

分担研究報告書

生活機能に対する自立支援機器の効果検証

研究代表者 鈴木 隆雄

国立長寿医療研究センター 研究所長

研究要旨 本研究では、虚弱高齢者と要介護認定高齢者に対する自立支援機器（歩行アシスト機器）を用いた介入プログラムが生活機能およびQOLに与える影響について検証した。地域在住の虚弱高齢者232名を3群（アシスト群、歩行群、対照群）、通所サービスを利用する要介護認定高齢者137名を2群（介入群、対照群）に無作為割付し、介入前後の生活機能とQOLを比較した。虚弱高齢者に対しては、アシスト群のみ介入前後でTMIGの手段的自立が向上しており、日常の歩数でも交互作用が認められ対照群よりアシスト群が向上していた。また、SF-12では期間の主効果が認められた。要介護認定者に対しては、FIM得点で交互作用が認められたが、EQ-5Dについて統計的に有意な結果は得られなかった。本研究では、虚弱高齢者と要介護認定高齢者のいずれにおいてもQOLに対する自立支援機器の有効性は明らかにできなかったが、QOLの重要な要素である生活機能の向上に対して有効性を明らかにすることができた。

A. 研究目的

介護予防は「高齢者本人の自己実現」や「生きがいを持ち、自分らしい生活を創造する」ことへの支援を目指している。そのためには、「心身機能の改善」を基盤として、「生活行為」や「参加」など生活機能全般を向上させることが重要といえる。

昨年度、我々は要介護リスクが高い虚弱高齢者に対して歩行をアシストする自立支援機器を適用し、生活機能と Quality of life (QOL) に及ぼす影響について検

討した。その結果、限定的ではあるがアシスト歩行を実施した群の生活機能やQOLが向上した。その一方で、3か月という短期間で生活や行動そのものを変容させることは容易ではなく、介入期間を延長して介入効果を検証する必要性が生まれた。また3次予防の観点から、要介護高齢者においても同等の効果が得られるか検証しなければ、広い意味での要介護状態を予防できるとは言えない。

本研究では、虚弱高齢者および要介護認定高齢者に対する自立支援機器（歩行

アシスト機器)を用いた介入プログラムが生活機能および QOL に与える影響について検証した。

## B. 研究方法

### 1. 対象者

#### 虚弱高齢者に対する自立支援機器の長期効果について

##### 【対象者】

研究対象は、2011年8月～2012年2月に実施した地域調査 OSHPE に参加した 5,104 名からリクルートした。まず、本調査にて身体的な虚弱性を判定する 5 項目(1:体重減少、2:疲労感、3:握力、4:歩行速度、5:身体活動量)を評価し、このうち 2 項目以上に該当した者を虚弱高齢者と定義した。次に、研究参加の同意が得られた 267 名に対して第 2 次調査を実施し、最終的に 232 名の研究対象者を決定した。対象者は、対照群(n=77)、歩行のみ実施群(歩行群:n=77)、自立支援機器使用群(アシスト群:n=78)の 3 群に無作為割付を行った。対象者決定までのフローを図 1 に示した。

##### 【介入】

歩行群とアシスト群には、週 2 回 90 分/回の運動介入を 24 回、その後、頻度を週 1 回として 24 回、合計 48 回の運動介入を実施した。運動介入プログラムは、ストレッチ・筋力トレーニングを中心とした準備体操(20 分)、屋内外での歩行運動(60 分)、整理体操(10 分)で構成され、アシスト群の歩行運動については、HONDA 技術研究所が開発した歩行アシスト機器を腰部に装着して行った。理学療法士や体育専門家による監督・指導の

下、5～6 名の補助スタッフが協同して進めた。対照群に対しては、同一期間中に健康講座を 3 回開催した。

##### 【評価項目】

生活機能の評価には、老研式活動能力指標(Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology index of competence: TMIG)を用いた。TMIG は、Lawton(1972)の活動能力の体系に基づいて、ADL の測定ではとらえられない高次の生活能力を評価するために開発された 13 項目の多次元尺度である。ここでの評価には合計得点(13 点満点)と、手段的自立(5 点満点)、知的能動性(4 点満点)、社会的役割(4 点満点)の下位尺度を用いた。QOL の評価には、SF-12 を用いた。SF-12 は、特定の年齢や疾患、治療に限らずに包括的な健康状態を測定するものである。評価は、身体的健康をあらわすコンポーネント・サマリースコア(Physical component summary: PCS)、精神的健康をあらわすコンポーネント・サマリースコア(Mental component score: MCS)、役割/社会的健康をあらわすコンポーネント・サマリースコア(Role-social component score: RCS)の 3 つの側面から行った。活動量の評価には、活動量計(HJA-350IT Active style Pro、OMRON)を用いて日常の歩数の計測を 30 日間実施した。各評価項目の事前評価と最終評価の比較は、IBM SPSS Statistics 20 を用いて期間と群による二要因分散分析(反復測定)を行った。TMIG および SF-12 の分析対象は最終評価での欠損を除く 205 名(対照群 73 名、歩行群 67 名、アシスト群 70 名)とし、活動量計の分析対象はデータの揃う 151 名(対

照群 55 名、歩行群 47 名、アシスト群 49 名)とした。

### 要支援・要介護認定者に対する自立支援機器の適用可能性について

#### 【対象者】

株式会社ツクイの通所サービスを利用する 65 歳以上の要支援・要介護認定者(要介護 3 以上は除外)とした。研究協力が得られた全国 20 事業所を対照施設(10 事業所)と介入施設(10 事業所)に無作為割付し、各事業所で対象者条件を満たす 137 名を決定した。対象者決定までのフローを図 2 に示す。

#### 【介入】

介入事業所では、通所サービス利用時に通常の機能訓練に加えて歩行アシストを用いた介入プログラムを実施した。歩行介入は各施設専任の理学療法士が担当し、対象者に応じた個別の介入プログラムを実施した。施設間の介入プログラムに統一性をもたせるため、担当者は事前の研修会を受講し介入プログラムの基本指針についての理解を深めた。対照施設では、同一期間中は通常のケア・サービスと機能訓練のみ実施した。

#### 【評価項目】

QOL の評価には、EQ-5D (EuroQol 5 dimension) を用いた。この尺度は健康関連 QOL を評価するもので、5 項目(移動の程度、身の回りの管理、ふだんの生活、痛み・不快感、不安・ふさぎ込み)で構成されている。回答の組み合わせをもとに各国の換算表を用いて得点化を行い、得点が高いほど健康な状態を表す。日常生活活動 (activities of daily living :

ADL) は functional independence measure (FIM) の運動項目 13 項目を用いた。FIM の運動項目にはセルフケア(食事、整容、清拭、更衣上、更衣下、トイレ動作)、排泄コントロール(排尿、排便)、移乗移動(移乗、トイレ移乗、浴槽移乗、移動、階段)のカテゴリーが含まれ、動作の自立度と介助量から 1~7 点で評価し、得点が高いほど ADL の自立度が高いことを表す。介入効果の評価には、IBM SPSS Statistics 20 を用いて期間と群による二要因分散分析(反復測定)を行った。分析対象は最終評価での欠損を除く 112 名(対照群 57 名、介入群 55 名)とした。

(倫理面への配慮)

本研究は国立長寿医療研究センターの倫理・利益相反委員会の承認を得た上で、ヘルシンキ宣言を遵守して実施した。対象者には本研究の主旨・目的を書面および口頭にて説明し、同意を得た。

## C. 研究結果

### 虚弱高齢者に対する自立支援機器の長期効果について

事前評価と最終評価における TMIG の合計得点および下位尺度の変化を図 3~4 に示した。合計得点および下位尺度において交互作用は認められなかったが、知的能動性において期間の主効果が認められた。また、単純主効果の検定の結果、手段的自立においてアシスト群のみ有意な向上を示した。

次に、SF-12 の各コンポーネントの変化を図 5~7 に示した。いずれのコンポーネントでも交互作用は認められなかった

が、身体的健康度と役割 / 社会的健康度では期間の主効果が認められた。

歩数においては、交互作用と期間の主効果が認められた(図8)。単純主効果の検定の結果、アシスト群と歩行群において事前評価と比較して最終評価で有意な向上が認められ、最終評価時のアシスト群と対照群に有意な差が認められた。

#### 要支援・要介護認定者に対する自立支援機器の適用可能性について

事前評価と事後評価における EQ-5D の得点について、交互作用および主効果は認められなかった(図9)。FIM の得点については、介入前後で有意な期間と群の交互作用が認められ、対照群の得点は低下したのに対し、介入群は向上を示した(図10)。

#### D. 考察

虚弱高齢者に対する自立支援機器を用いた長期の運動介入が生活機能に与える影響について、TMIG の合計得点と下位尺度に交互作用は認められなかったものの、手段的自立の得点においてアシスト群のみが事前評価より最終評価で有意に向上していた。手段的自立とは「バスや電車を使って一人で外出ができますか」「日用品の買い物ができますか」といった項目から構成され、日常生活を送る上で必要な IADL の向上がうかがえる。また、知的能動性において期間の主効果が認められたが、この下位尺度を構成する項目としては「健康についての記事や番組に関心がありますか」「本や雑誌を読んでいますか」といったものがあげられ、

介入、非介入に関わらず今回のようなプログラムに参加することで興味関心の幅が広がったことが考えられる。また、QOL についても身体的健康度と役割 / 社会的健康度に期間の主効果が認められたことから同様のことが推察される。

歩数においては交互作用が認められ、アシスト群と歩行群が事前評価よりも最終評価時に有意に増加し、最終評価の時点では対照群と比較してアシスト群のみが有意に高い値を示した。このことから、介入効果としてはアシスト群のみ歩数の有意な向上が認められたと判断できる。歩行アシスト機器を用いた介入により虚弱高齢者の日常の歩数が増加したことは非常に意義深い。柴田(1996)は QOL の大きな要素として生活機能を挙げており、今回のように日常生活の歩数や手段的自立度が向上したことは外出頻度や行動範囲の拡大へとつながり、将来の QOL 向上へと大きく影響してくるものといえる。

また、要介護認定者に対する自立支援機器を用いた介入が生活機能に与える影響について、健康関連 QOL を評価する EQ-5D において有意差は認められなかった。しかし、ADL を評価する FIM においては有意な交互作用が認められ、介入群の得点が向上していた。ADL は人間が独立して生活するために行う基本的かつ毎日繰り返される身体動作群であり(土屋ら、2001)、要介護認定者において ADL が向上したことは非常に意義深い。鈴川ら(2011)は、要介護高齢者の ADL がわずか6カ月間で低下することを報告しており、健常高齢者よりも要介護高齢者で

は ADL 低下の発生率が高いことを示している。実際、本研究においても対照群の FIM 得点は減少傾向にあり、自立支援機器を用いた介入が ADL 向上に寄与できるならば、その後の QOL の向上にも間違いなくつながっていくだろう。

本研究では、虚弱高齢者と要介護認定者のいずれにおいても、自立支援機器が QOL に及ぼす影響については明らかにできなかった。しかし、いずれの対象においても QOL の重要な要素である生活機能（歩数や ADL も含む広義の生活機能）に対して自立支援機器が有効であることが示された。今後、この自立支援機器を用いたプログラムにより生活機能の向上をはかり、長期的な視点で QOL に及ぼす影響について検討していくことで、自立支援機器の有効性をより明確にしていくことが望まれる。

## E . 結論

本研究では、虚弱高齢者および要介護認定高齢者に対する自立支援機器（歩行アシスト機器）を用いた介入プログラムが生活機能および QOL に与える影響について検証した。虚弱高齢者に対しては介入前後でアシスト群のみ TMIG の手段的自立が向上し、日常の歩数についてはアシスト群の介入効果が認められた。TMIG の知的能動性と SF-12 の身体的健康度、役割 / 社会的健康度には期間の主効果が認められ、介入、非介入に関わらずプログラムの参加がポジティブな影響を与えたことが示された。要介護認定者に対しては、FIM による ADL の評価においてアシスト群の介入効果が認められた

が、QOL については有意な結果が得られなかった。本研究においては、虚弱高齢者と要介護認定者のいずれにおいても QOL に対する自立支援機器の有効性は明らかにできなかったが、QOL の重要な要素である生活機能に対する有効性を明らかにすることができた。自立支援機器を用いた介入プログラムが生活機能の向上へ寄与するという結果は非常に意義深く、また、将来の QOL を視野に入れたときにも非常に価値が高い結果といえる。

## F . 研究発表

### 1. 論文発表

Shimada H, Ishii K, Ishiwata K, Oda K, Suzukawa M, Makizako H, Doi T, Suzuki T. Gait adaptability and brain activity during unaccustomed treadmill walking in healthy elderly females. *Gait Posture*, 38: 203-208, 2013.

Shimada H, Makizako H, Doi T, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Anan Y, Uemura K, Ito T, Lee S, Park H, Suzuki T. Combined prevalence of frailty and mild cognitive impairment in a population of elderly Japanese people. *JAMDA*, 14: 518-524, 2013.

Shimada H, Suzuki T, Suzukawa M, Makizako H, Doi T, Yoshida D, Tsutsumimoto T, Anan Y, Uemura K, Ito T, Lee S, Park H. Performance-based assessments and demand for personal care in older Japanese people. *BMJ Open*, 3: e002424, 2013.

Yoshida D, Suzuki T, Shimada H, Park H, Makizako H, Doi T, Anan Y, Tsutsumimoto K, Uemura K, Ito T, Lee S. Using two different algorithms to determine the prevalence of sarcopenia. *Geriatr Gerontol Int*, 14 (Suppl. 1): 46–51, 2014.

Yoshida D, Shimada H, Park H, Anan Y, Ito T, Harada A, Suzuki T. Development of an equation for estimating appendicular skeletal muscle mass in Japanese older adults using bioelectrical impedance analysis. *Geriatr Gerontol Int*, (in press).

Kojima N, Kim H, Saito K, Yoshida H, Yoshida Y, Hirano H, Obuchi S, Shimada H, Suzuki T. Association of knee-extension strength with instrumental activities of daily living in community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int*, (in press).

Yoshimatsu T, Yoshida D, Shimada H, Komatsu T, Harada A, Suzuki T. Relation between near-infrared spectroscopy and subcutaneous fat and muscle thickness measured by ultrasonography in Japanese community-dwelling elderly. *Geriatr Gerontol Int*, 13: 351-357, 2013.

Kim H, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kojima N, Kim M, Sudo M, Yamashiro Y, Tokimitsu I. Effects of exercise and tea catechins on muscle mass, strength and walking ability in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A

randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int*, 13: 458-465, 2013.

Yoshida Y, Iwasa H, Kumagai S, Suzuki T, Yoshida H. Limited functional health literacy, health information sources, and health behavior among community-dwelling older adults in Japan. *ISRN Geriatrics*, (in press).

Yoshimura N, Akune T, Fujiwara S, Shimizu Y, Yoshida H, Omori G, Sudo A, Nishiwaki Y, Yoshida M, Shimokata H, Suzuki T, Muraki S, Oka H, Nakamura K. Prevalence of knee pain, lumbar pain and its coexistence in Japanese men and women: The Longitudinal Cohorts of Motor System Organ (LOCOMO) study. *J Bone Miner Metab*, (in press).

曾根稔雅, 中谷直樹, 遠又靖丈, 相田潤, 大久保一郎, 大原里子, 大淵修一, 杉山みち子, 安村誠司, 鈴木隆雄, 辻一郎. 介護予防サービス利用者における生活機能の予後予測及び効果的な運動器の機能向上プログラムの実施内容に対する評価. *日衛誌*, 68: 11-21, 2013.

## 2. 学会発表

阿南祐也, 吉田大輔, 牧迫飛雄馬, 島田裕之, 朴眩泰, 土井剛彦, 堤本広大, 上村一貴, 李相侖, 伊藤忠, 鈴木隆雄. 地域在住高齢者における虚弱評価の再考. 要介護認定および転倒と虚弱の各構成要素との関連. 第48回日本理学療法学会大会, 名古屋, 2013年5月24日.

なし

吉田大輔, 阿南祐也, 伊藤忠, 島田裕之, 牧迫飛雄馬, 朴眩泰, 李相侖, 土井剛彦, 堤本広大, 上村一貴, 鈴木隆雄. 生体インピーダンス値によって高齢者の四肢筋量を推定する回帰式の作成. 第 48 回日本理学療法学会, 名古屋, 2013 年 5 月 24 日.

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

牧迫飛雄馬, 島田裕之, 吉田大輔, 阿南祐也, 伊藤忠, 土井剛彦, 堤本広大, 上村一貴, Brach Jennifer, 朴眩泰, 李相侖, 鈴木隆雄. 日本語版 改訂 Gait Efficacy Scale の信頼性および妥当性. 第 48 回日本理学療法学会, 名古屋, 2013 年 5 月 25 日.

伊藤忠, 島田裕之, 吉田大輔, 牧迫飛雄馬, 阿南祐也, 土井剛彦, 堤本広大, 上村一貴, 朴眩泰, 李相侖, 鈴木隆雄. 地域在住高齢者における転倒経験者と非経験者の近赤外線分光法(NIRS)を利用した筋量評価. 第 48 回日本理学療法学会, 名古屋, 2013 年 5 月 25 日.

朴眩泰, 島田裕之, 牧迫飛雄馬, 土井剛彦, 堤本広大, 上村一貴, 李相侖, 吉田大輔, 阿南祐也, 伊藤忠, 鈴木隆雄. 軽度認知障害を有する高齢者における睡眠と日常身体活動との関連. 第 48 回日本理学療法学会, 名古屋, 2013 年 5 月 26 日.

G . 知的財産権の出願・登録状況 ( 予定を含む )

1. 特許取得

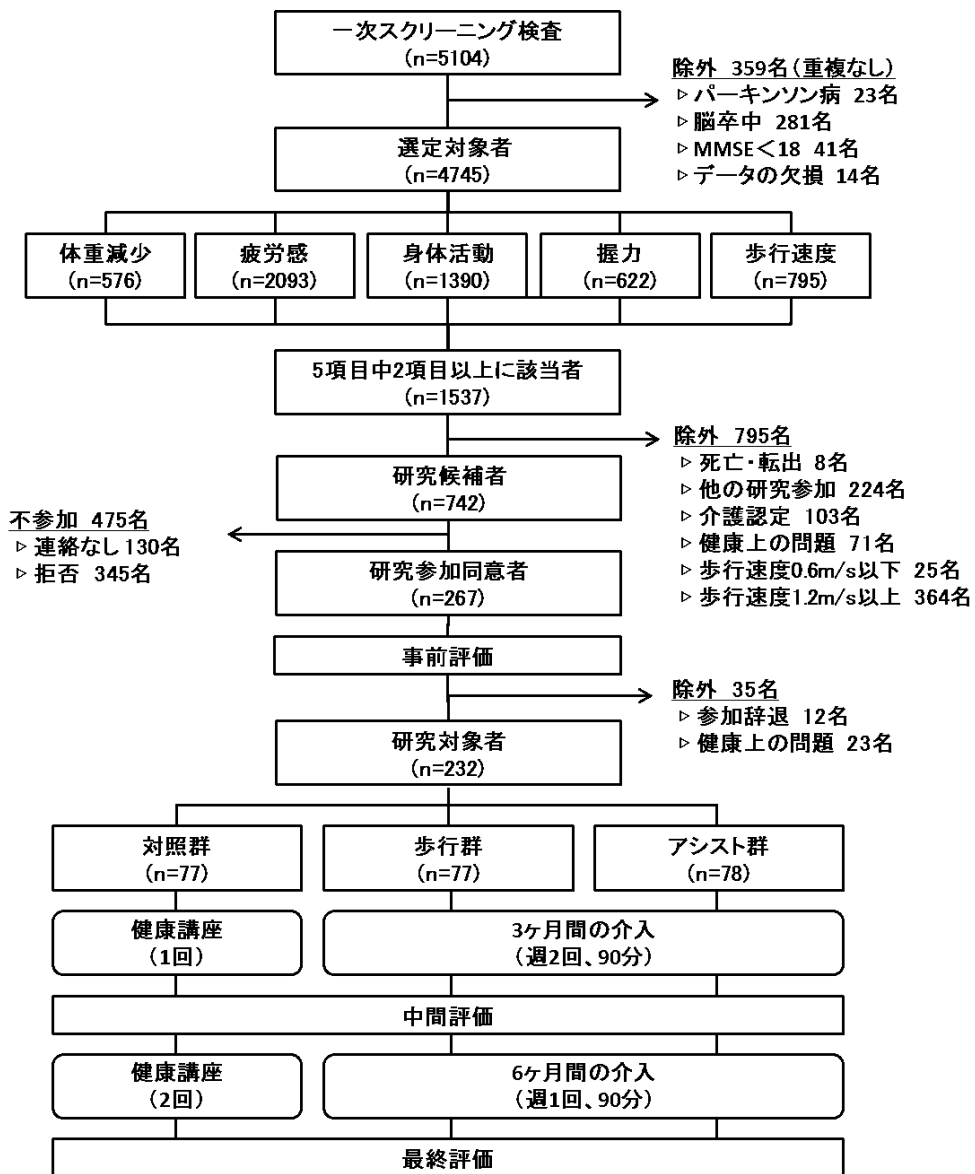


図1. 虚弱高齢者の介入フロー



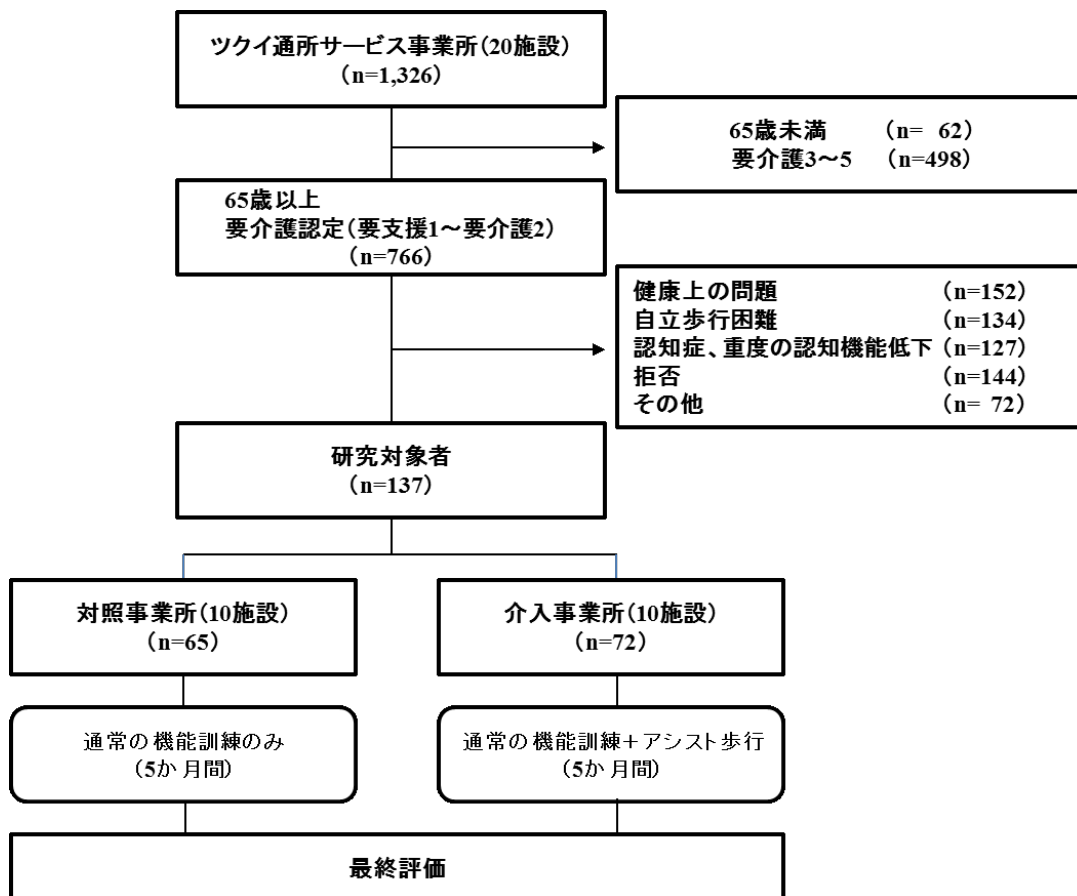


図 2 . 要介護認定者の介入フロー

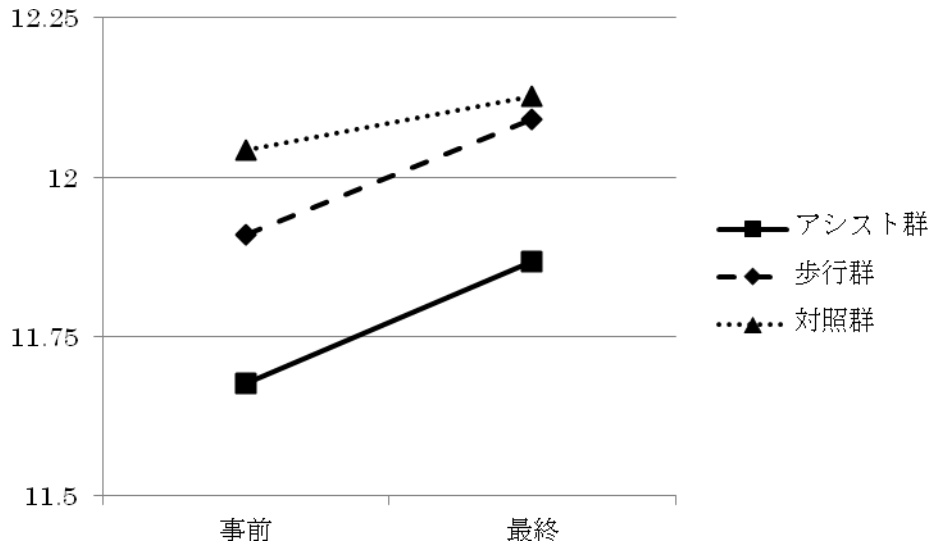
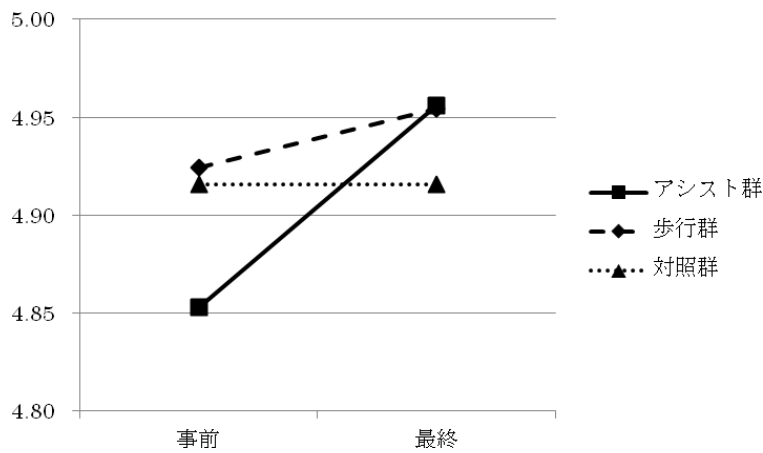
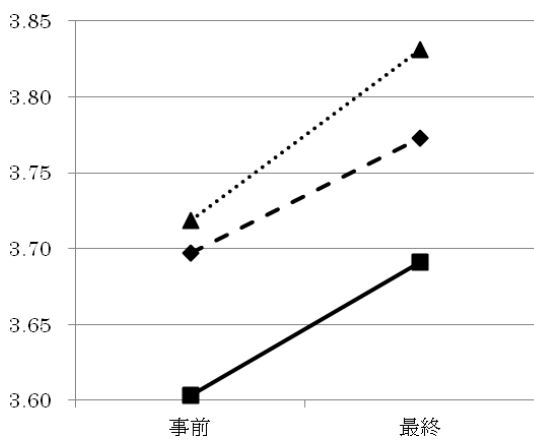


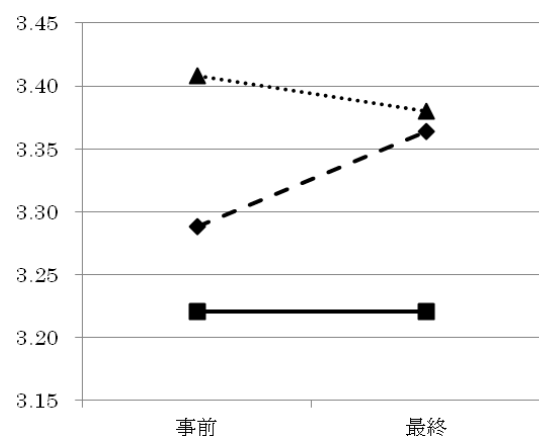
図3. TMIG 合計点



手段的自立



知的能動性



社会的役割

図4. TMIG の下位尺度

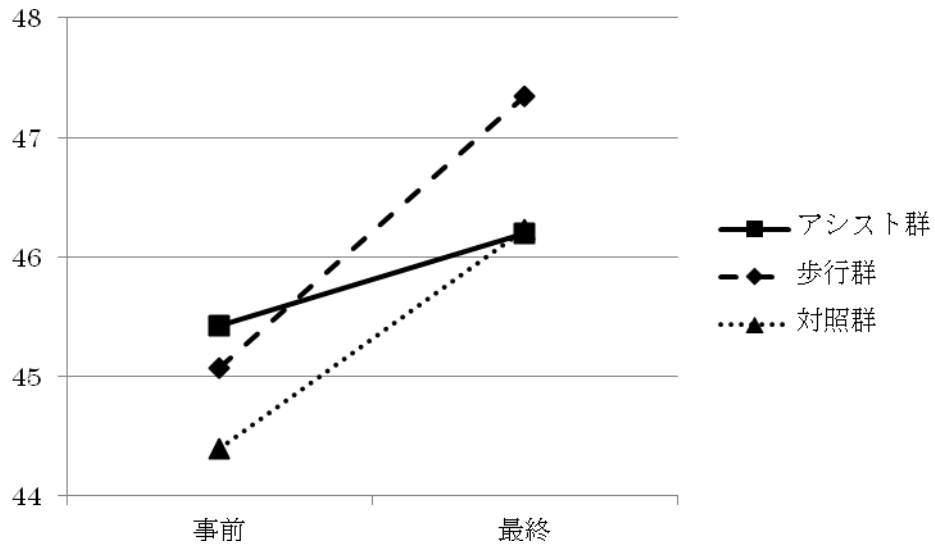


図 5 . 身体的健康度

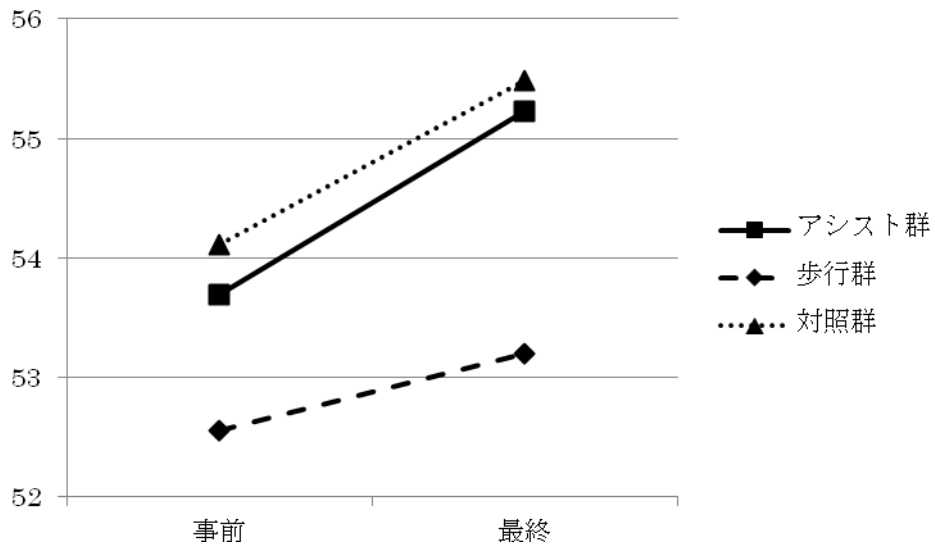


図 6 . 精神的健康度

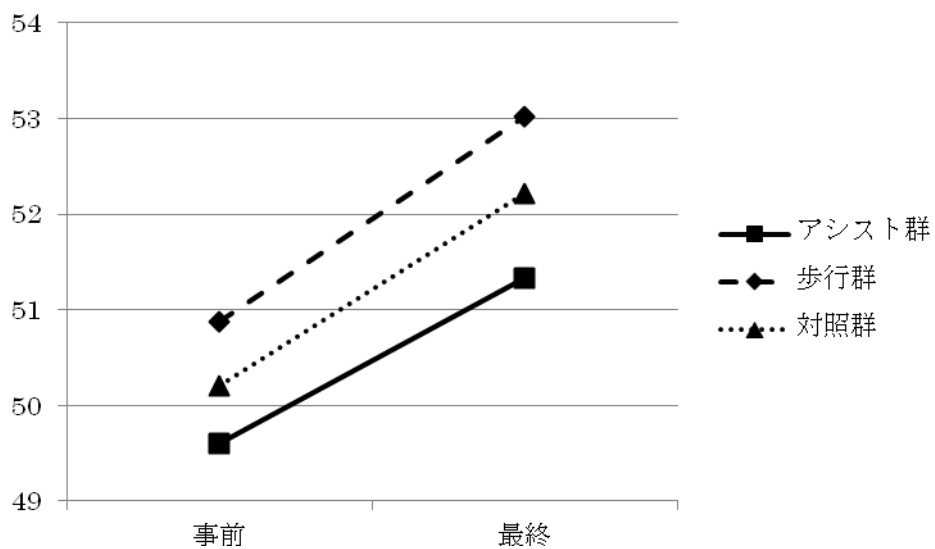


図 7 . 役割 / 社会的健康度

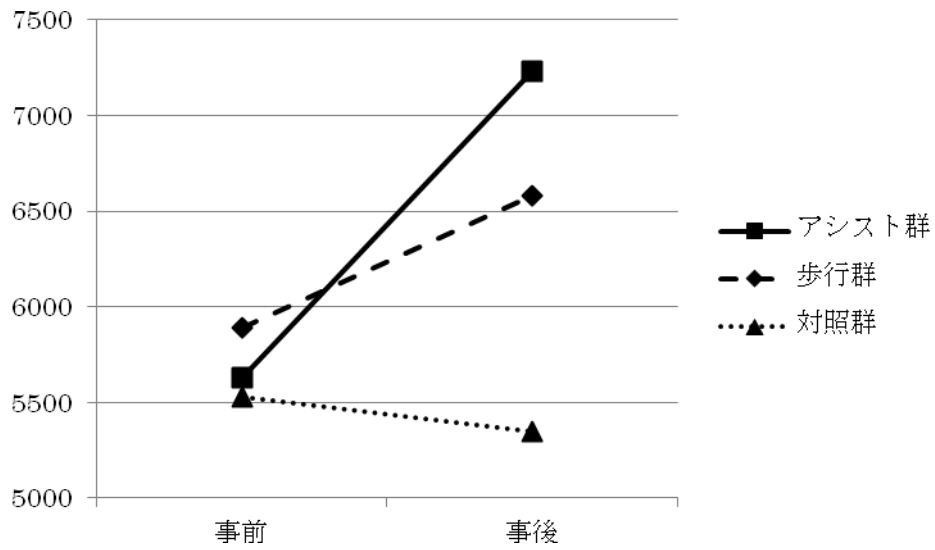


図 8 . 歩数

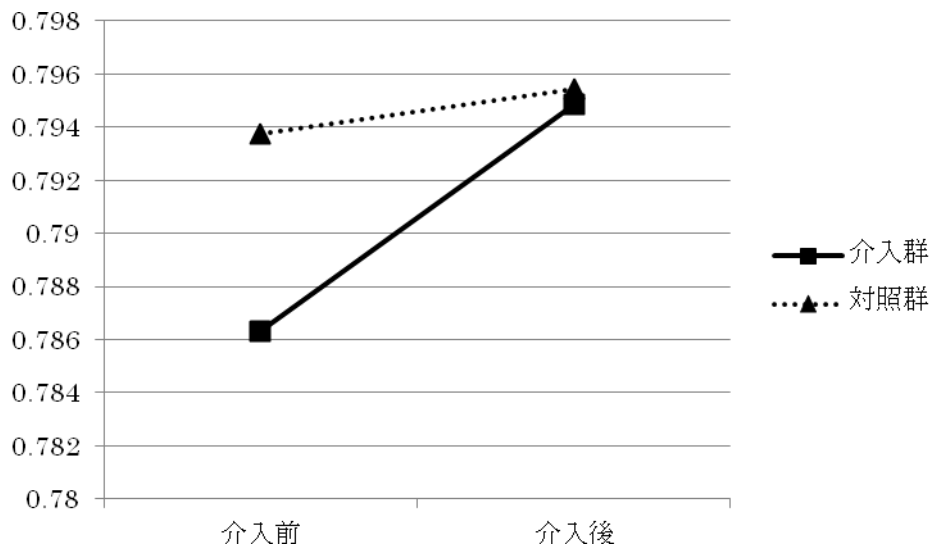


図 9 . EQ-5D 得点

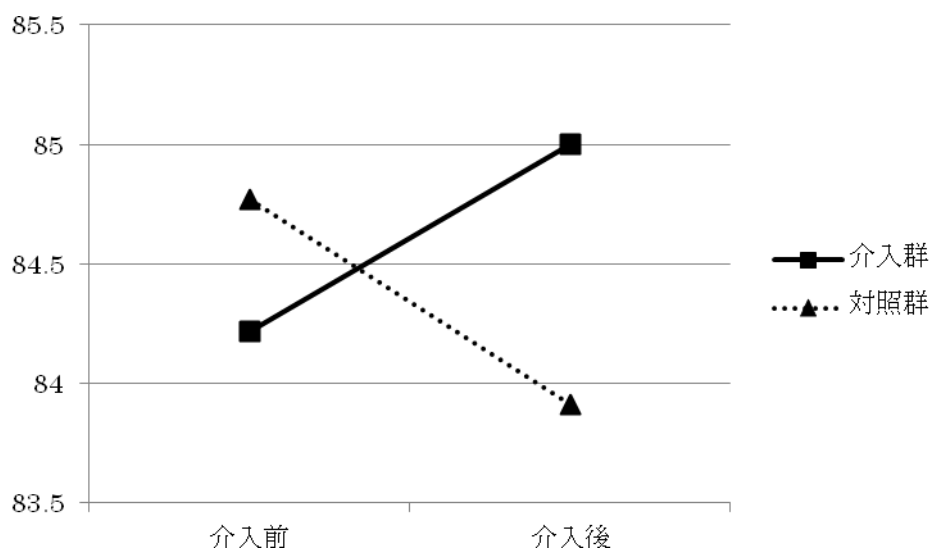


図 10 . FIM 得点

分担研究報告書

疼痛緩和に対する自立支援機器の効果検証

研究分担者 原田 敦

国立長寿医療研究センター病院 副院長

研究要旨 先進的な自立支援機器を用いた歩行プログラムによって、虚弱高齢者や要介護認定者の膝痛緩和が可能かどうか検討した。虚弱高齢者 232 名を対照群 77 名、歩行群 77 名、アシスト群 78 名に無作為に割付けた介入プログラムと、要介護高齢者 137 名を介入群 65 名、介入群 72 名に無作為に割付けた介入プログラムを実施した。虚弱高齢者の介入前後の比較では、アシスト群において慢性的な膝痛を有する人数の減少率が最も高く、介入後に痛みが消失した者の割合も最も高かった。また、歩行パラメーターにおいても歩行群とアシスト群で有意な保持効果が認められ、ベースラインで膝痛を有していた者に限定するとアシスト群のみ歩行角度が減少傾向であった。さらに、要介護認定高齢者でも対照群と比較して介入群の方が慢性的な膝痛を有する人数が減少し、介入後に痛みが消失した者の割合も高かった。また、歩行に対する自己効力感については介入群、対照群ともに介入前後で向上した。

A . 研究目的

変形性膝関節症は、要介護状態に陥りやすい原因疾患の 1 つに数えられ、その患者数は推定 3000 万人といわれている。変形性膝関節症の主訴である膝痛は、起立・歩行動作時に出現することが多いため、このような高齢者は活動レベルの低下を招きやすく、結果的に心身あるいは生活機能の低下を加速させてしまう。一方で、関節変形に伴う歩容変化あるいは膝痛を回避しようとする逃避性歩行は非効率的な歩行パターンを形成することから、膝痛を有する高齢者に対しては膝痛緩和と同時に歩行パターンの再学習が求められることもある。

これまで、変形性膝関節症に対する運動療法の有効性は多数報告されており、膝痛緩和においても一定の効果が得られている（諸角ら, 2006; 大淵ら, 2010）。昨年度に実施した筆者らの研究でも、自立支援機器を用いてアシスト歩行を実施した運動群は、膝痛を悪化させることなく介入が継続でき、介入 3 か月時点においては膝痛を訴える者が減少した。この結果は、膝痛緩和に対する自立支援機器の有効性を示唆するものと考えられた。しかしながら、アシスト歩行が歩容指標に及ぼす影響については十分検討するには至らず、疼痛緩和の作用機序や歩容の改善効果については明らかにできなかった。また、変形性膝関節

症の有症率が高く、重度化した事例が多い軽度の要介護高齢者に対する有効性については不明である。

本研究では、昨年度から継続してきた虚弱高齢者に対する9か月間の介入試験と今年度から開始した要介護高齢者に対する5か月間の介入試験の結果を分析し、膝痛やその関連要因から自立支援機器の有効性について検証した。

## B. 研究方法

### 虚弱高齢者に対する自立支援機器の長期効果について

#### 【対象者】

研究対象は、2011年8月～2012年2月に実施した地域調査 OSHPE に参加した5,104名からリクルートした。まず、本調査にて身体的な虚弱性を判定する5項目(1:体重減少、2:疲労感、3:握力、4:歩行速度、5:身体活動量)を評価し、このうち2項目以上に該当した者を虚弱高齢者と定義した。次に、研究参加の同意が得られた267名に対して第2次調査を実施し、最終的に232名の研究対象者を決定した。対象者は、対照群(n=77)、歩行のみの群(歩行群:n=77)、自立支援機器を使用した群(アシスト群:n=78)の3群に無作為割付けした。対象者決定までのフローを図1に示した。

#### 【介入】

歩行群とアシスト群には、週2回、1回90分の運動介入を24回、その後、頻度を週1回に減らした運動介入を24回、合計48回実施した。運動介入プログラムは、ストレッチ・筋力トレーニングを中心とした準備体操(20分)、屋内外での歩行運動(60分)、整理体操(10分)で構成され、アシスト群の歩行運動

については、HONDA 技術研究所が開発した歩行アシスト機器を腰部に装着して行った。理学療法士や体育専門家による監督・指導の下、5～6名の補助スタッフが協同して進めた。対照群に対しては、同一期間中に健康講座を3回開催した。

#### 【評価項目】

膝痛は個別面接法により聴取した。「現在、2ヵ月以上続く痛みがありますか?」という質問に対して、「はい」と回答した場合、痛みの部位について聴取し、「膝」と回答した者を膝痛ありとした。歩容の計測にはシート式下肢加重計ウォーク Way (アニマ株式会社)を使用した。歩行路は2m以上の加減速路を設定し、ウォーク way 上の2.4m間における歩行パラメーターを測定した。歩行速度は通常歩行とし、試行数は10回とした。10試行の平均から算出された歩隔(cm)、歩行角度(°)を評価項目とした。なお、歩隔については身長による影響を除くために身長(m)で除した値を用いた。また、歩隔および歩行角度は左右それぞれの値が算出されたが、今回は左右いずれかの最大値を用いて解析を行った。歩行パラメーターに対する介入効果の検証には、線形混合モデルを用い、単純主効果の検定には Bonferroni を用いた。統計解析には SPSS ver.20 を使用し、有意水準は5%とした。

### 要支援・要介護認定者に対する自立支援機器の適用可能性について

#### 【対象者】

株式会社ツクイの通所サービスを利用する65歳以上の要支援・要介護認定者(要介護3以上は除外)とした。研究協力が得られた全国20事業所を対照施設(10事業所)と介入施設(10事業所)に無作為割付けし、各事業所

で対象者条件を満たす 137 名を決定した。対象者決定までのフローを図 2 に示す。

#### 【介入】

介入事業所では、通所サービス利用時に通常の機能訓練に加えて歩行アシストを用いた介入プログラムを実施した。歩行介入は各施設専任の理学療法士が担当し、対象者に応じた個別の介入プログラムを実施した。施設間の介入プログラムに統一性をもたせるため、担当者は事前の研修会を受講し介入プログラムの基本指針についての理解を深めた。対照施設では、介入期間中は通常のケア・サービスと機能訓練のみ実施した。

#### 【評価項目】

膝痛については、「現在、2 ヶ月以上続く膝の痛みがありますか」という質問に対して、「いいえ」「はい」のいずれかで回答を求め、「はい」と回答した者を慢性的な膝痛ありとした。また、膝痛の関連要因である歩行に対する自己効力感については、牧迫ら（2013）による日本語版 - 改訂 Gait Efficacy Scale (mGES) を用いて評価した。項目は、日常的な環境下で安全に歩くことができるかに関して 10 項目が設定され、まったく自信がない：1 点～完全に自信がある：10 点の範囲で回答を求め、合計得点が高いほど歩行に対する自己効力感が高いと評価できる。日本語版 mGES の変化については二要因分散分析（反復測定）を用い、統計解析には SPSS ver.20 を使用した（有意水準 5%）。

#### （倫理面への配慮）

本研究は、国立長寿医療研究センター倫理・利益相反審査の承認を得て実施した。

### C . 研究結果

#### 虚弱高齢者に対する自立支援機器の長期効果

#### について

ベースラインおよび介入終了時のデータが収集できたのは合計 204 名（アシスト群 67 名、歩行群 66 名、対照群 71 名）であった。このうち、ベースラインにおいて慢性的な膝痛を認められた者は、アシスト群 10 名（14.9%）、歩行群 7 名（10.6%）、対照群 7 名（9.9%）であったのに対し、介入終了時にはアシスト群 8 名（11.9%）、歩行群 7 名（10.6%）、対照群 11 名（15.5%）となっていた。次に、膝痛に関連する歩行パラメーターである歩隔と歩行角度について線形混合モデルによる検討を行った。歩隔においては、有意な交互作用が認められなかったものの（ $p=0.051$ ）単純主効果の検定では対照群にのみ有意な歩隔の増大が認められた（図 3）。また、歩行角度においては、有意な交互作用が認められ、単純主効果の検定では対照群にのみ有意な増大が認められた（図 4）。

また、ベースラインで膝痛を有していた者の変化に着目した際、介入終了時に膝痛が消失した者の割合は、アシスト群 80.0%（10 名 2 名）、歩行群 42.9%（7 名 4 名）、対照群 57.1%（7 名 3 名）であった。ベースラインで膝痛を有していた者の歩隔と歩行角度の変化を図 5 に示す。なお、介入期間中に新たに膝痛が発生した者は、アシスト群 6 名、歩行群 3 名、対照群 8 名であった。

#### 要支援・要介護認定者に対する自立支援機器の適用可能性について

ベースラインおよび介入終了時のデータが得られたのは合計 112 名（介入群 55 名、対照群 57 名）であった。このうち、ベースラインにおいて慢性的な膝痛を認められた者は、介入群 19 名（34.5%）、対照群 12 名（21.1%）であっ

たのに対し、介入終了後には介入群 14 名 (25.5%)、対照群 11 名 (19.3%) となっていた。また、ベースラインで膝痛を有していた者の変化に着目した際、介入終了時に膝痛が消失した者の割合は、介入群 42.1% (19 名 11 名)、対照群 33.3% (12 名 8 名) であった。なお、介入期間中に新たに膝痛が発生した者は、介入群 3 名、対照群 3 名であった。

日本語版 mGES の変化について群と期間による二要因分散分析を行った結果、交互作用は認められなかったが、期間の主効果が認められた (図 6)。

#### D . 考察

ここでは虚弱高齢者と要介護認定者を対象とし、自立支援機器の有効性について膝痛やその関連要因の変化から検証を行った。虚弱高齢者よりも要介護認定者の方が慢性的な膝痛を有する者の割合が高かったが、いずれも少数であったことから、膝痛の有無のみによる介入効果の検証は困難であった。そこで、虚弱高齢者については膝痛と関連がある歩隔と歩行角度 (金ら、2013) について、要介護認定高齢者については疼痛と関連がある歩行に対する自己効力感 (藤原ら、2012) について介入効果の検証を行った。

虚弱高齢者にて、慢性的な膝痛を有する人数を介入前後で比較した場合、対照群は増加、歩行群は人数変化なしに対し、アシスト群は減少していた。また、歩行パラメーターについては歩隔および歩行角度のいずれにおいても対照群で有意な増大が認められた。このことから、アシスト群や歩行群では膝痛に関連する歩行パラメーターの保持効果が認められたと解釈できる。また、ベースラインで膝痛を有していた者の介入後の変化については、

膝痛の訴えがなくなった者はアシスト群が 80% と最も高い割合であった。また、歩行パラメーターについて統計的な有意性は明らかにできなかったが、対照群および歩行群と比較してアシスト群の歩行角度のみ減少傾向にあった。歩行角度が大きくなると前方向への距離に対して横方向の距離が増大していることを表し、歩行中に足がまっすぐ前に出なくなっていると推察できる (金ら、2013)。このことから、膝痛を有していた者に対し、機器による前後のアシスト動作が前方向へ足を出す歩行パターンの学習に寄与していることが考えられる。

要介護認定高齢者では、慢性的な膝痛を有する人数を介入前後で比較した場合、介入群、対照群ともに減少していたが、介入群の減少割合が高かった。また、ベースラインで膝痛を有していた者の介入後の変化については、膝痛の訴えがなくなった者は介入群の方が高かった。少数の人数変化だけではアシスト機器の有効性を明らかにすることはできないが、要介護認定を有する高齢者の膝痛緩和に対してアシスト機器が寄与すると期待できる。また、歩行に対する自己効力感については介入群、対照群ともに向上し、歩行アシスト機器の使用に関わらず機能訓練の有効性を示すこととなった。要介護認定高齢者に対しては、通常のケア・サービスや機能訓練と比較してアシスト機器の有効性を明らかにできなかったが、虚弱高齢者と同様に歩容などの観点からもアシスト機器の有効性を検証していく必要があるだろう。

本研究では、膝痛を有する者の割合が少なく統計的な有意性を十分に明らかにできなかった点が限界として指摘される。また、虚弱高齢者では歩行パラメーターの保持効果が認



められたが、介入中に新たに膝痛が発生した者がアシスト群に6名存在した。膝痛発生の原因は様々な要因が考えられるが、今後、アシスト機器を使用していく上で個々人の状態について把握しながら使用していくことが必要といえる。

## E . 結論

虚弱高齢者と要介護認定者を対象とし、自立支援機器を用いた介入プログラムが膝痛やその関連要因に対して有効であるか検証を行った。その結果、虚弱高齢者ではアシスト群において慢性的な膝痛を有する人数が減少し、介入後に痛みが消失した者の割合も最も高かった。また、歩行パラメーターにおいても歩行群とアシスト群で有意な保持効果が認められ、ベースラインで膝痛を有していた者に限定するとアシスト群のみ歩行角度が減少傾向であった。さらに、要介護認定高齢者でも対照群と比較して介入群の方が慢性的な膝痛を有する人数が減少し、介入後に痛みが消失した者の割合が高かった。歩行に対する自己効力感については介入群、対照群ともに向上した。

## F . 研究発表

### 1. 論文発表

Ito S, Harada A, Kasai T, Sakai Y, Takemura M, Matsui Y, Hida T, Ishiguro N. Use of alfacalcidol in osteoporotic patients with low muscle mass may increase muscle mass: An investigation using a patient database. *Geriatr Gerontol Int*, 14(Suppl 1): 122-128, 2014.

Nishiyama KK, Ito M, Harada A, Boyd SK. Classification of women with and without hip

fracture based on quantitative computed tomography and finite element analysis. *Osteoporos Int*, 25(2): 619-626, 2014.

Yoshida D, Shimada H, Park H, Anan Y, Ito T, Harada A, Suzuki T. Development of an equation for estimating appendicular skeletal muscle mass in Japanese older adults using bioelectrical impedance analysis. *Geriatr Gerontol Int*, (in press).

Matsui Y, Takemura M, Harada A, Ando F, Shimokata H. Effects of knee extensor muscle strength on the incidence of osteopenia and osteoporosis after six years. *J Bone Miner Metab*, (in press).

Matsui Y, Fujita R, Harada A, Sakurai T, Nemoto T, Noda N, Toba K. The association of grip strength and related indices with independence of activities of daily living in the elderly, investigated by a newly-developed grip strength measuring device. *Geriatr Gerontol Int*, 14(Suppl 2): 77-86, 2014.

Matsui Y, Fujita R, Harada A, Sakurai T, Nemoto T, Noda N, Toba K. A new grip-strength measuring device for detailed evaluation of muscle contraction among the elderly. *Journal of Frailty & Aging*, (in press).

Hida T, Harada A, Imagama S, Ishiguro N. Managing sarcopenia and its related-fractures to improve quality of life in geriatric populations. *Aging and Disease*, (in press).

Hida T, Ishiguro N, Shimokata H, Sakai Y, Matsui Y, Takemura M, Terabe Y, Harada A. High prevalence of sarcopenia and reduced leg muscle mass in Japanese patients immediately after a hip fracture. *Geriatr Gerontol Int*, 13(2): 413-420, 2013.

Yoshimatsu T, Yoshida D, Shimada H, Komatsu T, Harada A, Suzuki T. Relationship between near-infrared spectroscopy, and subcutaneous fat and muscle thickness measured by ultrasonography in Japanese community-dwelling elderly. *Geriatr Gerontol Int*, 13(2): 351-357, 2013.

Tauchi R, Imagama S, Inoh H, Yukawa Y, Kanemura T, Sato K, Matsubara Y, Harada A, Hachiya Y, Kamiya M, Yoshihara H, Ito Z, Ando K, Ishiguro N. Risk factors for a poor outcome following surgical treatment of cervical spondylotic amyotrophy: a multicenter study. *Eur Spine J*, 22(1): 156-161, 2013.

Matsui Y, Takemura M, Harada A, Ando F, Shimokata H. Utility of “loco-check,” self-checklist for “Locomotive Syndrome” as a tool for estimating the physical dysfunction of elderly people. *Health*, 5(12A): 97-102, 2013.

原田敦. ヒッププロテクターの使用評価状況. ヒトの運動機能と移動のための次世代技術開発. 井上剛伸 編集, エヌ・ティー・エス, 東京, 69-72, 2014.

原田敦. サルコペニアとロコモティブシンドローム. *医学のあゆみ*, 248(9): 703-709, 2014.

飛田哲朗、原田敦. サルコペニアの診断法 ~ 高齢者の転倒・骨折予防を目的として ~ *CLINICAL CALCIUM*, 23(5): 707-12, 2013.

原田敦. サルコペニアの診断. *腎と骨代謝*, 26(2): 119-125, 2013.

原田敦. 医療面接・身体診察. *日本臨床 最新の骨粗鬆症学 - 骨粗鬆症の最新知見 -*, 71: 211-216, 2013.

松井康素, 原田敦. 老年医学 系統講義テキスト. 関節疾患、ロコモティブシンドローム. 日本老年医学会 編集, 東京, 245-249, 2013.

原田敦. 片足立ち訓練やスクワット訓練による筋力強化が有効 サルコペニアの実態. *Medical Tribune*, 46(23): 24, 2013.

原田敦、若尾典充、根本哲也. 大腿骨近位部の骨構造と骨強度 - 加齢変化と治療による変化 -. *CLINICAL CALCIUM*, 23(7): 943-950, 2013.

原田敦. サルコペニアの概念と現状ならびに診断について. *ANTI-AGING MEDICINE*, 9(4): 18-21, 2013.

原田敦. 知る、診る、防ぐ！ロコモティブシンドローム 虚弱. *関節外科*, 32(10): 1129-1133, 2013.

## 2. 学会発表

原田敦. 骨粗鬆症と転倒リスクから考える骨折予防. 高知県整形外科医会学術講演会, 高

知, 2013 年 4 月 11 日.

原田敦. 大腿骨近位部骨折健側の骨補強法開発. 第 39 回日本骨折治療学会, 久留米, 2013 年 6 月 29 日.

原田敦. 加齢に伴う骨と筋肉の減少 - 骨粗鬆症とサルコペニア -. 第 20 回記念日本脊椎・脊髄神経手術手技学会学術集会 “前田利家” ランチョンセミナー, 名古屋, 2013 年 9 月 6 日.

原田敦. 転倒と骨折の予防. 第 3 回知多 Primary Care 研究会, 半田, 2013 年 9 月 19 日.

原田敦. 転倒予防を視野に入れた骨粗鬆症治療. 転倒予防医学研究会第 10 回研究集会 ランチョンセミナー2 転倒・骨折予防のために治療からシームレスなケアを, 東京, 2013 年 10 月 6 日.

原田敦, 松井康素, 酒井義人, 竹村真里枝, 笠井健広, 伊藤定之, 根本哲也, 萩野浩. 大腿骨近位部骨折対側の骨補強法開発: 骨粗鬆症の手術療法の試み. 第 15 回日本骨粗鬆症学会, 大阪, 2013 年 10 月 11 日.

原田敦, 松井康素, 酒井義人, 竹村真里枝. アレンドロネートには筋量も増加させる可能性がある. 第 15 回日本骨粗鬆症学会, 大阪, 2013 年 10 月 12 日.

原田敦. 加齢に伴う筋肉減少症 - サルコペニアの現況 -. 第 3 回運動器抗加齢医学研究会, 東京, 2013 年 11 月 16 日.

原田敦. サルコペニアの現状 - ロコモティブ シンドロームや虚弱との関連も含めて -. 第 28 回日本臨床リウマチ学会, 千葉, 2013 年 12 月 1 日.

原田敦. サルコペニアの現状と今後. 三重県医師会 スポーツ医学研修会, 津, 2014 年 2 月 2 日.

根本哲也、久保田怜、原田敦. 骨補強効果のコンピュータシミュレーションによる評価. 第 8 回日本 CAOS 研究会, 横浜, 2014 年 3 月 7 日.

#### G . 知的財産権の出願・登録状況

( 予定を含む。 )

1. 特許取得  
なし
2. 実用新案登録  
なし
3. その他  
なし

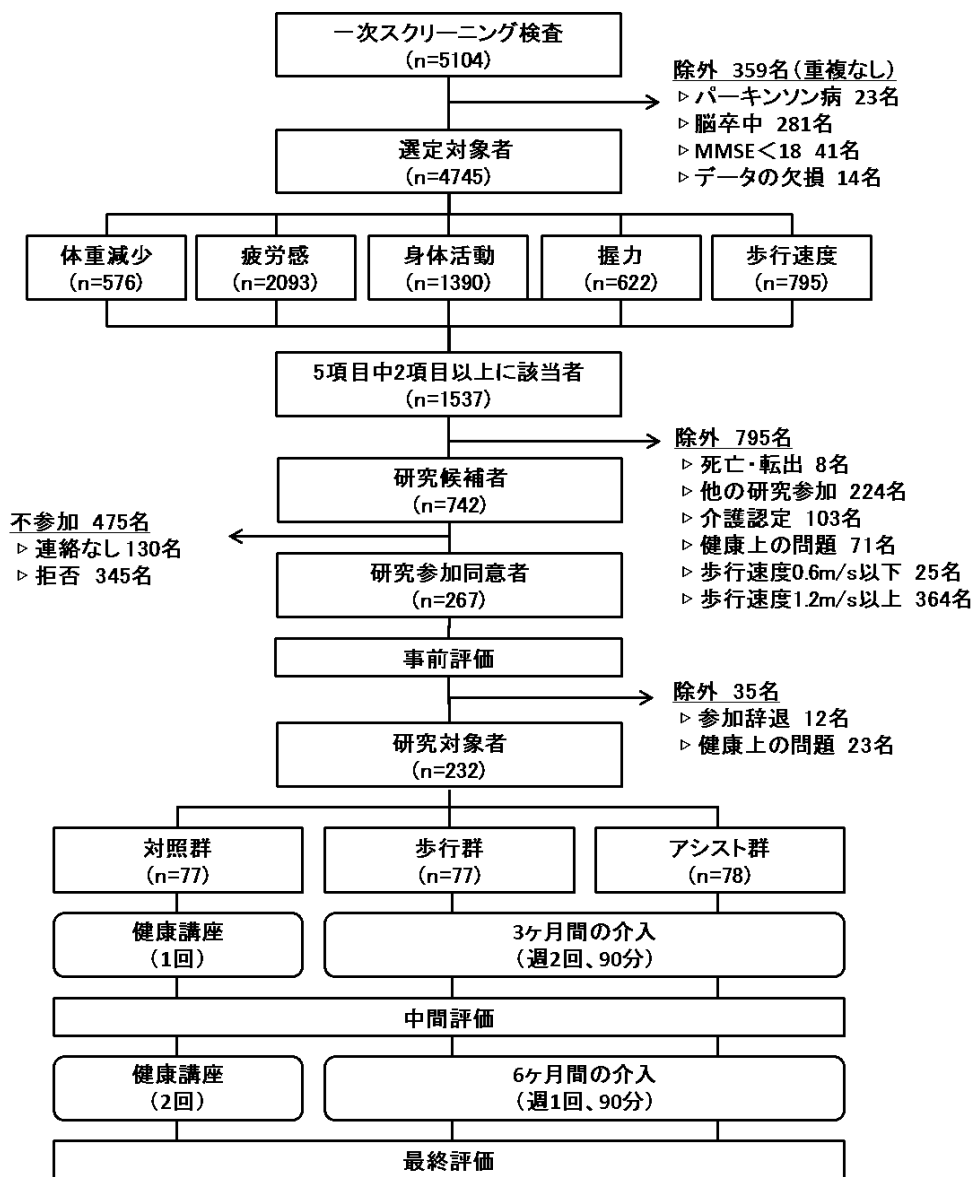


図 1 . 虚弱高齢者の介入フロー

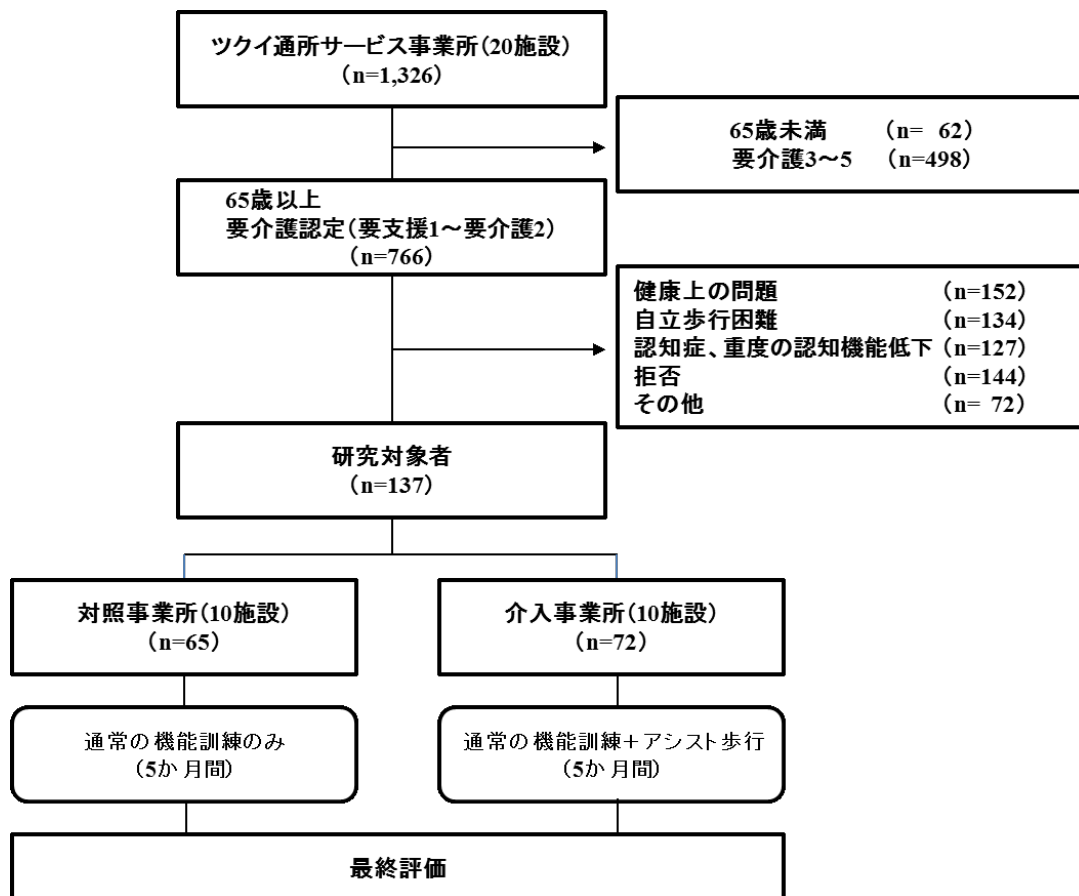


図 2 . 要介護認定者の介入フロー

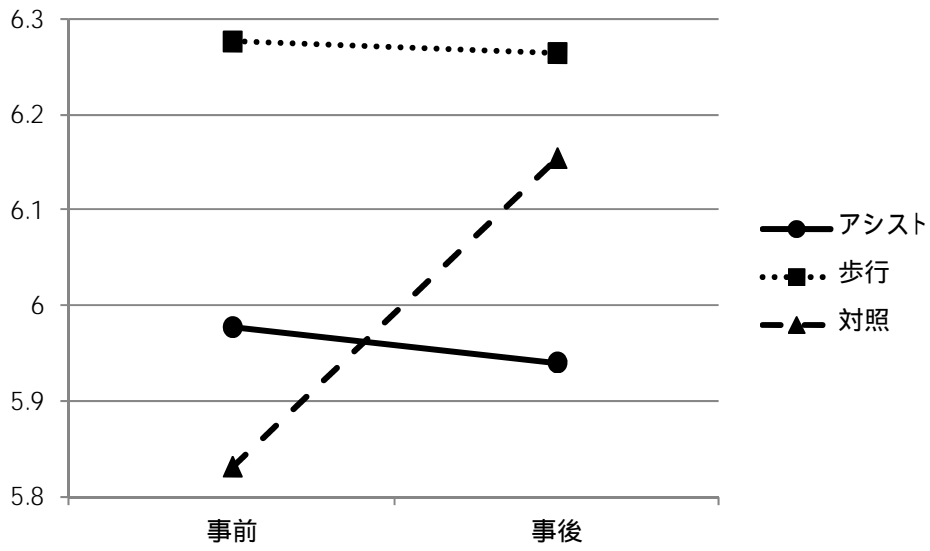


図3．歩隔の変化

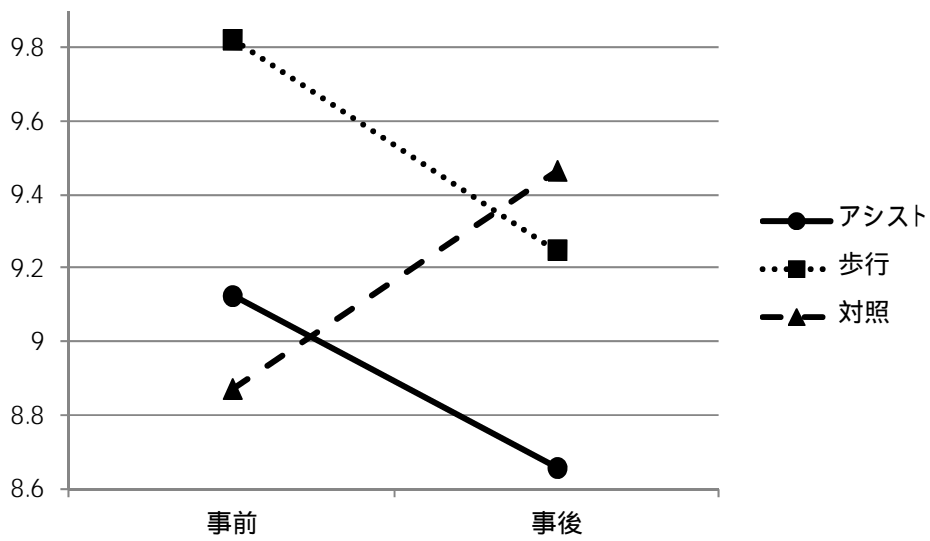


図4．歩行角度の変化

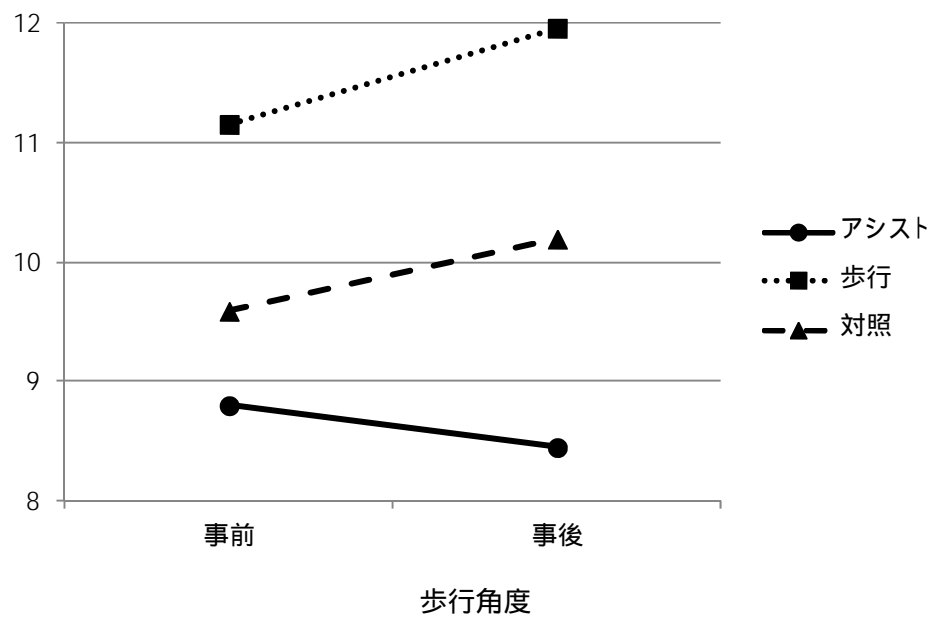
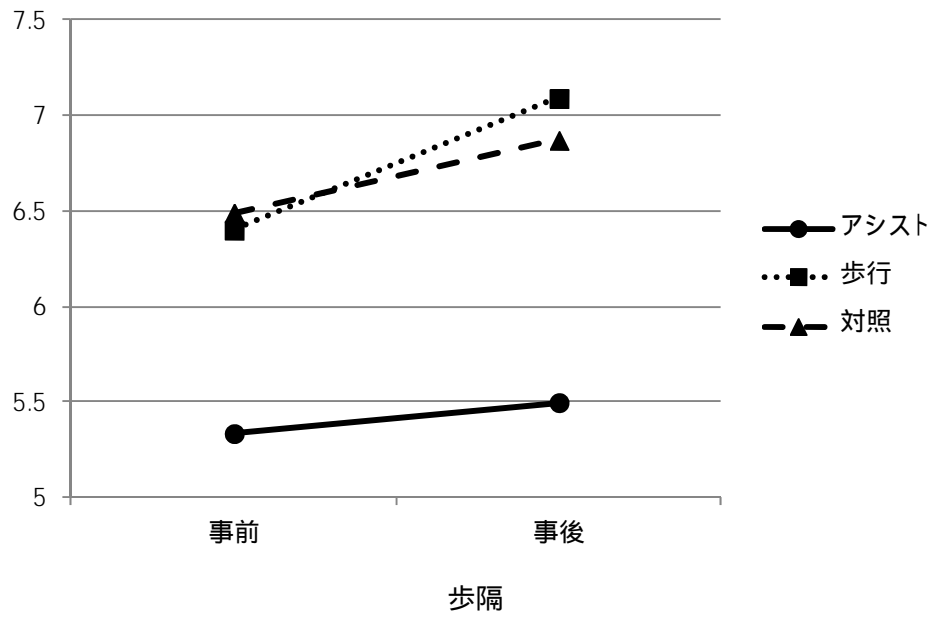


図5. ベースラインで膝痛を有した者の歩隔と歩行角度の変化

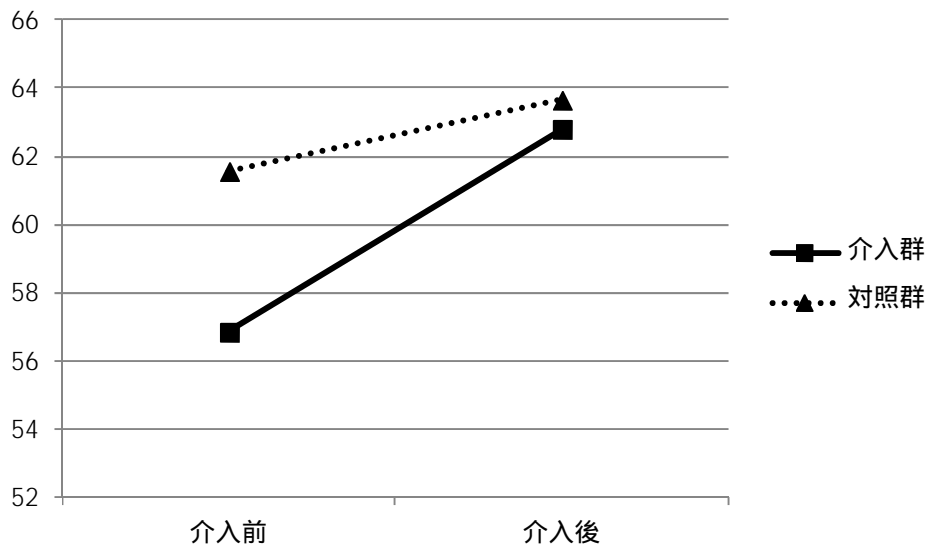


図 6 . 日本語版 mGES の変化



分担研究報告書

運動器の機能向上に対する自立支援機器の効果検証

研究分担者 島田 裕之

国立長寿医療研究センター自立支援システム開発室 室長

研究要旨 歩行アシストを用いた運動介入によって運動機能が改善するか、異なる対象者と介入期間で検証した。虚弱高齢者 232 名に対する 9 か月間の介入試験と、要介護高齢者 137 名に対する 5 か月間の介入試験を実施し、介入プログラムならびに歩行支援機器の効果を検証した。その結果、虚弱高齢者では歩行速度やストライド長が有意に増大し、このような変化は介入 3 か月を過ぎても認められた。しかしながら、歩行群とアシスト群に認められた歩行機能の改善は、両者の間で有意な違いを認めず、歩行支援機器を用いた運動が通常の運動と比較して有効であるかどうかは、今回の介入試験で明らかとならなかった。一方、要介護高齢者では歩行速度に加えて歩行の安定性を評価する DGI の得点が有意に改善した。今回の介入プログラムは、虚弱ならびに要介護高齢者の歩行機能改善に有効である可能性が示唆されたが、歩行アシストを用いた介入効果を最大限引き出すためには、介入対象や方法について更なる検討が必要であろう。

A . 研究目的

過去に筆者らは、小型軽量化された歩行アシスト機器を用いた運動介入によって、健常高齢者の歩行速度やストライド長の増大などの歩容変化あるいは移動能力の向上が認められたことを報告した（Shimada et al. 2008）。また、昨年度は要介護リスクが高い虚弱高齢者に対して同様の運動介入を 3 か月間実施した結果、歩行介入群の歩行速度とストライド長が有意に改善した。これらの研究成果は、歩行機能の向上に対する本機器の有効性

を支持するものであり、介護ロボットの实用化に向けた重要な示唆を与えたといえる。その一方で、より効果的な機器の運用方法を明らかにするためには、介入期間を延長する必要があると考えられた。また、3 次予防の観点からは要介護高齢者に対する適用効果についても検証する必要があった。

そこで、今年度はランダム化比較介入試験によって 1) 虚弱高齢者に対する歩行支援機器の長期効果、2) 要支援・要介護認定者に対する歩行支援機器の適用可

能性について、運動機能とりわけ歩行機能の観点から検証した。

## B．研究方法

### 虚弱高齢者に対する歩行支援機器の長期効果について

#### 【対象者】

研究対象は、2011年8月～2012年2月に実施した地域調査 OSHPE に参加した 5,104 名からリクルートした。まず、本調査にて身体的な虚弱性を判定する 5 項目(1:体重減少、2:疲労感、3:握力、4:歩行速度、5:身体活動量)を評価し、このうち2項目以上で「虚弱のリスクあり」と判定された者を虚弱高齢者と定義した。次に、研究参加の同意が得られた 267 名に対して第 2 次調査を実施し、最終的に 232 名の研究対象者を決定した。対象者は、対照群 (n=77)、歩行のみの群 (歩行群: n=77)、自立支援機器使用群 (アシスト群: n=78) の 3 群に無作為割付けした。対象者決定までのフローを図 1 に示した。

#### 【介入】

介入期間は前半の集中期(週 2 回、3 か月間)と後半の維持期(週 1 回、6 か月間)に分けられ、歩行群とアシスト群は 1 回 90 分の運動介入プログラムを約 9 か月間(計 48 回)実施した。運動介入プログラムは、ストレッチ・筋力トレーニングを中心とした準備体操(20 分)、屋内外での歩行運動(60 分)、整理体操(10 分)で構成され、アシスト群は歩行運動については、HONDA 技術研究所が開発した歩行アシストを腰部に装着して行った。理学療法士や体育専門家による監

督・指導の下、5～6 名の補助スタッフが協同して進めた。

対照群に対しては、同一期間中に健康講座を 3 回開催した。

#### 【評価項目】

全般的な運動機能の評価として握力、開眼片足立ち時間、Timed up & go test (TUG)、椅子起立時間、6 分間歩行距離を実施した。

握力はスメドレー式握力計 (GRIP-D; Takei Co., Ltd., Niigata, Japan) を用いて利き手の最大筋力を 1 回測定し、これを測定値とした。開眼片足立ち時間は、片足での立位保持時間を 2 回計測し、良い方(最大 1 分)の記録を測定値に採用した。TUG は、椅子から立ち上がり 3 m 先のコーンを回って再び椅子に座るという一連の動作を至適速度で実行し、その所要時間を計測した。測定回数は 2 回とし、良い方の記録を測定値とした。椅子起立時間は、椅子座位から連続 5 回の立ち座り動作をできるだけ速く繰り返し、動作開始から 5 回の立ち上がり動作終了後までの所要時間を計測した。6 分間歩行距離は、10 分間の安静座位を保持した後、10 m の歩行路を往復して 6 分間にできるだけ長い距離を歩くよう教示し、その時の歩行距離を計測した。

6 分間歩行では、携帯型呼吸代謝計測システム K4b<sup>2</sup> (COSMED) を用いたプレス・バイ・プレス法によって安静時ならびに歩行時の酸素摂取量を同時計測し、歩行効率を算出した。対象者は、まず約 10 分間の安静座位を保ち、後半 5 分間における呼吸代謝を計測した(安静時)。次に 6 分間歩行テストを実施し、そのテス

ト後半 3 分間における呼吸代謝を計測した(歩行時)。安静時ならびに歩行時の酸素摂取量(平均値)は、6 分間歩行の平均歩行速度で除することによってエネルギー効率(ml/kg/m)に換算された。

歩行速度は、全長 6.5m の歩行路を通常速度で歩き、その中間路(2.4m)における所要時間を計測して歩行速度を算出した。歩行テストは通常速度で 10 回試行し、杖や歩行器などの補助具の使用はできる限り控えた。

歩容評価には、シート式足圧接地足跡計測装置(ウォーク Way MW-1000, ANIMA 社)を用いた。指標として採用したのは、スピード(m/s)、ケーデンス(歩/min)、ストライド長(cm)とそれぞれの変動係数(CV)とした。

各評価指標における介入の効果判定には線形混合モデルを用いた。群と期間の交互作用が認められた場合は、Bonferroniの方法で単純主効果の有無を判定した。統計ソフトは SPSS19.0 を使い、すべての統計解析は有意水準を 5%未満とした。

### 要介護高齢者に対する歩行支援機器の適用可能性について

#### 【対象者】

株式会社ツクイの通所サービスを利用する 65 歳以上の要支援・要介護認定者(要介護 3 以上は除外)とした。研究協力が得られた全国 20 事業所を対照施設(10 事業所)と介入施設(10 事業所)に無作為割付し、各事業所で対象者条件を満たす 137 名を決定した。対象者決定までのフローを図 2 に示す。

#### 【介入】

介入事業所では、通所サービス利用時に通常の機能訓練に加えて歩行アシストを用いた介入プログラムを実施した。歩行介入は各施設専任の理学療法士が担当し、対象者に応じた個別の介入プログラムを実施した。施設間の介入プログラムに統一性をもたせるため、担当者は事前の研修会を受講し介入プログラムの基本指針についての理解を深めた。

対照施設では、同一期間中は通常のケア・サービスと機能訓練のみ実施した。

#### 【評価項目】

握力、開眼片足立ち時間、6m の通常ならびに最大歩行速度、歩行の安定性評価として Dynamic gait index を実施した

握力はスメドレー式握力計を用いて利き手の最大筋力を 1 回測定し、これを測定値とした。開眼片足立ち時間は、片足での立位保持時間を 2 回計測し、良い方(最大 1 分)の記録を測定値に採用した。歩行速度は、前後に 2m ずつの予備路を設けた 6m の歩行路を通常および最大速度で歩き、その際の所要時間を歩行速度に換算した。いずれも試行回数は 1 回とし、必要に応じて歩行補助具を使用した。DGI は、さまざまな条件下で歩行した際の適応能力を得点化する評価尺度で、点数が高いほど歩行の安定性が高いことを表す。

すべての検査は、機能評価に精通した各事業所の理学療法士もしくは作業療法士が担当した。また、検査者間における測定バイアスを最小限にするため、担当者は事前の研修を受講し、同一の測定マニュアルに従って検査を実施した。

各評価指標における介入の効果判定に

は線形混合モデルを用いた。群と期間の交互作用が認められた場合は、Bonferroniの方法で単純主効果の有無を判定した。統計ソフトはSPSS19.0を用い、すべての統計解析は有意水準を5%未満とした。

(倫理面への配慮)

本研究は、国立長寿医療研究センター倫理・利益相反審査の承認を得て実施した。

### C. 研究結果

#### 虚弱高齢者に対する歩行支援機器の長期効果について

握力、開眼片足立ち時間、TUG、椅子起立時間、6分間歩行距離の変化を介入前後で比較した。その結果、開眼片足立ち時間( $p = 0.12$ )、TUG( $p = 0.09$ )、椅子起立時間( $p = 0.05$ )はいずれも群と期間の交互作用を認めなかった。これに対して、握力( $p < 0.01$ )と6分間歩行距離( $p < 0.01$ )では交互作用が認められ、このうち6分間歩行距離では、歩行群とアシスト群において介入前後における単純主効果が認められた(図3)。

次に、6分間歩行テストにおける酸素摂取量の結果から歩行効率を算出し、介入前後で比較した。その結果、群と期間の交互作用は認められず( $p = 0.94$ )、介入後の歩行効率は介入前より悪化する傾向を示した(図3)。

歩行機能ならびに歩容評価として歩行速度、ケージンス、ストライド長とそれぞれのCV値の変化を介入前後で比較した。その結果、歩行速度( $p < 0.01$ )とストライド長( $p < 0.01$ )では群と期間の交互作用が認められ、歩行群とアシスト群

においては介入前後における単純主効果が認められた(図4)。

#### 要介護高齢者に対する歩行支援機器の適用可能性について

握力( $p = 0.16$ )、開眼片足立ち時間( $p = 0.21$ )、最大歩行速度( $p = 0.07$ )はいずれも群と期間の交互作用を認めなかった。これに対して、通常歩行速度( $p = 0.05$ )とDGI( $p = 0.02$ )では交互作用が認められ、部分的ではあるが介入群の歩行機能が有意に向上した(図5)

### D. 考察

虚弱高齢者に対する歩行支援機器の長期効果を検証した結果、運動群(歩行群とアシスト群)の歩行速度とストライド長は介入3ヶ月後を過ぎても改善し、介入前と比較すると大きな変化を示した。また、歩行速度とストライド長の経時変化は極めて類似性が高いことから、歩行速度の改善はストライド長の増加によるものと推察された。今回の介入プログラムでは、開始3か月後から介入頻度を半減させたが、歩行機能は低下せずむしろ向上しており、この結果は効率的な介入プログラムを開発するうえで有益な成果といえる。また、歩行速度は将来のADL障害をよく予測することが知られており(Furuna et al. 1998, Shinkai et al. 2000)、長期的には将来の要介護状態を予防できる可能性が高いと思われる。今後は、今回用いた介入プログラムが機能面だけでなく将来の要介護状態を予防できるか否かについても検証する必要がある。

一方、歩行群とアシスト群に認められ

た歩行機能の改善は、両者の間で有意な違いを認めず、この点では短期（3 か月間）の介入結果と概ね一致した。すなわち、運動による介入効果は認められたが、歩行支援機器を用いた運動が通常の運動と比較して有効であるかどうかは、今回の介入試験からも明らかにならなかった。本研究で使用した歩行アシストは、身体に負荷をかけてトレーニングするための機器ではなく、歩行時のリズムを整えて歩行効率を向上させるための運動学習に有効な機器であり、その効果は装着下での運動時間に比例すると考えられる。今回の介入試験では、9 か月間という長期の介入期間を設けたが、後半6 か月間の介入頻度は週1回と少なく、総運動量（実施頻度と時間）としては不十分であった可能性がある。また、対象者に前虚弱状態の比較的健康な高齢者が含まれていたため、今回実施した低負荷でのトレーニングでは効果が十分に認められなかった可能性もある。歩行アシストを用いた介入効果を最大限引き出すためには、介入対象や方法について更なる検討が必要であろう。

次に、要介護高齢者に対する歩行支援機器の介入効果を検証した結果、歩行速度に加えて歩行の安定性を評価する DGI の得点が有意に改善した。虚弱高齢者を対象とした介入結果との共通点として、歩行速度の向上が挙げられ、このような歩行機能の改善効果は今回使用した歩行支援機器の注目すべき効果といえるだろう。また、歩行の安定性を評価する DGI の得点が有意に改善した点は興味深い。本研究で使用した歩行支援機器は、歩行

動作の左右差を均一化する機能がある。過去の予備実験では、ストライド長や歩調の左右差がアシスト歩行中に減少することを確認しており、結果として歩行の安定性が向上する可能性は予想されていたが、今回の結果はその仮説を裏付けるものであった。その一方で、静的なバランス機能を評価する開眼片足立ち時間では介入効果が認められず、歩行時の動的なバランス機能のみが改善したことから、アシスト歩行によるバランス機能の改善効果は歩行動作に限定した特異的变化といえるかもしれない。このような歩行支援機器の使用効果とその作用機序を明らかにするためにも、より客観的かつ詳細な介入評価が今後も望まれる。

## E . 結論

今回、歩行アシストを用いた運動介入によって運動機能が改善するか、様々な条件下で検証した。その結果、虚弱高齢者では歩行速度やストライド長が有意に増大し、このような変化は介入3 か月を過ぎても認められたが、歩行支援機器を用いた運動が通常の運動と比較して有効であるかどうかは明らかにならなかった。一方、要介護高齢者では歩行速度に加えて歩行の安定性が有意に改善した。今回の介入プログラムは、虚弱ならびに要介護高齢者の歩行機能改善に有効である可能性が示唆されたが、歩行アシストを用いた介入効果を最大限引き出すためには、介入対象や方法について更なる検討が必要であろう。

## F . 研究発表

## 1. 論文発表

Shimada H, Ishii K, Ishiwata K, Oda K, Suzukawa M, Makizako H, Doi T, Suzuki T. Gait adaptability and brain activity during unaccustomed treadmill walking in healthy elderly females. *Gait Posture*, 38: 203-208, 2013.

Shimada H, Makizako H, Doi T, Yoshida D, Tsutsumimoto K, Anan Y, Uemura K, Ito T, Lee S, Park H, Suzuki T. Combined prevalence of frailty and mild cognitive impairment in a population of elderly Japanese people. *JAMDA*, 14: 518-524, 2013.

Shimada H, Suzuki T, Suzukawa M, Makizako H, Doi T, Yoshida D, Tsutsumimoto T, Anan Y, Uemura K, Ito T, Lee S, Park H. Performance-based assessments and demand for personal care in older Japanese people. *BMJ Open*, 3: e002424, 2013.

Yoshida D, Suzuki T, Shimada H, Park H, Makizako H, Doi T, Anan Y, Tsutsumimoto K, Uemura K, Ito T, Lee S. Using two different algorithms to determine the prevalence of sarcopenia. *Geriatr Gerontol Int*, 14 (Suppl. 1): 46-51, 2014.

Yoshida D, Shimada H, Park H, Anan Y, Ito T, Harada A, Suzuki T. Development of an equation for estimating appendicular skeletal muscle mass in Japanese older adults using bioelectrical impedance

analysis. *Geriatr Gerontol Int*, (in press).

Kojima N, Kim H, Saito K, Yoshida H, Yoshida Y, Hirano H, Obuchi S, Shimada H, Suzuki T. Association of knee-extension strength with instrumental activities of daily living in community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int*, (in press).

Hashidate H, Shimada H, Shiomi T, Shibata M, Sawada K, Sasamoto N. Measuring indoor life-space mobility at home in frail older adults with difficulty to perform outdoor activities. *J Geriatr Phys Ther*, 36: 109-114, 2013.

Yoshimatsu T, Yoshida D, Shimada H, Komatsu T, Harada A, Suzuki T. Relation between near-infrared spectroscopy and subcutaneous fat and muscle thickness measured by ultrasonography in Japanese community-dwelling elderly. *Geriatr Gerontol Int*, 13: 351-357, 2013.

島田裕之, 吉田大輔. サルコペニア診断のための筋量、筋力の評価法. *Bone Joint Nerve*, 3(1): 61-66, 2013.

Shimada H. Glucose uptake during exercise in skeletal muscles evaluated by positron emission tomography, Chia-Hung Hsieh (Ed.), *Positron Emission Tomography - Current Clinical and Research Aspects*. InTech, Croatia, 2012, pp319-336.

島田裕之. Part-6 その他の介入法: 運動,

葛谷雅文・雨海照祥（編），栄養・運動で予防するサルコペニア。医歯薬出版株式会社，東京，2013，pp134-139

## 2. 学会発表

小林修，林悠太，波戸真之介，鈴川芽久美，石本麻友子，今田樹志，秋野徹，島田裕之。独居高齢者の在宅生活継続に重要な生活機能。第48回日本理学療法学会，名古屋，2013年5月24日。

阿南祐也，吉田大輔，牧迫飛雄馬，島田裕之，朴眩泰，土井剛彦，堤本広大，上村一貴，李相侖，伊藤忠，鈴木隆雄。地域在住高齢者における虚弱評価の再考。要介護認定および転倒と虚弱の各構成要素との関連。第48回日本理学療法学会，名古屋，2013年5月24日。

吉田大輔，阿南祐也，伊藤忠，島田裕之，牧迫飛雄馬，朴眩泰，李相侖，土井剛彦，堤本広大，上村一貴，鈴木隆雄。生体インピーダンス値によって高齢者の四肢筋量を推定する回帰式の作成。第48回日本理学療法学会，名古屋，2013年5月24日。

牧迫飛雄馬，島田裕之，吉田大輔，阿南祐也，伊藤忠，土井剛彦，堤本広大，上村一貴，Brach Jennifer，朴眩泰，李相侖，鈴木隆雄。日本語版 改訂 Gait Efficacy Scale の信頼性および妥当性。第48回日本理学療法学会，名古屋，2013年5月25日。

波戸真之介，林悠太，石本麻友子，今田

樹志，小林修，秋野徹，鈴川芽久美，島田裕之。要介護高齢者における認知機能の低下が運動機能の変化に及ぼす影響の検討。第48回日本理学療法学会，名古屋，2013年5月25日。

伊藤忠，島田裕之，吉田大輔，牧迫飛雄馬，阿南祐也，土井剛彦，堤本広大，上村一貴，朴眩泰，李相侖，鈴木隆雄。地域在住高齢者における転倒経験者と非経験者の近赤外線分光法(NIRS)を利用した筋量評価。第48回日本理学療法学会，名古屋，2013年5月25日。

石本麻友子，林悠太，鈴川芽久美，波戸真之介，今田樹志，小林修，秋野徹，島田裕之。世帯構成からみた要介護高齢者の心身機能の特徴。第48回日本理学療法学会，名古屋，2013年5月25日。

平井達也，島田裕之，牧公子，梅木将史，関谷真紀子，壹岐英正，岩田容子。施設入所高齢者の移乗による転倒要因調査に関する多施設間研究。転倒回避能力評価の有用性。第48回日本理学療法学会，名古屋，2013年5月26日。

鈴川芽久美，林悠太，金谷勇歩，島田裕之。転倒による下肢骨折者における1年半後の歩行能力に影響を及ぼす要因。第48回日本理学療法学会，名古屋，2013年5月26日。

林悠太，鈴川芽久美，波戸真之介，石本麻友子，今田樹志，秋野徹，小林修，島田裕之。要介護高齢者における排泄関連

動作の低下と心身機能との関連. 第 48 回日本理学療法学術大会, 名古屋, 2013 年 5 月 26 日.

今田樹志, 波戸真之介, 鈴川芽久美, 林悠太, 石本麻友子, 小林修, 秋野徹, 島田裕之. 要介護高齢者における上下肢機能と ADL との関連. 第 48 回日本理学療法学術大会, 名古屋, 2013 年 5 月 26 日.

秋野徹, 波戸真之介, 鈴川芽久美, 林悠太, 石本麻友子, 今田樹志, 小林修, 島田裕之. 要介護高齢者の介護度の悪化に影響を及ぼす要因の検討 ~ 4212 名を対象とした 2 年間の追跡調査 ~. 第 48 回日本理学療法学術大会, 名古屋, 2013 年 5 月 26 日.

G . 知的財産権の出願・登録状況 ( 予定を含む )

4. 特許取得

なし

5. 実用新案登録

なし

6. その他

なし



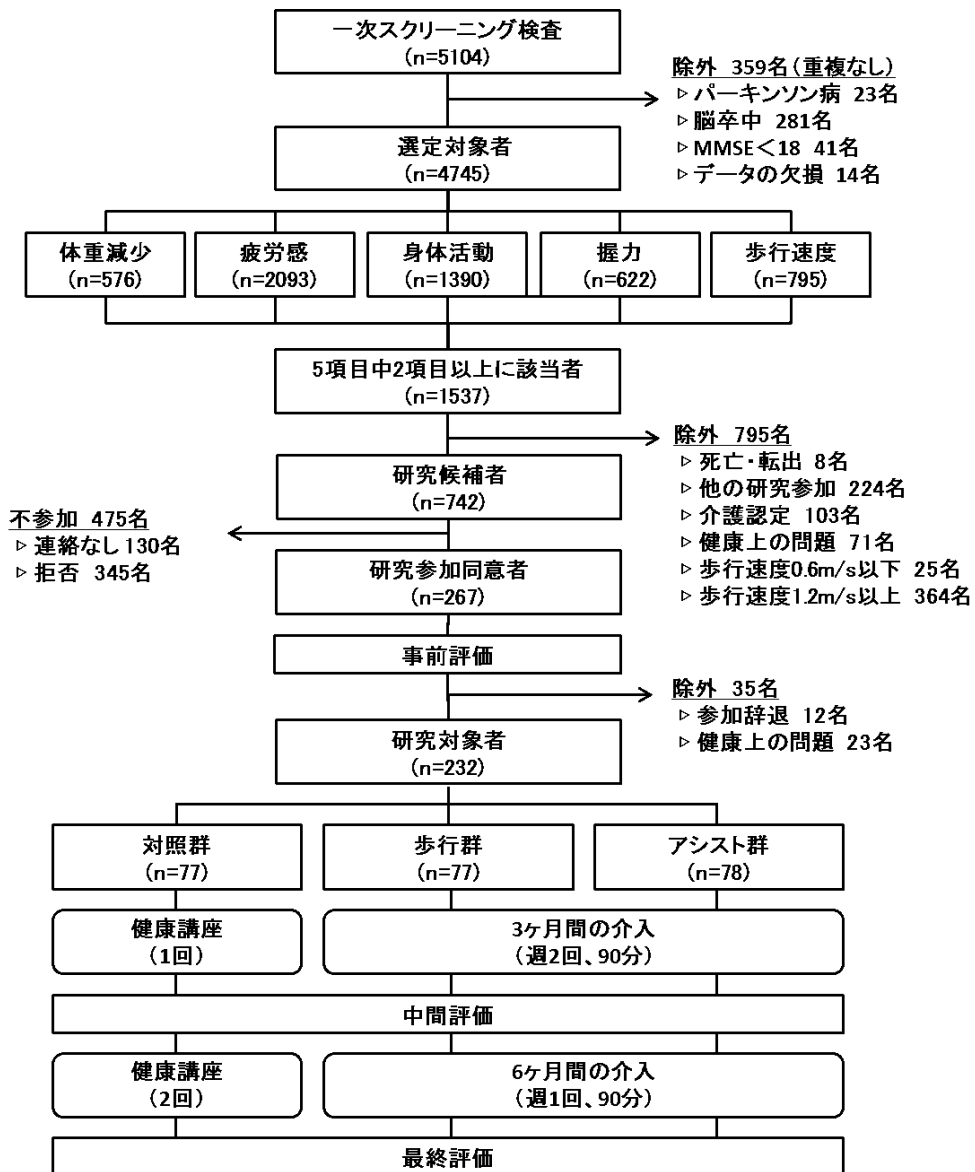


図 1 虚弱高齢者の介入フロー

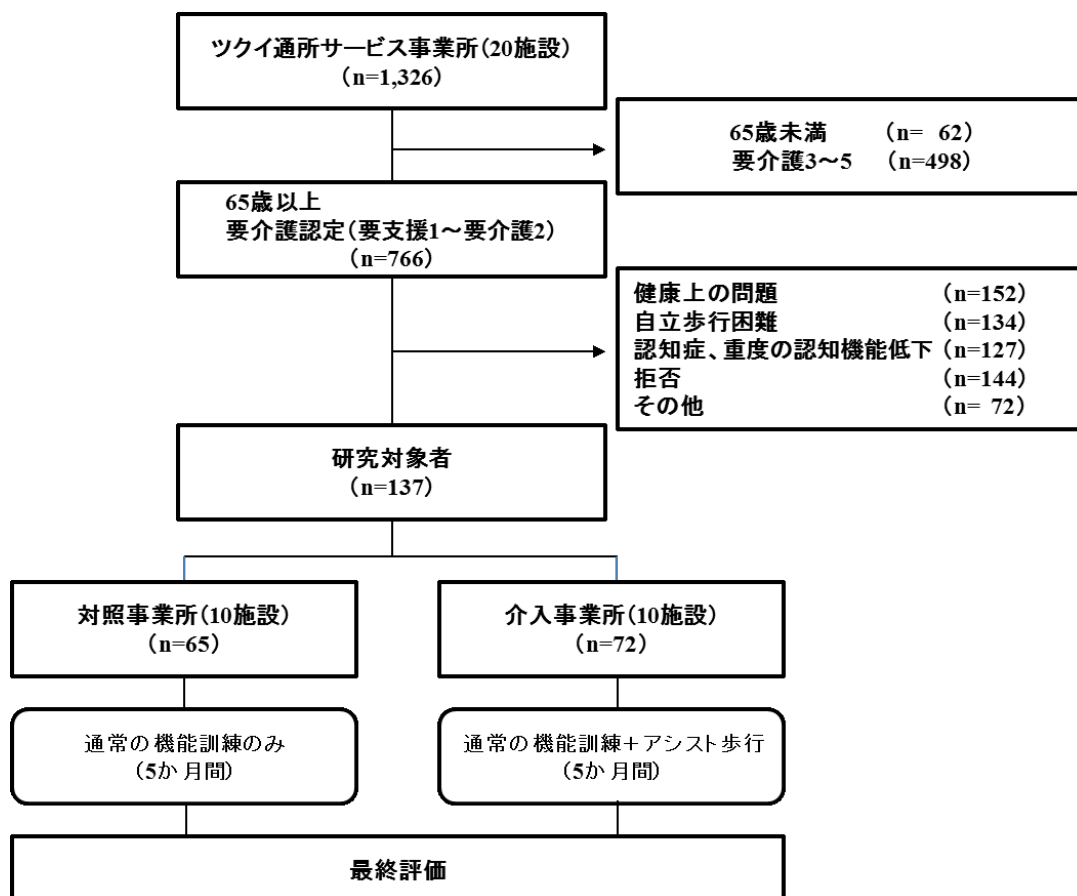
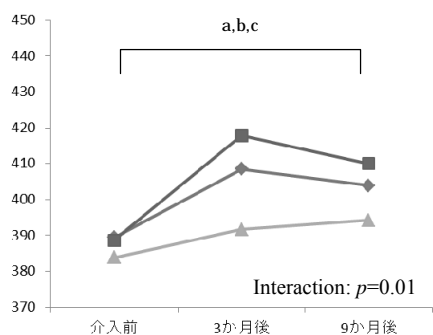
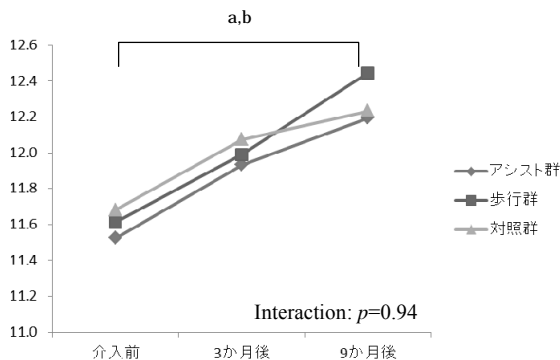


図 2 要介護認定者の介入フロー

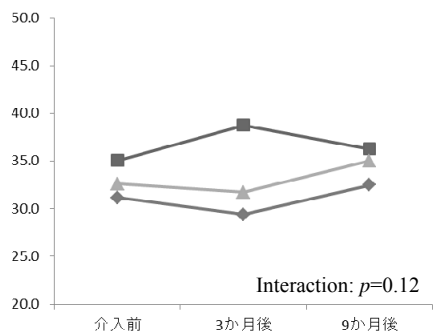
**6分間歩行距離 (m)**



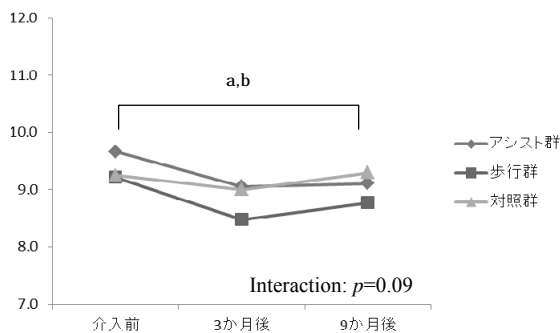
**歩行効率 (ml/kg/m)**



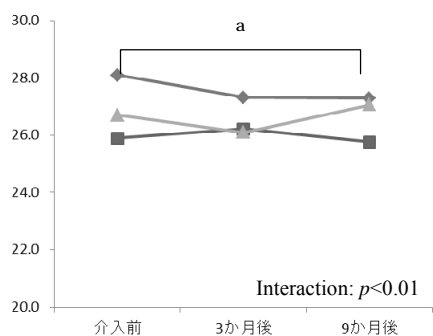
**開眼片足立ち (sec)**



**Timed up & go test (sec)**



**握力 (kg)**



**椅子起立時間 (sec)**

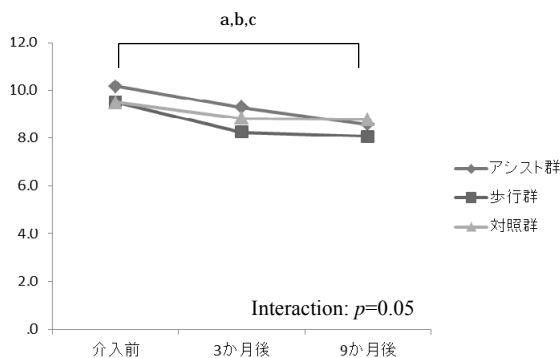
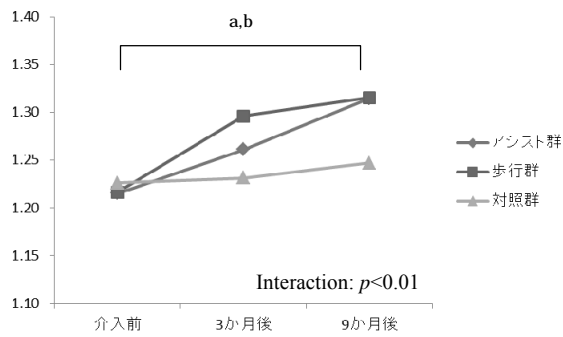
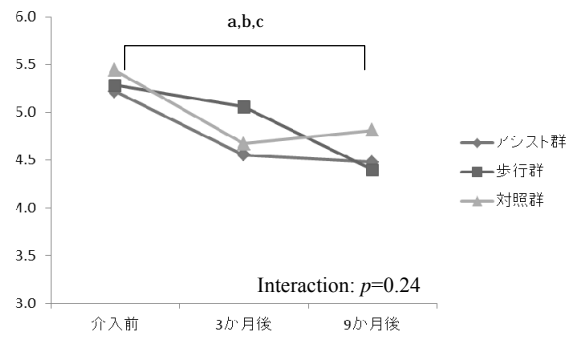


図3 虚弱高齢者に対するアシスト歩行の介入効果  
(運動機能と歩行効率の比較)

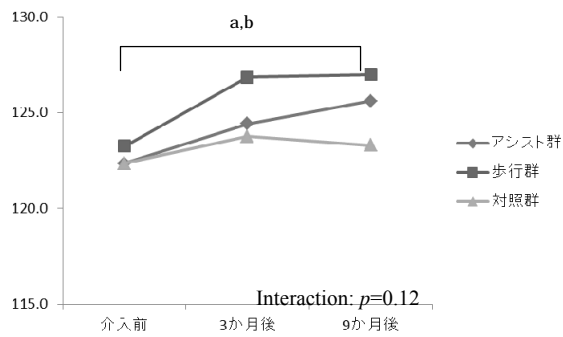
### 歩行速度 (m/s)



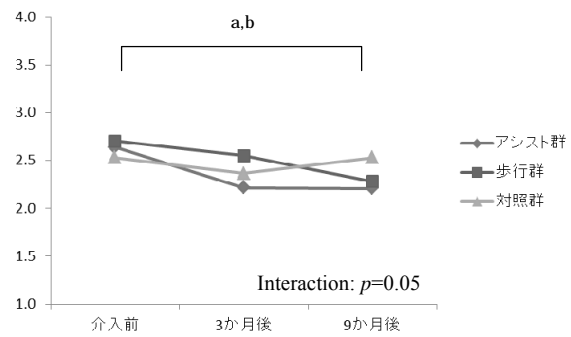
### 歩行速度の変動係数



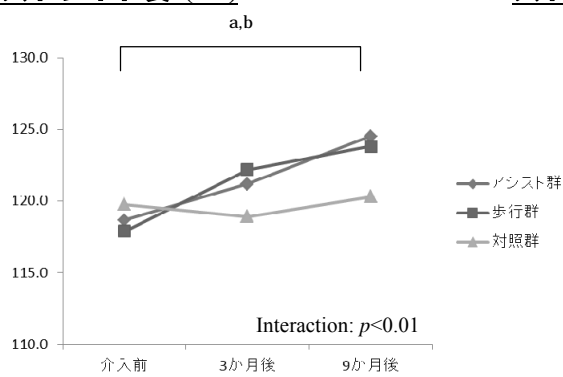
### ケーデンス (step/min)



### ケーデンスの変動係数



### ストライド長 (cm)



### ストライド長の変動係数

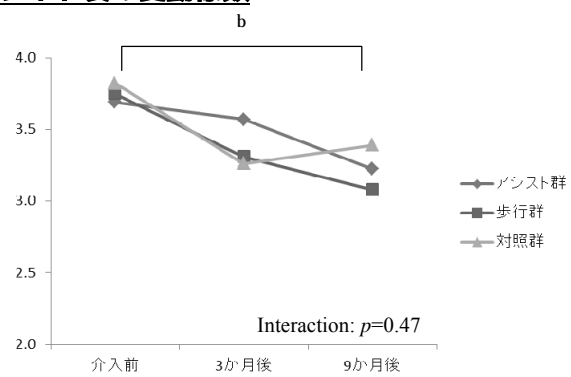
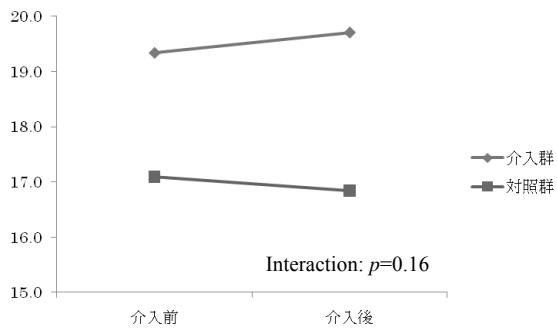
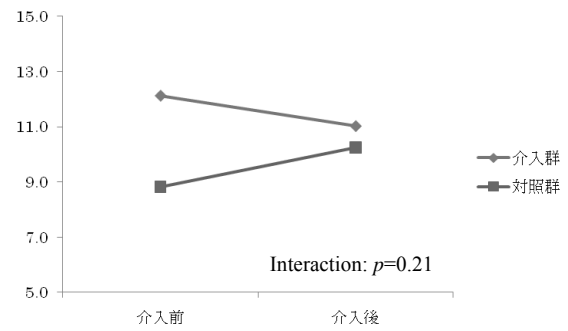


図4 虚弱高齢者に対するアシスト歩行の介入効果  
(歩行速度、ケーデンス、ストライド長とその変動係数の比較)

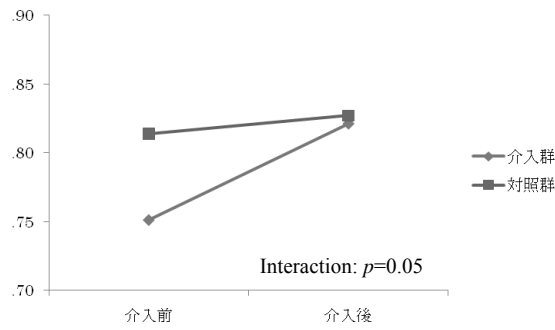
### 握力 (kg)



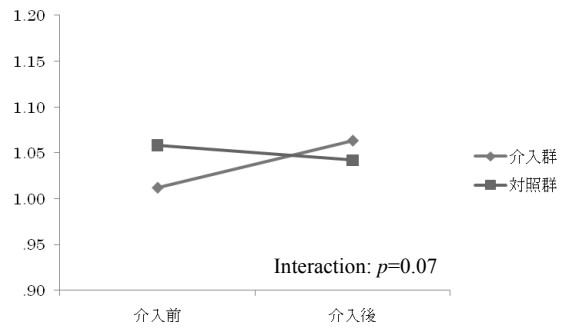
### 閉眼片足立ち時間 (sec)



### 通常歩行速度 (m/s)



### 最大歩行速度 (m/s)



### Dynamic gait index (score)

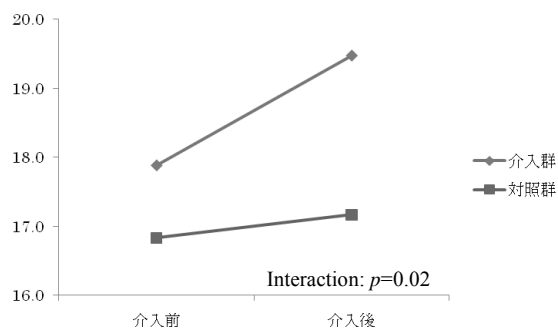


図 5 要介護高齢者に対するアシスト歩行の介入効果

分担研究報告書

転倒の危険因子としての関節動揺性

分担研究者 大淵 修一

東京都健康長寿医療センター研究所 研究副部長

研究要旨 本研究ではロジスティック回帰分析を用い、歩行時の動揺性が転倒に対して独立した影響を持つのかどうかを検討することにした。分析対象を平成 23 年度に歩行の三次元動作分析器による評価を受け、平成 24 年度の追跡調査で転倒経験の回答をした 509 名とした。転倒の調査は 1 年間の振り返りとした。Spearman の相関係数で転倒の発生と各種の身体機能に関する指標との相関を見ると、転倒の予測因子としてよく知られる、片足立ち時間( $r=.125$ )を除いて、歩行速度、膝関節伸展筋力、TUG とは相関が見られず、膝関節の動揺量を示す、上下動揺標準偏差( $r=.178$ )、側方動揺標準偏差( $r=.116$ )との相関が認められた。前後方向の動揺量との相関は認められなかった。このようなことから、膝関節の動揺性は転倒の予測因子として大きいことが分かった。これは、関節の動揺によって、関節からの感覚入力が減り、それによって歩行の安定性が損なわれるのではないかと考えられた。リズムアシストによる介護予防効果の傍証になると考えられる

A . 研究目的

歩行は、高齢者の高次機能の維持に重要であり (Furuna et al.1998) 介護予防のためには、歩行機能を維持することが一義的な目標となる。要介護の主要な原因の一つに転倒が挙げられるが、これは加齢により神経筋単位が減少し、歩行が不安定になる結果として生じると考えられる。現在の介護予防では、神経筋単位の減少を残された運動機能を筋力増強などによって高めることによって代償することを目指しているが、心疾患患者など、必ずしもこのような介入に適応が有る者ばかりではない。むしろ高齢者は疾病を持っている

といて良く、鍛えることによってではなく補うことによって歩行の安定性を高めることも必要である。つまり下肢障害者にとっての車いすに匹敵するような、疾病を抱える虚弱高齢者を支える先進的な支援機器が必要と考えられる。

歩行の支援機器は、脊髄損傷への適用を中心に開発されてきた経緯があり、従来の歩行支援機器は、筋力を補うパワーアシストの視点から開発されたものが多かった。しかし、高齢者では筋力そのものは残存しているもののその調整力が衰えている場合も多く、パワーアシストの外挿は必ずしも高齢者の身体状

況やニーズに叶うものとは言えない。我々は、二足歩行のコンピュータシミュレーションにより、筋力の低下よりも、感覚器の入力が歩行の不安定性に関与していることを明らかにしており（長谷,大淵他, 2002）、高齢期の歩行の安定性を高めるにはパワーアシストより、むしろ感覚器の入力を支援する装置がより有効ではないかと考えている。また、パワーアシスト装置は大きな出力を発生させるために、大きな電源を必要とすることから、虚弱高齢者が日常的に使うためには、装着や重量などの点で課題が残る。一方、感覚入力を支援する機器は、感覚閾値をやや超えるトリガーとなる出力を発生させれば良いだけなので、大きなパワーを必要としないことから、小さな電源で済む。すなわち、高齢者に重い支援機器を装着させない利点がある。

ところで、歩行時の感覚入力には視覚、筋の固有受容感覚、関節覚がある。とくに女性では、閉経後に性ホルモンの分泌の減少と関連して関節の動揺性が増加することが知られており、この関節の動揺性と転倒の発生に関係が認められれば、リズムアシスト機器の有用性を示す根拠となる。昨年度、我々は関節動揺性と転倒の関係を示したが、転倒は関節動揺性以外にも多くの要因が関連するため、これらの影響を排除しても関節の動揺性が転倒に影響するかを検討する必要がある。すなわち、関節動揺性が他の要因に独立して転倒に影響を与えていることを証明する必要がある。本研究では、二項ロジスティック回帰分析を用いて、関節動揺性と転倒の関係を他の関連要因を調整した上で明らかにすることを目的とした。

膝関節動揺性の定義は現在なお議論されているところであるが(Heijink A et al. 2012)、本研究では、歩行時の大腿の下腿に対する前後移動量、上下移動量、側方移動量、内反・

外反角、内旋・外旋角の標準偏差を膝関節の動揺性と定義した。

今回用いた三次元動作解析装置(OPTOTRAK Certus, Canada)は、3m離れた測定空間で約0.01mmの分解能で一般的なビデオベースの測定器の100倍の精度を持つ。これにより、従来の測定装置では測りにくかった、歩行時の膝関節の動揺といった微少事象を測定することが可能となった。また、剛体モデルを用いることによって臨床的な下腿・大腿の動揺性と良く一致する。

## B. 研究方法

### 1. 対象者

被験者は、東京都健康長寿医療センターにおいて平成23年10月3日～10月14日に実施した、包括的な生活機能検査「お達者健診2011」の受診者であった。受診者は、東京都板橋区の9地区に在住する65歳～84歳の全高齢者(男女7,162名)から、施設入所者や過去の健診受診者を除外した6,699名に対して案内状を送付し募集した。健診の受診者は913名で、全員が研究目的によるデータの利用に同意した。これらの対象について、1年後の平成24年9月25日～10月5日(第1回)、2年後の平成25年10月7日～10月18日(第2回)に、追跡調査を実施した。また、招へい型の健診に来場できなかった者に対しては、平成26年2月3日～2月20日に郵送調査を行った。

ベースライン調査、追跡調査ともに転倒歴の回答があった763名を本研究の分析対象者とした。

分析対象者の性・年齢階級の分布を表1、身長、体重、握力の平均値および標準偏差を表2に示す。

表 1 被験者の性・年齢階級の分布

		65-69歳	70-74歳	75-79歳	80-84歳	合計
男性	人	70	87	96	47	300
	%	23.3%	29.0%	32.0%	15.7%	100.0%
女性	人	116	184	102	61	463
	%	25.1%	39.7%	22.0%	13.2%	100.0%
合計	人	186	271	198	108	763
	%	24.4%	35.5%	26.0%	14.2%	100.0%

表 2 被験者の基本特性

		平均値	標準偏差	N
男性	身長(cm)	163.3	5.9	298
	体重(kg)	62.4	9.4	298
	握力(kgf)	32.5	6.8	295
女性	身長(cm)	150.7	5.6	463
	体重(kg)	51.1	8.2	463
	握力(kgf)	21.3	4.8	459

## 2. 各指標の測定

### 三次元動作解析

三次元動作解析には、OPTOTRAK Certus (Northern Digital 社製, Canada) を用いた。1.5mm 厚のアルミプレートに 5 個の赤外線マーカを貼付した大腿用・下腿用カフを作成し、幅ゴムにて落下防止処理を施したベルクロで大腿の下中 1/3 部、下腿の上中 1/3 部にしっかりと固定した。2 つのカフの基準点として用いるため、腓骨の長軸で膝裂隙と交差する点に赤外線マーカを貼付した。合計 11 個の赤外線マーカをサンプリング周波数 100Hz で測定した。

被験者は測定路の中心部で足踏みをし、ゆっくりと歩を緩め、自然な立位となったところで、静止立位の大腿と膝の位置を測定した。この静止立位時の前額矢状軸を y 軸、前額水平軸を z 軸、矢状水平軸を x 軸と定義し、大腿・下腿の局座標を求めた。それぞれ上方、外側、前方を + とした。

被験者には、加速路 1.5m、測定路 2m、減速路 1.5m の歩行路を自然な速度で歩くように指示し、十分慣れたところで 2 回測定した。

測定終了後、静止立位の計測値を基に剛体モデルを作成し、大腿の局座標を基準に下腿の局座標に変換し、すなわち大腿に対する下腿の前後移動、側方移動、上下移動、内反・外反角、内旋・外旋角を求めた。この測定を 2 回実施した際の級内相関は、前方移動 0.950、後方移動 0.931、内側移動 0.883、外側移動 0.805、内反角 0.738、外反角 0.763、内旋角 0.860、外旋角 0.864 であり、高い再現性が確認された。

### 転倒経験

聞き取り調査により、過去 1 年間の転倒経験、転倒回数、転倒による受傷の有無を聴取し、追跡調査における転倒経験の有無は、2 回実施した調査のいずれかで複数回転倒を経験している者、いずれの調査でも転倒している者を転倒有りと定義した。

### 運動機能検査

膝伸展筋力、開眼片足立ち時間、歩行速度、Timed Up & Go 時間 (以下、TUG とする) を測定した。

膝伸展筋力は、被験者に十分な高さのある椅子で端座位姿勢をとらせ、下腿部を下垂させ膝関節を 90 度屈曲させた開始姿勢で、等尺性最大膝関節伸展筋力を測定した。測定には、膝関節の角度、測定位置を自由に変えることのできる専用のフレームに力量計 (IsoforceGT610S: OG 技研社製) を固定した装置を用いた。さらに、関節裂隙から脛骨長軸上で筋力測定器の中央までの距離 (下腿長) をメジャーにて測定した。被験者には「ぐっと力を入れて、もっともっと」と声をかけ、最大筋力が発揮できるようにした。測定は十分な休憩を挟んで 2 回行い、長い方を測定値とした。得られた測定値は、下腿長を乗じて膝伸展トルク (Nm) に換算した。



開眼片足立ち時間は、60cm 先の指標を注視させ、60 秒間片足で立ち続けるように指示した。足の挙げ方は自由だが、挙げた足を支持脚に接触させないこととした。2 回測定し、最大値のみを採用した。

歩行時間は加速路 3m、減速路 3m を設けた歩行路の中間 10m に要した時間をストップウォッチで計測した。通常歩行時間では、被験者に「いつも歩いている速さで歩いてください」と指示し、1 回測定した。最大歩行時間では、「できるだけ速く歩いてください」と指示し、2 回測定のうち短い方を測定値とした。

TUG 時間は、40cm の肘なし椅子から立ち上がり、3m 先の指標を回って戻ってくるまでの時間を測定した。測定は動作開始から、臀部が椅子に接触するまでの時間とした。十分な練習の後、2 回測定しいずれか速い方を測定値とした。

### 3. 倫理的配慮

この研究は、厚生労働省の疫学研究に関する倫理指針に則り計画し、東京都健康長寿医療センター研究所の倫理委員会の承認を得て行った。被験者は、調査内容の説明を受け、十分な質問の機会を得たうえで承諾し、書面により研究参加に同意した。

### 4. 統計解析

転倒の有無を従属変数、関節の動揺性・運動機能を独立変数とした二項ロジスティック回帰分析を用いた。変数の選択には尤度比を用いた変数減少法を用いた。統計解析には IBM SPSS Statistics Version 22.0.0J を用い、有意水準は 5%未満とした。

### C. 研究結果

ベースライン調査では 132 名に 1 回を含む

転倒経験があり、追跡調査では 89 名に複数回の転倒経験があった。このうち 49 名(6.4%)は、追跡調査で新規に複数回の転倒を経験したものであった。

表 3. 転倒経験の有無

	追跡調査(複数転倒)		合計	
	あり	なし		
ベースライン調査 (転倒経験)	あり	40	92	132
	なし	49	582	631
合計		89	674	763

膝関節動揺性は、最大上方移動量で転倒経験なしが転倒ありに比較して小さく、最大屈曲角で大きかった(表 4、 $p<.05$ )。

運動機能は、膝伸展トルクを除き全てで転倒経験による差を認めた(表 5、 $p<.05$ )

ロジスティック回帰分析の結果、最大上方移動( $p=.099$ )、最大屈曲角( $p=.006$ )、開眼片足立ち時間( $p=.014$ )が独立した因子として残った(表 6)。しかし Cox-Snell、Nagalkerke の  $R^2$  はそれぞれ 0.30、0.59 とモデルの適合度は低かった。

表 4. ベースライン調査時の膝関節動揺性とその後 2 年間の複数転倒経験の差

	2年間の複数転倒経験						p<.05
	あり			なし			
	平均値	標準偏差	N	平均値	標準偏差	N	
最大前方移動(前方+)	8.0	16.3	85	9.7	14.3	665	
最大後方移動(後方-)	-15.9	12.4	85	-16.3	10.8	665	
最大上方移動(上方+)	2.6	13.4	85	-0.3	12.0	665 *	
最大下方移動(下方-)	-19.7	13.9	85	-22.9	14.8	665	
最大内側移動(内側+)	2.2	3.7	85	1.8	5.3	665	
最大外側移動(外側-)	-7.9	8.1	85	-8.4	4.4	665	
最大屈曲角(屈曲+)	51.2	9.7	85	54.7	7.5	665 *	
最大伸展角(伸展+)	-2.8	5.2	85	-2.3	4.6	665	
最大内旋角(内旋-)	-5.7	4.7	85	-5.1	4.4	665	
最大外旋角(外旋+)	4.8	4.0	85	5.3	4.0	665	
最大内反角(内反-)	-6.9	4.1	85	-7.5	4.0	665	
最大外反角(外反+)	5.3	4.1	85	5.1	4.3	665	

表 5. ベースライン調査時の運動機能とその後 2 年間の複数転倒経験

	2年間の複数転倒経験						p<.05
	あり			なし			
	平均値	標準偏差	N	平均値	標準偏差	N	
開眼片足立ち時間(秒)	32.7	25.2	88	42.0	22.5	670 *	
10m通常歩行時間(秒)	8.1	2.1	88	7.5	1.7	672 *	
10m最大歩行時間(秒)	6.0	1.7	86	5.6	1.3	663 *	
TUG(秒)	7.1	3.6	86	6.3	1.7	664 *	
膝伸展トルク(Nm)	67.5	25.9	86	69.5	25.4	663	

表 6. ロジスティック回帰分析により採択されたモデル

	B	標準偏差	Wald	df	有意確率	Exp(B)
最大上方移動	-0.014	0.009	2.722	1	0.099	0.986
最大屈曲角	0.039	0.014	7.686	1	0.006	1.040
開眼片足立ち時間	0.013	0.005	6.037	1	0.014	1.013
定数	-0.465	0.716	0.422	1	0.516	0.628

#### D. 考察

本研究では、膝関節動揺性がその後の転倒に独立して影響を及ぼしているのかどうかを検討する事を目的にコホート調査のデータを用い多重ロジスティック回帰分析を行った。

その結果、モデルの適合度は低いもののベースライン調査での関節動揺性はモデルに投入した 2 変数ともその後の転倒と独立して関連する要因として抽出された。また、その p 値はこれまで転倒の関連で良く報告されている片足立ち時間より高く、その関与は決して小さいものではないことが分かる。とはいえ、重回帰分析の寄与率に相当する Cox-Snell の R<sup>2</sup>、Nagalkerke の R<sup>2</sup> ともに低く、転倒を予測するには不十分であることも分かった。そもそも転倒は身体機能以外に、社会的機能、環境要因といった複合要因によってもたらされる現象であり、身体機能単独の寄与率は低い。特に、要支援高齢者など虚弱な高齢者を含まないコホートではこの傾向は顕著である。このような中においても、この関節の動揺性に関わる変数が抽出されたことは、これまで関節の動揺性が転倒の要因として議論されることはなかったが、重要な要素である事を認識すべきである。

ところで、この因果関係は新規の転倒の相関を認め、因果関係があると考えられた。また、この関係は仮説に反し、関節動揺性が少ない者の方が、転倒し易い結果であった。これは関節動揺性の代償によって説明される。Andriacci (1990) らは、膝前十字靭帯損傷患者に歩行の運動力学を変化させることによって膝関節の安定性を高める代償行動がある事を報告している。また、このような例では冗長性がなくなることも観察されている。今回の例も不安定な膝関節の動きを運動力学的な代償によって少なくしたものと考えられる。このような場合、相対的に関節からの入力は減り、すなわち足を棒足のように固めてしまうことによって、動揺を抑えようとするために、関節の入力はもはや必要がなくなってしまふことによって、仮説とは逆の動揺性が少ない方が転倒が多い結果となったと考えられる。いずれにしても、関節の動揺性の異常と転倒発生との間に明確な関連を認めたことは、従来の研究で指摘されておらず画期的であり、地域在住高齢者の転倒リスクの早期発見に関節を固めて冗長性を下げて歩くような歩容が見られるかといったような視点を取り入れることが有用であるのではないかと考えられる。

さて、リズムアシスト機能と今回の知見の関連であるが、歩行は生理学的に一種のリズムジェネレータにより生成されていると仮説されている。すなわち、中枢神経、末梢神経、筋、腱がシステムとなって構成されることによって、律動的なリズムを作り出していると考えられる。これまでこれを証明する解剖学的な中枢機能は発見されていなかったが、近年、リズム生成機能 (Guertin PA, 2012) が下部脊柱までの至る所に存在することが報告されており、このリズム生成機能の加齢による不調が転倒の一因となると考えられる。このリズム生成機能はシステムとして存在するも

のであり、システムを構成する要素の減少は歩行の安定性を低める。すなわち単純なシステムは外乱を吸収する機能を持ちにくい複雑なシステムになればなるほど、不意の外乱を吸収できる。高齢期ではこのシステムが単純化する事によって転倒しやすくなっているものと考えられる。今回の知見は、このシステムの主要な構成要素である関節の感覚器入力低下が転倒の発生に影響を与えることを示すものである。本研究で開発された装置によって、高齢期に破綻しがちなリズムを補助することが出来れば、歩行の安定性が高まると考えられる。このような事から、本研究はリズムアシストによる転倒予防へ有用性を示唆すると考えている。

#### E . 結論

膝関節の動揺性は転倒との関連性が見られ、歩行リズム生成機構の一部の破綻が転倒を引き起こすことが明らかとなった。介護予防機器としてのリズムアシスト機器は有用である事が示唆された。

#### F . 研究発表

##### 3. 論文発表

Kojima N, Kim H, Saito K, Yoshida H, Yoshida Y, Hirano H, Obuchi S, Shimada H, Suzuki T. Association of knee-extension strength with instrumental activities of daily living in community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int*, (in press).

稲葉康子, 大淵修一, 新井武志, 柴喜崇, 岡浩一郎, 渡辺修一郎, 木村憲, 長澤弘. 地域在住高齢者に対する運動介入が1年後の運動行動に与える影響 ランダム化比較試験. *日老医*

雑, 50(6): 788-796, 2013.

##### 4. 学会発表

大淵修一. 歩行時の膝動揺性と JKOM 得点との関係. 第 48 回日本理学療法学会, 愛知, 2013 年 5 月 24-26 日.

新井武志, 大淵修一, 小島成実, 河合恒. 介護予防の 2 次予防事業参加者の身体機能と健康関連 QOL などの精神心理的評価との関連. 第 48 回日本理学療法学会, 愛知, 2013 年 5 月 24-26 日.

河合恒, 大淵修一, 光武誠吾, 吉田英世, 平野浩彦, 小島基永, 藤原佳典, 井原一成. 超音波画像による大腿前面筋エコー強度と運動器の機能低下リスクとの関係. 第 48 回日本理学療法学会, 愛知, 2013 年 5 月 24-26 日.

新井武志, 大淵修一, 小島成実, 河合恒. 運動器の機能向上プログラムが地域在住虚弱高齢者の精神心理面に及ぼす効果について. 第 72 回日本公衆衛生学会総会, 三重, 2013 年 10 月 23-25 日.

G . 知的財産権の出願・登録状況 ( 予定を含む )

##### 7. 特許取得

なし

##### 8. 実用新案登録

なし

##### 9. その他

なし

分担研究報告書

超音波法による踵骨の骨質定量法からみた二次予防事業対象者のリスク評価

分担研究者 吉田 英世

東京都健康長寿医療センター研究所 研究部長

研究要旨 後期高齢者とりわけ高齢女性では、身体の虚弱化に伴い要介護状態への増加が認められている。そこで、本研究の目的は、この要介護化につながる可能性が高い介護予防事業における二次予防事業対象者のリスクを測る指標として超音波法による踵骨骨量を採り上げ、その評価を試みた。

対象者は、2013年10月に介護予防を目指した包括的健康調査（お達者健診）を受診した東京都板橋区在住の高齢者（65～86歳）791名である。このうち、要介護認定を受けたことがない743名（男性；326名、女性；417名）を解析対象とした。そして、男女別に骨量（SOS: speed of sound〔超音波伝播速度〕）と「二次事業予防対象者」および、その選定基準に用いられる「運動器」、「栄養」、「口腔機能」の3点との関係も解析した。その結果、骨量4分位群別の「二次予防事業対象者」のオッズ比は、男性のQ1群（骨量；低値）のオッズ比は1.69倍（参照値；Q4群（骨量；高値））と高かったが有意ではなかった。同様に、女性のQ1群（骨量；低値）のオッズ比は2.85倍（参照値；同）と有意に高かった。また、女性では、「口腔機能（該当者）」においても、Q1群（骨量；低値）のオッズ比は3.18倍（参照値；Q4群（骨量；高値））と有意に高かった

以上より、特に高齢女性においては、低骨量になるほど、「二次事業予防対象者」に繋がるリスクが高いことが示された。

「二次予防事業対象者」のリスク評価に、超音波法による踵骨骨量を採り上げ、その関連性を探ることである。

A．研究目的

後期高齢者とりわけ高齢女性では、身体の虚弱化に伴い要介護状態への増加が認められている。その背景としては、高齢女性における骨粗鬆症や筋肉虚弱症（サルコペニア）等の運動器疾患の顕在化があり、これまでも骨量低下（骨粗鬆症）と生活機能低下は指摘されている。

そこで、本研究の目的は、この要介護化のリスクの高いとされる地域支援事業のひとつである介護予防事業における

B．研究方法

1．対象者

2013年10月7～18日（このうち11日間）に、東京都板橋区在住の高齢者（65～84歳）対象に、介護予防を目指した包括的健康調査（お達者健診；第5次コホート）を実施した。本調査は、2011年（初回調査）より縦断的に実施している研究

調査である。

健診受診者は、791名（男性；340名、女性；451名）で、受診開始年別の内訳は、2011年新規受診者（67～86歳；男女）；457名、2012年新規受診者（66～85歳；男女）；154名、2013年新規受診者（65～84歳；男女）；180名であった。受診者の平均年齢（±標準偏差）は、男性は、73.7±5.9歳、女性は、73.4±5.4歳であった。

## 2．調査項目

当健診における測定・調査項目は、以下のとおりである。

- 自記調査(基本チェックリスト、SF-8)
- 身体計測(身長、体重、体組成)
- 血圧測定・問診(既往症、要介護度)
- 運動機能測定(筋力(握力、膝伸展力)、筋厚、歩行(骨盤加速度)、開眼片足立ち、膝関節動揺性、姿勢)
- 骨量測定(踵骨部；超音波法 CM-200)
- 歯科診査(歯数、咬合力、咬筋厚、唾液分泌量など)
- 血液検査(血清アルブミン、血算など)
- 面接聞き取り調査(健康度自己評価、日常生活動作能力、老研式活動能力指標、要介護の認定の有無、転倒・骨折歴、運動習慣、うつ、認知機能(MMSE))
- 聴力検査
- 栄養調査(食物摂取頻度調査；FFQ g)

## 3．解析方法

すでに要介護認定を受けたことのある者48名（男性；14名、女性；34名）を除いた743名（男性；326名、女性；417名）を二次予防事業の対象とした。

次に、男女別に、骨量（SOS；speed of sound〔超音波伝播速度〕）と二次予防事業対象者との関係を探るために、ロジスティックモデルにより、従属変数に二次予防事業対象者の有無、独立変数には、骨量（SOS）の4分位カテゴリー値と年齢を用いた。男女ごとの4分位カテゴリー値を以下に示す。

### 【男性】

- Q1群（低値）；～1471cm/sec
- Q2群（やや低値）；1472～1487cm/sec
- Q3群（やや高値）；1488～1509cm/sec
- Q4群（高値）；1510～cm/sec

### 【女性】

- Q1群（低値）；～1466cm/sec
- Q2群（やや低値）；1467～1476cm/sec
- Q3群（やや高値）；1477～1492cm/sec
- Q4群（同）；1493～cm/sec

さらに、二次予防事業対象者を決定する際の基準として用いられる運動器（問6～10までのうち3項目以上該当）、栄養（問11、12の2項目該当）、口腔機能（問13～15までのうち2項目以上該当）について、それぞれの該当の有無を従属変数にして、前述と同様の解析を行った。

### （倫理面への配慮）

調査参加者の個人情報保護のために、データには個人名はなく、データ解析用に設定された番号のみを用いてデータの連結ならびに統計解析を行った。

## C．研究結果

1．性・年齢階級別の二次予防事業対象者数（率）および運動器、栄養、口腔機能の各該当者数（率）

二次予防事業対象率は女性が男性よりも高く、男女ともに年齢階級が上がるに従って対象率が高くなり、特に75歳以上では、男性は20%を超え、女性は約30%と高率であった。

運動器の該当率も女性が男性よりも高く、男女ともに年齢階級が上がるに従って高くなり、男性は80歳以上、女性は75歳以上で15%を超えていた。

栄養の該当率は、該当者数が他の項目に比べて極めて少ないため、比較検討することが困難であるが、女性が男性よりも該当率が高かった。

口腔機能の該当率は、他の項目に比べて男女差や年齢差は小さいが、女性が男性よりも高く、年齢階級が上がるにつれて該当率は高かった(表1-1~4)。

2. 骨量4分位別の二次予防事業対象者数(率)および運動器、栄養、口腔機能の各該当者数(率)およびオッズ比

・・・表2-1~表2-4(男性)

・・・表3-1~表3-4(女性)

4分位群別(Q1群→Q4群)に分けた二次予防事業対象者は、男性においてQ1群は19名(23.8%)、女性は33名(33.0%)と他の群に比べて高かった。さらに、男性におけるQ1群のオッズ比(対;Q4群)は、1.69倍で有意に高くはなかったが、女性におけるQ1群のオッズ比(同)は2.85倍、Q2群(同)のオッズ比は2.46倍といずれも有意に高かった( $p<0.01$ )。

運動器(該当)者数は、男性ではQ1群10名(12.5%)、女性は14名(14.0%)と他の群よりも高くなっているが、Q1のオッズ比(対;Q4)は男性2.84倍、女

性1.48倍で、有意に高くはなかった。

栄養(該当)者数は、男女とも該当者数が少ないが、女性でQ1群6名(6.0%)と他の群に比べかなり高かった。

口腔機能(該当)者数は、男性は14名(17.5%)、女性は21名(21.0%)と他の群よりも高かった。また、男性におけるQ1群のオッズ比(対;Q4群)は、1.35倍で有意に高くはなかったが、女性ではQ1群のオッズ比(同)は、3.18倍と有意に高かった( $p<0.01$ )。

#### D. 考察

平成22年国民生活基礎調査によれば、介護が必要になった主な原因のうち、女性では「高齢による衰弱」が15.3%、「関節疾患」の14.1%、「転倒・骨折」が11.7%で、これら「筋・骨格系の疾患や症状」による原因は41.1%にも及び、これらの原因はいわゆる骨粗鬆症や筋肉減少症の範疇に含まれるものである。

一方、超音波法によって測定された踵骨骨量(SOS)は、骨構造やハイドロキシアパタイトの結晶配向と密接な関係があることが明らかとなっており骨質を反映していると言われている。平成23年度の本研究班の報告にて、特に女性においては踵骨骨量(SOS)が要介護化の危険度を鋭敏に反映していることを明らかにした。今回、要介護に繋がる可能性が高い二次予防事業対象者においても同様の結果が得られたことは、その関連性が一連のものであることを示している。

本研究の結果から、介護予防事業において、特に高齢女性では、踵骨骨量測定が二次予防事業対象者をスクリーニング

する方法としての有用である可能性が示唆されたといえる。

#### E . 結論

地域在住高齢者を対象に、超音波によって測定された踵骨骨量（SOS）による介護予防事業における二次予防事業対象者のリスク評価を検証した結果、特に高齢女性においては、低骨量になるほど二次予防事業対象者に該当する危険性が高くなることが示された。一方で、高齢男性は、踵骨骨量（SOS）による二次予防事業対象者のリスク評価はあまり適してはいなかった。

#### F . 研究発表

##### 5. 論文発表

Kojima N, Kim H, Saito K, Yoshida H, Yoshida Y, Hirano H, Obuchi S, Shimada H, Suzuki T. Association of knee-extension strength with instrumental activities of daily living in community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int*, (in press).

Kim H, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kojima N, Kim M, Sudo M, Yamashiro Y, Tokimitsu I. Effects of exercise and tea catechins on muscle mass, strength and walking ability in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int*, 13: 458-465, 2013.

Yoshida Y, Iwasa H, Kumagai S, Suzuki T, Yoshida H. Limited functional health literacy, health information sources, and

health behavior among community-dwelling older adults in Japan. *ISRN Geriatrics*, (in press).

Yoshimura N, Akune T, Fujiwara S, Shimizu Y, Yoshida H, Omori G, Sudo A, Nishiwaki Y, Yoshida M, Shimokata H, Suzuki T, Muraki S, Oka H, Nakamura K. Prevalence of knee pain, lumbar pain and its coexistence in Japanese men and women: The Longitudinal Cohorts of Motor System Organ (LOCOMO) study. *J Bone Miner Metab*, (in press).

金憲経, 鈴木隆雄, 吉田英世, 島田裕之, 山城由華吏, 須藤元喜, 仁木佳文. 都市部在住高齢女性の膝痛、尿失禁、転倒に関連する歩行要因. *日老医誌*, 50(4), 528-535, 2013.

Iwasa H, Kai I, Yoshida Y, Suzuki T, Kim H, Yoshida H. Global cognition and 8-year survival among Japanese community-dwelling older adults. *Int J Geriatr Psychiatry*, 28: 841-849, 2013.

Kim H, Suzuki T, Saito K, Kim M, Kojima N, Ishizaki T, Yamashiro Y, Hosoi E, Yoshida H. Effectiveness of exercise with or without thermal therapy for community-dwelling elderly Japanese women with non-specific knee pain: A randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr*, 57: 352-359, 2013.

Kim H, Yoshida H, Suzuki T. Falls and

fractures in participants and excluded non-participants of a fall prevention exercise program for elderly women with a history of falls: 1-year follow-up study. Geriatr Gerontol Int, (in press).

なし

12. その他

なし

Kim H, Yoshida H, Hu X, Saito K, Yoshida Y, Kim M, Hirano H, Kojima N, Hosoi E, Suzuki T. Association between self-reported urinary incontinence and musculoskeletal conditions in community-dwelling elderly women: A cross-sectional study. Neurourol Urodyn, (in press).

6. 学会発表

吉田英世、金憲経、小島成実、吉田祐子、齋藤京子、金美芝、平野浩彦、岩佐一、島田裕之、鈴木隆雄. 地域在住高齢者の基礎的運動能力からみた要介護化の危険因子の検討. 第72回日本公衆衛生学会総会, 三重, 2013年10月23-25日.

河合恒、大淵修一、光武誠吾、吉田英世、平野浩彦、小島基永、藤原佳典、井原一成. 超音波画像による大腿前面筋エコー強度と運動器の機能低下リスクとの関係. 第48回日本理学療法学会大会, 愛知, 2013年5月24-26日.

G. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

10. 特許取得

なし

11. 実用新案登録



表1-1 二次予防事業対象者(性・年齢階級別)

年齢階級	男 性				女 性				
	対象者(+)		対象者(-)		対象者(+)		対象者(-)		計
65～69歳	13	14.8%	75	85.2%	22	18.5%	97	81.5%	119
70～74歳	15	15.2%	84	84.8%	30	22.2%	105	77.8%	135
75～79歳	16	21.1%	60	78.9%	35	29.9%	82	70.1%	117
80～86歳	17	27.4%	45	72.6%	14	31.1%	31	68.9%	45
全体	61	18.8%	264	81.2%	101	24.3%	315	75.7%	416

表1-2 運動器該当者(性・年齢階級別)

年齢階級	男 性				女 性				
	該当者(+)		該当者(-)		該当者(+)		該当者(-)		計
65～69歳	4	4.5%	84	95.5%	4	3.4%	115	96.6%	119
70～74歳	6	6.1%	93	93.9%	14	10.4%	121	89.6%	135
75～79歳	8	10.4%	69	89.6%	20	16.9%	98	83.1%	118
80～86歳	10	16.4%	51	83.6%	8	17.8%	37	82.2%	45
全体	28	8.6%	297	91.4%	46	11.0%	371	89.0%	417

表1-3 栄養該当者(性・年齢階級別)

年齢階級	男 性				女 性				
	該当者(+)		該当者(-)		該当者(+)		該当者(-)		計
65～69歳	0	0.0%	88	100.0%	2	1.7%	117	98.3%	119
70～74歳	1	1.0%	97	99.0%	3	2.2%	132	97.8%	135
75～79歳	0	0.0%	77	100.0%	2	1.7%	116	98.3%	118
80～86歳	1	1.6%	61	98.4%	2	4.4%	43	95.6%	45
全体	2	0.6%	323	99.4%	9	2.2%	408	97.8%	417

表1-4 口腔機能該当者(性・年齢階級別)

年齢階級	男 性				女 性				
	該当者(+)		該当者(-)		該当者(+)		該当者(-)		計
65～69歳	11	12.5%	77	87.5%	16	13.4%	103	86.6%	119
70～74歳	8	8.1%	91	91.9%	18	13.3%	117	86.7%	135
75～79歳	12	15.8%	64	84.2%	20	17.1%	97	82.9%	117
80～86歳	11	17.7%	51	82.3%	8	17.8%	37	82.2%	45
全体	42	12.9%	283	87.1%	62	14.9%	354	85.1%	416

表2 - 1 骨量4分位別の二次予防事業対象者数(男性)

男性		二次予防事業						
骨量(SOS)		対象者(+)		対象者(-)	計	オッズ比	95%信頼区間	有意確率
Q1;	~1471	19	23.8%	61	76.3%	80	1.69 ( 0.73 ~ 3.91 )	0.22
Q2;	1472~1487	16	19.3%	67	80.7%	83	1.37 ( 0.59 ~ 3.21 )	0.47
Q3;	1488~1509	15	19.5%	62	80.5%	77	1.62 ( 0.69 ~ 3.81 )	0.27
Q4;	1510~	11	13.1%	73	86.9%	84	0.00	
全体		61	18.8%	263	81.2%	324	年齢調整済 オッズ比	

表2 - 2 骨量4分位別の運動器(該当)者数(男性)

男性		運動器(3項目以上該当)						
骨量(SOS)		該当(+)		該当(-)	計	オッズ比	95%信頼区間	有意確率
Q1;	~1471	10	12.5%	70	87.5%	80	2.84 ( 0.74 ~ 11.01 )	0.13
Q2;	1472~1487	8	9.5%	76	90.5%	84	2.25 ( 0.56 ~ 8.97 )	0.25
Q3;	1488~1509	7	9.2%	69	90.8%	76	2.88 ( 0.71 ~ 11.71 )	0.14
Q4;	1510~	3	3.6%	81	96.4%	84	1.00 ( ~ )	
全体		28	8.6%	296	91.4%	324	年齢調整済 オッズ比	

表2 - 3 骨量4分位別の栄養(該当)者数(男性)

男性		栄養(2項目該当)						
骨量(SOS)		該当(+)		該当(-)	計	オッズ比	95%信頼区間	有意確率
Q1;	~1471	1	1.3%	79	98.8%	80	- ( - ~ - )	-
Q2;	1472~1487	0	0.0%	83	100.0%	83	- ( - ~ - )	-
Q3;	1488~1509	1	1.3%	76	98.7%	77	- ( - ~ - )	-
Q4;	1510~	0	0.0%	84	100.0%	84	- ( - ~ - )	-
全体		2	0.6%	322	99.4%	324	年齢調整済 オッズ比	

表2 - 4 骨量4分位別の口腔機能(該当)者数(男性)

男性		口腔機能(2項目以上該当)						
骨量(SOS)		該当(+)		該当(-)	計	オッズ比	95%信頼区間	有意確率
Q1;	~1471	14	17.5%	66	82.5%	80	1.35 ( 0.55 ~ 3.33 )	0.51
Q2;	1472~1487	9	10.8%	74	89.2%	83	0.81 ( 0.31 ~ 2.13 )	0.66
Q3;	1488~1509	9	11.7%	68	88.3%	77	0.98 ( 0.37 ~ 2.56 )	0.96
Q4;	1510~	10	11.9%	74	88.1%	84	1.00	
全体		42	13.0%	282	87.0%	324	年齢調整済 オッズ比	

表2 - 1 骨量4分位別の二次予防事業対象者数(男性)

男性		二次予防事業						
骨量(SOS)		対象者(+)		対象者(-)	計	オッズ比	95%信頼区間	有意確率
Q1; ~1471	19	23.8%	61	76.3%	80	1.69	( 0.73 ~ 3.91 )	0.22
Q2; 1472~1487	16	19.3%	67	80.7%	83	1.37	( 0.59 ~ 3.21 )	0.47
Q3; 1488~1509	15	19.5%	62	80.5%	77	1.62	( 0.69 ~ 3.81 )	0.27
Q4; 1510~	11	13.1%	73	86.9%	84	0.00		
全体	61	18.8%	263	81.2%	324	年齢調整済 オッズ比		

表2 - 2 骨量4分位別の運動器(該当)者数(男性)

男性		運動器(3項目以上該当)						
骨量(SOS)		該当(+)		該当(-)	計	オッズ比	95%信頼区間	有意確率
Q1; ~1471	10	12.5%	70	87.5%	80	2.84	( 0.74 ~ 11.01 )	0.13
Q2; 1472~1487	8	9.5%	76	90.5%	84	2.25	( 0.56 ~ 8.97 )	0.25
Q3; 1488~1509	7	9.2%	69	90.8%	76	2.88	( 0.71 ~ 11.71 )	0.14
Q4; 1510~	3	3.6%	81	96.4%	84	1.00	( ~ )	
全体	28	8.6%	296	91.4%	324	年齢調整済 オッズ比		

表2 - 3 骨量4分位別の栄養(該当)者数(男性)

男性		栄養(2項目該当)						
骨量(SOS)		該当(+)		該当(-)	計	オッズ比	95%信頼区間	有意確率
Q1; ~1471	1	1.3%	79	98.8%	80	-	( - ~ - )	-
Q2; 1472~1487	0	0.0%	83	100.0%	83	-	( - ~ - )	-
Q3; 1488~1509	1	1.3%	76	98.7%	77	-	( - ~ - )	-
Q4; 1510~	0	0.0%	84	100.0%	84	-	( - ~ - )	-
全体	2	0.6%	322	99.4%	324	年齢調整済 オッズ比		

表2 - 4 骨量4分位別の口腔機能(該当)者数(男性)

男性		口腔機能(2項目以上該当)						
骨量(SOS)		該当(+)		該当(-)	計	オッズ比	95%信頼区間	有意確率
Q1; ~1471	14	17.5%	66	82.5%	80	1.35	( 0.55 ~ 3.33 )	0.51
Q2; 1472~1487	9	10.8%	74	89.2%	83	0.81	( 0.31 ~ 2.13 )	0.66
Q3; 1488~1509	9	11.7%	68	88.3%	77	0.98	( 0.37 ~ 2.56 )	0.96
Q4; 1510~	10	11.9%	74	88.1%	84	1.00		
全体	42	13.0%	282	87.0%	324	年齢調整済 オッズ比		

分担研究報告書

地域在住後期サルコペニア高齢者の特徴及び要介護状態について

分担研究者 金 憲経

東京都健康長寿医療センター研究所 研究副部長

研究要旨 地域在住後期高齢者におけるサルコペニア有症率は 35.6% (サルコペニア 26.5%、重症サルコペニア 9.1%) であった。重症サルコペニアはサルコペニアより転倒 (サルコペニア OR=2.38、95%CI=1.41-4.01、重症サルコペニア OR=4.09、95%CI=2.04-8.23)、変形性膝関節症 (サルコペニア OR=1.01、95%CI=0.65-1.58、重症サルコペニア OR=2.67、95%CI=1.42-5.02)、IADL 障害 (サルコペニア OR=2.49、95%CI=0.79-7.87、重症サルコペニア OR=11.32、95%CI=3.72-34.40) の危険性が高いことを確認した。介護認定者の分布は、正常群 (要支援 83.9%、要介護 16.1%)、サルコペニア群 (要支援 75.8%、要介護 24.2%)、重症サルコペニア群 (要支援 62.5%、要介護 37.5%) と重症サルコペニア群で要介護認定率が高いことから、重症サルコペニア予防策の確立が介護予防において今後の重要な課題といえる。

A . 研究目的

地域在住後期サルコペニア高齢者における老年症候群の有症状況、体力の特徴、要介護状態について検討した。

B . 研究方法

平成 24 年度大都市部在住高齢女性 575 人を対象に包括的検診を実施し、身長、体重、血圧、聞き取り調査 (健康度自己評価、過去 1 年間の転倒、転倒恐怖感、骨折歴、外出頻度、生活機能、運動習慣、社会活動、痛み、既往歴等) 体力 (筋力、歩行機能、バランス能力)、身体組成 (DXA 法による体脂肪率、筋肉量、骨密度)、血液成分 (アルブミン、コレステロール、クレアチニン、HbA1c、ヘモ

グロビン等) のデータを収集した。

サルコペニアの選定基準: 骨格筋量減少、筋力低下、歩行速度低下を用いて、サルコペニア (骨格筋量減少+筋力低下あるいは骨格筋量減少+歩行速度低下)、重症サルコペニア (骨格筋量減少+筋力低下+歩行速度低下) に分類した。

(倫理面への配慮)

本研究のプロトコルは東京都健康長寿医療センター倫理委員会の承諾を得た。また、健診参加者には個別に調査目的、調査内容、個人情報の管理、調査結果の活用、結果のフィードバックなどについて詳細に説明し、調査への参加を自ら選択するように説明すると共に自筆の承諾書を得た上で実施した。

## C . 研究結果

サルコペニア有症率は 35.6% (サルコペニア 26.5%、重症サルコペニア 9.1%)であった。正常群、サルコペニア群、重症サルコペニア群を比較したところ、重症サルコペニア群は筋量が少なく、下腿三頭筋囲が細く、握力や膝伸展力の衰え、歩行速度の低下が確認された。正常群を基準としたときのサルコペニア、重症サルコペニアの転倒 (サルコペニア OR=2.38、95%CI=1.41-4.01、重症サルコペニア OR=4.09、95%CI=2.04-8.23) 変形性膝関節症 (サルコペニア OR=1.01、95%CI=0.65-1.58、重症サルコペニア OR=2.67、95%CI=1.42-5.02) IADL 障害 (サルコペニア OR=2.49、95%CI=0.79-7.87、重症サルコペニア OR=11.32、95%CI=3.72-34.40) のオッズ比を検討したところ、サルコペニアより重症サルコペニアの OR が高かった。

さらに、正常群とサルコペニア群における要介護申請の有無について、申請有は正常群 15.0%、サルコペニア群 32.2% ( $\chi^2=20.24$ 、 $P<0.001$ )とサルコペニア群で有意に高かった。申請後の要介護認定率は正常群 87.5%、サルコペニア群 98.3% ( $\chi^2=4.95$ 、 $P=0.026$ )であった。介護認定者の分布は、正常群 (要支援 83.9%、要介護 16.1%)、サルコペニア群 (要支援 75.8%、要介護 24.2%)、重症サルコペニア群 (要支援 62.5%、要介護 37.5%) と重症サルコペニア群で要介護認定率が高かった。

## D . 考察

今日まで、骨格筋量の減少に伴う筋力や歩行機能の低下を指す sarcopenia に焦点を当てた研究は数多く報告され、高齢者の健康長寿に様々な影響を及ぼすことが指摘されている。

さらに、European Working Group on Sarcopenia in Older People はサルコペニアの概念的段階を presarcopenia、sarcopenia、severe sarcopenia に分けて検討することを提案しているが、sarcopenia と severe sarcopenia の特徴や要介護状態について検討した研究は見当たらないのが現状である。

これらの背景を踏まえて、骨格筋量減少に伴う筋力の衰え、歩行速度の低下の段階をサルコペニアと重症サルコペニアに分けて検討したところ、転倒の危険性はサルコペニア OR=2.38、重症サルコペニア OR=4.09 と重症サルコペニアで高かった。一方、変形性膝関節症は重症サルコペニアで OR=2.67、IADL 障害は重症サルコペニアで OR=11.32 と有意に上昇していた。これらの結果より、重症サルコペニアで老年症候群の危険性が上昇することが確認された。

さらに、要介護認定率は重症サルコペニア群で 37.5%と高いことから、介護予防の観点から重症サルコペニア改善策の確立は大変重要であることが強く示唆された。

## E . 結論

地域在住後期高齢者におけるサルコペニア有症率は 35.6% (サルコペニア 26.5%、重症サルコペニア 9.1%)であった。重症サルコペニアはサルコペニアより転倒、変形性膝関節症、IADL 障害の危険性が高く、要介護認定率も高いことから、重症サルコペニア予防策の確立が、介護予防において今後の重要な課題といえる。

## F . 研究発表

### 7. 論文発表

Kim H, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kojima N,

Kim M, Sudo M, Yamashiro Y, Tokimitsu I. Effects of exercise and tea catechins on muscle mass, strength and walking ability in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int*, 13: 458-465, 2013.

Kim M, Kim H. Accuracy of segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis for whole-body and appendicular fat mass and lean soft tissue mass in frail women aged 75 years and older. *Eur J Clin Nutr*, 67: 395-400, 2013.

Sakurai R, Fujiwara Y, Saito K, Fukuya T, Kim MJ, Yasunaga M, Kim H, Ogawa K, Tanaka C, Tsunoda N, Muraki E, Suzuki K, Shinkai S, Watanabe S. Effects of a comprehensive intervention program including hot bathing, on overweight adults: A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int*, 13: 638-645, 2013.

金憲経, 鈴木隆雄, 吉田英世, 島田裕之, 山城由華吏, 須藤元喜, 仁木佳文: 都市部在住高齢女性の膝痛, 尿失禁, 転倒に関連する歩行要因. *日老医誌*, 50: 528-535, 2013.

Iwasa H, Kai I, Yoshida Y, Suzuki T, Kim H, Yoshida H. Global cognition and 8-year survival among Japanese community-dwelling older adults. *Int J Geriatr Psychiatry*, 28: 841-849, 2013.

須藤元喜, 山城由華吏, 上野加奈子, 金憲経. シート式圧力センサーを用いて計測した歩容左右差による年齢推定. *日生理人類会誌*, 18:

125-132, 2013.

金憲経. サルコペニア予防と健康増進. *Geriatr Med*, 51: 937-940, 2013.

Kim H, Suzuki T, Saito K, Kim M, Kojima N, Ishizaki T, Yamashiro Y, Hosoi E, Yoshida H. Effectiveness of exercise with or without thermal therapy for community-dwelling elderly Japanese women with non-specific knee pain: A randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr*, 57: 352-359, 2013.

金憲経. サルコペニアに対する運動・栄養による介入効果. *医学のあゆみ*, 248: 747-752, 2014.

Kim H, Yoshida H, Suzuki T. Falls and fractures in participants and excluded non-participants of a fall prevention exercise program for elderly women with a history of falls: 1-year follow-up study. *Geriatr Gerontol Int*, (in press).

Kim H, Yoshida H, Hu X, Saito K, Yoshida Y, Kim M, Hirano H, Kojima N, Hosoi E, Suzuki T. Association between self-reported urinary incontinence and musculoskeletal conditions in community-dwelling elderly women: A cross-sectional study. *Neurourol Urodyn*, (in press).

## 8. 学会発表

Kim H, Suzuki T, Saito K, Kojima N, Kim M, Yoshida Y, Hirano H, Yoshida H. Exercise and thermal therapy for community-dwelling Japanese elderly women with chronic knee pain:

A randomized controlled trial. 2012 American Geriatrics Society Annual Scientific Meeting, Seattle, WA, USA, 5.2-5, 2012.

Kim MJ, Kim H, Kojima N. Exploring Physical Activity Patterns on Body Composition Phenotypes of Sarcopenia and Obesity in Older Adults. The 59th annual meeting of American College of Sports Medicine, San Francisco, 5.28-6.2, 2012.

金憲経. サルコペニア・虚弱への介入研究 . 第 54 回日本老年医学会学術集会・総会 ,東京 , 6.28-30 , 2012 .

金憲経. 転倒予防と膝痛予防 . 第 155 回日本体力医学会関東地方会 , 横浜 , 7.7 , 2012 .

金憲経. 高齢者の元気長寿支援—廃用症候群の早期予防の視点から— 第 60 回日本教育医学会記念大会 , 茨城 , 8.25-26 , 2012 .

Kim H. Intervention for chronic knee pain in community-dwelling elderly Japanese women. The 4<sup>th</sup> Asian International Seminar for Geriatrics and Gerontology, Tokyo, Japan, 9.14, 2012.

Kim H. State of research on and tasks of public health organizations for the health of the elderly. International Symposium for Public Health, Seoul, Korea, 10.1, 2012.

Kim H, Yoshida H, Hu X, Saito K, Yoshida Y, Kim M, Kojima N, Hirano H, Suzuki T. Association between urinary incontinence and

pain in community-dwelling elderly women. 42<sup>nd</sup> Annual Meeting of the International Continence Society, Beijing, China, 10.15-19, 2012.

金憲経, 小島成実, 金美芝, 山城由華史, 須藤元喜, 吉田英世, 齋藤京子, 吉田祐子, 平野浩彦, 鈴木隆雄. 膝痛高齢者を対象に実施した運動及び温熱療法の効果検証 ( 1 ) —体力に及ぼす影響—. 第 71 回日本公衆衛生学会総会, 山口, 10.24-26, 2012.

小島成実, 金憲経, 金美芝, 山城由華史, 須藤元喜. 膝痛高齢者を対象に実施した運動及び温熱療法の効果検証 ( 2 ) —J K O Mによる評価—. 第 71 回日本公衆衛生学会総会, 山口, 10.24-26, 2012.

須藤元喜, 山城由華史, 小島成実, 金美芝, 金憲経. 膝痛高齢者を対象に実施した運動及び温熱療法の効果検証 ( 2 ) —歩行解析を中心に—. 第 71 回日本公衆衛生学会総会, 山口, 10.24-26, 2012.

G . 知的財産権の出願・登録状況  
( 予定を含む。)

4. 特許取得

なし

5. 実用新案登録

なし

6. その他

なし