	1.3(1.1-1.4)	0.187	0.32
握力 (kg)	19.5±6.6	19.1(15.4-22.6)	21.3±6.7	20.0(17.1-23.9)	0.292	0.27

*p < 0.05 **p < 0.01

効果量の目安 (d = 0.20 : 小, d = 0.50 : 中, d = 0.80 : 大)

IQR : 四分位範囲, BMI : Body Mass Index, CS-30 : 30-second chair stand test, TUG : Timed Up & Go test

在住高齢者の下肢筋力や歩行能力の維持・向上を図るための効果的な介入であることが示唆された。本集団型運動プログラムは重錘やセラバンドなどを使用しない低強度の運動プログラムで構成されていた。日本地域理学療法学会(2021)は、60歳以上の地域在住健常高齢者に対する低強度運動プログラムの効果について、筋力(下肢筋力)や歩行能力(TUG)において有効であることを報告しており、本研究の結果と一致する。さらに、システマティックレビュー・メタアナリシスやランダム化比較試験などの質の高い研究デザインを用いて地域在住健常高齢者に対する低強度運動プログラムの効果について検証した研究においても、下肢筋力や歩行能力の効果を示すことが報告されている(Brouwer et al., 2003; Kamiya et al., 2023)。以上の点を踏まえると、本研究の結果は妥当であり、本集団型運動プログラムは下肢筋力と歩行能力の維持・向上に有効であると考える。

一般的に、集団運動プログラムでは、低強度運動プログラムよりも高強度運動プログラムの方が高齢者の身体機能を有意に維持・向上すると言われている(Raymond et al., 2013)。しかし、高強度の運動プログラムでは、骨折や転倒(Gianoudis et al., 2014)疼痛(Alkatan et al., 2016)、運動継続が困難(Fatouros et al., 2005)等いくつかの有害事象を伴うためリスクを伴

う。一方、低強度運動プログラムはそのような有害事象のリスクは極めて少ないと言われており(日本地域理学療法学会, 2021, p. 598)、実際に本研究においても、転倒や疼痛など有害事象を呈した者はいなかった。そのため、地域在住高齢者に対する運動プログラムは、低強度運動プログラムの方が安全性が高く、より継続して行うことができる可能性がある(Kamiya et al., 2023)。

近年の報告では、低強度であっても、その中で最大限の負荷をかけることができれば、身体機能を向上させることが報告されている。Kamiya et al. (2023)のシステマティックレビュー・メタアナリシスの中で低強度運動プログラム内の負荷量についてサブグループ解析を行なっている。その結果、低強度運動プログラムの中でも、やや負荷量を高く設定した方が下肢筋力の有意な改善を認めることが明らかとなった(Kamiya et al., 2023)。本集団型運動プログラムは、低強度の運動で構成されていたが、ローラーやノルディック杖など運動を引き出す道具の使用や運動進行役のメインと運動補助役のサブを配置するなど、各運動の負荷量や効果を最大限に引き上げる工夫を行っていた。この工夫が下肢筋力や歩行能力に有意差を認めた要因になったと考える。本集団型運動プログラムは、高強度運動プログラムの結果として複数の有害事象(Alkatan et al., 2016;

Fatouros et al, 2005; Gianoudis et al., 2014) の影響を受けやすい高齢者にとって、安全で持続可能であることに加え、低強度運動プログラムの中で最大限の効果を引き出す工夫がなされており、下肢筋力や歩行能力の維持・向上に効果的であることが示唆された。

2. 本研究の限界と今後の課題について

本研究にはいくつかの限界がある。まず1つ目に対照群を設けていない点である。本研究では倫理的配慮から対照群を設けない群内前後比較試験で検証を行った。そのため、本研究の結果が純粋な本集団型運動プログラムの影響によるものかどうかについては慎重に解釈する必要がある。2つ目に、本研究の対象者のベースラインの属性のサブグループ（例：年齢、性別、既往歴など）について評価していない点である。そのため、本集団型運動プログラムが具体的にどの属性により効果があるかについては明らかになっていない。今後は、サブグループ解析も含めた質の高い研究デザインの比較試験を行い、本集団型運動プログラムの有効性をさらに検討していく必要があると考える。

V. 結語

本研究では、地域在住高齢者を対し、我々が考案した3ヵ月間の集団型運動プログラムの効果を検討した。その結果、CS-30とTUGで統計学的に有意差を認めた。本集団型運動プログラムは、下肢筋力や歩行能力を向上させ、介護予防に有効である可能性が示唆された。一方、本研究では群内前後比較試験であったため、本集団型運動プログラムのみの影響で下肢筋力や歩行能力の向上を認めたかについては明らかではない。今後は対照群を設けた比較試験を行うことで、本集団型運動プログラムの効果がより明確になると考える。

文献

1) Alkatan, M., Baker, J. R., Machin, D. R., Park, W., Akkari, A. S., Pasha, E. P., and Tanaka, H. (2016) Improved Function and Reduced Pain after Swimming and Cycling Training in Patients with Osteoarthritis. *The Journal of rheumatology*, 43 (3) : 666-672, doi : <https://doi.org/10.3899/jrheum.151110>

2) 網本和・新井光男 (2000) 理学療法ハンドブック 第1巻理学療法の基礎と評価(改訂第3版). 細田多恵ほか編, 協働医書出版社, p.668.

3) Apóstolo, J., Cooke, R., Bobrowicz-Campos, E., Santana, S., Marcucci, M., Cano, A., Vollenbroek-Hutten, M., Germini, F., D'Avanzo, B., Gwyther, H., and Holland, C. (2018) Effectiveness of interventions to prevent pre-frailty and frailty progression in older adults: a systematic review, *JBIS Database System Rev Implement Rep*, 16 (1) : 140-232, doi : <https://doi.org/10.11124/jbisrir-2017-003382>

4) Brouwer, B. J., Walker, C., Rydahl, S. J., and Culham, E. G. (2003) Reducing fear of falling in seniors through education and activity programs: a randomized trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51 (6) : 829-834, doi : <https://doi.org/10.1046/j.1365-2389.2003.51265.x>

5) Fatouros, I. G., Kambas, A., Katrabasas, I., Nikolaidis, K., Chatzinikolaou, A., Leontsini, D., and Taxildaris, K. (2005) Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. *British journal of sports medicine*, 39 (10), 776-780, doi : <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.019117>

6) Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.G., and Buchner, A. (2007) G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences, *Behav Res Methods*, 39 (2) : 175-191, doi : <https://doi.org/10.3758/bf03193146>

7) Fried, L.P., Tangen, C.M., Walston, J., Newman, A.B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W.J., Burke, G., and McBurnie, M.A. (2001) Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *Journal of Gerontology. MEDICAL SCIENCES*, 56: M146-M156, doi : <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>

8) Gianoudis, J., Bailey, C. A., Ebeling, P. R., Nowson, C. A., Sanders, K. M., Hill, K., and Daly, R. M. (2014) Effects of a targeted multimodal exercise program incorporating high-speed power training on falls and fracture risk factors in older adults: a community-based randomized controlled trial. *J Bone Miner Res*, 9 (1) : 182-91, doi : <https://doi.org/10.1002/jbmr.2014>

9) 橋立博幸・内山靖 (2005) 虚弱高齢者における Timed “Up and Go” Test の臨床的意義. *理学療法学*, 32 : 59-65, doi : <https://doi.org/10.15063/rigaku.KJ00003946830>

10) Heath, G.W., Parra, D.C., Sarmiento, O.L., Andersen, L.B., Owen, N., Goenka, S., Montes, F., and Brownson, R.C. (2012) Evidence-based intervention in physical activity: lessons from around the world. *Lancet*, 380 (9838) : 272-281, doi : [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(12](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)

- 60816-2
- 11) 金子嘉徳・鞠子佳香・大竹佑佳・長谷川千里 (2016) 多様な年齢・体力レベルの中高齢者を対象とした集団型運動教室の試み. 体操研究, 12 : 22-32, doi : <https://doi.org/10.4107/gym.12.22>
 - 12) Kamiya, M., Ihira, H., Taniguchi, Y., Matsumoto, D., Ishigaki, T., Okamae, A., Ogawa, T., Misu, S., Miyashita, T., Ohnuma, T., Chibana, T., Morikawa, N., Ikezoe, T., and Makizako, H. (2023) Low-intensity resistance training to improve knee extension strength in community-dwelling older adults: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *Exp Gerontol*, 172 : 112041, doi : <https://doi.org/10.1016/j.exger.2022.112041>
 - 13) 葛谷雅文 (2015), 超高齢社会におけるサルベニアとフレイル. *日本内科学会雑誌*, 104 (12) : 2602-2607, doi : <https://doi.org/10.2169/naika.104.2602>
 - 14) Kohl, H.W. 3rd., Craig, C.L., Lambert, E.V., Inoue, S., Alkandari, J.R., Leetongin, G., and Kahlmeier, S. (2012) The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *Lancet*, 380 (9838) : 294-305, doi : [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(12\)60898-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)60898-8)
 - 15) 国立長寿医療研究センター (2019) 介護予防ガイド 平成 30 年度老人保健事業推進費等補助金 (老人保健健康増進事業) 「介護予防の取り組みによる社会保障費抑制効果および科学的根拠と経済を融合させた介護予防ガイドの作成」.
 - 16) 宮崎市, 宮崎市フレイル予防短期スクール事業実施要綱, https://www.city.miyazaki.miyazaki.jp/fs/5/0/9/1/7/8/_/493934.pdf (2022 年 11 月 5 日閲覧)
 - 17) 水本篤・竹内理 (2008) 研究論文における効果量の報告のために: 基礎的概念と注意点. *英語教育研究*, 31 : 57-66.
 - 18) 内閣府 (2022) 高齢化の現状と将来像 https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf (参照日 2022 年 11 月 5 日)
 - 19) 中谷敏昭・灘本雅一・三村寛一 (2003) 30 秒椅子立ち上がりテスト (CS-30) 成績の加齢変化と標準値の作成. *臨床スポーツ医学*, 20 : 349-355.
 - 20) 日本地域理学療法学会 (2021), 地域理学療法ガイドライン. 一般社団法人日本理学療法学会連合・理学療法標準化検討委員会ガイドライン部会「編」, 公益社団法人日本理学療法士協会「監」, 理学療法ガイドライン第 2 版. 医学書院, pp. 597-599.
 - 21) Raymond, M. J., Bramley-Tzerefos, R. E., Jeffs, K. J., Winter, A., and Holland, A. E. (2013) Systematic review of high-intensity progressive resistance strength training of the lower limb compared with other intensities of strength training in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 94 (8) : 1458-1472, doi : <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.02.022>
 - 22) 兎澤良輔・宮島恵樹・平野正広・川崎翼・勝木貝子・遠藤元宏・高木亮輔・加藤宗規 (2016) 若年健常成人を対象とした後方・前方 2 ステップテストと後方・前方歩行速度との関連性について. *日本転倒予防学会*, 3 : 13-18, doi : https://doi.org/10.11335/tentouyobou.3.1_13
 - 23) 山田実 (2020) 介護予防 (フレイル対策) に対する評価・効果判定のアウトカム. *理学療法学*, 47 (5) : 499-504, doi : https://doi.org/10.15063/rigaku.47-5kikaku_Yamada_Minoru