

ボール運動が高齢者の握力と認知機能におよぼす影響

—— 地域運動教室に通う高齢者を対象とした研究 ——

小 山 啓 太・木 山 慶 子・和 田 直 樹

Effectiveness of Ball Activity for Improving Grip Strength and Cognitive Function In Elderly:

Training Through Ball Activity in Older Adults

Keita KOYAMA, Keiko KIYAMA and Naoki WADA

ボール運動が高齢者の握力と認知機能におよぼす影響

—— 地域運動教室に通う高齢者を対象とした研究 ——

小山啓太¹⁾・木山慶子¹⁾・和田直樹²⁾

1) 群馬大学共同教育学部保健体育講座

2) 群馬大学医学部附属病院リハビリテーション部

(2022年9月28日受理)

Effectiveness of Ball Activity for Improving Grip Strength and Cognitive Function In Elderly: Training Through Ball Activity in Older Adults

Keita KOYAMA¹⁾, Keiko KIYAMA¹⁾ and Naoki WADA²⁾

1) Department of Health and Physical Education, Cooperative Faculty of Education, Gunma University

2) Division of Rehabilitation Medicine, Gunma University Hospital

(Accepted on September 28th, 2022)

Abstract

Reduced hand grip strength has been associated with an increased risk of lifestyle related diseases including cardiovascular mortality, certain types of cancer, and dementia. Grip strength is appealing as a simple, quick, and inexpensive means of stratifying an individual's risk of health issues. Dementia has been one of the biggest causes of health issues in Japanese society. However, the effective exercise program for grip strength with respect to research studies is unknown. The aim of this study was to investigate the effectiveness of hand ball activity in older Japanese adults, especially for improving their cognitive function and hand grip strength.

Ten older adults, aged 72 to 90 years (mean age 79 years, SD \pm 5.94), were randomly selected. Cognitive function was evaluated by the MINI-Cog test. Hand dexterity, muscle strength, balance, flexibility were defined as physical performances. Participants' data were analyzed by a Wilcoxon rank sum test, Pearson product-moment correlation coefficient, and the forward-backward stepwise test.

For 12 weeks between April 1, 2022 to July 1, 2022 the exercise program was implemented. The subjects participated in a 60 minutes class once a week. Each class was composed of 3 parts of ball activity such as 1) a muscle strengthening exercise, 2) hand dexterity exercises, and 3) Throwing and catching exercises once a week. As for the results, subjects showed significantly higher scores for the hand grip strength (average improving ratio; 0.918kg, SD \pm 3.85, $p < 0.016$). There is no significance with other tests however, subjects showed higher scores for hand finger motion test (average improving ratio; 1.0, SD \pm 5.4), and functional reach test (average improving ratio; 1.39cm, SD \pm 5.5). We found no significant associations between hand ball activity and cognitive skills with the MINI-Cog test.

This study suggests that hand ball activity is an easy, inexpensive, simple daily exercise method for improving grip strength in older adults. Further research is needed to identify determinants of muscular strength, hand dexterity, and to test whether improvement in strength reduces mortality, cardiovascular disease, and dementia.

I. 緒言

我が国の高齢化率は他の先進諸国と比較しても最も高い水準であり、今後もその水準が続くとされる。2021年10月1日時点での総人口に占める65歳以上の高齢者人口は3,621万人であり、その割合も28.9%となり、1994年に14%であった高齢化率が2倍強に上昇した¹⁾。

高い高齢化率にある我が国においては、高齢者の健康問題は重要な課題であり、とくに、高齢者の体力・運動機能を維持することは、我が国の医療費の逼迫を抑制し、何よりも国民が健康な長寿をまっとうするために重要である。荒尾らは、加齢により筋力、柔軟性、平衡性、持久性は低下し、ひいてはADL、QOLの低下へつながらしている²⁾。

このような高齢者の健康問題の中でも、認知症は高齢者の要介護状態を引き起こす大きな原因疾患の一つにあげられており、令和元年6月、認知症施策推進関係閣僚会議において取りまとめられた「認知症施策推進大綱」において、認知症の発症を遅らせ、認知症になっても希望を持って日常生活を過ごせる社会を目指し、認知症の人や家族の視点を重視しながら、「共生」と「予防」を車の両輪とした施策を推進していくとし、認知機能が軽微に低下し始めた高齢者に対して、予防的支援サービスを提供することが重要であるとしている¹⁾。

Luriaらは、体力や身体機能の低下は、主に運動器の問題による廃用症候群の一つと捉えることができる一方で、身体行動の調整や決定に関わる脳の廃用症候群と考えることができると示唆している³⁾。このような視点から、近年、認知機能と身体機能との関連に注目が集まっている。また、bleら、Nietoらは、認知機能と下肢機能の関連性について、歩行速度と認知機能の相関関係について報告している^{4,5)}。さらに、認知機能と上肢機能の関連性については、認知症高齢者と健常高齢者に対する上肢機能検査の比較から、認知症高齢者の上肢機能が有意に低かったと報告しており⁶⁾、歩行などの下肢運動機能の低下のみならず、手を使う運動機能の低下が認知症を含む健康問題に影響することが示されている。

また、高齢者の体力検査の中でも、手指を使った体力項目である握力は、立位バランスや歩行能力など全身的な機能を反映するとされ⁷⁾、奥住らは、握力と片脚立ち時間の関連には有意な相関があることを報告している⁸⁾。さらに、近年、握力検査を行うことがあらゆる疾病の発症リスクを簡単に判定できる可能性があるとする報告が相次いでいる。先行研究によると、握力検査を行うと心筋梗塞、脳卒中、癌の発症リスクを簡単に判定できる可能性があるとしており、握力が5kg低下するごとに、何らかの原因による死亡リスクが16%増加するとしている⁹⁾。Leongらは、握力が低下することで、心血管疾患のリスクは17%、心筋梗塞リスクは7%、脳卒中リスクは9%、それぞれ増加し、収縮期血圧（最高血圧）よりも握力の方が死亡リスクに関する有効な予測因子である可能性が示唆されたとしている¹⁰⁾。

このように、握力と健康リスクに関する研究報告は多くなされている一方で、握力の向上や、認知機能の改善を目的とする予防的支援サービスとしての手指の運動に関する研究はなされていない。そこで、本研究では、高齢者の握力と認知機能の改善や脳の賦活に効果が期待できる手指を積極的に動かすボールを使った運動を行うことで、高齢者の握力や認知機能、加えて他の身体機能や体力にどのような影響をおよぼすか、その関連性について示唆をえるためのパイロット研究として検討することを目的とする。

II. 方法

A. 対象

本研究の対象は、首都圏S区に在住する介護保険の適用を受けない自立した生活を送る高齢者12名（平均年齢79.7歳SD±5.94）であり、参加者募集が掲載された公報誌を見て自発的に参加の意思を示した者の中から無作為に選定した。その中から週1回の運動教室に通い、開始前と終了時の調査に参加した10名を本研究の対象とした。対象の身体的特徴を表に示した（表1）。なお、対象の男女比は、それぞれ男性1名と女性9名であり、前期高齢者と

表1 研究対象者の身体的特徴

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	収縮期血圧 (mmHG)	拡張期血圧 (mmHG)
平均 (女性)	79	151.25	49.58	130.53	56.87
標準偏差	5.94	5.36	7.3	26.31	8.88
対象 A (男性)	90	158	51	118	71

後期高齢者の人数比は、それぞれ前期高齢者4名と後期高齢者8名であった。研究実施に先立って、対象者には研究の目的および測定に関する説明を十分にを行い、得られたデータは研究の目的以外には使用しないこと、および個人情報の取り扱いについて説明し、理解を得たうえで協力を求めた。また、研究への参加は自由意志であり、研究対象者にならなくても不利益にならないことを口頭と書面で説明し、同意を得たうえで研究を開始した。

B. 測定項目

対象者は、運動教室開始前に1回と12週間の運動教室実施後に1回の計2回の測定を実施した。測定項目は、身体機能評価が5項目と認知機能テストとしてMINI-Cogテストを実施した。測定項目の内容は以下の通りである。

1. 身体機能評価

1) 手指動作テスト

手先の運動に関する項目として、対象者は、紙面上に印字された1から40の数字をできるだけ素早く丸で囲むタスクを実施した。尚、制限時間は15秒とした。

2) 握力テスト

対象者は、立位の姿勢で測定する側の手に握力計(竹井機器工業社製)を持ち、両腕を体側で自然に下げ、リラックスした姿勢をとる。次に、呼息しながら握力計を可能な限り強く握り、小数第二単位で左右2回ずつ計測し、左右の最良値を記録した。

3) 5回イス立ち上がりテスト

対象者は、合図とともにイスから立ち上がり膝が

しっかりと伸びた直立姿勢をとり、再びイスに腰掛ける動作を可能な限り速く5回繰り返すタスクを実施した。少数第二単位で秒数を計測し、記録した。

4) 閉眼片足立ちテスト

両手を腰にあて、両足をそろえて床の上に直立した状態から片方の足を床から離し、できるだけ長く立ち続けるよう教示した。計測は足を上げた時点からバランスが崩れた時点までの時間とし、最大値は30秒とした。

5) ファンクショナルリーチテスト

壁に対して横向きに立ち、伸展させた両腕を肩の高さまで前方に上げ、その時点での第三指の先端を起点とした。腕を肩と同じ高さに保ったまま可能な限り上体を前傾し、両腕の指先が前方に移動した距離を1cm単位で2回計測し、最良値を記録した。

2. 認知機能テスト

1) MINI-Cogテスト

MINI-Cogテストは、3語の即時再生、遅延再生、時計描写から構成された認知機能テストで、得点範囲は0-5点である。3点未満は認知機能の疑いがあるとされ、認知症を予測する感度は0.91、特異度は0.86と報告されている¹¹⁾。

C. 統計分析

統計処理は身体機能と認知機能の各項目について、ウィルコクソンの符号順位と検定で、介入前をベースラインとして介入後と比較した。さらに、それぞれの目的変数を利き手の握力、説明変数を非利き手の握力、手指動作、5回イス立ち上がり時間、閉眼片足立ち保持時間、ファンクショナルリーチ、認知

機能とした重回帰分析のステップワイズ法（変数減少法）を用いて、握力と独立して関連する項目を抽出した。なお、統計解析にはSPSSを用い、有意水準を5%とした。

D. 運動教室の運動内容

運動教室では、筋力アップ運動、感覚への刺激運動、室内での投げる・捕る運動、いずれの種目も安全に実施するために用具、および種目の選定に配慮した。運動教室の実施場所は、S区にある公共施設内トレーニング室で、使用する用具は、筋肉を鍛えるためにある程度の重さがあり、手指への感覚的な刺激を与えられる突起や模様があり、握る運動などが可能な弾力があるボール（ミズノ社製エリプセンス：以下、エリプスボール）を選定した。エリプスボールは、円周が244mm、重さが145g、表面にギザギザやイボイボなどの突起があり、弾力は握り潰すのに握力がおよそ20kg必要な硬さで、すぐに形が元に戻るノーバンクの天然ゴム製のものとし、

毎回の使用時には、安全性の確認と運動前後の消毒、亀裂や破損などの点検を実施した。

1) ボールを使った感覚・筋力アップ体操

毎回の運動教室では最初にウォーミングアップとして、座位で行えるボールを使った全身の筋力アップ体操を行った。内容は以下の通りである。

A. 全身運動

①背伸び、②前屈、③体側伸ばし

B. 下肢運動

①膝閉じ、②膝の屈伸、③カフライズ、④腿上げ、⑤レッグカール、⑥足首回し、⑦臀部ストレッチ

C. 上肢運動

①アームカール、②フロントライズ、③ショルダープレス、④アラウンドワールド、⑤首のストレッチ、⑥肩甲骨伸ばし

D. 手指の把握運動

①握る運動10回5セット、②ボールを balan



図1 ボールを使ったハンドリング運動

スよく持つ 10 秒 3 セット, ③各指での母指対抗運動 3 セット

2) 手を使う巧緻性アップ体操

手指を積極的に動かすボール運動として, 以下の種目を行った.

A. ハンドリング運動 (図 1)

- ①顔の前, ②顔の前 (閉眼), ③頭上, ④背中,
- ⑤両膝の裏, ⑥片足

B. セルフキャッチ運動

- ①お花捕り, ②ワニ捕り, ③拍手捕り, ④ボディタッチ捕り

C. バウンドキャッチ

- ①バウンド, ②ドリブル

3) 投げる・捕るの空間認知機能アップ運動

A. アンダースローカゴ入れ

投擲距離: 4-8m

- ①カゴに投げ入れる, ②障害物を超えてカゴ

に投げ入れる

B. アンダースロー的当て (図 2)

投擲距離: 4-8m

距離の違う 3 つの的を置き, 狙った的へ下から投げ当てる

C. オーバーヘッドスローカゴ入れ (図 3)

投擲距離: 5-10m

①カゴに投げ入れる, ②障害物を超えてカゴに投げ入れる

D. オーバーヘッドスロー的当て

投擲距離: 5-10m

距離の違う 3 つの的を置き, 狙った的へ頭上から投げ当てる

III. 結果

対象者の各測定項目の平均値と標準偏差の結果は表 2 に示した. 12 週間のボール運動により握力の有意な向上 ($p < 0.05$) がみられた (表 3). MINI-



図 2 投げる・捕るの空間認知機能アップ運動・アンダースロー的当て



図3 投げる・捕るの空間認知機能アップ運動・オーバーヘッドスローカゴ入れ

表2 Wilcoxon 符号付順位和検定による運動教室前後の体力と認知機能テスト値の分析

	介入前 (Mean ± SD)	介入後 (Mean ± SD)	変化量	p 値
握力 (R)	20.45 ± 2.45	21.77 ± 2.61	1.32	0.036*
握力 (L)	19.65 ± 2.81	20.45 ± 3.11	0.8	0.208
手指動作	23.3 ± 5.29	24.3 ± 5.79	1	0.514
5回イス立ち上がり	10.93 ± 3.79	8.22 ± 2.24	2.71	0.093
閉眼片足 (R)	3.84 ± 4.52	3.95 ± 1.87	0.11	0.675
閉眼片足 (L)	3.98 ± 1.36	5.48 ± 5.13	1.5	0.78
FR	25.31 ± 2.59	27.14 ± 4.18	1.83	0.173
MINI-Cog	4.3 ± 1.05	4.8 ± 0.33	0.5	0.202

*p<0.05

FR: Functional reach test

測定単位：握力 (kg)、手指動作 (個) 5回立ち上がり (秒)、閉眼片足 (秒)、FR (cm)、MINI-Cog (点)

表3 ボール運動介入前後の握力値の分析

	平均値 (kg)	中央値 (kg)	標準偏差	変化量	p 値
介入前	19.67	20.3	2.746	0.918	0.016
介入後	20.59	21.5	2.635		

*p<0.05

表4 利き手の握力を目的変数とした重回帰分析

重相関 R : 0.94 決定係数 (R ² 乗) : 0.89 有意 F : 0.047			
	標準偏回帰係数	標準誤差	p 値
非利き手の握力	0.99	0.217	0.01*
手指動作	0.11	0.118	0.389
MINI-Cog	1.12	1.554	0.509
5回イス立ち上がり	-0.00017	0.36	0.999
FR	0.05	0.061	0.418

*p<0.05

FR: Functional reach test

Cog による認知機能テストでは被験者の 8 割が運動後に満点 (5 点) を得ており、スコアの向上がみられた。また、巧緻性をあらわす手指動作テストにおいては 50% 以上の対象者でスコアの改善がみられた。

次に、重回帰分析の結果を表 4 に示した。自由度決定済決定係数が 0.816 となり目的変数が説明変数に寄与していることが示唆される。有意性の F 検定は 0.047 であった。単回帰分析では目的変数の利き手の握力と説明変数の非利き手の握力で有意性が示された。一方で、他の項目では有意性が認められなかった。なお、閉眼片足立ちテストを説明変数とした値がもっとも寄与率が低いいため、表 4 の説明変数項目から除いた。

IV. 考 察

本研究では、地域在住の自立した生活をしている高齢者がボールを使った手指運動を行うことで、握力テスト、手指動作テスト、5回イス立ち上がりテスト、閉眼片足立ちテスト、ファンクショナルリーチテスト、そして認知機能テストの各項目にどのような効果を示すかを検討した。さらに、ボール運動の介入による握力への影響と他の体力項目との関連について検討した。その結果、12 週間のボール運動教室により握力の有意な改善が示された。

先行研究によると、高齢者の体力測定の結果から、握力と大腿四頭筋筋力や足把持力との関連を報告しており¹³⁾、池田らは、特に特定部位の障害がない場

合、筋力低下は全身的に進行するため握力測定は全体的な上肢の筋力の把握のみならず、下肢を含めた高齢者の筋力の大まかな把握にも有効であるとしており、加えて、握力が強いほど歩行速度が速く、応用歩行能力が高い傾向があり、また歩行持久力にも優れていると示している¹⁴⁾。このことについて、本研究においては、握力以外の体力項目について、運動前後の値に有意差は示されなかったものの、握力が強い対象者ほど他の体力項目の値が高い傾向が示され、先行研究を追認した結果であった。加えて、脚力をあらわす 5 回イス立ち上がりテストや、転倒リスクやバランス能力を測るファンクショナルリーチテストにおいて、運動後のスコアに改善傾向が示されており、このことは、ボール運動が高齢者のさまざまな身体機能の改善に効果が期待できる意義のある結果であったと考える。石崎は、握力が弱いことが基本的 ADL の自立低下の危険因子であることから、握力測定は健康状態の指標として有益であると報告しており¹⁵⁾、他の先行研究では、最大の握力値を発揮する際には力みが生じ、腹筋・背筋の緊張も高まるとしており¹⁴⁾、握力を測定し、また握力を鍛えるための運動を継続して行うことが、高齢者の健康維持に有益であると示唆される。このことについて、本研究においては、運動後に手指動作テストが改善した対象者が 5 割、5 回イス立ち上がりテストのスコアが向上した対象者が 6 割以上みられ、投げるや捕るといった全身を連動して動かすボール運動により、握力だけではなく、あらゆる部位の筋力と身体機能に良い影響を与える可能性が推察された。

これについてChinらは、機能的トレーニングとして、筋力、動作速度、持久力、協調性、柔軟性、ADLの改善を目的としたボール投げとボールキャッチや音楽に合わせた運動により高齢者のQOLや活力を改善する効果があるとしており¹⁶⁾、本研究のような高齢者に対する介入効果について、手指を積極的に動かすボール運動がおよぼす影響に関連して、下半身と上半身を連動する投げる運動による全身筋力の向上や協調性の改善などについて、さらに対象者を広げて長期的に研究を深めることの意義が示された。また、特に頭上からのボール投げのような運動では、片足立ちで一方の足を前に踏み込んで身体を捻る複雑な運動を遂行し、その際に姿勢制御の筋力やバランス能力が大きく関与することから、自身の体重を利用した筋力トレーニングと同様の効果が得られると推察した。本研究の対象者の中に脚力やバランス能力の改善傾向が示されたことは、ボールを投げる運動が、体幹の筋力、立位バランス機能により関連することが推察される結果であった。ただし、本研究での対象者のほとんどが女性であったことを勘案すると、ボール投げ運動は性差や運動経験が強くあらわれることから、女性高齢者と男性高齢者でのボール運動に関連する因子に相違があるかの検討や、対象者を増やしての縦断研究やコホート研究を行う必要があると考える。

利き手の握力を目的変数とした重回帰分析の結果から、非利き手の握力は有意な偏相関を示したが、その他の項目との有意な偏相関は認められなかった。一方で、握力の値が向上したすべての被験者において5回イス立ち上がりテストや手指動作テストの改善が示されたことは、手指運動機能は歩行機能と立位バランスに関連があった¹⁶⁾とする先行研究の結果を追認する可能性が示された。

また、先行研究では、手指運動機能と認知機能との関連が認められているが、本研究における運動前後のMINI-Cogテストのスコア値からは有意な偏相関は示されなかった。しかしながら、対象者の8割が運動後の認知機能テストで満点を得たことは、江渡らが示したように、手指運動機能と認知機能との関連性が認められた¹⁷⁾とする報告に追認する結果

であった。認知機能テストの得点で満点を得た対象者の増加については、本研究で実施したボール運動の中でも、特にハンドリングやキャッチ運動は手指を巧みに素早く動かすこと、ボールを空間認知し正確に情報処理すること、指導者側の指示を理解して運動遂行することなど、デュアルタスク運動としてのトレーニング効果が示されたのではないかと考えられる。デュアルタスクトレーニングについて森田らは、二重課題トレーニングにより健常高齢者の認知機能が非運動群よりも高く、介入2年後においても維持していたとしており¹⁸⁾、加えて佐藤らは、パターンを正確に覚えて行う二重課題ラダートレーニングにおいて認知機能の改善が示されたと報告している¹⁹⁾。これらの知見から、本研究で行ったような複合課題性のあるボール運動が、認知機能の改善および維持を目的とした有効性のあるトレーニングとして期待できることから、さらに症例数を増やして検討することが必要と考える。

V. 結 語

本研究の目的は、地域在住の高齢者の握力や認知機能の改善、および他の身体機能や体力にボール運動介入がどのような影響をおよぼすかについて示唆を得ることであった。検討の結果、ボール運動介入により握力が有意に改善した。

謝 辞

本研究にご協力戴きました参加者およびS区職員並びにS区スポーツ体育施設指定管理責任者の皆様に厚くお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 内閣府、令和4年版高齢社会白書（全体版）、2022、第1章第1節、第2章第2節、pp1-6、77-85。
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf
- 2) 荒尾 孝、神野宏司：地域高齢者の生活体力とその関連要因、日本公衆衛生雑誌、1998、45：pp396-406。

- 3) Luria, R., Meriran, N. Increased control demand results in serial processing. *Psychological Science*, 2005, 16, pp833–840.
- 4) Ble, A., Volpato, S., Zuliani, G., Guralnik, JM., Bandinelli, S., Lauretani, F., Bartali, B., Maraldi, C., Fellin, R., Ferrucci, L. Executive function correlates with walking speed in older persons: The inCHIANTI study. *J Am Geriatr Soc.*, 2005, 53, pp410–415.
- 5) Nieto, ML., Albert, SM., Morrow, LA. Saxton, J. Cognitive status and physical function in older African American. *J Am Geriatr Soc.*, 2008, 56, pp2014–2019.
- 6) 坂本美香, 菊池恵美子, 繁田雅弘: アルツハイマー病の重症度と手指機能に関する研究・簡易上肢機能検査による下位項目の検討を通して, *日老医誌*, 2006, 43, pp616–621.
- 7) 池田 望, 村田 伸, 大田尾浩・他: 高齢者に行う握力測定の意義, *西九州リハビリテーション研究*, 2010, 3, pp23–26.
- 8) 奥住秀之, 古名丈人, 西澤 哲・他: 静的平衡機能と筋力との関連: 高齢者を対象とした検討. *Equilibrium Res* Vol.2000, 59(6), pp574–578.
- 9) Morales, C.A., Welsh, P., Lyall, D.M., Steell, L., Petermann, F., Anderson, J., Iliodromiti, S., Sillars, A., Graham, N., Mackay, D.F., Pell, J.P., Gill, J.M.R., Sattar, N., Gray, S.R. Associations of grip strength with cardiovascular, respiratory, and cancer outcomes and all cause mortality: prospective cohort study of half a million UK Biobank participants. *BMJ*. 2018, 8;361:k1651. doi: 10.1136/bmj.k1651.
- 10) Leong, D.P., Teo, K.K., Rangarajan, S., Jaramillo, P.L., Avezum Jr, A., Orlandini, A., Seron, P., Ahmed, S.H., Rosengren, A., Kelishadi, R., Rahman, O., Swaminathan, S., Iqbal, R., Gupta, R., Lear, S.A., Oguz, A., Yusoff, K., Zatonska, K., Chifamba, J., Igumbor, E., Mohan, V., Anjana, R.M., Gu, H., Li, W., Yusuf, S. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet*, 2015, 18; 386(9990), pp266–273.
- 11) Tsoi, K.K.F., Chan, J.Y.C., Hirai, H.W., Cognitive Tests to Detect Dementia: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Intern Med*, 2015, 175(9), pp1450–1458.
- 12) 江渡 文, 村田 伸, 大田尾浩・他: 地域在住女性高齢者の手指運動機能と身体機能および認知機能との関係. *西九州リハビリテーション研究*, 2011, 5, pp15–18.
- 13) 村田 伸, 大山美智江, 太田尾浩・他: 地域在住女性高齢者の開眼片足立ち保持時間と身体機能との関連. *理学療法科学*, 2008, 23(1): 79–83.
- 14) 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*, 2011, 26(2): pp255–258.
- 15) 石崎達郎: 地域在宅高齢者の健康寿命を延長するために: 中年からの老化予防に関する医学的研究. *東京都老人総合研究所*, 2000, pp94–103.
- 16) Chin A Paw, M.J., van Poppel, M.N., Twisk, J.W., van Mechelen, W. Effects of resistance and all-round, functional training on quality of life, vitality and depression of older adults living in long-term care facilities: a ‘randomized’ controlled trial, *BMC Geriatrics*, 2004, 4. 5. doi: 10.1186/1471–2318–4–5
- 17) 江渡 文, 村田 伸, 村田 潤・他: 手指運動機能評価を高齢者に行う意義—前期高齢者と後期高齢者の比較—. *日本作業療法研究学会雑誌*, 2012, 15(1), pp1–5.
- 18) 森田恵美子, 横山久代, 今井大喜・他: 二重課題トレーニングによる長期介入が健常高齢者の運動および認知機能に与える影響. 第52回日本理学療法学会大会, 2017, 44(2), doi: <https://doi.org/10.14900/cjpt.2016.1504>
- 19) 佐藤亜美, 森田侑莉, 下村美保子, 岩崎真依, 清水結衣, 吉村良孝: 高齢者の認知機能に及ぼすラダートレーニングとマルチタスクトレーニングの影響について. *別府大学紀要*, 60, pp179–183.

