【特集号】

介護予防における運動・身体活動介入の現状と課題

岸本 裕歩^{1*}, 陳 涛²

The influences of exercise and physical activity intervention on long-term care needs: narrative review of recent evidence

Hiro Kishimoto^{1*} and Tao Chen²

¹九州大学基幹教育院, 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744九州大学伊都地区センターゾーン3号館3101号室 (Faculty of Arts and Science, Kyushu University, Room 3101, Building 3rd Center, IC15, Ito-Campus Center Zone, Kyushu University, 744 Motoooka, Nishi-ku, Fukuoka City, Fukuoka 819-0395, Japan)

²九州大学キャンパスライフ・健康支援センター, 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744九州大学伊都地区センターゾーン5号館5608号室 (Center for Health Science and Counseling, Kyushu University, Room 5608, Building 5th Center, IC36, Ito-Campus Center Zone, Kyushu University, 744 Motoooka, Nishi-ku, Fukuoka City, Fukuoka 819-0395, Japan)

Received: June 20, 2019 / Accepted: August 26, 2019

Abstract Cerebrovascular diseases, dementia or cognitive decline, frailty, and fall are common risk factors for adverse health outcomes including long-term care needs among elderly people. This study aimed to evaluate the effectiveness of exercise and physical activity interventions designed to prevent or improve functional outcomes in people with such adverse events. We searched for eligible studies of randomized controlled trials and meta-analysis until April 2019. The primary outcomes were stroke, cognitive function, frailty, and fall. This review suggests that interventions targeting exercise and physical activity are effective to prevent stroke and fall in long-term care facilities, have positive influence on cognitive function in elderly people with dementia or cognitive impairment, and are able to prevent or reduce frailty status in frail and pre-frail population. However, future clinical and population-based trials are needed to elucidate the most effective exercise programs (type, intensity, duration, frequency, and environment) in community-based settings to prevent or reduce the risk of each sub-clinical condition.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 68(5): 313-318 (2019)

Keywords : frailty, fall, cognitive function, exercise intervention, RCT, meta-analysis

はじめに

わが国では高齢人口の更なる増加を見据え、医療・介護制度の一体化改革である医療介護総合確保推進法が成立した。2018年5月の政府の報告では、高齢人口がピークに達すると予想される2040年の医療給付費は現在の39兆円から約66兆円に、介護給付費が10兆円から約25兆円に増大することが試算されている。

運動は全身の運動機能を向上させ、実践方法によっては低コストで多人数に展開できることから、運動の実践およびその習慣化は介護予防を促進する手段として期待されている。実際に、運動が医療費の抑制との間に関連を認めるかについて検証した東北大学 (Ohsaki NHI Cohort Study) の前向き追跡研究をみると、40~79歳の男女26,110名の身体活動量とその後7年間における医療

費 (年あたりの月額) との関係は、1日あたりの歩行時間が1時間未満の者の月額医療費は、1時間以上の者に比べ平均13.6ドル高かった (執筆時のレート換算で月額約1488.65円)¹⁾。このことから、身体活動量が少ないことは、中高年の医療費を高める要因と関連し、医療費の上昇に関連したことが考えられる。

高齢期に介護が必要となった主な原因について、平成28年の国民生活基礎調査をみると、男女ともに脳血管疾患、認知症、高齢による虚弱 (フレイル)、転倒が上位を占め、これらの合計割合は男性で約56%, 女性で約62%であった。つまり、高齢期にはこのような要介護リスク因子の発生や重症化を予防または遅延させることが重要となる。そこで本稿は、要介護リスク因子の中でも脳血管疾患、認知症、フレイル、転倒に対する運動実践の効果に焦点をあて、最近の無作為比較試験 (randomized control trial: RCT) やそれらのメタ分析の結果を整理し、介護予防に繋がる運動・身体活動介入とその実践方法に

*Correspondence: kishimoto@artsci.kyushu-u.ac.jp

について検討する。また、運動の普及に向けた新たな環境づくりや手法の課題を検討する。

脳血管疾患の予防または脳卒中患者への 運動・身体活動介入

脳血管疾患は、日本人の高齢男性における要介護原因の第1位である。脳血管疾患の発症には高血圧、代謝性疾患、心房細動、飲酒や喫煙に加え、運動不足も関与することが知られている。地域住民を対象に脳血管疾患の発症予防に対する運動・身体活動の影響をみた前向き追跡研究のほとんどが欧米諸国の成績である。本邦ではThe Japan Public Health Center-based Prospective Studyによる12年間の前向き追跡研究が報告されている²⁾。50～69歳の脳血管疾患の既往歴が無い約75,000人の男女を対象に、総身体活動量を質問紙を用いて調査した。これをもとに1日あたりのメッツ時に換算して、脳血管疾患の発症リスクとの関係を検討した。その結果、1日5～10メッツ時で脳卒中、脳梗塞、出血性脳卒中の発症リスクは約30%低かった。一方、出血性脳卒中の発症リスクは身体活動量が更に多い群（おおよそ30メッツ時以上）では上昇した。これら関係はKyuら（2016）³⁾のメタ分析でも示され、1日あたり約7～10メッツ時の中等度運動で脳卒中発症のリスク低下が最も大きいと述べている。

脳卒中を発症または再発した患者において、運動の目的は主として、四肢・体幹の麻痺や日常生活動作（activity of daily living: ADL）の維持・改善、さらに合併症予防である。Saundersら（2016）⁴⁾は、2015年2月までに掲載された脳卒中患者の運動トレーニング効果をみた介入研究について、14の文献データベースに掲載される全ての研究を収集し、運動トレーニングの種類別（持久性運動、レジスタンス運動、体操などの複合運動）に、日常生活動作の障害レベルの改善の程度を対照群と比較している。合計8,915編の関連論文から論文名、抄録内容、フルテキストの有無、重複、情報不足の条件に該当する論文が除外された。この中で日常生活動作の障害レベルの変化をアウトカムに持久性運動の効果を対照群と比較した19編では、介入期間終了後の日常生活動作障害は持久性運動の実施群で有意に改善した（標準化平均値差：0.52, 95%信頼区間：0.19～0.84, 462名, $P=0.002$ ）。一方、体操などの複合運動の効果を検討した7編では日常生活動作の得点はわずかに改善し、レジスタンス運動単独では論文数が2編と少なく検証ができなかったと報告している。このように、脳卒中患者における運動の実践は、その後の障害発生に抑制的に働くことが考えられる。また、日常生活動作の訓練としての他動・自動運動は、脳卒中ガイドラインにおいて脳卒中の急性期から推奨されている⁵⁾。

したがって、脳卒中発症後の急性期から医療チーム管理のもとで他動運動から始め、日常生活下における自主

的な持久性運動およびレジスタンス運動へと繋げていくことが、脳卒中の再発や日常生活動作障害の発生による要介護状態を予防・遅延するのかもしれない。

フレイルの改善のための運動・身体活動介入

フレイルとは、心身のストレスに対する抵抗力が加齢に伴って減弱し、身体的、心理的、社会的な機能障害に陥りやすい状態を総称した概念である。特集号の他の総説に合わせ、本稿では身体的フレイルおよび身体的プレフレイルを取り上げる。その定義と判定基準については本特集号の檜崎氏の総説⁶⁾を参照いただきたい。

65歳以上の地域高齢住民における身体的フレイルの有症率（主としてFriedらの定義）は9.9%（95%信頼区間：9.6～10.2%）、身体的プレフレイルは44.2%（95%信頼区間：44.2～44.7%）であることが報告されている⁷⁾。身体的フレイルを呈する高齢者では、フレイルを呈さない高齢者に比べて認知症の発症リスクが1.3～2.7倍⁸⁾、転倒のリスクが1.24倍⁹⁾、施設入所のリスクが5.6倍¹⁰⁾と高いことから、身体的フレイルの状態では既に要介護に至る危険因子を複数有するケースが多いと考えられる。身体的プレフレイルでは、先のKojimaらのメタ分析から施設入所のリスクは高い（3.26倍）¹⁰⁾が、全認知症あるいは転倒の発生リスクとの関連についてはエビデンス不足の影響から一致した結論が得られていない。

近年、フレイル高齢者への適切な有酸素運動、筋力トレーニング、柔軟性運動はフレイルの改善をもたらすことが示されている¹¹⁾。65歳以上のフレイル高齢者を対象に2000年～2016年までに報告されたRCTの中で採用条件を満たした14のRCTを抽出し、フレイルレベルの低下あるいはフレイルの改善に対する運動・身体活動介入の効果を検証したトロント大学のscoping reviewがある。この論文では、いかなる方法でも介入プログラムの中に運動が含まれていれば、フレイル状態の軽減（該当項目数の減少）がみられると結論づけている¹²⁾。採用された運動介入群のプログラム内容は、「運動トレーニングのみ」、「運動トレーニング+食事指導」、「運動+食事+記憶力トレーニング」のいずれかであり、実践形式は集団と個別の区分なく含まれ、頻度は週に1日～5日間の範囲であった。比較対象となったコントロール群の介入プログラムは、健康づくりに役立つ教材の提供群、自宅での低強度運動群、運動介入群とは異なる内容の介入群、何もしない群、などであった。

一方、身体的プレフレイル高齢者では、運動制限や障害の保有率が、身体的フレイル高齢者よりも比較的低いと考えられるが、このような身体症状の違いによって運動の影響は異なるだろうか。身体的プレフレイルを有する65歳以上の地域高齢住民を対象に、運動様式の違いが身体的フレイルの判定項目を含む各種の運動機能や筋力

に与える影響を検証した5報のRCTに基づくメタ分析を紹介する¹³⁾。メタ分析では1990年から2016年までに掲載された運動によるRCTが採用された。この論文で評価した運動機能は総合スコア、バランス能力、3mタイムアップ・アンド・ゴー (TUG)、5m歩行速度、握力および下肢筋力であった。その結果、自宅教材提供型の介入群 (コントロール群) と比べて、総合スコア、バランス能力、3mTUGはいずれも運動実践型の介入群で有意に向上した。一方、フレイル判定に用いられる筋力や5m歩行速度については向上する傾向を示したが、研究によって結果がばらついた (弱い異質性)。著者らは研究論文数が少ないことやフレイル判定に使用した定義が異なることが結果に影響したと述べている。

以上より、身体的フレイル高齢者におけるフレイル改善を目的とした介入は、介入プログラムに運動を含めた週1日以上トレーニングが望ましいと考えられる。身体的プレフレイル高齢者では総じて運動機能の改善はみられるが、フレイル判定項目である握力や5m歩行速度の改善については、RCTの成績の更なる蓄積が必要と考えられる。

転倒予防のための運動・身体活動介入

65歳以上の高齢者の約30%が年に1度は転倒を経験し、80歳以上になるとその割合は約50%に上昇する¹⁴⁾。転倒が要介護状態をもたらす主な原因には、骨折の回復に伴う安静状態の長期化、再転倒への恐怖心から生じる活動度の低下など、転倒後の身体面・心理面での生活の質 (QOL) の低下が関与する^{15,16)}。転倒のリスクを高める要因をまとめたTinettiら¹⁷⁾の報告において、筋力低下、歩行速度低下、歩行障害、バランス障害を有する者は、そうでない者に比べて転倒のリスクが1.2~2.4倍高かった。このリスク上昇の程度は、うつ (1.5~1.8倍) や関節炎 (1.2~1.9倍) と肩を並べる。

地域高齢住民において、適切に計画された運動介入が転倒の発生リスクを低下させることは、Gillespieら (2009)¹⁸⁾ や Sherringtonら (2008)¹⁹⁾ の系統レビューやメタ分析の成績から明らかにされている。例えば、Sherringtonら (2008)¹⁹⁾ のメタ分析では週に2時間以上の運動を6ヶ月以上継続することで転倒の発生は約42%まで減少した。さらに、Sherringtonらは2011年に文献データベースを更新し、54のRCTのメタ分析を行った。その結果、運動実践による転倒のリスク低下は16% (pooled リスク比: 0.84, 95%信頼区間: 0.77~0.91) であった²⁰⁾。この論文から推奨された転倒予防のための運動様式は、集団または個別指導に関係なく、バランス向上を加えた筋力または有酸素運動を少なくとも週に2時間実践することであった。ただし、対象集団が転倒のハイリスク集団である場合は過度な有酸素運動 (ウォーキング) は控

える必要があると述べている。

地域高齢住民の運動実践が明らかな転倒予防効果を認める一方で、地域住民の中でも転倒のハイリスク集団である場合には運動実践に条件が付加される。さらに、要介護認定者では保有疾患や障害により運動が制限されるため、運動による転倒予防効果は否定意見²¹⁾と肯定意見²²⁾の双方が存在し、未だ結論には至っていない。

認知症患者に対する運動・身体活動介入

身体活動は脳の活性を高めることが知られおり、多くの疫学研究によって運動が及ぼす認知機能低下や認知症発症の遅延について検討がなされている。しかし、介入研究の結論は一致せず、認知症患者の有無、運動様式の違いといった集団や研究の特性を詳細に区分して検討する必要がある。このような中、認知症患者を対象に1960年から2015年までのRCT論文を集約し、運動の種類あるいは頻度の別にメタ分析を行ったGrootら²³⁾の研究を紹介する。認知症患者を対象とした18編のRCT (合計802名、平均年齢79.7±4.2歳) をもとに、有酸素運動のみ、有酸素運動以外の運動、有酸素運動と無酸素運動を組み合わせた複合運動といった3パターンの別に、平均介入期間15週間における認知機能得点 (標準化平均値) の変化を検討した。その結果、コントロール群と比較した介入後の運動群の認知機能得点は全体で0.42点上昇した (95%信頼区間: 0.23~0.62点)。運動の種類別には、有酸素運動のみの研究で平均0.41点上昇 (95%信頼区間: 0.32~0.86点)、有酸素運動以外の運動で平均0.10点低下、有酸素運動と無酸素運動を組み合わせた複合運動で平均0.59点 (95%信頼区間: 0.32~0.86点) 上昇した。さらに、週あたりの運動時間で検討すると、認知機能得点は週150分以上の運動で平均0.33点 (95%信頼区間: 0.03~0.63点)、週150分未満の運動でも平均0.64点 (95%信頼区間: 0.39~0.89点) と、いずれも有意に上昇した。さらに、認知症を病型別に検討したところ、アルツハイマー型認知症 (AD) 患者のみの研究では平均0.38点、ADと他の認知症病型が含まれた患者の研究では平均0.47点といずれも有意に上昇し、認知症病型による得点の違いは認められなかった。

以上より、認知症患者において認知機能の向上に有効な運動様式としては、認知症の病型にかかわらず有酸素運動と無酸素運動を組み合わせた複合運動を週に150分以上実施することが望ましいことが示唆される。

次に、軽度認知症患者や認知機能低下者には、どのような運動様式が有用なのだろうか。2018年に認知機能低下者あるいは新規に認知症と診断された患者3,988名を含む計43編の運動介入試験を用いて、対象者の筋力、柔軟性、歩行、バランス、複合動作、長時間歩行、二重課題、ADL、転倒の発生など運動機能指標や健康関連指標の変

化をまとめた知見が報告されている²⁴⁾。この研究では、筋力、歩幅、バランス機能、3 mTUG、歩行速度、持久力といった運動機能指標の向上により、認知機能は明らかに改善することが認められた。また、科学的根拠のレベルとしては低い、体格指数 (BMI)、二重課題、活動量の向上も認知機能の改善に影響することが示された。

以上により、脳卒中、フレイル、転倒、認知機能に与える運動の介入効果は、先行研究の成績から概ね良好であることが示された (Table 1)。

介護予防に向けた運動・身体活動介入の課題

自治体や医療機関等が企画・運営する運動機能や身体活動量の維持・向上を目指した介護予防事業では、利用可能な運動施設において様々な運動教室や健康教室が開催されている²⁵⁾。その実施方法は、ある特定の施設に対象者が集い、指導者を招いて集団的に指導する場合が多い。しかし、フレイルを呈する者、転倒経験者、認知機能が低下し始めた高齢者の中には、指導者による集団的な指導法では運動の動作やポイントが理解しづらく、誤った身体動作・重心移動によって怪我や障害を引き起こす事例が絶えない²⁶⁾。また、運動指導者の講師費用や施設利用料の負担が大きいこと、実施会場までの移動手段がないことや不安感を抱える場合など、効果的な運動プログラムが提供されても参加・継続できない現状がある²⁷⁾。このような環境的要因が個人の行動・心理状態に影響して、介護予防への取り組みを妨げている可能性がある²⁷⁾。したがって、個人にアプローチするのみならず、環境にも目を向ける必要があり、誰もが不安や困難なく

健康づくりに取り組むことができる環境を整備し、その手段を増やす必要があると考える²⁷⁾。

昨今の目覚ましい Internet of Things (IoT) 技術の発展は、通信の拡充のみならず運動・身体活動介入にも応用されつつある。その先駆けとなった自宅実践型の運動機器 (WiiFit) を用いた Daniel ら (2012)²⁸⁾ の報告によると、プレフレイルの高齢者を対象に、WiiFit 群または座位を中心とした集団実践型の運動群を設定し、1 回 45 分間、週 3 回を 15 週間実践した。同時に何も提供を受けないコントロール群も設定した。その結果、コントロール群と比較した WiiFit 群の運動機能の改善の程度は座位運動群のそれと同程度であり、WiiFit 群ではさらに、エネルギー消費量やバランス機能の改善もみられた。しかし、このような通信技術を用いて介護予防のための運動・身体活動介入の成果を報告した研究は未だ少ない。

遠隔地にある複数の運動施設、徒歩圏内にある集会所、および各家庭など、これらの場所と指導者のいる施設とを IoT 技術で双方向に映像や音声を繋げられる環境が整備できれば、簡単で安全な運動であれば指導が可能となる。また身体動作情報をリアルタイムに指導者が確認でき、運動の強さや姿勢を適切に指導・改善できる可能性もある。さらに、指導者が運動実施会場の映像を見ることで、遠隔地にいながら安全面についても配慮できるかもしれない。このような運動・身体活動介入を用いてフレイル予防、転倒予防、認知機能低下予防の効果を検証することで、介護予防を目指す運動・身体活動介入の新たな手法を確立し、高齢者における運動普及を促進できるかもしれない。

Table 1. Summarization for the results of some meta-analysis in this review

Outcomes	Type	Frequency (per week)	Reference No.
Stroke prevention	Daily total physical activity	From 5 to 10 mets・hour/day	2
Improvement of Frailty	Exercise required	More than a day	11
Fall prevention	Combined exercise -Aerobic and non-aerobics exercise -Balance -Flexibility	More than 2 to 3 days	19
Improvement of Dementia	Combined exercise -Aerobic and non-aerobics exercise	More than 150 minutes	22
Improvement of cognitive impairment	Exercise for the increment level of: -Muscle strength -Walk speed and step length -Balance -Endurance		23

おわりに

高齢化人口の増大に伴うわが国の介護予防政策において、脳血管疾患、認知機能や認知症、フレイル、転倒をはじめとする要介護リスクの危険因子を予防・改善し、多くの高齢者に普及しやすい運動（種目、強度、頻度、時間、環境）の科学的根拠と新たな手法の創出が求められている。このような取り組みは、専門分野の研究者のみならず、実践現場に携わる指導員、自治体、機器開発に着手する企業、対象者とその家族・キーパーソンなど、産・官・学・民が意見を交わし一体となって取り組むことが必要となろう。

利益相反自己申告：著者全員が利益相反はない。

引用文献

- 1) Kuriyama S, Hozawa A, Ohmori K, Suzuki Y, Nishino Y, Fujita K, Tsubono Y, Tsuji I. Joint impact of health risks on health care charges: 7-year follow-up of National Health Insurance beneficiaries in Japan (the Ohsaki Study). *Prev Med* 39: 1194-1199, 2004. doi: 10.1016/j.ypmed.2004.04.033.
- 2) Kubota Y, Iso H, Yamagishi K, Sawada N, Tsugane S; JPHC Study Group. Daily Total Physical Activity and Incident Stroke: The Japan Public Health Center-Based Prospective Study. *Stroke* 48: 1730-1736, 2017. doi: 10.1161/STROKEAHA.117.017560.
- 3) Kyu HH, Bachman VF, Alexander LT, Mumford JE, Afshin A, Estep K, Veerman JL, Delwiche K, Iannarone ML, Moyer ML, Cercy K, Vos T, Murray CJ, Forouzanfar MH. Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ* 354: i3857, 2016. doi: 10.1136/bmj.i3857.
- 4) Saunders DH, Sanderson M, Hayes S, Kilrane M, Greig CA, Brazzelli M, Mead GE. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev* 3: CD003316, 2016. doi: 10.1002/14651858.CD003316.pub6.
- 5) 日本脳卒中学会. 脳卒中治療ガイドライン2015 (追補2017). http://www.jsts.gr.jp/img/guideline2015_tuiho2017.pdf (閲覧日2019年8月15日)
- 6) 橋崎兼司, 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, 68: 303-312, 2019.
- 7) Collard RM, Boter H, Schoevers RA, Oude Voshaar RC. Prevalence of frailty in community-dwelling older persons: a systematic review. *J Am Geriatr Soc* 60: 1487-1492, 2012. doi: 10.1111/j.1532-5415.2012.04054.x.
- 8) 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* 17: 881-888, 2016. doi: 10.1016/j.jamda.2016.05.013.
- 9) 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* 16: 1027-1033, 2015. doi: 10.1016/j.jamda.2015.06.018.
- 10) Kojima G. Frailty as a Predictor of Nursing Home Placement Among Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther* 41: 42-48, 2018. doi: 10.1519/JPT.0000000000000097.
- 11) Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K. Frailty in elderly people. *Lancet* 381: 752-762, 2013. doi: 10.1016/S0140-6736(12)62167-9.
- 12) Puts MTE, Toubasi S, Andrew MK, Ashe MC, Ploeg J, Atkinson E, Ayala AP, Roy A, Rodríguez Monforte M, Bergman H, McGilton K. Interventions to prevent or reduce the level of frailty in community-dwelling older adults: a scoping review of the literature and international policies. *Age Ageing* 46: 383-392, 2017. doi: 10.1093/ageing/afw247.
- 13) Frost R, Belk C, Jovicic A, Ricciardi F, Kharicha K, Gardner B, Iliffe S, Goodman C, Manthorpe J, Drennan VM, Walters K. Health promotion interventions for community-dwelling older people with mild or pre-frailty: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr* 17: 157, 2017. doi: 10.1186/s12877-017-0547-8.
- 14) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 319: 1701-1707, 1988. doi: 10.1056/NEJM198812293192604.
- 15) Centers for Disease Control and Prevention. Falls among older adults: An overview. 2013. Available at: <http://www.cdc.gov/homeandrecreationsafety/falls/adultfalls.html>. Accessed August 16, 2019.
- 16) Parry SW, Deary V, Finch T, Bamford C, Sabin N, McMeekin P, O'Brien J, Caldwell A, Steen N, Whitney SL, Macdonald C, McColl E. The STRIDE (Strategies to Increase confidence, InDependence and Energy) study: cognitive behavioural therapy-based intervention to reduce fear of falling in older fallers living in the community - study protocol for a randomised controlled trial. *Trials* 15: 210, 2014. doi: 10.1186/1745-6215-15-210.
- 17) Tinetti ME, Kumar C. The patient who falls: "It's always a trade-off". *JAMA* 303: 258-266, 2010. doi: 10.1001/jama.2009.2024.
- 18) Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Lamb SE, Gates S, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*: CD007146, 2009.
- 19) Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JC. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 56: 2234-2243, 2008. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.02014.x.

- 20) Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JC, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: An updated meta-analysis and best practice recommendations. *NSW Public Health Bull* 22: 78-83, 2011. doi: 10.1071/NB10056.
- 21) Cameron ID, Gillespie LD, Robertson MC, Murray GR, Hill KD, Cumming RG, Kerse N. Interventions for preventing falls in older people in nursing care facilities and hospitals. *Cochrane Database Syst Rev* 12: CD005465, 2012. doi: 10.1002/14651858.CD005465.pub3.
- 22) Silva RB, Eslick GD, Duque G. Exercise for falls and fracture prevention in long term care facilities: a systematic review and meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc* 14: 685-689.e2, 2013. doi: 10.1016/j.jamda.2013.05.015.
- 23) Groot C, Hooghiemstra AM, Raijmakers PG, van Berckel BN, Scheltens P, Scherder EJ, van der Flier WM, Ossenkoppele R. The effect of physical activity on cognitive function in patients with dementia: A meta-analysis of randomized control trials. *Ageing Res Rev* 25: 13-23, 2016. doi: 10.1016/j.arr.2015.11.005.
- 24) Lam FM, Huang MZ, Liao LR, Chung RC, Kwok TC, Pang MY. Physical exercise improves strength, balance, mobility, and endurance in people with cognitive impairment and dementia: a systematic review. *J Physiother* 64: 4-15, 2018. doi: 10.1016/j.jphys.2017.12.001.
- 25) 厚生労働省. 保健事業と介護予防の現状と課題, 2019年11月22日掲載, <https://www.mhlw.go.jp/content/12401000/000406814.pdf> (閲覧日: 2019年8月16日)
- 26) 北湯口 純, 小谷由紀子, 吾郷千歳: 住民主体による健康・体力づくり活動の事故防止対策の確立に向けたリスク評価の研究, 平成28年度健康・体力づくり事業財団研究助成報告書.
- 27) 井上 茂: 身体活動と地域環境 - 生活習慣病対策のポピュレーション・アプローチ-, 東京醫科大學雑誌, 71: 108-114, 2013.
- 28) Daniel K. Wii-hab for pre-frail older adults. *Rehabil Nurs* 37: 195-201, 2012. doi: 10.1002/rnj.25.