

平成 27 年度 共同プロジェクト

産官学民連携に基づく大田区民参加型の運動プログラムと  
福祉用具の開発プロジェクト

Projects for the development of exercise program and welfare equipment working with Ota  
inhabitants

最終報告書

東京工科大学

医療保健学部 理学療法学科

研究代表者 日下さと美

楠本泰士 飛山義憲 忽那俊樹 土屋順子

## 目次

1.	事業の概要報告	P.3
2.	学術的成果について	P.6
3.	当初の共同プロジェクト提案書に対する到達点	P.7
4.	共同プロジェクト経費の使用明細表	P.8
5.	各プロジェクトの活動報告	P.10
	①大田区民と行う「段階的目標達成型運動プログラム」開発プロジェクト ：大田区健康効果大学の運営	
1.	研究背景	P.10
2.	研究目的	P.10
3.	対象と方法	P.10
4.	結果	P.15
	4-1 プログラム参加による短期的結果と考察	
	4-2 プログラム参加による長期的結果と考察	
5.	そのほか	P.17
6.	結語	P.17
	②大田区民と行う「段階的目標達成型運動プログラム」開発プロジェクト ：健常高齢者を理解するための臨床教育の場としての活用	
1.	研究背景	P.19
2.	研究目的	P.19
3.	対象学生と参加学生数	P.19
4.	健常高齢者を対象とした臨床教育実践の場としての具体的活動報告	
	4-1.講義で習得した内容や自主練習の成果を実践する場としての体力 測定会	P.20
	4-2.リスク管理マネジメント実践の場としての体力測定会	P.22
	4-3.高齢者とのコミュニケーション能力の強化の場としての通学型大田 区健康効果大学	P.23
	4-4.講義への参加を通して知識の向上をはかる場としての通学型大田区 健康効果大学	P.24
5.	結論	P.25
6.	課題	P.25

③大田区民と行う「福祉用具」開発プロジェクト	P.26
：タブレット式認知機能、老年症候群アンケート調査アプリの開発	
：段階的目標達成型プログラムに基づく公園開発をととしたアクティブラーニングの実践	
1. 研究背景	P.26
2. 研究目的	P.26
3. 研究対象	P.26
4. 研究期間	P.26
5. タブレットの操作性の検討	P.27
6. 結論	P.27
④大田区民と行う「福祉用具」開発プロジェクト	
：段階的目標達成型プログラムに基づく公園開発をととしたアクティブラーニングの実践	
1. 研究背景	P.28
2. 研究目的	P.29
3. 対象公園と活用のアイデアを考える対象学年とその方法	P.29
3-1. 蒲田一丁目公園の利用状況の調査と公園活用法の提案	
3-2. 呑川緑道沿い（対象公園6か所、約1.7km）と鶴木地区（対象公園8か所、約5.0km）の公園整備の提案	
4. 結論	P.30
6. 共同プロジェクト終了後の現状	P.31

## 1. 事業の概要報告

### <プロジェクト目的>

本プロジェクトは『産官学民連携に基づく大田区民参加型の運動プログラムと福祉用具の開発プロジェクト』として以下の要素を包含する新しい運動プログラムの開発と社会還元を目的に実施した（別添1）。

- 1) 高齢者や障害者の経験や意見を充分に取り入れた運動プログラム（民）
- 2) 運動療法の専門家が医科学的見地から助言を加えた運動プログラム（学）
- 3) 運動能力や障害の重症度に応じた目標設定が明確に示された運動プログラム
- 4) 運動を継続し習慣化させる仕掛けを包含した運動プログラム
- 5) 大田区民をはじめ広く社会に周知し広報する機能を備えたプログラム（官）

さらにこのプロジェクトを理学療法学科の学部教育にとりいれて Project Based Learning の実践を行うことも目的とした。

### <実施期間と実施内容>

実施期間：平成 27 年 9 月～平成 30 年 3 月

実施内容（別添 1）：以下のプロジェクトを実施した。

- ① 大田区民と行う「段階的目標達成運動プログラム」開発プロジェクト
  - 大田区健康効果大学の運営
  - 大田区健康効果大学で集積したデータに基づいた「健康寿命延伸に向けた 15 の体操」を開発
  - 理学療法学科学生を対象とした健常高齢者への理解促進と臨床能力向上の支援
- ② 大田区民と行う「福祉用具」開発プロジェクト
  - 認知機能と老年症候群の状態を測定できるタブレット用アプリの開発
  - 健康増進の推進を図る公園開発をとおしたアクティブラーニングの実践

### <主な研究参加者>

#### 理学療法学科

日下さと美、楠本泰士、忽那俊樹、土屋順子、飛山義憲

高橋哲也（退職 理学療法学科前学科長） 河方けい（退職） 西口周（退職）

#### コンピューターサイエンス学部

亀田弘之、喜多義弘

### <プロジェクト協力機関>

大田区福祉部高齢福祉課

### <使用したプロジェクト経費>

使用額 ￥7,323,360 円 (当初計画予算： 7,334,000 円)

### <プロジェクト成果概要>

#### 1) 学術的活動

(1)論文発表：以下の論文の詳細は学術的成果に示す。

学術論文（査読付き）英文 4 件

学術論文（査読付き）英文 under review 1 件（2018.06.05 現在）

(2)学会発表：以下の発表詳細は学術的成果の詳細に示す。

学会発表 4 件

#### 2) 教育面の成果：

(1)大田区健康効果大学運営への参加

- 理学療法学科 4 期、5 期、6 期の学生が参加をし、そのうち体力測定会には述べ人数 375 名、通学型講義には約 112 名が参加した。
- 大田区からの依頼に基づく大田区民生 100 周年イベント（H29.12.3）に学生 6 名が参加した。
- 平成 29 年度の内部障害系理学療法学実習ならびにリスク管理論の講義に体力測定会での測定実践やリスク管理マネジメントの実践をとり入れたほか、ゼミ活動を通して先輩から後輩に測定方法の申し送りなどがなされた。
- 学生主体で測定マニュアルが作成された。

(2)福祉用具の開発として健康増進を推進する公園開発を通してアクティブラーニングを実践した。

#### 3) 広報面への効果

- 大田区報に大田区健康効果大学への参加を募集する記事を 3 回掲載したことにより、当大学での活動は区民の関心に繋がり、大田区のケーブルテレビ（j:com）から 2 度にわたり取材を受けた。
- オープンキャンパスにて参加高校生や保護者から医療機関がないことへの不安に対する質問の回答の一つとして、健常高齢者の理解を他大学よりも行えることを説明することが可能になった。

### <研究の成果と残された課題>

- ① 学術活動：発表されている論文よりも対象数が少ないため査読にて必ず指摘される点である。今後、対象数の拡大を考える必要もある。
- ② 大田区民と行う「段階的目標達成運動プログラム」開発プロジェクト
  - 通学型参加者はコントロール群（定期的な体力測定会のみに参加した区民）と比べて骨

格筋量の増大などや動的バランス能力の改善を認めた。

- 受講期間の終了後は習得した知識は参加者の周囲に伝えられていく傾向だが、運動の継続は難しい傾向であった。
- 新カリキュラムが進行中、学生の臨床実習期間が旧カリキュラム実施時期よりも早期になっていることから、実施時期と教室確保を一層検討しなければならない。

③ 大田区民と行う「福祉用具」開発プロジェクト

- 認知機能や老年症候群を測定するタブレット式アプリを活用できる場の検討が必要である。

<今後の展開について>

- 平成30年度は介護予防の通いの場拡充事業の一部として大田区との契約締結を進めている（平成30年度7月末予定）。
- 上記では大田区内いこいの家での運動プログラムを利用する高齢者の運動測定データを管理することにより、学術的論文の対象者数の拡大を図ることが可能になる。

## 2 学術的成果について (別添 2)

### <論文発表(査読付き)>

- **Kusaka S**, Takahashi T, Hiyama Y, Kusumoto Y, Tsuchiya J, Umeda M. Thigh and calf circumference for the sarcopenia screening in community-dwelling elderly women . Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics (in press) .
- **Kusaka S**, Takahashi T, Hiyama Y, Kusumoto Y, Tsuchiya J, Umeda M. Large calf circumference indicates non-sarcopenia despite body mass . J Phys Ther Sci.2017; 29(11): 1925-1928.
- **Kusumoto Y**, Kita Y, Kusaka S, Hiyama Y, Tsuchiya J, Kutsuna T, Kameda H, Aida S, Umeda M, Takahashi T. 147. J Phys Ther Sci.2017; 29(12): 2100-2102.
- **Kutsuna T**, Hiyama Y, Kusaka S, Kusumoto Y, Tsuchiya J, Umeda M, Takahashi T. The Effect of Short-Term Health Promotion Intervention on Motor Function in Community-Dwelling Older Adults . Aging Clinical and Experimental Research (in press).

### <学会発表 (口述発表) >

- **Kusaka S**, Hiyama Y , Kusumoto Y, Tsuchiya J, Nishiguchi S, Takahashi T. Thigh circumference can be used as a simple screening tool for sarcopenia in community-dwelling elderly woman. The 52<sup>nd</sup> congress of Japanese Society of Physical Therapy : 2017.
- **日下さと美**, 高橋哲也, 飛山義典, 楠本泰士, 土屋順子, 西口周, 梅田勝. サルコペニアのスクリーニングに下腿周径を用いる場合は体脂肪率に留意する必要がある.第23日本心臓リハビリテーション学会学術集会 : 2017.
- **土屋順子**, 日下 さと美, 飛山義典, 楠本 泰士, 西口周, 高橋哲也. 地域在住後期高齢者における骨折リスクとサルコペニアの関連. 第52回日本理学療法学術大会 : 2017.
- 楠本泰士, 喜多義弘, 日下さと美, 飛山義憲, 土屋順子, 忽那俊樹, 亀田弘之 , 相田紗織, 高橋哲也. 地域在住高齢者におけるタブレット端末利用型調査法と質問紙調査法の差異. 第27回日本保健科学学会学術集会 : 2017.

## 3. 当初の共同プロジェクト提案書に対する到達点

プロジェクトの進行に従う目標達成の到達点を以下に示す (表1)。

表1 当初の共同プロジェクト提案書に対する到達点

計画	目的	到達点
<p>大田区民と行う「<u>段階的目標達成型運動プログラム</u>」開発プロジェクト</p>	<p>大田区在住高齢者と障害者を対象に屋内行動から就労レベルに耐えうる体力向上を図る階層的な運動負荷強度に応じた運動プログラム（段階的目標達成型運動プログラム）を作成する。</p>	<p>段階的目標達成型運動プログラムの第1層の体力維持改善期、第2層行動の拡大期は大田区健康効果大学の運営に基づき達成されたが、第3期の高齢者の人材活用は行政システムの構築も必要であり不十分であった。これらは開発した「健康寿命延伸のための15の運動」に基づき高齢者の体力改善や健康に対する自信の改善による。</p>
<p>大田区民と行う「<u>福祉用具</u>」開発プロジェクト</p>	<p>初年度に得られた情報を基に理学療法学科およびデザイン学部の教員、学生、大田区在住の高齢者・障害者からなるプロジェクトチームによる福祉用具のプロトタイプを作成する。</p>	<p>・体力測定会時などで大多数の高齢者を対象として老年症候群、認知機能を測定できるタブレットで利用できるアプリを開発して実用性に至っている。 *初年度に得られた情報は使用せずに体力測定会を効率的に進めるために開発した。</p>



#### 4. 共同プロジェクト経費の使用明細表（表2）

以下の使用明細表（表2）の概要を以下に示す。

	備品費	用品費	消耗品費	工事費	図書費	旅費	人件費	その他	合計
予算	¥4,444,000	¥0	¥1,990,000	0	¥400,000	¥400,000	¥0	¥200,000	¥7,334,000
支出	¥4,286,591	¥145,504	¥1,554,579	0	¥0	¥94,178	¥193,000	¥1,049,508	¥7,323,360
収支	¥157,409	¥-145,504	¥335,421	¥0	¥0	¥305,822	¥-193,000	¥-849,508	¥10,640
	超音波骨測定装置 A-1000EXPI オムロン 1台@ 1890000	ジェイマー型油圧強力 計SH5001 1台@ 43848	活動量計 @538002			プロジェクト打ち合わせ @2856	H28.4日間264名×1000 4/29:32名、9/15:32名 10/13:36名、11/20:64名	参加者への文章郵送 費@247928	
	血圧・心拍変動解析シ ステム meiji KMKR @1458000	パソコン 10B7006SJ Lenovo 1台@55800	活動量計電池、 通信レイ @64432			学会参加@91322		通話料@1854	
	ノートパソコン Dyabook RX63 @131291	pad mini4@45856	デジタル自動血圧計 オムロン 5台 @71500					人形シタル、機材レ シタル郵送料@ 122264	
概要	血圧・心拍変動解析シ ステム meiji 専用血圧 計 @299700		ポロシャツ代 太田区健 康効果大学で使用する スタッフ用@92944					論文@517186	
	体幹2点歩行動態計 MWP-WIS2 セット @507600		運動具@192380					保険料@101990	
			郵送用封筒@10486					写真現像@10306	
			文具、衛生具@ 106417					学会参加費@47980	
			統計ソフト@478418						

**収支状況に関して：**

**備品費：**予算額に対して 96.5%の予算執行であった。購入した超音波踵骨測定装置、血圧・心拍変動解析システムおよび専用血圧計、体幹 2 点歩行動揺計は大田区健康効果大学体力測定会以外に学部の講義、卒業研究にて活用している。

**用品費：**世界的な基準で握力が測定できるようにジェイマー型油圧握力計を購入したほかタブレットを用いた認知機能、老年症候群アプリの作成を目的としてパソコンなどを購入した。

**消耗品費：**予算額に対して 82.3%の予算執行であった。活動量計は第 1 期生に受講期間中にわたり装着を依頼して測定した。第 2 期生は受講開始直後と終了直後の 1 週間に装着を依頼して測定した。

**図書費：**予算額に対して執行はなかった。当初購入予定であった図書、論文などは各自の研究内容であったことから各自の研究費などで対応が可能であった。

**旅費：**予算額に対して 23.5%の予算執行であった。

**その他：**当初の予算額は ¥200,000 円であったが、執行額は ¥1,049,508 円であり大幅な支出であった。しかしながら英文論文翻訳校正費用ならびに投稿費用が約 50%であることから、教員の研究業績の向上に反映した。

5. 各プロジェクトの活動報告

① 大田区民と行う「段階的目標達成型運動プログラム」開発プロジェクト  
：大田区健康効果大学の運営

1. 研究背景：

- 段階的目標達成型運動プログラムは、高齢者や障害者の生活・社会参加を実現させるために現状の体力の維持と改善を図り、行動の拡大へと繋げるプログラムである。
- 現状の体力を維持するためには、フレイル（虚弱）に陥ることの予防が重要であり、高齢者の自助と互助を支援する具体的な方法の検討が必要である。
- 一般的な高齢者向けの健康増進体操は不特定多数を対象としているために各種運動を組み合わせている。そのため多様な運動能力を持つ高齢者に普及しやすい一方で、個別に必要な運動の要点を集中してトレーニングすることは難しい。
- 大田区は「元気高齢者のチャレンジガイド」を発行して運動実施プログラムを提供している場所の情報を区民に提供している。事前調査から老人いこいの家（区内 20 か所）やいきいき公園体操（区内 5 か所の公園）が区民に人気がある。これらは高齢者の出かけ先の創設を第一としており、あわせて健康増進の場として健康増進体操が提供されていることが明らかとなった。

2. 研究目的：

- 段階的目標達成型運動プログラムとは、フレイル予防に必要な知識の学習と体力測定結果に基づく運動を組み合わせて段階的に実施するプログラムであり、改善した体力に自信を持たせることが高齢者の生活行動の拡大（行動変容含む）や人材活用につながるか検討する。

3. 対象と方法：

- **対象の募集：**大田区に在住する要介護認定を受けていない高齢者として、高齢福祉課の協力を得て大田区報告に募集記事を掲載して募った。掲載の条件は表3のとおりである。なお、高齢福祉課は応募者からの往復ハガキの管理を担当した。

表3 区報掲載記事の抜粋（区報は別添3）

区内在住の 65 歳以上で身体の衰えを感じ、克服したいと考えている
健康寿命の延伸に向け、意欲がある
自分で会場まで通える
全日程参加できる

- 参加が決定した高齢者には受講許可通知を返信面に印刷して郵送したのち、同意書や講義日程、体力測定会の案内を郵送した。

➤ **対象の選出:** 各期ともに応募者の性別と年齢分布から参加者層が均等になるように行った。その結果、表4のとおり各期の参加者を決定した。

- 第1期はフレイル予防に関する講義と運動を組み合わせた通学型プログラムの提供効果（図1）と通学はせずに体力の変化のみを測定する群（コントロール群）を比較するために2群を設定した。前者に該当する通学型参加者は29名であり、後者のコントロール群は130名を対象とした。
- 第2期と第3期は通学型参加者のみとした。
- 全ての募集期間において、はがきに記載を求めた情報に過剰に不足がある場合は認知機能の低下も考慮して通学型対象者から除外した。



図1 通学型参加者の講義形態

表4 大田区健康効果大学の応募状況と決定した対象者数

	応募者数	参加予定者数	参加者数
第1期 H28.4/21-H28.9/29 (5か月間)	209名 * 65-92歳が応募 (図2)	参加予定者 35名 体力測定会のみ 174名	<b>通学型参加者</b> <b>29名</b> コントロール 130名
第2期 H28.10/13- H29.3/30 (5か月間)	151名 * 65-87歳が応募	参加予定者 35名 * 落選 116名	<b>通学型参加者</b> <b>31名</b>
第3期 H29.6/1~H29.7/27 (2か月間)	94名 * 64-86歳が応募	参加予定者 37名 * 落選 57名	<b>通学型参加者</b> <b>30名</b>
	計 454名	参加予定者数 107名 * 落選 173名	<b>通学型参加者</b> <b>90名</b> <u>コントロール</u> <u>130名</u>

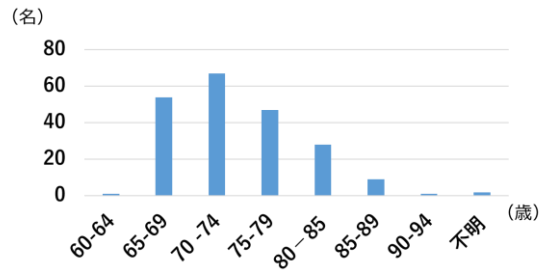


図2 第1期を例とした年齢分布

- 大田区健康効果大学の開講期間と講義日数の設定：表5のとおりとした。第1期と第2期は1回/2週の頻度で5か月間実施した。第3期は短期集中として1回/週として2か月間実施した。

表5 開講期間と頻度

	受講期間	対象数
第1期	H28.4/21-9/29 AM10-12 講義数：13回/月2回	29名 *途中1名脱落
第2期	H28.10/13-H29.3/30 AM10-12 講義数：13回/月2回	31名 *途中1名脱落
第3期	H29.6/1~H29.7/27 AM10-12 講義数：9回/毎週	30名 *途中1名脱落
	延べ参加者数	90名

- 段階的目標達成型運動プログラムの構成：シラバスのとおり（別添4）、通学して大学でのフレイル予防に関連する知識と運動の実施および家庭での運動実施から構成した。
  - 家庭での毎日の課題運動は、別添5の運動実施管理表を用いて管理した。
  - 全体のイメージは以下図3のとおりである



図3 大田区健康効果大学の概要

- **受講の継続を図る工夫:** 各期に入学式と修了式を実施したほか (図 4)、講義初日に体力測定会を実施して、運動能力、認知機能、生活状況結果を別添 6 の体力測定結果表としてフィードバックした。第 2 回の講義でフレイル予防に必要な要素を各自が自覚する時間を設けた。
  - 修了式では修了書を発行した。
  - 第 2 期では第 1 期の大田区健康効果大学の運営を踏まえて高齢福祉課と協議をし、入学式と修了式では高齢福祉課から参加者に対して、学習した知識を周囲の人に教える立場として活動していくことや、改善した体力を生かしてボランティアなどに参加していくことを目指すように伝えられた。また修了式には大田区のボランティアガイドが配布された。



図 4 入学式 (上段左右) と修了式 (下段左右) の様子

- **知識の定着を図る工夫:** 各期の開始と修了前後および各回の前には小テストを実施した (別添 7)
- **各講義の構成:** フレイル予防にむけた運動能力に関する知識、栄養や摂食機能に関する知識、認知機能に関する知識、安全管理に関する知識、介護保険に関する福祉政策の知識を向上させるための内容から構成した。最終講義では健康寿命の延伸のための計画立案として受講期間終了後の自己管理計画を設定した (図 5)。
  - 栄養や摂食に関する講義は大田区に所属する管理栄養士ならびに歯科衛生士に依頼した。
  - 福祉政策に関する講義は大田区の介護保険担当者に依頼した。



- 安全管理に関する知識とその実践は一次救命処置を実施した。この際、5名ほどのグループに分かれて同時に実施するために、同じ種類の模擬人形が必要となってレンタルをして対応した。本講義で明らかとなったことは、通学型参加者の中には AED から流れる音声ガイダンスの音量が小さくて、聞きとりにくい場面も見受けられた。
- 各期の最終講義では「健康寿命延伸のための計画立案」として、受講後に改善させた健康をどのように今後も維持活用していくかを各自が考えて発表する時間を設定した。



図5 健康寿命延伸のための計画立案をテーマにした講義風景

- **講義中の運動内容：**第1, 2期は体力測定結果に基づいて15種の身体的フレイル予防に最重要である要素（歩行速度を維持改善させるための要素）（図6）と、体力測定結果に基づくバランス能力の向上に必要な要素、ならびに外出時に必要となる心肺持久力の向上に関する要素をとり入れた。また体力測定の結果を踏まえて「健康寿命延伸にむけた15の体操」を開発してとり入れた。

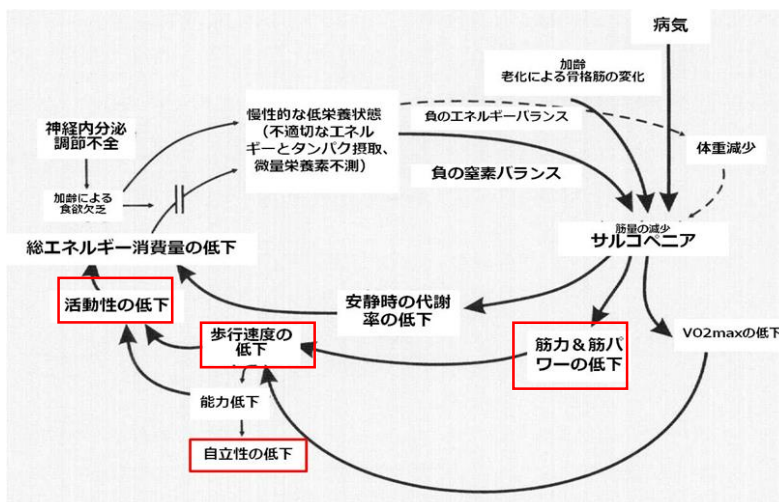


図6 フレイル予防に必要な要素

また第3期では参加高齢者の意見もとりにて運動指導方法などを修正した。

- 定量的な運動強度のかけ方：運動強度の調整は一動作あたりの速度を規定した

ほか、購入した強度が異なる運動具としてゴムボールとセラバンドを参加高齢者の筋力に応じて配布した。

- **家庭での活動量の把握**：購入した活動量計を第1期生は5か月間、毎日の装着を依頼して歩数を確認した。第2期生は第1期生の結果に基づいて参加期間の開始時と終了時のみ各1週間装着を依頼した。
- **安全管理**：各運動では自覚的運動強度（Borg指数）を十分に説明したうえで実施したほか、関節や筋に疼痛がある場合は疼痛出現の手前で止めることを指導した。
- **家庭での運動**：「健康寿命の延伸に向けた15の体操」の内容を、各回に参加するごとに段階的に項目を進めていき、通学型参加者に生活時間やその日の外出状況に応じて運動量を調整することを指導した。
- **家庭での運動内容（強度、継続状況）の確認**：運動実施管理表の記載を求めて次の講義前に管理表を回収した。教員が個別に要点を書きこみ、講義終了後に返却してフィードバックを繰り返した。
- 第1, 2期と第3期の介入期間の違い：第3期では短期集中型としたため、健康寿命延伸に向けた15の体操の中から、第1期、第2期の参加高齢者の体力測定結果からバランス能力と歩行能力、動的バランスを反映する Timed up and go test(合図とともに椅子から立ち上がって3m先の印の周りを通り、再び椅子に着席するテスト)を改善させる運動プログラムに修正した。

- **安全管理**：参加高齢者を募集する段階から、医師から運動の制限を受けていないことを確認したほか、自己責任のもとで参加することの同意を得た。
  - 初回講義時の体力測定会実施時にお薬手帳を持参してもらい服薬状況（疾患のコントロール状況）を確認した。
  - 体力測定会前に購入した自動血圧計を使用して血圧管理を行った。
  - 各回の講義では体調不良の日は欠席することを進めた。
  - 天候不良（学生に対して休講措置がとられる日）として降雪が1日あったが、前日に全参加者に電話連絡を行って安全配慮のために該当日の講義は延期した。
  - レクリエーション保険に加入をして万が一の不測の事態に備えた。

#### 4. 結果

##### 4-1. プログラム参加による短期的結果と考察

- **第1期の通学型参加者\***では講義と運動を組み合わせた段階的目標達成型運動プログラムを提供した5か月間実施した結果、以下の効果を認めた（平均値±標準偏差、参加開始時→終了時）。

\*男性10名 75.9（65-86）歳、女性18名 72.2（65-80）歳



- 握力の増大
  - ：男性 (n=10) 30.0±4.2 kg→36.3±4.4 kg (p<0.01)
  - ：女性 (n=18) 23.6±3.3 kg→25.6±3.2 kg (p<0.05)
- 上肢筋肉量の変化 男性は増加、女性は減少
  - ：男性右上肢 (n=10) 1.9±0.6 kg→2.4±0.4 kg (p<0.05)
  - ：女性右上肢 (n=18) 1.9±0.5 kg→1.5±0.3 kg (p<0.05)
- 下肢筋肉量の変化 男性は増加、女性は減少
  - ：男性右下肢 (n=10) 6.0±1.4 kg→7.7±0.9 kg (p<0.05)
  - ：女性右下肢 (n=18) 6.3±1.5 kg→5.2±0.8 kg (p<0.05)
- 大腿周径の変化 女性で増大
  - ：女性右大腿周径 (n=18) 38.7±4.3 cm→40.9±4.1 cm (p<0.01)
- 動的バランス能力の改善 (Timed up and go test) 女性で改善
  - ：女性 (n=18) 6.2±0.9 秒→5.6±0.9 秒 (p<0.01)

- ✓ 男性の握力改善は上肢筋肉量の増大に基づくと考えられる。健康寿命の延伸にむけた15の体操には握り機能を強化するトレーニングも含まれているため、集中的なトレーニングの結果と考えられる。
- ✓ 女性は握力と大腿周径は増加したが、上下肢の筋肉量は減少していた。女性では運動開始初期は筋組織が脂肪組織に一度置換されることが報告されている。また脂肪組織の1cm<sup>3</sup>あたりの体積は除脂肪組織よりも大きいことから、大腿周径も増大したと考えられ、トレーニングの効果である。そのため筋力が求められる動的バランス能力も向上したと考えられる。

➤ コントロール群\*\*では、体力測定会への参加のみの介入として半年間そのほかの介入は行わなかった（平均値±標準偏差、参加開始時→終了時）。

\*\* 男性は人数が少ないため女性のみとする。女性 69名 73.8 (65-85) 歳

- 握力の増大：22.8±5.0 kg → 24.5±4.1 kg (p<0.01)
- 4m 歩行速度の改善：1.3±0.2m/s → 1.5±0.2m/s
- ✓ 歩行は家庭での運動として、とりいれやすい項目である。そのため体力測定会の結果から積極的にとりいれた可能性がある。

#### 4-2. プログラム参加による長期的結果と考察

➤ 第1期、第2期参加者を分析対象として第1期は受講終了から1年後、第2期は半年後にボランティアなどへの参加状況を確認するアンケート調査を実施した（表6）。

表6 受講終了後から現在に至るまでの社会的活動状況（H29.11月現在）

	講義で学習した内容を家族	現在のボランティアなどの活動状況
--	--------------	------------------

	や友人、近所の方、参加しているサークル仲間と共有した	
第1期通学型参加者 (n=18)	共有した 38.9% 共有なし 61.1%	参加登録を試みた 0% <u>登録して活動した 11.1%</u> <u>登録したが活動していない 16.7%</u> 何もしていない 72.2%
第1期コントロール (n=49)		参加登録を試みた 0% <u>登録して活動した 2.2%</u> <u>登録したが活動していない 26.1%</u> 何もしていない 71.7%
第2期通学型参加者 (n=19)	共有した 94.7% 共有なし 5.3%	参加登録を試みた 15.0% 登録して活動した 0% <u>登録したが活動していない 30.0%</u> 何もしていない 55.0%

- 第2期では94.7%の高齢参加者が学習した知識を周囲の人と共有していた。
  - ボランティアなどへの活動参加状況は第1期では通学型参加者のほうが登録して活動したことを認めた。第2期では何も行動を起こしていない者は第1期よりも少ない傾向であった。
- ✓ 通学型参加者はコントロール群よりも増進した健康の活用場所を考えていると推察される。
- ✓ 第2期では入学式と修了式の時点で増進した健康の活用場所を考えることを明確に伝えていたことや修了式にてボランティアガイドを配布したことが具体的な活動場所の提示に繋がり参加登録率を増加させたと考える。

## 5. そのほか

- 後述 P19 表 8 に示すとおり日常の講義以外に体力測定会では大田区役所関係者やローカルテレビの取材を受けた。

## 6. 結論

- 健康効果大学は段階的目標達成型運動プログラムの達成に効果がある (図 7)。
- 第1段階である「体力維持改善期」は通学型の受講によりフレイル予防に関する知識の向上と体力の改善を図ることが可能であることが明らかとなった。
  - 第2段階である「行動の拡大期」は受講によってボランティアなどへの参加や周囲の人とフレイル予防の知識共有を試みるなど行動の変容が得られることが明らか

となった。

- 第3段階である「高齢者の人材活用」は活動できる場所を具体的に創設しなければ高齢者の意欲を十分に生かすことは難しいと思われる。

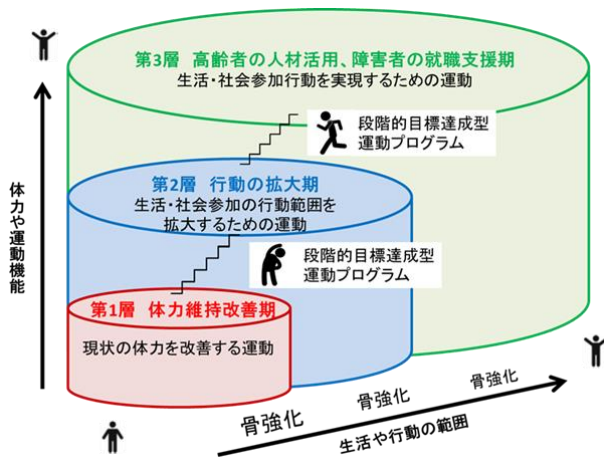


図7 段階的目標達成型運動プログラムの到達点

② 大田区民と行う「段階的目標達成型運動プログラム」開発プロジェクト  
 : 健常高齢者を理解するための臨床教育の場としての活用

1. 研究背景：

- 理学療法士は虚弱な高齢者を主な対象とするが、健常高齢者を知ることはその理解を促すことにつながり、医療機関を持たない当校で行える臨床教育の場でもある。

2. 研究目的：

- 理学療法学科の教育に大田区健康効果大学をとりいれて Project Based Learning の実践をいかに実践するかを検討することを目的とした。

3. 対象学年と参加学生数：

- 対象学年は医療機関での臨床実習と併行して学内での臨床教育を実施できるように 4 年次ならびに 3 年次後期とした。学生の担当は体力測定会での測定者と各期で開講する講義の補助とした。
- 大田区健康効果大学において実施した体力測定会に参加した学生数を表 7 に示す。

表 7 大田区健康効果大学で実施した体力測定会に参加した学生数

体力測定会参加学生	測定対象人数	体力測定会日 (測定会場所)	備考
<b>4 期生 24 名</b> *4 年次学生かつ臨床実習中ではない学生	第 1 期通学型 通学型参加者 29 名 *事前測定	H28 年 4 月 1 日 (12 号館機能訓練 1、 治療室)	大田区高齢福祉課 職員の見学
<b>4 期生 32 名</b> *4 年次学生かつ臨床実習中ではない学生	第 1 期コントロール 群 130 名	平成 28 年 4 月 29, 30 日 (12 号館機能訓練 1、 治療室)	
<b>4 期生 32 名</b> *4 年次学生かつ臨床実習中ではない学生	第 1 期通学型参加者 28 名 *事後評価	平成 28 年 9 月 15 日 (ギャラリー鴻)	
<b>4 期生 64 名</b>	第 1 期コントロール 群 78 名	平成 28 年 11 月 20 日 (12 号館機能訓練 1、 治療室)	
<b>4 期生 36 名</b>	第 2 期通学型参加者	平成 28 年 10 月 3 日	

*4年次学生かつ臨床実習中ではない学生	31名 *事前評価	(ギャラリー鴻)	
4期生 36名 *4年次協力者	第2期通学型参加者 30名 *事後評価	平成29年3月16日 (12号館機能訓練1、治療室)	
5期生 36名 *4年次臨床実習学生以外	第3期通学型参加者 30名 *事前評価	平成29年6月1日 (ギャラリー鴻)	J:COMの取材 大田区社会福祉協議会関係者の見学
5期生 36名 *4年次臨床実習学生以外	第3期通学型参加者 29名 *事後評価	平成29年7月20日 (アリーナ地下ロビー)	
6期生 79名 *3年次 リスク管理論講義の一環として実施	第1期生(講義受講者、コントロール)、 第2期生 114名	平成29年9月20日 (ギャラリー鴻)	J:COMの取材

#### 4. 健常高齢者を対象とした臨床教育の場としての具体的な活動報告

- 4-1. 講義で習得した内容や自主練習の成果を実践する場としての体力測定会： 体力測定会では表8の項目を測定項目として設定した。測定方法は容易な項目であるため、その精度を向上させることが課題であった。

表8 体力測定会で測定した項目

身体組成	身長、体重、体組成成分(筋量)、大腿下腿周径、骨強度 *体組成成分は購入したInbodyと超音波踵骨測定装置により測定した。
運動機能	歩行能力(5m歩行速度、体幹バランス計測、4m歩行)、バランステスト(静的バランス、Timed up and go test)、筋力テスト(握力、椅子からの立ち上がり)、骨強度、呼吸機能 *体幹バランスは購入した体幹2点歩行動揺計により測定した。 *握力は購入したジェイマー型油圧握力計により測定した。
認知機能	MoCa-J、介護予防のための基本チェックリスト、フレイルチェック *基本チェックリストとフレイルチェックは開発したタブレット式アプリを用いて測定した。

- 測定精度の向上を図るために講義時間に誤差を最小限にするための方法を学生が意見を出し合い検討した。教員は学生に測定結果には誤差があることを理解させるために誤差がしやすい測定項目を抜粋するなどの学習課題の工夫を要した(図

8)。



図8 測定誤差を考える講義風景

- 学生は測定スピードの向上を図るために、講義時間以外に自主的に練習を行ったほか測定会前日の準備では主体的に測定ブースのレイアウトを工夫する姿も見受けられた(図9)。



図9 学生が工夫して設置した骨格筋量を測定するブース

- 測定の再現性の向上と効率を改善するために、学生主体で測定マニュアルを作成した。そのマニュアルは体力測定会が終了するごとに注意点などを書き加えた。
  - 教員は学生から提出された測定マニュアルの統合と追記を行った。また年度末には学年間の交流を強化するために、測定項目の引継ぎを行う機会を設定した。
- 体力測定会当日の学生の様子
- 学生は参加高齢者が理解しやすい説明と声量を心がけるとともに、積極的に高齢者に話しかけていた(図10)。



図 10 第 1 期通学型参加者の体力測定会の様子（はじめての体力測定会）

- 測定中は学生自身も高齢者とのコミュニケーションを楽しみながら参加をしていた（図 11）。



図 11 通学型参加者と会話する学生の姿

#### 4-2. リスク管理マネジメントを実践する場としての体力測定会

：体力測定会の安全管理について学生が主体的に考える機会となった。教育の工夫として、事前にリスク管理に関する講義の中で担当する測定項目を安全に実施するための計画を立案する時間を設けたほか、体力測定会後には計画の見直しを含めて一層な安全管理について考える課題を課した。また体力測定会当日は図 12 のとおり測定箇所や参加高齢者ならびに学生の動線を明確して、会場全体が一斉に行動できるような環境を設定した（図 13）。



図 12 通学型参加者のバランスを測定する学生 (写真左)  
 体力測定会終了直後のフィードバックの様子(写真右)

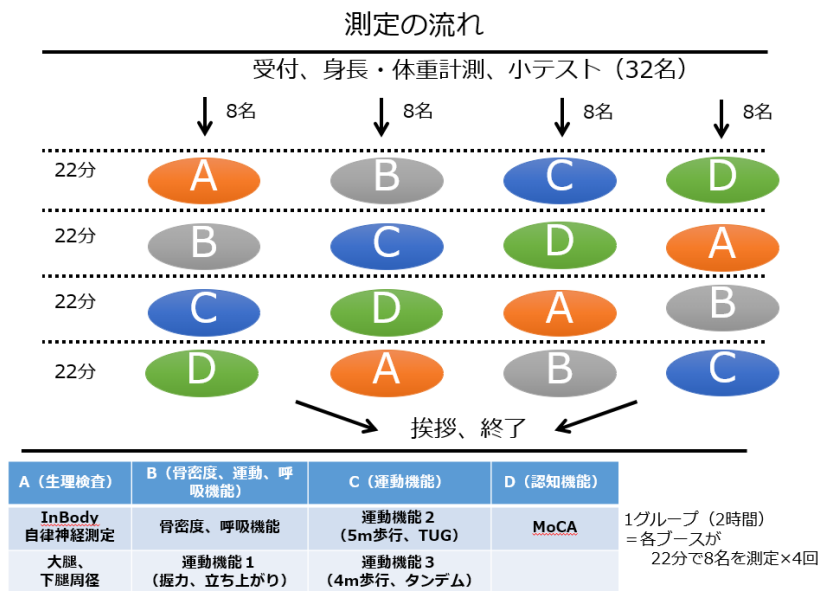


図 13 体力測定会当日の全体の動線

#### 4-3. 高齢者とのコミュニケーション能力の強化を図る場としての通学型大田区健康効果大学

:希望する学生は各回の講義に参加した。教育の工夫として通学型参加者と学生の交流を促すために、両者が交流しやすい設定を設けた。





図 14 通学型参加者と会話する学生の姿

- 4-4. 各回の講義への参加を通して知識の向上をはかる場としての通学型大田区健康効果大学：大田区の管理栄養士や歯科衛生士による講義など、日常の講義では触れない分野についても熱心に聴講する姿も見受けられた（図 15）。一方、対象学年の 4 年次は卒業研究や国家試験の学習なども入ることから参加学生が偏る傾向も見受けられた。



図 15 熱心に管理栄養士の講義を聴講する学生の姿

また運動時には学生はバランスなどが悪い高齢者に自然に寄り添うなどの行動が見受けられた（図 16）。



図 16 体操時に転倒予防を実践する学生の姿

- 高齢者から各期の終了後に届いた手紙では学生と交流することが楽しみの一つであったことが記されていることが多く、大田区内の運動提供施設では体験できない部分で

あることが明らかとなった。

## 5. 結論

- 大田区健康効果大学は健常高齢者を対象とした学内で実践できる臨床教育の場として以下に示すスキルの向上につながる
  - コミュニケーションスキルの向上
  - 測定の安全性や効率性をマネジメントするスキルの向上
  - 一般高齢者や区民を対象とした講義展開や説明方法のスキルの向上
  - 先輩から後輩へ測定方法を引き継ぐことにより後輩を指導するスキルの向上

## 6. 課題

- 各回の講義に自主的に参加する学生はほぼ同じ学生であったことから、疾病を有する高齢者に興味を抱かせるのみならず、健常高齢者に興味を抱かせることと、健康増進や一次予防が重要であることを他の講義を通して伝えていく必要がある。

## ② 大田区民と行う福祉用具開発プロジェクト

：認知機能、フレイルの状態をチェックするタブレットアプリの開発

### 1. 研究背景

- 福祉用具などを積極的かつ効果的に活用することは、高齢者や障害者が地域で豊かに暮らすために必要なことであることを厚生労働省（2008）は定義しているが、福祉用具は専門家がこうあるべきであるという視点で作られているものが多い現状がある。
- 高齢者の特性やニーズを十分に反映した福祉用具を開発することは、運動プログラムと同様に高齢者自身が使えることにつながる。

### 2. 研究目的

- 目標達成型運動プログラムの普及には多く的高齢者に現状の生活や身体能力、認知機能の状態を知ってもらうことが前提である一方、認知機能の測定は高齢者が途中で話し始めてしまうなどするため客観性に欠く結果となる場合もある。そこで大多数を対象として同時に認知機能の測定が行えるように高齢者が操作しやすいタブレット式のアンケート調査アプリを開発する。

### 3. 研究対象

- 大田区健康効果大学に通学する通学型参加者が使用する認知機能とフレイルチェック、老年症候群を測定するタブレット式アプリの開発とする（図 17）。



図 17 測定の説明をうける通学型参加者

### 4. 研究期間：平成 28 年 2 月 10 日～平成 30 年 12 月 18 日

- タブレット式のアプリの開発はコンピューターサイエンス学部の亀田弘之教授と喜多義弘助教に依頼して、JAVA プログラム言語で開発された（別添 2）
- 開発初期の問題点として、参加者からタブレット画面が見にくいことや押すキーがはっきりと分からないなどのコメントを受けた。そのためタブレット使用時は学生が内容を読み上げたり、回答選択キーを操作する場面も見受けられた（図 18）。



図 18 初回体力測定会でタブレットを使用する通学型参加者と学生

- 2017 年度末の時点では画面の見易さや操作性も改善されて、参加高齢者自身が操作して回答を行うことが可能になった（図 19）

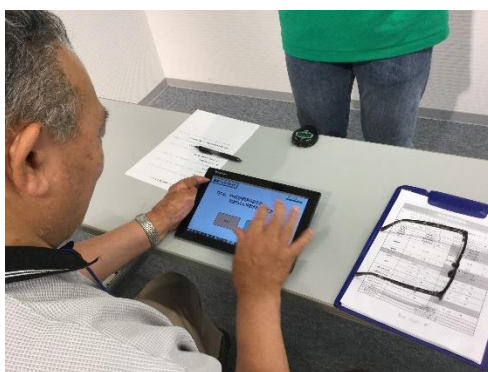


図 19 助言なしにタブレットを操作する通学型参加者

## 5. タブレットの操作性の検討

- 体力測定会において 30 名の参加高齢者を対象として認知機能の測定を実施した。方法はタブレット式アプリで回答する群と従来の質問紙に記載する群の 2 群に割り付け、質問に対する回答時間と操作性に関する質問をスタッフに求めたか否かを調査した。
  - タブレット式アプリで回答した群は平均 426 秒で回答を終えたのに対して、質問紙による群は平均 1268 秒を要した。
- タブレット式アプリで回答した群から視覚性について否定的な意見は認めなかった。

## 6. 結論

- 体力測定会などではスタッフ数や測定時間が限られる課題がある中、時間と人手を要する認知機能などの測定はタブレット式アプリを用いると測定時間の短縮とスタッフ数の増員を図らなくてもよい。

#### ④ 大田区民と行う「福祉用具」開発プロジェクト

：段階的目標達成型プログラムに基づく公園開発をととしたアクティブラーニング  
の実践

##### 1. 研究背景

大田区都市基盤整備部都市基盤課では平成 30 年度を目途に呑川緑道と鶴木地区に位置する公園 14 箇所を区民の健康増進の場として新たに整備する計画があった。高齢福祉課からの紹介により、大田区健康効果大学にその活用の検討依頼があった。

➤ 平成 27 年 10 月 15 日 第 1 回打ち合わせ

場所：大田区役所

出席者：東京工科大学 飛山義憲、日下さと美、宮崎貴明

大田区高齢福祉部 堀氏、小泉氏、羽田氏

都市基盤課課長 明立氏、大橋氏

スポーツ推進課長 須川氏

介護予防担当保健師

内容：対象地域の現状説明

➤ 平成 27 年 12 月 15 日 第 2 回打ち合わせ

場所：東京工科大学

出席者：東京工科大学 日下さと美

都市基盤課長 明立氏、大橋氏、粕谷氏

内容：蒲田一丁目公園の公園利用状況の調査依頼

➤ 平成 28 年 10 月 21 日 第 3 回打ち合わせ

場所：大田区役所

出席者：東京工科大学 高橋哲也 日下さと美

都市基盤課 大橋氏、粕谷氏

内容：呑川緑道と鶴木地区の公園開発に関して

➤ 平成 29 年 2 月 9 日 公園視察

参加者：東京工科大学 高橋哲也、日下さと美

都市基盤課 大橋氏、粕谷氏

依頼内容：各公園ならびに既存の公園遊具の活用を提案してほしい

## 2. 研究目的

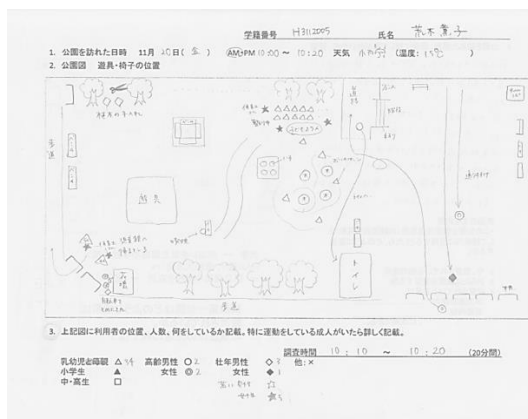
- 段階的目標達成型運動プログラムでは高齢者のでかけ先の創設と健康増進活動を同時に実施できる場所も必要であり、そのアイデアを都市基盤課と共有することを目的とする。
  - 公園は24時間無料で活用ができる「でかけ先」かつ健康増進の場、社会交流の場である。
  - 公園遊具を含めた公園全体を健康増進の場として活用ができると家庭では行えないダイナミックな運動を誰もが主体的に行える。
- 理学療法学科学生のアクティブラーニングに導入して、学生の意識を公共の場を活用した健常者の健康増進推進の視点まで拡大させる。

## 3. 対象公園と活用のアイデアを考える対象学年と方法

- 都市基盤課からの依頼事項
  - 3-1. 蒲田一丁目公園の利用状況の調査と公園活用方法の提案
  - 3-2. 呑川緑道沿い（対象公園6か所、約1.7km）と鶴木地区（対象公園8か所、約5.0km）の公園整備の提案

### 3-1. 蒲田一丁目公園の活用状況の調査と公園活用方法の提案

- 対象講義と学年 平成27年度3期生82名 地域理学療法学
- 課題
  - 蒲田一丁目公園（大学から徒歩10分）を調査して、高齢者が活用できる公園作りを提案する（各ゼミパワーポイントを作成して発表する）
  - 調査内容は20分間の利用人数と利用内容、遊具を調べる。
  - 公園開発を講義テーマとすることへの意見調査協力
- 実施期間：平成27年11月19日から11月26日に公園調査を行い、11月26日の講義時間内でパワーポイントを作成して発表する。
  - 学生は任意の時間に公園に行き公園の利用状況の観察を行った（図20）。



### 現状（19～25日：20×4分間）

《利用者層》	《利用方法》
①高齢者(計11人)	7人...犬の散歩
②小学生(計39人:夕方)	4人...通路路として利用
③乳幼児・母親(計3組:昼間)	2人...ベンチ利用(散歩?)
④壮年男性(計5人)	5人...昼食
⑤壮年女性(1人:朝)	3人...お話し

図 20 学生が作成した公園利用状況調査図と利用人数

- 公園を講義課題としたことにより 75.0%の学生が地域在住高齢者の屋外での健康増進の場の創設に関心を抱いたことがアンケート調査から明らかとなった。

### 3-2. 呑川緑道沿い（対象公園 6 か所、約 1.7km）と鶴木地区（対象公園 8 か所、約 5.0km）の公園整備の提案

- 対象学年と講義 平成 28 年度 4 期生 内部障害系理学療法学実習
- 課題 呑川緑道沿いの公園活用について提案する
- 講義方法は、学生は対象公園の設定図と動画をもとにしてゼミごとに公園活用を提案してポスタープレゼンテーションを実施した（図 21）。



図 21 グループ学習の様子（写真左）とポスター発表風景（写真右）

### 4. 結論 大田区と連携することにより詳細な公園設計図などの提供を受けることができ、学生の興味と主体性をいっそう引き出すことができる

- 公園の見学や公園の地図や詳細な資料を提示することにより、学生は主体的に公園活用の方法を考える機会に繋がった。
- 居住地域ではないため土地勘がなく詳細に考えることは難しいが、公園内にとどめた検討は十分に行えていた。



## 6. 共同プロジェクト終了後の現状

### ➤ 大田区健康効果大学の運営について

- 平成 30 年度理学療法学科の全体目標のうち、「研究」として大田区健康効果大学を推進すること、「社会貢献」として大田区との連携を推進することが共有された。
- 平成 30 年度大田区事業の「介護予防の通いの場拡充事業」の一部を大田区健康効果大学が担うことが高齢福祉課との協議のもとで進められ、現在、業務委託手続き中である。委託契約予定金額 499,516 円（事務管理費含む）

### ➤ 平成 30 年度大田区事業「介護予防の通いの場拡充事業」の委託内容

- a. 介護予防プログラム構築の技術的支援
- b. 介護予防事業運営の効果検証
- c. 専門的知識を持った地域の担い手育成

- 本年度から大田区老人いこいの家 17 館で「介護予防体操・講座 元気アップ教室」が 5 月から平日の午前中に毎日 1 時間実施されている。
- 区民は一人 1 講座のみの登録が認められ、4 月 28 日に各講座の参加者を決定する抽選会が開かれた。
- 平成 30 年 3 月末までに各館で実施する運動・認知機能の評価測定項目と全館に導入が必要になる機材（握力計、ストップウォッチ、メジャー）は大田区に導入の検討を依頼した。収集予定データは 1000 件近くになる見込みである。
- 上記の測定項目の検討は東京都健康長寿医療センター研究所 社会参加と地域保健研究チームと連携して実施している。
- 平成 30 年 4 月 1 日以後は委託契約前であるほか、高齢福祉課担当者の人事異動も重なり互いに連携が十分でない状況であるが、7 月末に契約締結の目安がたったことで 6 月末までに大田区高齢福祉課の新たな担当者と今後について打ち合わせる。

### ➤ 業務委託締結後の大田区健康効果大学の運営計画

- 第 1 期生から第 3 期生を対象として年 1 回開催する秋の体力測定会は平成 30 年 9 月 22 日、23 日に実施が予定されている（大学に教室利用申請済み）。  
対象予定者は継続的にデータが蓄積できている 126 名とする。また登録がある参加高齢者全員には生活チェックリストなどのアンケート用紙を送付する予定である。参加学生は理学療法学科 4 年生、3 年生と他学科で協力が得られるのであれば依頼する予定である。
- 第 4 期は現在、11 月頃から開催する予定で調整をしている。



別添 1

## 平成 27 年度 共同プロジェクト提案書

提出日 平成 27 年 7 月 31 日

プロジェクト名 (英語名)		産官学民連携に基づく大田区民参加型の運動プログラムと 福祉用具の開発プロジェクト (Projects for the development of exercise program and welfare equipment working with Ota inhabitants)			
研究期間		平成 27 年 9 月 ~ 30 年 3 月			
研究者 区分	氏名	所属	役職	専門分野	役割分担
研究代表者	高橋 哲也	医療保健学部	教授	理学療法	研究統括
共同 研究 者	日下 さと美	医療保健学部	助教	理学療法	運動プログラムの開発、福祉用具の開発、データ収集と解析、学科外関係者との連絡調整
	河方 けい	医療保健学部	助教	理学療法	運動プログラムの開発、福祉用具の開発、データ収集と解析
	飛山 義憲	医療保健学部	助教	理学療法	運動プログラムの開発、福祉用具の開発、データ収集と解析
	楠本 泰士	医療保健学部	助教	理学療法	運動プログラムの開発、福祉用具の開発、データ収集と解析
	岩澤 豊明	大田区	大田区立新蒲田福祉センター (所長)		研究協力者の調整、研究実施場所の提供
	渡邊 寿郎	大田区	大田区立新蒲田福祉センター (係長)		研究協力者の調整、研究実施場所の提供
	荒木 寿得子	大田区	大田区立新蒲田福祉センター (看護師)		研究協力者の身体生活情報提供
	楠目 昌弘	大田区民	大田区障害者クラブ (代表)		研究協力者の呼びかけ

	本郷 信二	デザイン学部	准教授	立体空間, 福祉用具デザイン	福祉用具のデザイン, 開発
	伊藤 潤	デザイン学部	助教	福祉用具デザイン	福祉用具のデザイン, 開発

## 研究目的

本研究の目的は、大田区在住高齢者や障害者と東京工科大学医療保健学部理学療法学科、デザイン学部、大田区(新蒲田福祉センター等)の共同プロジェクトによって、これまでにない新しい段階的目標達成型運動プログラムおよび新たな福祉用具の開発を行うこと、および、このプロジェクトを理学療法学科の学部教育に組み込み、Project Based Learning の実践を行うことである。

東京工科大学の名前を冠した運動プログラムや、学生が作成に関わる福祉用具の開発は、Active Learning の実践例として広く広報することが可能であるし、商品化が現実となれば社会的にも広く注目が集められるプロジェクトになると思われる。

### 1) 大田区民と行う「段階的目標達成型運動プログラム」開発プロジェクト

本プロジェクトの目的は、地域在住高齢者・障害者の自立支援・健康寿命延伸を目的とした科学的根拠に基づく段階的目標達成型運動プログラムの開発を行うことである。特に、転倒による骨折が寝たきりや要介護につながり、大きな社会問題となっていることから、転倒による骨折を予防するうえで重要となる骨塩量に注目する。

### 2) 大田区民と行う「福祉用具」開発プロジェクト

本プロジェクトの第二の目的は、地域在住高齢者・障害者・本学学生と発案する QOL 改善を目的とした利便性の高い福祉用具の開発を行うことである。

このようなプロジェクトは本学の教育の柱である「実学主義」を通して、生活の質の向上と技術の発展に貢献する人材を育成する本学の基本理念を実行するものであり、Project Based Learning や Active Learning を通じた教育効果の獲得を目的に包含するものである。

本研究の特色・着想等

## 1) 大田区民と行う「段階的目標達成型運動プログラム」開発プロジェクト(図1)

団塊の世代が75歳以上となる2025年を目途に、重度な要介護状態となっても住み慣れた地域で自分らしい暮らしを人生の最後まで続けることができるよう、住まい・医療・介護・予防・生活支援が一体的に提供される地域包括ケアシステムの構築が進んでいる。地域包括ケアシステムは、保険者である市町村や都道府県が、地域の自主性や主体性に基づき、地域の特性に応じて作り上げていくことが必要とされている。

この地域包括ケアシステムによる住み慣れた地域で、いつまでも安心して暮らし続けられる地域社会を実現するためには、できるだけ心身ともに自立し、健康的に生活できる健康寿命の延伸が重要であり、自助努力や共助の仕組みも含めて介護予防が十分に行われる必要がある。これまでも高齢者や障害者の運動能力の維持・向上や、介護予防を目的とした「～体操」などの運動プログラムの開発は各市町村で行われてきている。しかし、高齢者にとって単純化された運動を継続することは容易ではなく、一般化された運動は障害者には不向きであり、「自分に合った運動プログラムがない」(日本理学療法士協会、2015)という意見があるように、運動を継続し習慣化させることは難しいのが現状である。高齢者や障害者は、自分自身で工夫して行っている運動をいくつか有しているが、その貴重な工夫は共有されず、その個人のみで行われていることは少なくない。これまでに行われてきた「～体操」などの運動プログラムは、目標設定が明確でないことも問題であるといわれている。

地域包括ケアシステムを十分に機能させるためには、身体的・精神心理的・社会的にも目標が明確に示され、目標到達によって社会資源が利用できたり、新しい自分の居場所が創出できるような未来志向型の運動プログラムが望ましいと思われる。

本プロジェクトでは、以下の要素を包含した新しい運動プログラムの開発と社会還元を目的とする。

- 1) 高齢者や障害者の経験や意見を充分に取り入れた運動プログラム(民)
- 2) 運動療法の専門家が医科学的見地から助言を加えた運動プログラム(学)
- 3) 運動能力や障害の重症度に応じた目標設定が明確に示された運動プログラム
- 4) 運動を継続し習慣化させる仕掛けを包含した運動プログラム
- 5) 大田区民をはじめ広く社会に周知し広報する機能を備えたプログラム(官)

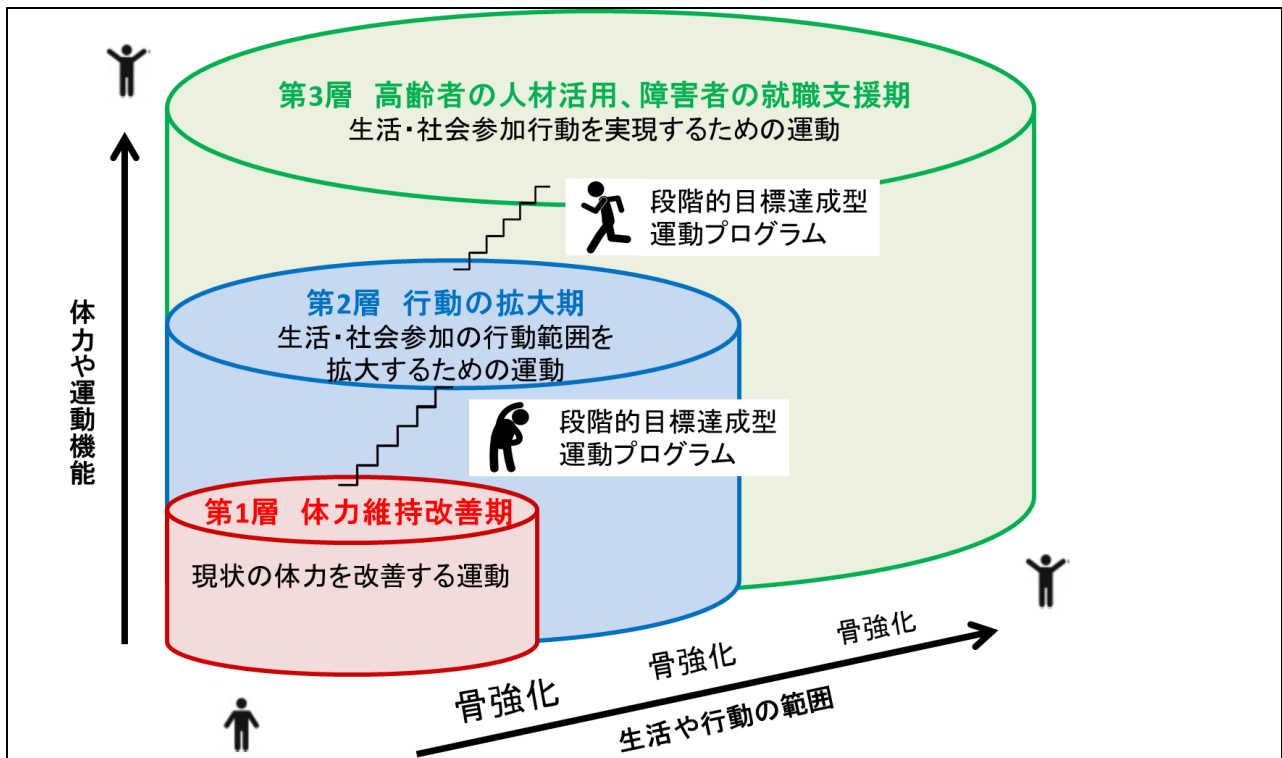


図 1:段階的目標達成型運動プログラム模式図(第 1 プロジェクト)

高齢者や障害者の運動機能は一律でなく、一般化された運動プログラムの全体への適用は難しい。歩くのがやっとなような状態である第 1 層の方にとっては、現状維持が最も重要な目標であると共に、できることを一つでも増やしたい、できなくなることを少なくしたいという目標がある。このような方に対しては、目標を定めた個別的な運動プログラム(関節拘縮の予防や痛みの改善などを含む)の工夫を共有する。第 2 層には、ある程度歩くことができるが生活範囲は狭い方を想定し、身体機能が上がっていくにつれてステップアップした運動や体操の工夫を提供する。段階的に運動負荷強度を上昇させ、外出範囲や外出頻度を増やすことが目標になる。第 3 層の方は、就労による社会参加の実現が大きな目標になる。職場ごとの運動強度を測定し、仕事やタスクごとの運動段階(task specific)を明らかにして、就労運動強度チェックリストの作成を行う。さらに、就労に際する体力の目標値を明示し、段階別目標達成型運動プログラムを作成する。

高齢者が寝たきりおよび要介護に至る要因として転倒による骨折は上位を占め(厚生労働省. 2010), 骨粗鬆症による骨の脆弱性をその基礎にもつことが多い。骨塩量の減少に伴い骨の強度が低下し、骨折のリスクが増大するため、運動機能だけでなく骨塩量も指標にした運動プログラムの効果検証が重要である。また、高齢者が運動継続に必要なこととして「定期的に運動効果が知りたい」(日本理学療法士協会. 2015)という意見が挙げられているように、単に運動プログラムを実施するだけでなく、参加者に対して運動機能や骨塩量への効果を定期的にフィードバックすることが重要となる。

## 2) 大田区民と行う「福祉用具」開発プロジェクト(図2)

本プロジェクトは、高齢者や障害者に「福祉用具を開発する」という社会的な役割やピアサポートとしてのコミュニケーションをとる場を提供することで、広義の予防医療としての意味合いを包含する(Miyamoto. Clin Pract Epidemiol Ment Health. 2012)。

高齢者や障害者が地域で豊かに暮らすためにも、人の支援だけでなく、福祉用具などを積極的かつ

効果的に活用することは重要なことで、福祉用具の使用は介護負担の軽減という観点からも現実的かつ有効であるとされる(厚生労働省. 2008). しかし、そもそも福祉用具は、専門家がこうあるべきであるという視点で作られているものが多く、高齢者や障害者の特性や家族のニーズを十分に反映されていないという問題もある。運動プログラム同様、高齢者や障害者は、自分自身で工夫して使っている用具や用品があり、既成のものをアレンジして使用している場合もあるが、その貴重な工夫は共有されず、その個人のみで使われていることも少なくない。

そこでこの「福祉用具」開発プロジェクトでは大田区在住の高齢者や障害者の福祉用具の使用状況の実態調査を行うとともに、対面式でインタビューを行い、個人の福祉用具に関する工夫やアレンジを共有することで利便性の高い福祉用具を開発することを目的とした。特に、本学学生が主体的にインタビューに関わり、アイデアを加える。デザイン学部とも共同し、東京工科大学発信の福祉用具を開発することとする。

実用性が認められ、商品価値があると判断された福祉用具については、ものづくりで定評のある大田区の中小企業を大田区に紹介していただく。東京工科大学の名前を冠した福祉用具の開発がなされれば、社会的にも注目を集め、広報的な効果も得られる研究となる。

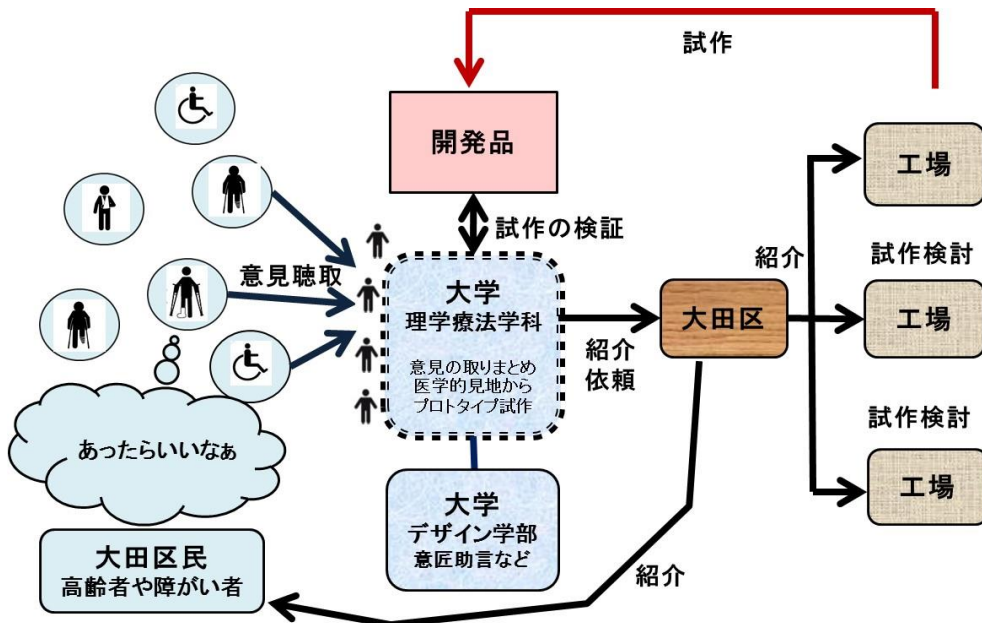


図 2: 産官学民連携に基づく大田区民参加型の開発ルート模式図(第 2 プロジェクト)

ベースとなる研究、研究経過

- 1) 日本理学療法士協会. 介護予防や地域包括ケアの推進に対する国民の意識調査研究事業調査報告書. 2015.
- 2) 厚生労働省. 国民生活基礎調査. 2010.
- 3) Miyamoto Y, Sono T. Lessons from peer support among individuals with mental health difficulties: A review of the literature. Clin Pract Epidemiol Ment Health. 2012; 8: 22-39.
- 4) 厚生労働省. 支援機器が拓く新たな可能性～我が国の支援機器の現状と課題～. 2008.

研究計画・方法（年度ごとに記載）

**1) 大田区民と行う「段階的目標達成型運動プログラム」開発プロジェクト**

まず、大田区在住の高齢者 100 名を区報を通じて募集し、大田区立新蒲田福祉センターおよび大田区に障害者 100 名を紹介していただく。その後、学生とともに以下の項目を評価する。

1. 基本情報(年齢, 身長, 体重, 体組成, 既往歴, 現病歴, 服薬状況, 骨塩量, 老年症候群の有無, 転倒歴等)
2. 運動機能評価(身体活動量計による一日の総移動距離や消費エネルギー, 最大運動強度, 歩行速度, Timed Up and Go test, Short Physical Performance Battery, 握力・下肢筋力等)
3. 認知心理機能評価(MoCA-J, GDS 等)
4. 栄養状態の評価(MNA, GNRI, 下腿周径等)
5. 生活機能の評価(Life Space Assessment, 厚生労働省基本チェックリスト)
6. 普段から心がけている運動, 特別工夫している運動の聴取

初

年

度

対象者の運動レベルにより屋内移動レベル(第 1 層), 屋外移動レベル(第 2 層), 就労レベル(第 3 層)の 3 段階に分類し, 骨塩量や運動機能, 認知心理機能等のカットオフ値を算出する。障害度に応じた運動プログラムや, 工夫している運動プログラムを各層に割り当てて, 階層的な運動負荷強度に応じた運動プログラム(段階的目標達成型運動プログラム)を作成する。また, 就労の可否判断に向け, 大田区福祉事業所で広く使用可能な就労運動強度チェックリストを作成する。

測定場所は本学および大田区立新蒲田センター, 大田区障害者センター等とする。

**2)大田区民と行う「福祉用具」開発プロジェクト**

対象は, 大田区在住の高齢者や障害者, およびその家族 100 名とする。全ての対象者に福祉用具や日常生活についてのアンケート調査を行い, 個人の福祉用具に関する工夫やアレンジに関するインタビューを行う。学生はインタビューに主体的に関わり, その後のインタビューの分析およびアイデアを出すことで本プロジェクトに積極的に参加する。

情報収集所は本学および大田区立新蒲田センター, 大田区障害者センター等とする。

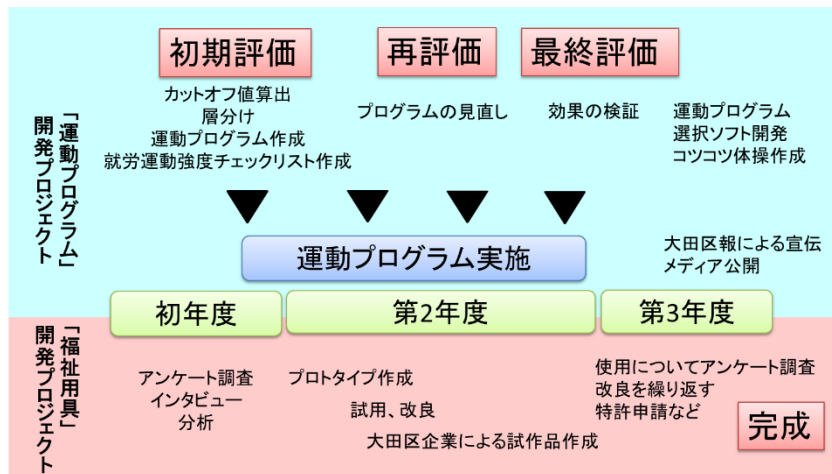
第2年度

1) 大田区民と行う「段階的目標達成型運動プログラム」開発プロジェクト

初年度に作成した運動プログラムを大田区在住の高齢者 100 名，障害者 100 名を対象に，各層に応じて実施する．あわせて上記評価項目 1～5 を再評価し，運動機能や骨塩量に対する効果から運動プログラムを検証し，3 ヶ月ごとに運動プログラムを見直す．

2) 大田区民と行う「福祉用具」開発プロジェクト

初年度に得られた情報を基に，本学教員，理学療法学科およびデザイン学部学生，大田区在住の高齢者・障害者からなるプロジェクトチームにて福祉用具のプロトタイプを作成する．プロトタイプを作成状況によっては，大田区に大田区内の中小企業を紹介いただき，試作品の作成を依頼する．その後，モニタとして試用し，改良を重ねる．



第3年度

1) 大田区民と行う「段階的目標達成型運動プログラム」開発プロジェクト

前年度に引き続き，段階的目標達成型運動プログラムを継続し，運動機能や骨塩量に対する効果から，運動プログラムの効果を検証する．

効果検証後は，東京工科大学式「骨<sup>コツ</sup>体操(仮)」と命名し，広く広報に勤める．パンフレットを作成して，関係部署に配布，および東京工科大学のホームページ上にアップロードして，自由にダウンロードできるようにする．

一方で，どの能力であれば，どの運動が適切なのか，という運動プログラムの選択については，評価項目 1～5 より得られた結果より，瞬時に最適運動プログラムが導き出されるソフトを開発し，ホームページ上に公開する．

2) 大田区民と行う「福祉用具」開発プロジェクト

本学デザイン学部の協力のもと，試作品の改良を行う．改良された試作品を大田区内の病院や運動プロジェクトの対象者に使用して頂き，使用感や使用方法についてのアンケート調査を行い，改良を繰り返していく．最終的な完成品は，東京工科大学が開発した福祉用具として特許申請を行う．

期待される成果，研究発表計画（学会名，時期等）

本研究は地域住民とともに開発することで、産官学民が連携した取り組みを行っている地域に開かれた大学として、大学の広報的な価値を包含する内容である。大田区と連携した新たな運動プロジェクトの実践や東京工科大学が開発した福祉用具としての広報活動などが可能となる。大田区の広報やケーブルテレビでの放送、各新聞社など対外的な広報が可能となる。

学生への教育効果として、臨床実習前から高齢者および障害者の運動機能評価やコミュニケーションを体験することで臨床実習に備え、附属病院のない不足した臨床教育を補うことができる。

成果発表は日本理学療法学会（平成 29 年 5 月，平成 30 年 5 月），日本リハビリテーション医学会学会（平成 28 年 5 月，平成 29 年 5 月，平成 30 年 5 月），国際リハビリテーション医学会学会(ISPRM)（平成 29 年 6 月，平成 30 年 6 月），公衆衛生学会，医学教育学会およびリハビリテーション専門誌にて発表予定である。

審査欄（記入しないこと）

	採 否			
	採用・修正・保留・却下			
	条 件			
交 付 金 額		研 究 期 間		
円		年 月 ～ 年 月		
来 歴				
受 付	年 月 日	委員会	年 月 日	大学評議会
再受付	年 月 日	委員会	年 月 日	年 月 日



## 別添 2

**別添 2-1** Kusaka S, Takahashi T, Hiyama Y, Kusumoto Y, Tsuchiya J, Umeda M. Thigh and calf circumference for the sarcopenia screening in community-dwelling elderly women . Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics (in press) .

**別添 2-2** Kusaka S, Takahashi T, Hiyama Y, Kusumoto Y, Tsuchiya J, Umeda M. Large calf circumference indicates non-sarcopenia despite body mass . J Phys Ther Sci.2017; 29(11): 1925-1928.

**別添 2-3** Kusumoto Y, Kita Y, Kusaka S, Hiyama Y, Tsuchiya J, Kutsuna T, Kameda H, Aida S, Umeda M, Takahashi T. 147. J Phys Ther Sci.2017; 29(12): 2100-2102.

**別添 2-4** Kutsuna T, Hiyama Y, Kusaka S, Kusumoto Y, Tsuchiya J, Umeda M, Takahashi T. The Effect of Short-Term Health Promotion Intervention on Motor Function in Community-Dwelling Older Adults . Aging Clinical and Experimental Research (in press).

おおた区報

1日号は自治会・町会を通じて、11・21日号は新聞折り込みでお届けしています。  
区の施設や駅の広域スタンドなどでも配布しています。

65歳以上の方へ、あなたも参加してみませんか HP

高齢福祉課総合事業担当 ☎5744-1624 📠5744-1522

① 膝痛・腰痛ストップ体操教室

予病や痛みの改善を怠りません。  
① 次のすべてに該当する方  
② 区内在住で65歳以上③ 自分で会場まで通える  
④ 医師から運動制限を受けていない  
⑤ 4月13日～9月14日の第2水曜  
※時間は午後1時30分～2時30分  
⑥ ウィンココミュニティ西馬込 ☎先着60名  
⑦ 当日会場へ ※飲み物、タオル持参

② 認知症予防室内ウォーク(3日制)

有酸素運動で認知症予防の効果を高めます。  
① 次のすべてに該当する方  
② 区内在住で65歳以上③ 自力で歩行ができる  
④ 医師から運動制限を受けていない  
⑤ 4月18日、5月16日、6月20日  
※時間は午後2時～3時  
⑥ 矢口区庁センター ☎先着60名  
⑦ 随時先へ電話予約 ※室内履き、飲み物持参

③ いきいきシニア毎週体操

認知症の予防や筋力アップにつながる毎週体操に参加しませんか。  
① 次のすべてに該当する方  
② 区内在住で65歳以上③ 自分で会場まで通える  
④ 医師から運動制限を受けていない  
⑤ 先着各20名 ⑥ 申込先へ電話予約 ※飲み物、タオル持参



会場	開催日	時間	申込先
山王高齢者センター	4月14・21・28日	午前10時30分 ～11時30分	☎3776-9419
大森中老人いこいの家	4月8・15・22日		☎3763-0881
大森東老人いこいの家	4月11・18・25日		☎3765-1259
入新井老人いこいの家	4月8・15・22日		☎3764-3764
中馬込老人いこいの家	4月8・15・22日	午前10時～11時	☎3777-4499
新井南老人いこいの家	4月11・18・25日		☎3776-0410
東横谷老人いこいの家	4月8・15・22日		☎3741-7970
第六通老人いこいの家	4月8・15・22日		☎3736-2367
○田原町西老人いこいの家	4月11・18・25日	午前10時～11時	高齢福祉課 総合事業担当 ☎5744-1624
○田原町西老人いこいの家	4月12・19・26日		
○東横町老人いこいの家	4月15・22日	午後1時30分 ～2時30分	

○の施設は4月1日から名称が変わります(2番参照)。

④ 大田区・東京工科大学共同研究事業 大田区健康効果大学(13日制)

健康寿命の延伸に向け、大学内で運動や栄養などの知識の学習、体力や認知機能の測定、運動などを行います。  
① 次のすべてに該当する方  
② 区内在住の65歳以上で身体の衰えを感じ、克服したいと考えている  
③ 健康寿命の延伸に向け、意欲がある④ 自分で会場まで通える  
⑤ 医師から運動制限を受けていない⑥ 全日程参加できる

⑦ 4月21・28日、5月12・26日、6月9・23日、7月7・21日、8月4・18日、9月1・15・29日  
※時間は午前10時～正午(4月21日は午後1時30分まで)  
⑧ 東京工科大学12号館 ☎抽選で40名  
⑨ 往復はがき(2巻の記載例参照)、高齢福祉課総合事業担当(〒144-8621 大田区役所)へ。4月1日必着

馬込文士村 大桜まつり HP

流し踊り、阿波踊り、俳句大会のほか、都上市指定地区(桜華園)の特産物の販売や模擬店も楽しめます。  
④ 4月3日(日) 正午～午後4時30分  
※雨天決行  
⑤ 桜華本公園、馬込桜並木通り(南馬込4-48～南馬込6-11付近)  
※交通 大森駅山王口から在来線駅入口行きバスで「日田坂下」下車徒歩5分  
⑥ 馬込特別出張所 ☎3774-3301 📠3774-4997



大田区休養村とうぶ に泊まるバスツアー HP

数島公園のバラ鑑賞と 新緑の北八ヶ岳ロープウェイツアー

●日程と主なコース  
5月21・22日(1泊2日)  
1日 日=午前7時30分  
清田駅出発→数島公園(見学)→前橋市内(昼食)→群馬県庁展望ホール(見学) 2日 日=アグリビレッジとうぶ(買い物)→北八ヶ岳ロープウェイ(乗車・散策)→茅野市内(昼食)→清田駅 午後7時到着予定  
※時間、行程など変更になる場合があります。



⑧ 代表者が区内在住か在勤の方  
⑨ 相部屋(夫婦・親子でも男女別)か1室4名以上の場合、大人22,900円、小学生以下21,300円(1室3名利用は1名1,000円増、2名利用は1名3,000円増。未就学児は条件により実費負担有り) ※食事:夕・朝食各1回、昼食2回。部屋は15畳和室(7名以上は部屋が分かれます。1名1室利用は不可)  
⑩ 抽選で42名(最少催行人数20名)  
⑪ 往復はがきかファクシミリかEメール。ツアー名、相部屋か1室利用の別、参加者全員の氏名・住所・年齢・性別、代表者の電話番号を明記。休養村とうぶ(〒389-0505 長野県東御市 6733-1 ☎0268-63-0261 📠0268-63-0264 ota-tobu@tomi-kosya.com)。4月4日消印・受発有効

⑫ 地域力推進課区民施設担当 ☎5744-1229 📠5744-1518

みんなの田んぼづくり(5日制) HP

育苗～稲刈りを体験しながらミニ田んぼを一緒に楽しませんか。  
④ 新小学1年生以上のお子さんと保護者(親子で参加)  
⑤ 保護者1名につき、お子さん3名まで申し込み可  
●内容と日程 説明会・田起こし=4月24日、種まき=5月5日、田植え=5月22日、かかしづくり=7月24日、稲刈り=10月10日  
※時間は午前10時～正午  
⑥ 田原町布せせらぎ公園 ☎1名600円(5日分) ☎抽選で60名  
⑦ 随時先へ往復はがき(2巻の記載例参照)。Eメールアドレスがあれば明記。電子申請も可。4月7日必着  
⑧ 環境・地球温暖化対策推進課推進担当(〒144-8621 大田区役所) ☎5744-1365 📠5744-1532

## 大田区健康効果大学 講義内容

## 【講座期間】

平成 28 年 4 月 21 日～9 月 29 日 午前 10 時～12 時(予定)

## 【講座概要】

本講座では筋力など身体機能の低下により不健康を引き起こすフレイル(身体的虚弱)を予防し、健康寿命を延伸することを目的とし、運動や栄養などに関する基礎的知識を学修し、実践します。

## 【到達目標】

- ・ フレイル(身体的虚弱)を理解し、フレイル(身体的虚弱)の予防について説明できる。
- ・ 自分の体力や必要な運動を把握し、運動を正しく安全に継続して行うことができる。
- ・ フレイルの予防や健康寿命の延伸に必要な知識を理解し、他者に説明することができる。

## 【受講上の注意】

- ・ 毎回の講義前に前回の講義内容に関する確認テストを行いますので、必ず復習をしてください。
- ・ 受講者はすべての回に遅刻なく出席してください。
- ・ 本講義では講義と運動を実施します。更衣室はありませんので、受講当日は運動のできる服装、はきなれた靴で出席してください。

## 【講座計画】

日程	回数	内容	講義内容	運動内容
4月21日	第1回	入学式, 体力測定	健康寿命理解力テスト	
4月28日	第2回	結果の解釈, 運動	フレイル(身体的虚弱)概論	柔軟性改善ストレッチ(基礎)
5月12日	第3回	講義, 運動	歩行速度の重要性について	上半身の筋力強化(基礎)
5月26日	第4回	講義, 運動	身体活動の重要性について	下半身の筋力強化(基礎)
6月9日	第5回	講義, 運動	全身持久力の重要性について	バランス運動(基礎)
6月23日	第6回	講義, 運動	筋力の重要性について	ステップ運動(基礎)
7月7日	第7回	講義, 運動	栄養の重要性について	柔軟性改善ストレッチ(応用)
7月21日	第8回	講義, 運動	一次救命処置を学ぶ	上半身の筋力強化(応用)
8月4日	第9回	講義, 運動	認知機能について	下半身の筋力強化(応用)
8月18日	第10回	講義, 運動	福祉政策について	バランス運動(応用)
9月1日	第11回	講義, 運動	健康寿命延伸の為の計画立案	ステップ運動(応用)
9月15日	第12回	体力測定, 試験	健康寿命理解力テスト	
9月29日	第13回	結果の解釈, 卒業式		





# 高齢者健康寿命総合評価成績表

氏名: XXXXXXXXXX 性別: 女性 1 初回評価 2016/4/21

**身体測定**  
 身長 143 → #N/A cm  
 体重 43 → #N/A kg  
 BMI (体格に関する指数) 21.0 → #N/A kg/m<sup>2</sup>  
 参考: BMIは体重(kg)/身長(m)×身長(m)で計算。  
**目標 (適正) BMI値は22です。**正常範囲は18.5-25です。  
 ①年齢の枠内 18.5以下 ②Fは注意線 20以下  
 ③肥満注意線 25以上 ④極度の肥満 30以上

SMI (手足の筋肉量) 5.9 → #N/A kg/m<sup>2</sup>  
 参考: SMIは手足の筋肉量(kg)/身長(m)×身長(m)で計算。  
 ①男性: 7.0未満 (DXA法、BIA法)  
 ②女性: 5.4未満 (DXA法)、5.7未満 (BIA法)  
 が筋肉減少と考えられます。

**身体機能検査**  
 握力 18 → #N/A kg  
 参考: 握力は男性と女性で基準値が異なります。  
 ①男性: 26kg以上  
 ②女性: 18kg以上  
 健康を維持する為に目指す筋力と考えられます。

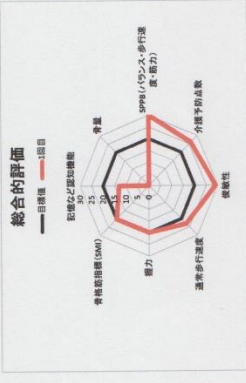
歩行速度 1.18 → #N/A m/秒  
 参考: 男性: 女性とも0.8m/秒以下を  
 歩行速度の低下として扱います

俊敏性 6.44 → #N/A 秒  
 参考: 13.5秒以上、転倒の可能性が高くなると考えられます

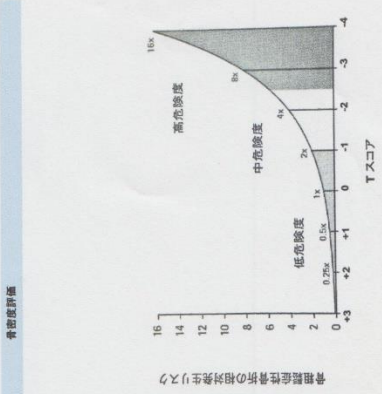
**記憶などの認知機能の検査**  
 点数 19 → #N/A 点  
 参考: 26点以上が物忘れが気になるくらい状態だと考えられます

**介護予防点数**  
 点数 2 → #N/A 点  
 参考: 10点未満では要介護・要支援に必ず、健康寿命が短縮されます

**SPPB (バラン、歩行速度・筋力)**  
 バラン 4 → 点  
 歩行速度 4 → 点  
 筋力 4 → 点  
 合計点数 12 → #N/A 点  
 参考: バラン、歩行速度、立ち上がり筋力の3項目で評価。  
 合計点数が 0 ~ 6 フレイル、7 ~ 9 フレイルの可能性が高い。  
 10 ~ 11 フレイル予備軍、12 身体パフォーマンスは高い



**グラフの男方**  
 赤線は今回の評価を示します。黒線で囲まれた面積の大きさに応じて健康寿命の变化を示していきます。



参考: Tスコア  
 「骨量が減少」 -1~-2.5  
 「骨粗鬆症」 -2.5以下

大田区健康効果大学からのコメント

本成績表は東京郵政健康寿命センターと健康増進事業株式会社との共同研究により情報提供した基幹者の健康寿命の予測化を目的とした成績表です。

大田区健康効果大学 第2回知識確認クイズ

学籍番号： 氏名：

問題① 要支援・要介護状態になる要因の第1位を選べ

1. 運動器の障害（関節症や転倒による骨折など）

2. 脳血管疾患（脳卒中）

3. 認知症

4. 高齢による衰弱

5. 心不全（心筋梗塞や弁膜症など）

問題② 高齢期に生理的予備脳が低下することでストレスに対し脆弱性が充進し、  
要介護状態、死亡などに陥りやすい状態を何と呼ぶか？

1. メタボリックシンドローム

2. フレイル

3. サルコペニア

4. ロコモティブシンドローム

5. カヘキシア

問題③ 健康寿命の定義は？


大田区健康効果大学 『健康寿命延伸のための15の運動』 記録表 (平成28年8月4日～8月17日)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	下半身のストレッチ			脚力 全身			上半身の筋力			上半身のストレッチ					
呼び方	ふくらはぎ1 (深部)	ふくらはぎ2 (浅部)	太もも1 (前面)	太もも2 (後面)	スクワット	ステップ	バランス	肘	前	横	上	握力	肩まわし	体を横に まげる	深呼吸
記入例	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
18日 (木)															
19日 (金)															
20日 (土)															
21日 (日)															
22日 (月)															
23日 (火)															
24日 (水)															
25日 (木)															
26日 (金)															
27日 (土)															
28日 (日)															
29日 (月)															
30日 (火)															
31日 (水)															
XE															
KKD	氏名														
	大田区健康効果大学からのコメント														

# Journal of Clinical Gerontology & Geriatrics

[www.e-jcgg.com](http://www.e-jcgg.com)

Original Article

## Thigh and calf circumference for the sarcopenia screening in community-dwelling elderly women

Satomi Kusaka<sup>1</sup>, \*Tetsuya Takahashi<sup>1</sup>, Yoshinori Hiyama<sup>1</sup>, Yasuaki Kusumoto<sup>1</sup>, Junko Tsuchiya<sup>1</sup>, Masaru Umeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tokyo University of Technology, School of Health Sciences, Tokyo, Japan

### ABSTRACT

**Background/Objectives:** The purpose of this study was to investigate usefulness and limitations of measurement of thigh and calf circumference for the sarcopenia screening in community-dwelling elderly women.

**Methods:** One-hundred sixteen community-dwelling elderly women were enrolled. Thigh and calf circumferences, grip strength, walking speed, Short Physical Performance Battery and Timed Up test and Go test were performed. Subjects were divided into two groups, the non-sarcopenia group and the sarcopenia group, and the measured values were compared between the two groups. The area under the receiver operating characteristic curve was calculated to determine the cut off values of each circumstance were determined by the presence or absence of sarcopenia.

**Results:** Of all the subjects, non-sarcopenia subjects accounted for 91.4% (n=106), and sarcopenia subjects 8.6% (n=10). Thigh circumference and calf circumference of the dominant leg in sarcopenia subjects showed significant lower values than in non-sarcopenia subjects. Cut-off value for sarcopenia of thigh circumference was 37.3 cm (sensitivity 0.821, specificity 0.600, AUC 0.783, p<0.003), while that of the calf circumference was 32.8 cm (sensitivity 0.736, specificity 0.800, AUC 0.792, p<0.002).

**Conclusions:** We confirmed that thigh and calf circumference could be used as a sarcopenia screening in community-dwelling elderly women. Since measurement of calf circumference is easier and calf circumference has high specificity of sarcopenia screening than thigh circumference, calf circumference is thought to have higher measurement significance in community-dwelling elderly women.

### \*Correspondence

Tetsuya Takahashi, PT, MSc, PhD  
Tokyo University of Technology, School  
of Health Sciences  
5-23-22, NishiKamata, Ohta-ku, Tokyo,  
144-8535, Japan  
Email: ttakahashi@stf.teu.ac.jp

Received 9 May 2017  
Accepted 31 July 2017  
DOI:

2210-8335/Copyright © 2017, Asia Pacific League of Clinical Gerontology & Geriatrics. Published by Full Universe Integrated Marketing Limited.

### INTRODUCTION

Sarcopenia increases with aging and it has been attracting great interest in aging society. Sarcopenia is defined as a state of illness associated with risks such as physical dysfunction, reduction in quality of life, and death that are induced by progressive reduction in muscle mass and muscle weakness.<sup>1</sup> For the measurement of muscle mass, which is important for the diagnosis of sarcopenia, the dual energy X-ray absorptiometry method (DXA) and the bioelectrical impedance analysis method are used. However, it is problematic that they are not always available, accessible, or practical needing special-expensive devices.

In recent years, calf circumference has been attracting attention as a surrogate marker for the diagnosis of sarcopenia.<sup>2</sup> Calf circumference is correlated with the appendicular skeletal muscle index that was measured by DXA and computed tomography,<sup>2</sup> and is also known for its easy clinical application because it only needs to lift the hem of the lower wear when measuring. Kawakami et al.<sup>2</sup>

reported about the relationship between calf circumference and sarcopenia by describing that calf circumference is less than 33 cm could be a surrogate marker for the diagnosis of sarcopenia. On the other hand, since calf muscle is located more distal than the thigh, calf circumference is likely to be affected by edema depending on upright position time and measurement time which may affect the results eventually.

Thigh muscle mass is also reported to play a role as an indicator of muscle mass of the whole thigh muscle mass<sup>3</sup> and total body muscle mass.<sup>4,5</sup> Thigh muscle is known as the primary agonist muscle of exercise and activities of daily life. Thigh muscle mass is found to be associated with sarcopenia-related indicators such as grip strength, knee extension muscle strength, walking speed, and TUG.<sup>4</sup> While the importance of the thigh muscle is pointed out, the clinical significance of the thigh circumference is not fully understood. In addition, the possibility of using the thigh circumference as a sarcopenia screening tool has not been determined before. We hypothesized that the thigh circumference has higher clinically significance as a



sarcopenia screening tool than the calf circumference because thigh muscle is the primary agonist muscle of exercise and activities of daily life.

In this study, therefore, we aimed to investigate usefulness and limitations of measurement of thigh and calf circumference for the sarcopenia screening in community-dwelling elderly women.

## METHODS

### Participants

A total of 116 community-dwelling women (age: 65-86) who applied for the public recruitment for an event of physical fitness assessment on April 21<sup>st</sup> and 29<sup>th</sup> in 2016 were enrolled. We included only women into this study because there were only a few men who applied for this event. This event was publicized through the Ota-ku municipal newsletter. To be enrolled, the candidates should meet the following requirements: they should (1) be aged  $\geq 65$  and living in Ota-ku, (2) feel their physical strength is declining and want to overcome it, (3) be willing to extend their healthy life expectancy. Exclusion criteria were as follows; 1) persons who cannot come to the research site on their own. 2) persons who are restricted in exercise from their medical doctor due to severe heart disease, respiratory disease, orthopedic disease, metabolic disease, etc. 3) Persons who develop movement disorders due to diseases of the central nervous system caused by cerebrovascular diseases. 4) Persons who have been diagnosed as having dementia in the past. Written informed consent was obtained from all the participants.

On the day of the examination, subjects were asked about their physical conditions and any pain they might have because of the exercise equipment. Once they were confirmed to have no problems, all the measurements were conducted on the same day.

### Measures

The following measurement items were included: height, body weight, thigh and calf circumferences, skeletal muscle mass of the arm and leg, grip strength, bone density, Short Physical Performance Battery test (SPPB), and Timed Up and Go test (TUG).

Thigh circumferences and calf circumferences of the dominant leg were measured using a plastic measure with the subjects in a supine position on a bed. We set the dominant leg with reference to previous studies.<sup>2,8</sup> The dominant leg was defined as the lower limb of the kicking side of the ball. For standardization of thigh circumference measurement, measurement site of thigh circumferences was the 1/2 point between the lateral knee joint cleft and the greater trochanter, and the calf circumference was measured at the maximum circumference of the lower leg. These circumference measurements were conducted once by one examiner after practicing sufficiently.

Body composition analysis was performed using a body composition analysis device (In Body S10, In Body Japan). The skeletal muscle mass and the body fat ratio were

measured using an electrode attached to the predefined position with the subjects in a supine position on a bed. Skeletal muscle Index (SMI) was calculated using following formula: appendicular SMM/body height<sup>2</sup>.

Grip strength of the subjects was measured in their standing position with their elbow joint bent at 90 degrees, using a hand dynamometer (Saehan medical, Jamar Hydraulic Hand Dynamometer SH5001). Two sessions of measurement were performed for both right and left hands alternately and whichever higher value was defined as the grip strength.

The SPPB was used to assess performance-based mobility in the lower extremities, which includes balance test, 4-meter walking test (4-m walking speed), and sit-to-stand test.

TUG test was performed allowing subjects to use walking aids they usually use. They stood up from their chairs and walked to the triangular post 3 meters ahead and made a U-turn back toward their chairs with the safe and maximum effort. TUG test was performed 2 times and we used whichever the faster speed for the analysis.

### Statistical Analysis

Subjects were divided into the non-sarcopenia group and the sarcopenia group based on the criteria of the Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS).<sup>6</sup> The AWGS defined sarcopenia as the loss of muscle mass ( $<5.7$  g/m<sup>2</sup> in female by using bioimpedance analysis) plus low grip strength ( $<18$  kg in female) or low usual gait speed ( $<0.8$  m/s).

The following values between the two groups were compared: age (years old), height (cm), body weight (kg), BMI (kg/m<sup>2</sup>), body fat ratio (%), thigh circumference (cm), calf circumference (cm), thigh circumference adjusted by height, weight and BMI, calf circumference adjusted by height, weight and BMI, SMI (kg/m<sup>2</sup>), lower limb muscle mass of the dominant leg (kg), grip strength (kg), 4-m walking speed (m/s), TUG (s), and SPPB (points). We performed comparison analysis of these values between AWGS sarcopenia groups and non-sarcopenia group using Student's t-tests if normally distributed. The total sum of SPPB scores (points) was compared using a Mann-Whitney test.

The area under the receiver operating characteristic (ROC) curve was calculated to determine thigh circumference, calf circumference and each circumference adjusted by height, weight and BMI. The cut off values of each circumstance were determined by the presence or absence of sarcopenia. All Statistical analyses were performed with SPSS Statistics version 22.0 for Windows (IBM Japan, Tokyo, Japan), and the significance level was set at 0.05 for all tests.

This study was approved by the Human Ethics Review of Tokyo University of Technology (approval number; E15HS-025).

## RESULTS

Of all the subjects, non-sarcopenia subjects accounted for 91.4% (n=106), and sarcopenia subjects 8.6% (n=10).

When each measurement item was compared between both groups, significant low values in height, body weight, thigh circumference and calf circumference, lower limb muscle mass of the dominant leg, SMI, and grip strength were observed in the sarcopenia group (Table 1;  $p < 0.05$ ). Thigh circumference adjusted by weight and calf circumference adjusted by weight in the sarcopenia group showed significant higher values than those in the non-sarcopenia group (Table 1). There was a significant and positive correlation between thigh circumference and calf circumference ( $r=0.793$ ,  $p < 0.001$ ).

When the cut off value for sarcopenia was calculated using thigh circumference and calf circumference leg in the both groups, thigh circumference was 37.3 cm (sensitivity 0.821, specificity 0.600, AUC 0.783, SE 0.065, 95% CI 0.654-0.911,  $p < 0.003$ ), while calf circumference was 32.8 cm (sensitivity 0.736, specificity 0.800, AUC 0.792, SE 0.056, 95% CI 0.683-0.901,  $p < 0.002$ ) (Figure 1).

We also calculated the cut off value for sarcopenia was using thigh circumference adjusted by weight and calf circumference adjusted weight. The cut off value of thigh circumference/weight was 0.80 (sensitivity 0.900, specificity 0.575, AUC 0.717, SE 0.081, 95% CI 0.557-0.877,  $p < 0.024$ ), while the cut off value of calf circumference/weight was 0.71 (sensitivity 0.800, specificity 0.811, AUC 0.792, SE 0.069, 95% CI 0.656-0.927,  $p < 0.002$ ).

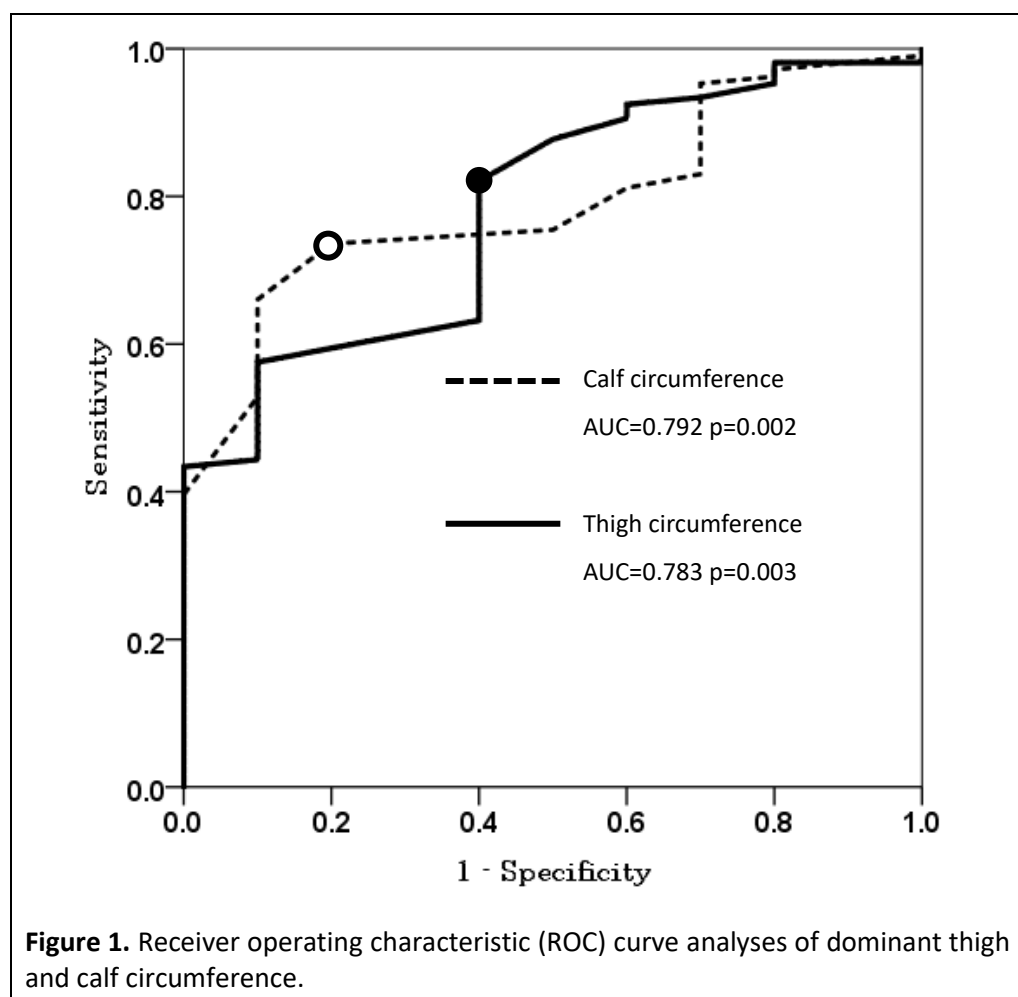
## DISCUSSION

The percentage of sarcopenia in this study population was 8.6%, which was equivalent to the previous study reported by AWGS.<sup>7</sup> Kawakami et al.<sup>2</sup> focused on calf circumference as a surrogate marker of sarcopenia diagnosis, and reported that calf circumference  $\leq 33$ cm could be a surrogate marker of sarcopenia diagnosis for community-dwelling women. On the other hand, Ishii et al.<sup>8</sup> reported that the presence or absence of sarcopenia is associated with age, grip strength, and calf circumference, and additionally reported that calf circumference in the non-sarcopenia women and the sarcopenia women were  $34.5 \pm 2.7$  cm and  $32.1 \pm 2.1$  cm on average, respectively. Our results show that calf circumference in the non-sarcopenia women and the sarcopenia women were 34 cm and 32 cm on average, respectively (Table 1), and that the cut off value of calf circumference was 32.8 cm. This is line with the observations of Ishii et al.<sup>8</sup> and Kawakami et al.<sup>2</sup> Therefore, based on the results, the importance of calf circumference and the cut off value as a diagnosis tool of

**Table 1.** Comparison of subject's characteristics and sarcopenia related indicators between non-sarcopenia group and sarcopenia group.

	n=116	Non-sarcopenia	Sarcopenia	p-value
n (%)		106 (91.4)	10 (8.6)	
Age, year (range)		73.1 (65-86)	75.0 (65-85)	0.029
Height, cm		152.1 $\pm$ 4.7	146.3 $\pm$ 5.9	.003
Weight, kg		52.5 $\pm$ 7.6	44.4 $\pm$ 5.1	.001
BMI, kg/m <sup>2</sup>		22.7 $\pm$ 3.2	20.8 $\pm$ 2.9	.077
Body fat percentage, %		31.7 $\pm$ 6.9	31.9 $\pm$ 7.6	.856
Body fat percentage/Weight, %/kg		0.6 $\pm$ 0.1	0.7 $\pm$ 0.1	.001
Thigh circumference, cm		41.1 $\pm$ 4.0	37.4 $\pm$ 2.8	.002
Calf circumference, cm		34.2 $\pm$ 2.6	31.6 $\pm$ 1.9	.002
Thigh circumference/Height, cm/cm		0.27 $\pm$ 0.03	0.26 $\pm$ 0.02	.070
Calf circumference/Height, cm/cm		0.23 $\pm$ 0.02	0.22 $\pm$ 0.01	.160
Thigh circumference/Weight, cm/kg		0.79 $\pm$ 0.07	0.85 $\pm$ 0.07	.024
Calf circumference/Weight, cm/kg		0.66 $\pm$ 0.06	0.72 $\pm$ 0.04	.002
Thigh circumference/ BMI, cm/kg/m <sup>2</sup>		1.83 $\pm$ 0.17	1.82 $\pm$ 0.23	.669
Calf circumference/BMI, cm/kg/m <sup>2</sup>		1.52 $\pm$ 0.15	1.53 $\pm$ 0.15	.644
SMI, kg/m <sup>2</sup>		6.0 $\pm$ 0.6	5.2 $\pm$ 0.4	.000
Dominant leg muscle mass, kg		5.5 $\pm$ 0.9	4.3 $\pm$ 0.5	.000
Grip strength, kg		23.6 $\pm$ 4.2	15.7 $\pm$ 2.3	.000
4m gait speed, m/s		1.3 $\pm$ 0.2	1.2 $\pm$ 0.2	.182
TUG, s		6.2 $\pm$ 0.8	6.4 $\pm$ 0.5	.260
SPPB, points		11.9 (9-12)	12	.816

BMI: Body Mass Index, SMI: Skeletal Muscle Mass Index, TUG: Timed Up and Go test, SPPB: Short Physical Performance Battery.



**Figure 1.** Receiver operating characteristic (ROC) curve analyses of dominant thigh and calf circumference.

sarcopenia in community-dwelling women was reconfirmed in our study as well.

In general, calf circumference is likely to be affected by edema depending on gravity since calf muscle is located

more distal than the thigh. Thigh is less likely affected by gravity because of its higher position. Thigh is recognized as an important part of the lower limb because it works as the primary functional muscle for several activities in everyday life. There are several epidemiological studies measuring the thigh circumference. Ishii et al.<sup>8</sup> measured thigh circumference at 15 cm above the patella regardless of the body build of the subjects and reported that thigh circumference of non-sarcopenia women and sarcopenia women were  $41.7 \pm 4.0$  (cm) and  $38.9 \pm 3.4$  (cm), respectively. However, they did not examine the cut off value of thigh circumference of sarcopenia. Murata et al. measured thigh circumference of elderly women and reported that the measurement site at 20 cm up ( $47.8 \pm 4.1$ cm) from the upper edge of the patella was more associated with quadriceps strength than that at 10 cm up ( $40.6 \pm 3.6$  cm) and 15 cm up ( $44.7 \pm 3.9$  cm) from the upper edge of the patella.<sup>9</sup> In this study, measurement was performed at the 1/2 between the lateral knee joint cleft and the greater trochanter. We found that thigh circumference of the dominant leg of the non-sarcopenia subjects and the sarcopenia subjects were  $41.1 \pm 4.0$  (cm) and  $37.4 \pm 2.8$  (cm), respectively. When compared our results with those of Ishii et al.,<sup>8</sup> thigh circumference of the non-sarcopenia women in their study and our study were almost same, but thigh circumference of the sarcopenia women in our study was lower than that in their study. This difference may be due to the difference in measured location of thigh circumference.

Based on the thigh circumference of the dominant leg, the cut off value to differentiate the sarcopenia women and the non-sarcopenia women was 37.3 cm (sensitivity 0.821, specificity 0.600, AUC 0.783,  $p < 0.003$ ), while calf circumference of the dominant leg was 32.8 cm (sensitivity 0.736, specificity 0.800, AUC 0.792,  $p < 0.002$ ). Although both cut-off values for sarcopenia screening were obtained in thigh circumference and calf circumference of the dominant leg, specificity in the cut-off value of thigh circumference was relatively lower in than the cut-off value of calf circumference. In this study, calf circumference was measured at the maximum circumference of the lower leg, but thigh circumference was measured at the site of 1/2 point between the lateral knee joint cleft and the greater trochanter in consideration of the difference in body build of each subject. Thigh circumference at the site of 1/2 point between the lateral knee joint cleft and the greater trochanter was not always the maximum circumference of the thigh in each subject. This may be due to one of reason for lower specificity in the cut-off value of thigh circumference than in calf circumference for sarcopenia screening. Thigh muscles are the primary functional muscle of body movement. Thigh circumference measurement is easy and less time consuming; however, there was a limitation to screening only by measuring the single-site thigh circumference that might not the maximum circumference. Since measurement of calf circumference is easier and calf circumference has high specificity of sarcopenia screening than thigh circumference, calf circumference is thought to have higher measurement significance although neither thigh circumference nor calf

circumference is a perfect screening tool for Sarcopenia diagnosis. Our hypothesis, the thigh circumference has higher clinically significance as a sarcopenia screening tool than the calf circumference was denied.

Finally, in this study, we found a significant difference in height, weight and BMI between non-sarcopenia group and sarcopenia group. Body size is thought to influence the difference in the circumference. Therefore, the thigh and calf circumference were adjusted by body height, weight and BMI. As a result, there was a significant difference in thigh circumference/weight and calf circumference/weight between the two groups. This may be due to fat mass included in the lower limbs. The specific gravity of fat is  $0.900 \text{ g/cm}^3$  and the specific gravity of lean body mass is  $1.095/\text{cm}^3$ .<sup>10,11</sup> This means that fat is weight less per  $1 \text{ cm}^3$ , but volume is larger. It has been reported that the fat mass of the thigh muscle in sarcopenia is increased compared to non sarcopenia.<sup>12,13,14</sup> Indeed, body fat percentage/weight was also significantly higher in the sarcopenia group in this study.

We also calculated the cut off value for sarcopenia using thigh circumference adjusted by weight and calf circumference adjusted weight. Thigh circumference / weight  $>0.80$  or calf circumference / weight  $>0.71$  may become a new sarcopenia screening index.

There were some limitations in this study. First, the number of subjects was relatively small. Secondly, data were collected from only a part of Tokyo. Thirdly, subjects were all females. Therefore, the findings of this study should be recognized as pilot study in nature. To verify the results of this study, further studies using more subjects including men in several areas are required.

## CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

No potential conflicts of interest were disclosed.

## REFERENCES

1. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al; European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010;**39**:412-23.
2. Kawakami R, Murakami H, Sanada K, Tanaka N, Sawada SS, Tabata I, et al. Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. *Geriatr Gerontol Int*. 2015;**15**:969-76.
3. Doxey G. The Association of Anthropometric Measurements of Thigh Size and B-mode Ultrasound Scanning of Muscle Thickness. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1987;**8**:462-8.
4. Takahashi T, Sugie M, Nara M, Koyama T, Obuchi SP, Harada K, et al. Femoral muscle mass relates to physical frail components in community dwelling older people. *Geriatr Gerontol Int*. 2017;**17**(10):1636-41.
5. Ohkawa S, Odamaki M, Yoneyama T, Hibi I, Miyaji K, Kumagai H. Standardized thigh muscle area measured by computed axial tomography as an alternate muscle mass index for nutritional assessment of hemodialysis patients. *Am J Clin Nutr*. 2000;**71**:485-90.
6. Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2014;**15**:95-101.
7. Chen LK, Lee WJ, Peng LN, Liu LK, Arai H, Akishita M; Asian Working Group for Sarcopenia. Recent Advances in Sarcopenia Research in Asia: 2016 Update From the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2016;**17**:767.e1-7.

8. Ishii S, Tanaka T, Shibasaki K, Ouchi Y, Kikutani T, Higashiguchi T. Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults. *Geriatr Gerontol Int.* 2014;**14 Suppl 1**:93-101.
9. Murata S, Ezaki C, Miyazaki J, Horie J, Murata J, Otao H. Relationship between configuration of the thigh and motor function in elderly females. *Rigakuryoho kagaku.* 2010;**25**:939-42. (in Japanese)
10. Heymsfield SB, Ebbeling CB, Zheng J, Pietrobella A, Strauss BJ, Silva AM, et al. Multi-Component Molecular-Level Body Composition Reference Methods: Evolving Concepts and Future Directions. *Obes Rev.* 2015;**16**:282-94.
11. Duren DL, Sherwood RJ, Czerwinski SA, Lee M, Choh AC, Siervogel RM, et al. Body Composition Methods: Comparisons and Interpretation. *J Diabetes Sci Technol.* 2008;**2**:1139-46.
12. Kawai H, Kera T, Hirayama R, Hirano H, Fujiwara Y, Ihara K, et al. Morphological and qualitative characteristics of the quadriceps muscle of community-dwelling older adults based on ultrasound imaging: classification using latent class analysis. *Aging Clin Exp Res.* 2017; DOI 10.1007/s40520-017-0781-0.
13. Sergi G, Trevisan C, Veronese N, Lucato P, Manzato E. Imaging of sarcopenia. *European Journal of Radiology* 2016;**85**:1519-24.
14. Watanabe Y, Yamada Y, Fukumoto Y, Ishihara T, Yokoyama K, Yoshida T, et al. Echo intensity obtained from ultrasonography images reflecting muscle strength in elderly men. *Clinical Interventions in Aging* 2013;**8**:993-8.



Original Article

## Large calf circumference indicates non-sarcopenia despite body mass

SATOMI KUSAKA, PhD, RPT<sup>1)</sup>, TETSUYA TAKAHASHI, PhD, MSc, RPT<sup>1)\*</sup>,  
YOSHINORI HIYAMA, PhD, RPT<sup>1)</sup>, YASUAKI KUSUMOTO, PhD, RPT<sup>1)</sup>,  
JUNKO TSUCHIYA, MSc, RPT<sup>1)</sup>, MASARU UMEDA, MD<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Physical Therapy, Tokyo University of Technology: 5-23-22 Nishi-Kamata, Ota-ku, Tokyo 144-8535, Japan

**Abstract.** [Purpose] The purpose of this study is to evaluate the applicability of the calf circumference as a tool for screening sarcopenia. [Subjects and Methods] One hundred sixteen community-dwelling elderly females were enrolled. Calf circumference of the dominant leg was measured using a plastic measuring tape. Subjects were divided into 3 groups based on body mass index (BMI); subjects with the values for BMI <18.5 kg/m<sup>2</sup>; those with BMI 18.5 to 25.0; those with BMI ≥25.0 kg/m<sup>2</sup>. Positive predictive value and negative predictive value of sarcopenia were calculated based on the obtained cut off values of calf circumference and the diagnosis of sarcopenia in each group. [Results] Prevalence rate of sarcopenia was 9.4% (n=10). Cut off value of the calf circumference was 32.8 cm (sensitivity: 73.0%, specificity: 80.0%, AUC: 0.792). Each BMI group showed high negative predictive value of sarcopenia based on the calf circumference cut off value of 32.8 cm. [Conclusion] These results suggested that to identify non-sarcopenia by larger calf circumference is more reasonable and useful than to identify sarcopenia due to the smaller calf circumference regardless of BMI.

**Key words:** Sarcopenia, Calf circumferences, Negative predictive value

(This article was submitted Jul. 21, 2017, and was accepted Aug. 1, 2017)

### INTRODUCTION

Sarcopenia is defined as a pathological condition associated with risks such as physical dysfunction, reduction in quality of life, and death that are induced by progressive reduction in muscle mass and muscle weakness<sup>1)</sup>, and it has been attracting great interest in recent years. For the measurement of muscle mass, which is important for the diagnosis of sarcopenia, the dual energy X-ray absorptiometry method and the bioelectrical impedance analysis method are used. However, it is problematic that they need special, expensive devices. In recent years, calf circumference has been attracting attention as a surrogate marker for the diagnosis of sarcopenia<sup>2-4)</sup>. Calf circumference is correlated with the appendicular skeletal muscle index that was measured by dual energy X-ray absorptiometry<sup>5)</sup>, and is also known for allowing easy measurement. Kawakami et al.<sup>2)</sup> reported about the relationship between calf circumference and sarcopenia by describing that calf circumference of the dominant leg that is less than 33 cm could be a surrogate marker for the diagnosis of sarcopenia. However, body builds such as body mass index (BMI) should be taken into consideration since body builds vary among individuals. The cut-off value seems to change its meaning depending on the body builds.

Therefore, the purpose of this study is to evaluate the applicability of the calf circumference as a tool for screening sarcopenia based on the relationship between calf circumference and BMI.

\*Corresponding author. Tetsuya Takahashi (E-mail: ttakahashi@stf.teu.ac.jp)

©2017 The Society of Physical Therapy Science. Published by IPEC Inc.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial No Derivatives (by-nc-nd) License. (CC-BY-NC-ND 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## SUBJECTS AND METHODS

A total of 116 community-dwelling older females (age: 65–86) who applied for a university event of physical fitness assessment were enrolled. We included only women in this study because there were only a few men who applied for this event. Subjects were recruited through the Ota-ku municipal newsletter. To be enrolled, the candidates should meet the following requirements: they should (1) be aged  $\geq 65$  and living in Ota-ku, (2) feel their physical strength is declining and want to overcome it, (3) be willing to extend their healthy life expectancy. Exclusion criteria were as follows; 1) persons who cannot come to the research site on their own. 2) persons who are restricted in exercise from their medical doctor due to severe heart disease, respiratory disease, orthopedic disease, metabolic disease, etc. 3) Persons who develop movement disorders due to diseases of the central nervous system caused by cerebrovascular diseases. 4) Persons who have been diagnosed as having dementia in the past. Written informed consent on the purpose of the study was obtained in advance from each participant.

The following measurements items were included: height, body weight, skeletal muscle index (SMI), calf circumference, grip strength, Short Physical Performance Battery test (SPPB), and Timed Up and Go test (TUG).

Body composition analysis was performed using a body composition analysis device (In Body S10, In Body Japan, Tokyo, Japan) to measure skeletal muscle mass. The muscle mass was measured using an electrode attached to the predefined position with the subjects in a supine position on a bed. The SMI was calculated using following formula: appendicular skeletal muscle mass/body height<sup>2</sup>.

Calf circumference of the dominant leg was measured using a plastic measuring tape with the subjects in a supine position on a bed.

Grip strength of the subjects was measured in their standing position with their elbow joint bent at 90 degrees, using a hand dynamometer (Jamar Hydraulic Hand Dynamometer SH5001: Saehan Medical, Korea). Two sessions of measurement were performed for both right and left hands alternately and whichever higher value was defined as the grip strength.

SPPB<sup>6)</sup> was measured using the following 3 kinds of tests in a random order: balance test, 4-m walking test, and sit-to-stand test.

TUG<sup>7)</sup> was performed allowing subjects to use walking aids they usually use. They stood up from their chairs and walked to the triangular post 3 meters ahead and made a U-turn back toward their chairs with their safe and maximum effort. The time was measured twice, and we used whichever the faster speed for the analysis.

Subjects were divided into the non-sarcopenia group and the sarcopenia group based on the Diagnostic Criteria of Sarcopenia for Asian Population<sup>8)</sup>. The following values between the two groups were compared using Student's t-test: age (years), height (cm), body weight (kg), BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), SMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), calf circumference of the dominant leg (cm), grip strength (kg), walking speed (m/s), TUG (s). The total sum of SPPB scores (points) was compared using a Mann-Whitney test. The area under the ROC curve was calculated to evaluate calf circumference of the dominant leg as well as the cut off value to determine the presence or absence of sarcopenia.

Then, the subjects were divided into the following 3 groups, subjects with the values for BMI  $< 18.5 \text{ kg}/\text{m}^2$ : those with BMI 18.5 to 25.0; those with BMI  $\geq 25.0 \text{ kg}/\text{m}^2$ . Analysis of variance (ANOVA) or the Kruskal-Wallis test was used to evaluate differences among the three groups. The Tukey test was used as a post hoc test, if the ANOVA was significant. Dunn's test was used as a post hoc test after the Kruskal-Wallis test.

Positive predictive value and negative predictive value were also calculated based on the obtained cut off values of calf circumference. SPSS 22.0 for Windows10 was used for statistical analysis. Statistical significance level was defined as  $p < 0.05$ . The study protocol was approved by the Institutional Review Board of Tokyo University of Technology prior to the initiation of the study (approval No.: E15HS-025).

## RESULTS

Of all the subjects, non-sarcopenia subjects and sarcopenia subjects accounted for 91.4% ( $n=106$ ) and 9.4% ( $n=10$ ), respectively. When each measurement was compared between both groups, significantly low values in height (cm), body weight (kg), SMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), calf circumference (cm), grip strength, and significant high values in age (year) were observed in the sarcopenia group (Table 1).

The cut off value for sarcopenia that was calculated using calf circumference was 32.8 cm (sensitivity: 73.0%; specificity: 80.0%; AUC: 0.792).

Each measurement was compared between 3 groups that were categorized based on the values of BMI (Table 2). There was a significant difference in weight, BMI, SMI, calf circumference between each group.

The positive predictive value of sarcopenia was calculated based on the calf circumference cut off value of 32.8 cm in each group (Table 3). In subjects with BMI  $< 18.5 \text{ kg}/\text{m}^2$ , the positive predictive value of sarcopenia was 30%, and the negative predictive value was 100%. In subjects with BMI from 18.5 to 25.0  $\text{kg}/\text{m}^2$ , the positive predictive value of sarcopenia was 20%, and the negative predictive value was 98.0%. In subjects with BMI more than 25  $\text{kg}/\text{m}^2$ , the positive predictive value of sarcopenia was 0%, and the negative predictive value was 96.2%.

**Table 1.** Comparison of physical characteristics between non-sarcopenia and sarcopenia

n=116	Non-sarcopenia	Sarcopenia
n (%)	106 (91.4)	10 (9.43)
Age, year (range)	73.1 (65–86)	75.0 (65–85)*
Height (cm)	152.1 ± 4.7	146.3 ± 5.9**
Weight (kg)	52.5 ± 7.6	44.4 ± 5.1**
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.7 ± 3.2	20.8 ± 2.9
SMI (kg/m <sup>2</sup> )	6.0 ± 0.6	5.2 ± 0.4**
Calf circumference (cm)	34.2 ± 2.6	31.6 ± 1.9**
Grip strength (kg)	23.6 ± 4.2	15.7 ± 2.3**
Walking speed (m/s)	1.3 ± 0.2	1.2 ± 0.2
TUG (second)	6.2 ± 0.8	6.4 ± 0.5
SPPB (points)	12.0 (12–9)	12.0 (12–11)

\*p<0.05 \*\*p<0.01

BMI: Body Mass Index; SMI: Skeletal Muscle Mass Index; TUG: Timed Up and Go test; SPPB: Short Physical Performance Battery

**Table 2.** Comparison of physical characteristics among BMI classification

n=116	BMI <18.5 kg/m <sup>2</sup>	18.5 ≤ BMI <25 kg/m <sup>2</sup>	25.0 kg/m <sup>2</sup> ≤ BMI	*ANOVA or Kruskal wallis analysis
Sarcopenia : non-sarcopenia (n)	3:10	6:70	1:26	
Age, year (range)	72.8 (65–81)	73.1 (65–85)	74.0 (65–86)	
Height (cm)	153.3 ± 3.6	151.8 ± 4.9	150.2 ± 6.0	
Weight (kg)	41.9 ± 2.3 <sup>de</sup>	50.2 ± 4.9 <sup>f</sup>	61.1 ± 7.1	**
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	17.8 ± 0.5 <sup>de</sup>	21.8 ± 1.6 <sup>f</sup>	27.0 ± 2.1	**
SMI (kg/m <sup>2</sup> )	5.3 ± 0.4 <sup>ae</sup>	5.8 ± 0.5 <sup>f</sup>	6.6 ± 0.6	**
Calf circumference (cm)	30.8 ± 2.3 <sup>de</sup>	33.5 ± 1.9 <sup>f</sup>	36.7 ± 2.2	**
Grip strength (kg)	20.9 ± 3.8	23.0 ± 4.5	23.5 ± 5.4	
Walking speed (m/s)	1.3 ± 0.2	1.3 ± 0.2 <sup>c</sup>	1.2 ± 0.2	*
TUG (second)	5.8 ± 0.5 <sup>b</sup>	6.2 ± 0.8	6.5 ± 0.8	*
SPPB (points)	11.7 (10–12) <sup>a</sup>	11.9 (11–12) <sup>c</sup>	11.7 (9–12)	*

\*p<0.05 \*\*p<0.01

BMI: Body Mass Index; SMI: Skeletal Muscle Mass Index; TUG: Timed Up and Go test; SPPB: Short Physical Performance Battery

a: BMI <18.5 kg/m<sup>2</sup> vs. 18.5 ≤ BMI <25 kg/m<sup>2</sup> p<0.05

b: BMI <18.5 kg/m<sup>2</sup> vs. 25.0 kg/m<sup>2</sup> ≤ BMI p<0.05

c: 18.5 ≤ BMI <25 kg/m<sup>2</sup> vs. 25.0 kg/m<sup>2</sup> ≤ BMI p<0.05

d: BMI <18.5 kg/m<sup>2</sup> vs. 18.5 ≤ BMI <25 kg/m<sup>2</sup> p<0.01

e: BMI <18.5 kg/m<sup>2</sup> vs. 25.0 kg/m<sup>2</sup> ≤ BMI p<0.01

f: 18.5 ≤ BMI <25 kg/m<sup>2</sup> vs. 25.0 kg/m<sup>2</sup> ≤ BMI p<0.01

**Table 3.** Positive predictive value and negative predictive value of sarcopenia based on cut off value of 32.8 in calf circumference based on BMI classification

BMI	Sarcopenia	Calf circumference		Positive predictive value	Negative predictive value
		<32.8cm	≥32.8cm		
<BMI18.5	(+)	n=3	n=0	30.0%	100%
	(-)	n=7	n=3		
18.5 ≤ BMI <25	(+)	n=5	n=1	20.0%	98.0%
	(-)	n=20	n=50		
25 ≤ BMI	(+)	n=0	n=1	0%	96.2%
	(-)	n=1	n=25		

BMI: Body mass index

## DISCUSSION

Kawakami et al.<sup>2)</sup> focused on calf circumference of the dominant leg as a surrogate marker of sarcopenia diagnosis, and reported that calf circumference ≤33 cm could be a surrogate marker of sarcopenia diagnosis for community-dwelling



women. Ishii et al.<sup>4)</sup> reported that the presence or absence of sarcopenia was associated with age, grip strength, and calf circumference of the dominant leg, and additionally reported that calf circumferences of the dominant leg in the non-sarcopenia women and the sarcopenia women were  $34.5 \pm 2.7$  cm and  $32.1 \pm 2.1$  cm on average, respectively. Our results also showed that calf circumferences of the dominant leg in the non-sarcopenia women and the sarcopenia women were 34 cm and 32 cm on average, respectively (Table 1), and that the cut off value of calf circumference of the dominant leg was 32.8 cm. This was line with the observations of Ishii et al.<sup>4)</sup> and Kawakami et al.<sup>2)</sup>.

However, body build varies among individuals. The positive predictive value of sarcopenia in subjects with BMI <18.5 kg/m<sup>2</sup> calculated using a cut-off value of calf circumference were 30%. In addition, the positive predictive value of sarcopenia in subjects with BMI from 18.5 to 25.0 kg/m<sup>2</sup> was only 20.0%. These results indicate that thin individuals and normal weight individuals are not always sarcopenia even if the calf circumference value is low. In other words, relying only on calf circumference values may lead to misdiagnosis for most of the thin individuals even if their calf circumference is less than the cut off value.

On the other hand, the negative predictive values in each subject group were very high. This implies that it is not sarcopenia in most cases if the calf circumference value is more than 32.8 cm regardless of BMI. When sarcopenia is screened using the calf circumference, to identify non-sarcopenia by larger calf circumference is more reasonable and useful than to identify sarcopenia due to the smaller calf circumference. The diagnosis of sarcopenia requires documentation of low muscle mass plus documentation of either low muscle strength (grip strength) or low physical performance (walking speed)<sup>1, 8)</sup>. A small calf circumference means a decrease in muscle mass which is essential for diagnosis of sarcopenia. On the other hand, muscle strength or walking speed do not depend solely on muscle mass<sup>9)</sup>. This is considered to be a factor with the low positive predictive values of sarcopenia based on the calf circumference cut off value of 32.8 cm in all subject groups.

There were some limitations in this study. First, the number of subjects was relatively small. Secondly, data were collected from only a part of Tokyo. Thirdly, subjects were all females. To verify the results of this study, further studies using more subjects including men in several areas are required.

### *Conflict of interest*

No potential conflicts of interest.

## REFERENCES

- 1) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. European Working Group on Sarcopenia in Older People: Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European working group on sarcopenia in older people. *Age Ageing*, 2010, 39: 412–423. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]
- 2) Kawakami R, Murakami H, Sanada K, et al.: Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. *Geriatr Gerontol Int*, 2015, 15: 969–976. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]
- 3) Pérez-Zepeda MU, Gutiérrez-Robledo LM: Calf circumference predicts mobility disability: a secondary analysis of the Mexican health and ageing study. *Eur Geriatr Med*, 2016, 7: 262–266. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]
- 4) Ishii S, Tanaka T, Shibasaki K, et al.: Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults. *Geriatr Gerontol Int*, 2014, 14: 93–101. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]
- 5) Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cournot M, et al.: Sarcopenia, calf circumference, and physical function of elderly women: a cross-sectional study. *J Am Geriatr Soc*, 2003, 51: 1120–1124. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]
- 6) Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, et al.: A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol*, 1994, 49: M85–M94. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]
- 7) Podsiadlo D, Richardson S: The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 1991, 39: 142–148. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]
- 8) Chen LK, Liu LK, Woo J, et al.: Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian working group for sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*, 2014, 15: 95–101. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]
- 9) Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, et al.: The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2006, 61: 1059–1064. [[Medline](#)] [[CrossRef](#)]





Original Article

## Difference between tablet methods and paper questionnaire methods of conducting a survey with community-dwelling elderly

YASUAKI KUSUMOTO, RPT, PhD<sup>1)\*</sup>, YOSHIHIRO KITA, PhD<sup>2)</sup>, SATOMI KUSAKA, RPT, PhD<sup>1)</sup>, YOSHINORI HIYAMA, RPT, PhD<sup>1)</sup>, JUNKO TSUCHIYA, RPT, MSc<sup>1)</sup>, TOSHIKI KUTSUNA, RPT, PhD<sup>1)</sup>, HIROYUKI KAMEDA, PhD<sup>2)</sup>, SAORI AIDA, PhD<sup>2)</sup>, MASARU UMEDA, MD, PhD<sup>1)</sup>, TETSUYA TAKAHASHI, RPT, PhD<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Physical Therapy, Division of Health Science, Tokyo University of Technology: 5-23-22 Nishikamata, Ohta-ku, Tokyo 144-8635, Japan

<sup>2)</sup> School of Computer Science, Tokyo University of Technology, Japan

**Abstract.** [Purpose] This study aimed to develop a tablet app that emulates paper questionnaires used in clinical care, and to verify the difference between the utility of tablet survey methods and paper questionnaire methods with elderly people. [Subjects and Methods] A tablet app was developed in the Java language. A questionnaire was provided to 30 community-dwelling elderly people. The subjects were randomly allocated to the group responding on the tablet (tablet group) or that responding to a paper-based questionnaire (questionnaire group). Assessed items included response time to questions, whether or not they had queries regarding the survey, and data input time. For the tablet group, a questionnaire was conducted regarding the operability of the tablet. [Results] There was no difference in response time between the two groups. Significantly more people in the tablet group had queries regarding the survey. Data input time was 426 seconds for the tablet group and 1268 seconds for the questionnaire group. In the survey regarding tablet operability, there were no negative opinions about the visibility of the screen. [Conclusion] Tablets can be used with elderly people to shorten the data input time. The present findings suggested that tablet surveys could be effective for a large-scale investigation.

**Key words:** Tablet survey, Paper questionnaire, Elderly

(This article was submitted Aug. 14, 2017, and was accepted Sep. 4, 2017)

### INTRODUCTION

Questionnaires are used in several clinical arenas<sup>1–4)</sup>. When paper-based questionnaires are used for a large-scale survey, it sometimes takes a long time to input scores and data. Online questionnaire surveys and tablet surveys are now being used more commonly<sup>5–7)</sup>, but elderly people have difficulty in operating online surveys or it is difficult to read surveys on tablets<sup>8)</sup>. Few studies in the medical field have tried to use a tablet app for elderly people. Therefore, this study aimed to develop a tablet app that emulates paper questionnaires used in clinical care, and to verify the difference between the utility of tablet survey methods and paper questionnaire methods with elderly people.

### SUBJECTS AND METHODS

A tablet app was developed in the Java language. The researchers held several meetings and preliminary experiments with research collaborators and completed the final version of the tablet app. The built-in survey items included a basic health

\*Corresponding author. Yasuaki Kusumoto (E-mail: kusumotoys@stf.teu.ac.jp)



©2017 The Society of Physical Therapy Science. Published by IPEC Inc.

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial No Derivatives (by-nc-nd) License. (CC-BY-NC-ND 4.0: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

check list for those over 65 years old, as well as items related to frailty, 15 items of the Geriatric Depression Scale, nutrition, and disease history. By starting the app, users can select the assessment items following each question. After responding to the selected assessment items, CSV data can be output onto the desktop screen automatically. The tablet used for the survey was 10.1-type Lenovo MIX3. The letter size displayed on the screen ranged from 8 mm to 20 mm.

Subsequently, a survey was conducted to verify tablet app operability. A questionnaire was provided to 30 community-dwelling elderly people living in Ohta-ku, Tokyo prefecture, Japan. It comprised a basic health check list for those over 65 years old and items related to frailty. The subjects were randomly allocated to the group responding on the tablet (tablet group) or that responding to a paper-based questionnaire (questionnaire group), and one assessor was assigned to each group. Subjects' characteristics have been shown in Table 1. There were no differences in scores on the Japanese version of Montreal Cognitive Assessment (MoCA-J) scores, which is a cognitive function test, and the basic check list score between the two groups. All subjects provided written informed consent, and this study was approved by Tokyo University of Technology of Health Sciences Ethical Review Board (Authorization Number: E15HS-025). Informed consent was obtained from all participants.

Assessed items included response time to questions by subjects, whether or not they had queries regarding the survey, number of queries, and data input time taken by one assessor. The survey was completed by three participants at a time, and three separate tablets were used for the tablet group. In this study, data input time was defined as the time taken until the data could be statistically analyzed. For the tablet group, the hours were measured until the data on the tablet were compiled onto an Excel sheet from three tablets. For the questionnaire group, the hours were measured until the data were input to the Excel sheet. The assessors were not provided any explanation regarding this study. Instead, the following instruction was provided: "Please input data as quickly as possible."

In addition, for the tablet group, a questionnaire survey was conducted regarding the operability of the tablet. In order to investigate the visibility of the screen and simplicity of data input, six items on the following aspects were rated on a five-point Likert scale: 1) size of the screen, 2) size of the letters, 3) color of the letters, 4) operability of the touch panel, 5) whether tablet survey was more bothersome than a paper survey, and 6) whether it took more time to respond to the survey using the tablet as compared to a paper-based survey.

An independent t-test was used to compare intergroup age, height, weight, MoCA-J, the basic check list, items related to frailty, number of taking medicine, response time, and number of queries. A  $\chi^2$  tests was used to compare male-female ratio, family configuration, and whether or not they had queries regarding the survey. All analyses were conducted using the SPSS statistical package for Windows, version 21.0. P values of <0.05 were considered statistically significant.

## RESULTS

The results of each assessed item have been shown in Table 2. There was no difference in response time between the two groups. Significantly more people in the tablet group had queries regarding the survey. Data input time was 426 seconds for the tablet group and 1,268 seconds for the questionnaire group. In the survey regarding tablet operability, there were no negative opinions about the visibility of the screen. However, two people thought that the tablet was more bothersome as compared with paper-based questionnaires.

## DISCUSSION

Since the subjects of this study showed scores lower than 26 points on the MoCA-J (which is the cut-off for this scale)<sup>9</sup>, the respondents may have included a subject or subjects who had mild cognitive impairment (MCI). There was no difference in response time between the two groups in the basic check list score and in items related to frailty. Therefore, it can be presumed that two groups had a similar attribute.

For both groups, the data input time for the 15 respondents was measured. However, the input time for the tablet group was 1/3 of the time required for the questionnaire group. In future, when a large-scale survey is conducted, the use of tablets may be an effective way to alleviate the burden of the researchers.

In general, since elderly people have different abilities related to digital devices as compared with younger people, it is expected that they may not know what to do when they see the display on the screen<sup>8</sup>. There was no negative opinion regarding the visibility of the screen in this study, but some people consider the use of a tablet more bothersome as compared with paper questionnaires, and more people in the tablet group had queries about the survey. Specifically, their queries were related to operation procedures, for instance, "Is it okay to press this display screen?" or "Is this the next operation?". Accordingly, the operation methods of the tablets need to be fully explained in advance when conducting a survey using tablets with elderly people. If the method of operating tablets is demonstrated before conducting a survey, tablets can be used with elderly people to shorten the data input time for a large-scale investigation. A previous study has showed that information collected via a computer is valid as compared to paper-pencil surveys<sup>10</sup>. Thus, the present findings suggested that tablet surveys could be effective for a large-scale investigation.

**Table 1.** Subject characteristics for the tablet group and questionnaire group

	Tablet group (n=15)	Questionnaire group (n=15)
Age, yrs (range)	72.2 ± 4.9 (66–81)	72.7 ± 4.4 (68–80)
Male, n (%)	2 (13)	5 (33)
Height, cm	154.5 ± 10.7	155.8 ± 8.0
Weight, kg	52.0 ± 9.3	53.7 ± 12.3
MoCA-J, point	23.5 ± 4.5	25.6 ± 2.9
The basic check list, point	2.5 ± 2.2	2.8 ± 1.9
Items related to frailty, point	1.1 ± 1.4	1.1 ± 1.3
Number of taking medicine	1.5 ± 2.4	2.0 ± 2.2
Family configuration (single life, two people living, others), n	3, 4, 8	4, 8, 3

Mean ± standard deviation. MoCA-J: Japanese version of Montreal Cognitive Assessment; The basic check list: the basic health check list for those over 65years old.

**Table 2.** The results of assessed item for the tablet group and questionnaire group

	Tablet group	Questionnaire group
Response time to questions by subjects, sec (range)	155.2 ± 41.7 (88–221)	144.4 ± 42.7 (78–221)
Whether or not they had queries regarding the survey (presence, absence)	13, 2	3, 12 *
Number of queries (range)	1.7 ± 1.4 (0–4)	0.2 ± 0.4 (0–1) *
Data input time by the assessor, sec	426	1,268
Size of the screen (very agreed, agreed, neither, disagreed, very disagreed) , n	4, 10, 1, 0, 0	-
Size of the letters (very agreed, agreed, neither, disagreed, very disagreed) , n	5, 9, 0, 1, 0	-
Color of the letters (very agreed, agreed, neither, disagreed, very disagreed) , n	7, 8, 0, 0, 0	-
Operability of the touch panel (very agreed, agreed, neither, disagreed, very disagreed) , n	5, 6, 3, 0, 0	-
Whether tablet survey was more bothersome than a paper survey (very agreed, agreed, neither, disagreed, very disagreed) , n	0, 2, 6, 3, 4	-
Whether it took more time to respond to the survey using the tablet as compared to a paper-based survey (very agreed, agreed, neither, disagreed, very disagreed) , n	0, 0, 4, 7, 4	-

Mean ± standard deviation. \*p<0.05.

## REFERENCES

- 1) Tsutsumimoto K, Doi T, Shimada H, et al.: Self-reported exhaustion is associated with small life space in older adults with mild cognitive impairment. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26: 1979–1983. [Medline] [CrossRef]
- 2) Byeon H, Koh HW: The relationship between communication activities of daily living and quality of life among the elderly suffering from stroke. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28: 1450–1453. [Medline] [CrossRef]
- 3) Sabia S, van Hees VT, Shipley MJ, et al.: Association between questionnaire- and accelerometer-assessed physical activity: the role of sociodemographic factors. *Am J Epidemiol*, 2014, 179: 781–790. [Medline] [CrossRef]
- 4) Yang M, Ding X, Dong B: The measurement of disability in the elderly: a systematic review of self-reported questionnaires. *J Am Med Dir Assoc*, 2014, 15: 150.e1–150.e9. [Medline] [CrossRef]
- 5) Kallenberg FG, IJspeert JE, Bossuyt PM, et al.: Validation of an online questionnaire for identifying people at risk of familial and hereditary colorectal cancer. *Fam Cancer*, 2015, 14: 401–410. [Medline] [CrossRef]
- 6) Jang SH, Jung HY, Jang DH, et al.: The effect of a memory training application for a patient with traumatic brain Injury. *J Phys Ther Sci*, 2013, 25: 143–146. [CrossRef]
- 7) Boland DM, Neufeld EV, Ruddell J, et al.: Inter- and intra-rater agreement of static posture analysis using a mobile application. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28: 3398–3402. [Medline] [CrossRef]
- 8) Johnson GM: Tactile input features of hardware: cognitive processing in relation to digital device. *IJRRAS*, 2013, 14: 406–469.
- 9) Fujiwara Y, Suzuki H, Yasunaga M, et al.: Brief screening tool for mild cognitive impairment in older Japanese: validation of the Japanese version of the Montreal Cognitive Assessment. *Geriatr Gerontol Int*, 2010, 10: 225–232. [Medline] [CrossRef]
- 10) Bliven BD, Kaufman SE, Spertus JA: Electronic collection of health-related quality of life data: validity, time benefits, and patient preference. *Qual Life Res*, 2001, 10: 15–22. [Medline] [CrossRef]

**The Effect of Short-Term Health Promotion Intervention on Motor Function in  
Community-Dwelling Older Adults**

**Authors:** Toshiki Kutsuna, Yoshinori Hiyama, Satomi Kusaka, Yasuaki Kusumoto, Junko Tsuchiya, Masaru Umeda, Tetsuya Takahashi

**Affiliation:** Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, Tokyo University of Technology, Tokyo, Japan

**Mailing address:** 5-23-22 Nishikamata, Ota-ku, Tokyo 144-8535, Japan

**Corresponding author:** Toshiki Kutsuna

**Mailing address:** 5-23-22 Nishikamata, Ota-ku, Tokyo 144-8535, Japan

**E-mail address:** t.kutsuna.1981@gmail.com

**Telephone number:** +81-3-6424-2205

**Fax number:** +81-3-6424-2112

## **Abstract**

**Background:** Slow walking speed as one indicator of physical frailty has been found to be associated with deterioration of the health status. Although many reports have shown that exercise training improves motor function, it is unclear whether a group-based and short-term health promotion intervention will improve motor function in older adults.

**Aims:** This study aimed to examine the effectiveness of a short-term health promotion intervention on motor function in community-dwelling older adults.

**Methods:** A 6-month middle-term and moderate-intensity program (MTMIP) and a 6-week short-term high-intensity program (STHIP) were conducted. There were 28 and 29 subjects selected for the MTMIP and STHIP, respectively. The difference in motor function test outcomes was compared by assessment of comfortable walking speed, maximal walking speed, a sit-to-stand test (STS), and a timed up-and-go test (TUG).

**Results:** Comfortable walking speed, maximum walking speed, STS and TUG were significantly improved at end of the program in the STHIP group ( $p=0.02$ ,  $p=0.03$ ,  $p<0.001$  and  $p=0.002$ ). Multiple regression analysis revealed that implementation of STHIP had a significant effect on end-of-program comfortable walking speed ( $\beta=0.19$ ,  $p=0.006$ , 95% CI; 0.06 to 0.32).

**Discussion:** It was assumed that the training content of the STHIP, with its emphasis on high intensity and physical performance, was the main factor in improved walking speed.

**Conclusions:** Our results demonstrated the effectiveness of STHIP on motor function. These findings could help support development of more effective intervention methods in community-dwelling older adults.

**Keywords:** health promotion intervention, high-intensity, short-term, exercise, walking speed, older adults

## **Introduction**

As the mean age of the world's population increases, the number of physically frail older adults has also increased [1, 2]. In Japan, 11.3 % of older adults suffer from physical frailty [3]. Physical frailty, particularly a reduction in motor functions such as walking speed and muscular strength, has been found to be strongly associated with deterioration of the health status in older adults [4-7]. Therefore, there is a need for an effective method that can prevent the deterioration of motor function, or even improve motor functioning, in older adult populations.

Randomized controlled trials have shown that exercise in the community and at home improves motor function in older adults [8-11]. In recent years, health promotion programs that involve the provision of periodic group exercise to multiple participants, as well as exercise information for self-practice at home, have been widely adopted as one method of exercise intervention for older adults. These health promotion programs are reported to be effective in improving motor function and preventing falls in older adults, and are cost-effective as well. The reported intervention periods range from medium- to long-term periods of 15 weeks to 18 months [12-17]. From the perspective of medical economics, in order to obtain improvements in motor function, a shorter intervention period is thought to be desirable based on the continuation rate of exercise. Of note, improvements in muscular strength, walking speed, stair-climbing power, and cross-sectional thigh-muscle area were observed following individually supervised 10-week high-intensity resistance training completed in a randomized controlled trial that verified the effects of short-term exercise [18]. Although the effectiveness of individually performed exercise interventions has been reported, it remains unclear whether a group-based intervention as a short-term health promotion program would also improve motor function in older adults.

Consequently, the purpose of this study was to examine the effectiveness of the short-term health promotion intervention by comparing the effects of two exercise programs with different implementation durations on motor function in community-dwelling older adults.

## **Methods**

### **Subjects**

Study subjects were community-dwelling older adults living in an urban area in Japan. Participants were recruited through public postings. To be included in the study, participants needed to be age 65 years and older and they needed to have the ability to commute to the venue independently. Participants were excluded if they had a history of orthopaedic diseases accompanied by strong pain, respiratory diseases, cardiovascular diseases, diabetes mellitus, or central nervous system diseases such as stroke and Parkinson's disease. The purpose of the research was fully explained to all research participants and written informed consent was obtained. The study protocol was in accordance with the guidelines of the Declaration of Helsinki and was implemented with the approval of the Ethics Committee of Tokyo University

of Technology (approval number: E15HS - 025).

### **Study protocol**

The research protocol was a prospective cohort study, and two different programs were conducted over two periods of time (Fig. 1). The first program took place over nine sessions for a period of six months from April to September 2016 and was termed the middle-term and moderate-intensity program (MTMIP). The second program was conducted in six sessions over a period of six weeks from June to July 2017 and was termed the short-term and high-intensity program (STHIP). Both programs measured motor function at two points: the start and end of the program.

### **Health promotion program**

Each session consisted of a one-hour lecture and 30 minutes of exercise. The lectures consisted of necessary information for the promotion of health and information on physical frailty (physical activity, cardiorespiratory fitness, walking speed, muscular strength), social frailty, cognitive function, nutrition, and basic life support. The guided exercise program was conducted after each lecture and all participants exercised at the site of the lecture.

Because the intervention period for STHIP was short, exercise was set to high intensity with an emphasis on physical performance to maximize the effect of exercise [19, 20]. STHIP exercise consisted of resistance training using a grasping motion, balance training, step training, and sit-to-stand movements. MTMIP exercise was based on static stretching of the triceps surae muscle, quadriceps femoris muscle, hamstrings, and upper limbs/shoulder girdles, resistance training using tubes to focus on the deltoid muscles, major pectoralis muscle, latissimus dorsi muscles, biceps brachii muscle, grasping actions, and squats, balance training, and step training.

The Borg scale [21, 22], widely used during prescribed exercise as an indicator of exercise intensity, was implemented in the current study. The scale indicated that the target intensity of exercise for MTMIP was moderate in intensity (11 to 13), and the intensity of STHIP was high in intensity (12 to 16). Participants in both programs were instructed to perform the exercise regimen at home once per day. Continuation of the exercise at home was confirmed by submission of a recording sheet at each lecture. The intervention participation rate was calculated as the number of sessions prescribed divided by the number of completed sessions, and was expressed as percentage for each participant.

### **Motor function**

In the evaluation of motor function, 5 m of walking at both a comfortable speed and maximal speed [23] were used as the main outcomes. The sit-to-stand (STS) test [24], and the timed up-and-go (TUG) test [25] were used as secondary outcomes. These measures were conducted in a situation in which the evaluator was blinded to the study group of the participant.

In the 5-m walking trials, a 2-m runway was set up as an acceleration phase for stabilizing walking speed on which the subject was instructed to walk 5 m, first at a comfortable pace and then at a pace of maximal effort. The time taken to walk the 5 m was

measured twice for both the comfortable and the maximum paces. The walking speed was calculated as  $\text{Walking speed (m/s)} = 5 \text{ (m)} / \text{time taken for participants to walk 5 m (s)}$ , and the faster value of the two trials was used for analysis. In the STS, the subject was instructed to rise to a standing position from a chair with a seat height of 40 cm. Subjects stood up five times in a row as quickly as possible with their arms crossed in front of their chest. The time from the first sitting posture to the fifth standing posture was measured for two trials using a stopwatch, and the fastest value from the trials was used in the analysis. In TUG, the subject stood from a chair with a 40-cm seat height with no armrests, walked at a safe maximal effort for a distance of 3 m, turned and returned to the chair, and resumed their original seated position. The time from the initiation of body movement to when the subject's buttocks touched the chair seat was measured across two trials, and the faster value was used for the analysis.

### **Statistical analysis**

Subjects were allocated to one of two groups: MTMIP or STHIP. For both groups, data represented by continuous variables were expressed as the mean value and standard deviation, while categorical data were expressed as number of people and proportion. At the start of the program, a chi-square test for gender comparison between groups and an unpaired t-test for inter-group comparison of age, height, body weight, and body mass index were conducted.

A two-way analysis of variance for repeated measures (group vs. time courses) and post-hoc test were used to analyse changes in motor function before and after each intervention. Furthermore, multiple regression analysis was performed to examine the influence of the health promotion intervention on changes in motor function (comfortable walking speed, maximal walking speed, STS, and TUG) with adjustment for confounders. To avoid overfitting, potential confounding variables (age, gender, body mass index, and motor function at start of the program) were reduced to one composite characteristic by applying a propensity score [26]. In a multiple regression analysis, the dependent variable was each motor function at the end of the program and the independent variables were the difference of health promotion program and each propensity score. The Statistical Package for the Social Sciences (SPSS version 21.0; SPSS Inc, Chicago, IL, USA) was used for analysis, and the statistical significance level was set to a *p* value less than 0.05.

### **Results**

A flow chart of the study subjects is shown in Fig. 2. A total of 35 people were recruited to the MTMIP group, but 6 people were unable to participate due to scheduling conflicts, resulting in the study being started with 29 participants attending classes. It became difficult for one individual to continue attendance due to medical concerns, so only 28 participants completed the research protocol. There were 37 individuals recruited to the STHIP group, but due to scheduling conflicts in the case of seven people, the study was started with 30 individuals attending classes. The study protocol was completed by 29 people, as one subject was unable



to continue due to unfavourable medical/physical conditions. The average participation rate was 100% and 98.9% in MTMIP and STHIP groups, respectively.

The characteristics of the MTMIP and STHIP groups at the start of the program are shown in Table 1. There were no significant differences in characteristics between the two groups.

Changes in the motor functions in the MTMIP and STHIP groups are reported in Table 2. The comfortable and maximum walking speeds significantly increased at the end of the program as compared with the start of the program for those in the STHIP group ( $p=0.02$  and  $p=0.03$ , respectively), while no significant changes were seen for individuals in the MTMIP group ( $p=0.051$  and  $p=0.65$ , respectively). The time taken for the STS and TUG significantly decreased at end of the program as compared to the start of the program in the MTMIP group ( $p<0.001$  and  $p<0.001$ , respectively) and STHIP group ( $p<0.001$  and  $p=0.002$ , respectively). At start of the program, the comfortable walking speed of the STHIP group was significantly higher than that of the MTMIP group ( $p<0.001$ ), and the time taken for the STS test in the STHIP group was significantly lower than that in the MTMIP group ( $p<0.001$ ).

Table 3 shows the results of multiple regression analysis with end-of-program motor function as the dependent variable. A significant difference was observed in end-of-program comfortable walking speed ( $\beta=0.19$ ,  $p=0.006$ , 95% CI: 0.06 to 0.32) after the implementation of the short-term health promotion program. However, the health promotion programs had no significant effect on the end-of-program maximum walking speed ( $\beta=0.10$ ,  $p=0.27$ , 95 % CI: -0.08 to 0.28), STS ( $\beta=0.14$ ,  $p=0.87$ , 95 % CI: -1.6 to 1.8) or TUG ( $\beta=-0.06$ ,  $p=0.83$ , 95 % CI: -0.60 to 0.48).

## Discussion

In this study, in order to examine the effects of a group-based short-term health promotion program on motor function in community-dwelling older adults, we compared changes in motor function following exposure to either a 6-week STHIP or a 6-month MTMIP. Those in the STHIP group experienced significant improvement in comfortable and maximum walking speeds, STS, and TUG. Moreover, the results of multiple regression analysis, adjusting for confounders including motor function at the start of the program, indicated that STHIP, compared to MTMIP, was a significant factor in the high end-of-program values for comfortable walking speed. Therefore, the results also illustrate the effectiveness of STHIP for the improvement in walking speed.

Many previous studies show that exercise in older adults is effective for improving motor function and for preventing falls [27, 28]. However, because there are various intervention periods and a standard period is not defined, the shortest period of exercise necessary to significantly improve motor function in older adults is unclear. Despite being only a short-term exercise program of six weeks, the STHIP conducted in this study produced significant improvements in walking speed when compared to the 6-month MTMIP. In the

meta-analysis verifying the effect of exercise training on walking speed in older adults, high-intensity exercise therapy was found to improve comfortable walking speed whereas low-intensity or moderate-intensity exercise training had no effect [19]. Furthermore, it has been reported that a high-intensity exercise program that incorporates daily activities and performance into the program is effective in improving balance, lower limb muscular strength, and walking speed in older adults [20]. It appears that, despite the short period of implementation, the training content of this study, with its emphasis on intense strength and physical performance, was the main factor that led to improved walking speed. Additionally, it appears that the weekly exercise classes in the case of STHIP, as compared to biweekly classes for MTMIP, enabled better adaptation to exercise intensity and was a more appropriate time interval to allow participants to build a routine.

In STHIP group, comfortable walking speed was increased by 0.11 m/s by the end of the intervention. Moreover, a multivariate analysis showed that when the exercise was part of an STHIP, the comfortable walking speed at the end of the program was 0.19 m/s higher than that of the MTMIP. A clinically meaningful difference of 0.10 m/s has been reported in comfortable walking speed in older adults [29]. Furthermore, in a study that examined the change in walking speed and its influence on health status, older adults who increased comfortable walking speed by 0.10 m/s or more one year after the baseline had better health status compared with those who did not [30]. Thus, the change in walking speed induced by the STHIP is an improvement effect with clinical significance, suggesting that an STHIP is suitable as a program to promote health in older adults.

There are a number of limitations in this study. First, because the study design is not a randomized controlled trial, selection bias was generated and the characteristics of the subjects of the MTMIP and STHIP groups were different. When considering the effect of health promotion on motor function, it is assumed that although confounding factors were adjusted for using multivariate analysis, there is a possibility that some factors were not adjusted sufficiently. Second, individuals with orthopaedic diseases and central nervous disorders accompanied by strong pain were excluded from the study, and only persons who were able to attend meetings were targeted as subjects. Consequently, it is possible that study participants were already highly interested in their own health, and that many older adults with good existing motor function were present. Further investigations are required to determine the applicability in patients starting the program with low baseline motor function. Third, motor function changes in this study were measured only at two points in time: the start and end of the program. In the future, it is necessary to measure motor function changes at a later point after all programs have been completed in order to determine whether any long-term effects of the program are present. Finally, because walking speed, used as the main outcome in this study, is only one among several physical frailties, the data are insufficient to prove whether the STHIP reduces physical frailty in older adults. Further studies are needed to investigate whether the STHIP is effective for other indicators of physical frailty such as

weight loss, muscle weakness, poor endurance, and low physical activity [4], or even for psychological frailty.

Although the study had limitations, the results of the study are thought to be of clinical significance. The program's success in demonstrating the prevention of reduction in motor function in older adults is indicative of the program's usefulness as an exercise program for older adults.

## **Conclusions**

Our results demonstrated that the STHIP could improve the motor function mainly on the outcome of walking speed. These findings could be helpful for developing health promotion interventions in community-dwelling older adults.

## **Compliance with ethical standards**

### **Conflict of interest**

The authors declare that they have no conflict of interest.

### **Ethical approval**

All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

### **Informed consent**

Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

### **Data availability**

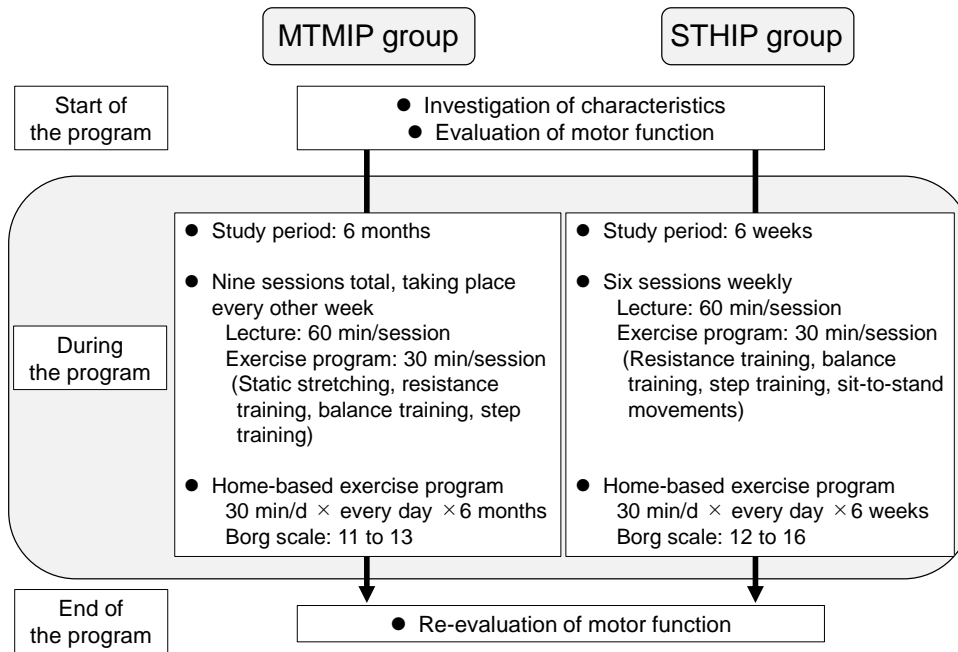
The datasets generated and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

## **References**

1. Beard JR, Bloom DE (2015) Towards a comprehensive public health response to population ageing. *Lancet* 385: 658-661. doi:10.1016/S0140-6736(14)61461-6
2. Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K (2013) Frailty in older adults. *Lancet* 381: 752-762. doi:10.1016/S0140-6736(12)62167-9
3. Shimada H, Makizako H, Doi T et al (2013) Combined prevalence of frailty and mild cognitive impairment in a population of older Japanese people. *J Am Med Dir Assoc* 14: 518-524. doi:10.1016/j.jamda.2013.03.010
4. Fried LP, Tangen CM, Walston J et al (2001) Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56: M146-M156
5. Newman AB, Kupelian V, Visser M et al (2006) Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 61: 72-77
6. Shinkai S, Watanabe S, Kumagai S et al (2000) Walking speed as a good predictor for the

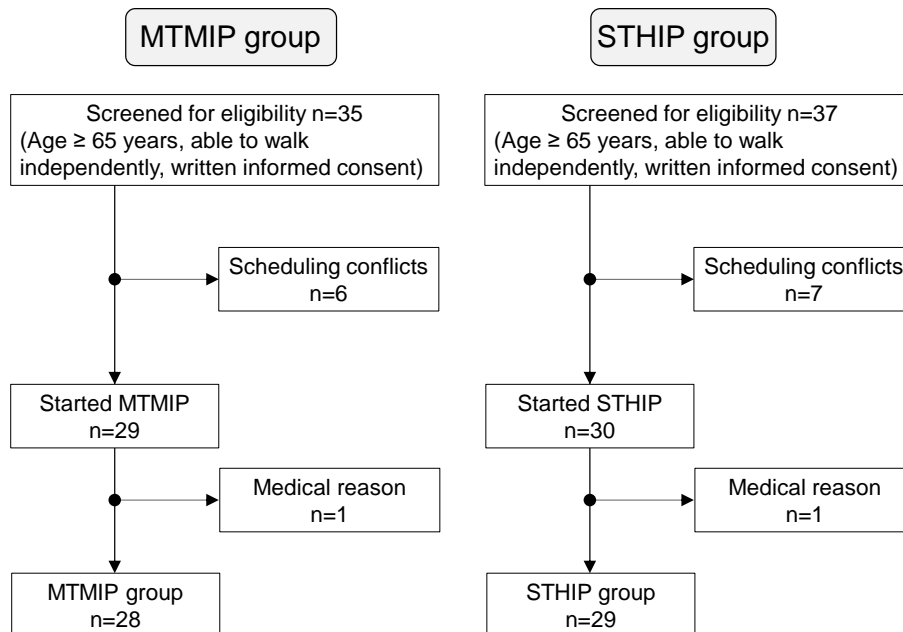
- onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age Ageing* 29: 441-446
7. Studenski S, Perera S, Patel K et al (2011) Gait speed and survival in older adults. *JAMA* 305: 50-58. doi:10.1001/jama.2010.1923
  8. Bird M, Hill KD, Ball M, Hetherington S, Williams AD (2011) The long-term benefits of a multi-component exercise intervention to balance and mobility in healthy older adults. *Arch Gerontol Geriatr* 52: 211-216. doi:10.1016/j.archger.2010.03.021
  9. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Tilyard MW, Buchner DM (1997) Randomised controlled trial of a practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ* 315: 1065-1069
  10. Nelson ME, Layne JE, Bernstein MJ et al (2004) The effects of multidimensional home-based exercise on functional performance in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 59: 154-160
  11. Sousa N, Mendes R, Abrantes C, Sampaio J, Oliveira J (2014) Effectiveness of combined exercise training to improve functional fitness in older adults: a randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int* 14: 892-898. doi:10.1111/ggi.12188
  12. Barnett A, Smith B, Lord SR, Williams M, Baumand A (2003) Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomized controlled trial. *Age Ageing* 32: 407-414
  13. Fitzharris MP, Day L, Lord SR, Gordon I, Fildes B (2010) The Whitehorse NoFalls Trial: effects on fall rates and injurious fall rates. *Age Ageing* 39: 728-733. doi:10.1093/ageing/afq109
  14. Kemmler W, von Stengel S, Engelke K, Häberle L, Kalender WA (2010) Exercise effects on bone mineral density, falls, coronary risk factors, and health care costs in older women: the randomized controlled senior fitness and prevention (SEFIP) study. *Arch Intern Med* 170: 179-185. doi:10.1001/archinternmed.2009.499
  15. Lord SR, Castell S, Corcoran J, Dayhew J, Matteers B, Shan A, Williams P (2003) The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 51: 1685-1692
  16. Skelton D, Dinan S, Campbell M, Rutherford O (2005) Tailored group exercise (Falls Management Exercise – FaME) reduces falls in community-dwelling older frequent fallers (an RCT). *Age Ageing* 34: 636-639. doi:10.1093/ageing/afi174
  17. Yamada M, Arai H, Sonoda T, Aoyama T (2012) Community-based exercise program is cost-effective by preventing care and disability in Japanese frail older adults. *J Am Med Dir Assoc* 13: 507-511. doi:10.1016/j.jamda.2012.04.001
  18. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND et al (1994) Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very older adults. *N Engl J Med* 330: 1769-1775. doi:10.1056/NEJM199406233302501
  19. Lopopolo RB, Greco M, Sullivan D, Craik RL, Mangione KK (2006) Effect of

- therapeutic exercise on gait speed in community-dwelling older adults: a meta-analysis. *Phys Ther* 86: 520-540
20. Rosendahl E, Lindelöf N, Littbrand H et al (2006) High-intensity functional exercise program and protein-enriched energy supplement for older persons dependent in activities of daily living: a randomized controlled trial. *Aust J Physiother* 52: 105-113
  21. Borg G (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med* 2: 92-98
  22. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P et al (2013) Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 128: 873-934. doi:10.1161/CIR.0b013e31829b5b44
  23. Ng SS, Ng PC, Lee CY, Ng ES, Tong MH, Fong SS, Tsang WW (2013) Assessing the walking speed of older adults: the influences of walkway length. *Am J Phys Med Rehabil* 92: 776-780. doi:10.1097/PHM.0b013e31828769d0
  24. Lord SR, Murray SM, Chapman K, Munro B, Tiedemann A (2002) Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 57: M539-M543
  25. Podsiadlo D, Richardson S (1991) The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail older adults. *J Am Geriatr Soc* 39: 142-148
  26. Rubin DB (1997) Estimating causal effects from large data sets using propensity scores. *Ann Intern Med* 127: 757-763
  27. Chou CH, Hwang CL, Wu YT (2012) Effect of exercise on physical function, daily living activities, and quality of life in the frail older adults: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 93: 237-244. doi:10.1016/j.apmr.2011.08.042
  28. El-Khoury F, Cassou B, Charles MA, Dargent-Molina P (2013) The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 347: f6234. doi:10.1136/bmj.f6234
  29. Perera S, Mody SH, Woodman RC, Studenski SA (2006) Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc* 54: 743-749. doi:10.1111/j.1532-5415.2006.00701.x
  30. Hardy SE, Perera S, Roumani YF, Chandler JM, Studenski SA (2007) Improvement in usual gait speed predicts better survival in older adults. *J Am Geriatr Soc* 55: 1727-1734. doi:10.1111/j.1532-5415.2007.01413.x



**Fig. 1** Overview of the research protocol

MTMIP, middle-term and moderate-intensity program; STHIP, short-term and high-intensity program.



**Fig. 2** Flow chart of the study subjects

MTMIP, middle-term and moderate-intensity program; STHIP, short-term and high-intensity program.

**Table 1** Characteristics at start of the program

	MTMIP group (n = 28)	STHIP group (n = 29)	<i>p</i> value
Gender (female, %)	18 (64.3)	22 (75.9)	0.34
Age (years)	72.8 ± 6.4	72.2 ± 4.5	0.68
Height (cm)	156.7 ± 8.3	155.2 ± 9.4	0.53
Weight (kg)	53.3 ± 9.8	53.1 ± 10.9	0.94
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	21.6 ± 2.7	22.0 ± 3.4	0.62

MTMIP, middle-term and moderate-intensity program; STHIP, short-term and high-intensity program.

**Table 2** Changes in the motor functions in the MTMIP and STHIP groups

	MTMIP group (n = 28)			STHIP group (n = 29)		
	Start of the program	End of the program	<i>p</i> value	Start of the program	End of the program	<i>p</i> value
CWS (m/s)	1.22 ± 0.24 <sup>a</sup>	1.29 ± 0.22 <sup>b</sup>	0.051	1.50 ± 0.21	1.61 ± 0.22	0.02
MWS (m/s)	2.02 ± 0.32	2.04 ± 0.35	0.65	2.03 ± 0.31	2.12 ± 0.33	0.03
STS (s)	8.32 ± 2.41 <sup>c</sup>	6.30 ± 3.72	<0.001	6.25 ± 1.0	5.03 ± 1.0	<0.001
TUG (s)	6.34 ± 1.99	5.65 ± 1.42	<0.001	5.72 ± 0.82	5.27 ± 0.56	0.002

CWS, comfortable walking speed; MTMIP, middle-term and moderate-intensity program; MWS, maximum walking speed; STHIP, short-term and high-intensity program; STS, sit-to-stand test; TUG, timed up-and-go test.

<sup>a</sup> *p* < 0.001 vs. CWS at start of the program in the STHIP group

<sup>b</sup> *p* < 0.001 vs. CWS at end of the program in the STHIP group

<sup>c</sup> *p* < 0.001 vs. STS at start of the program in the STHIP group

**Table 3** Results of multiple regression analysis for motor functions

Variables	Unstandardized regression coefficient ( $\beta$ )	95% confidence interval	Standardized regression coefficient	<i>p</i> value
<b>CWS at end of the program</b>				
Intercept	1.2			
Program				
MTMIP	reference			
STHIP	0.19	0.06 – 0.32	0.35	0.006
Propensity score	0.39	0.16 – 0.62	0.42	0.001
<b>MWS at end of the program</b>				
Intercept	2.3			
Program				
MTMIP	reference			
STHIP	0.10	-0.08 – 0.28	0.15	0.27
Propensity score	-0.54	-1.7 – 0.59	-0.13	0.34
<b>STS at end of the program</b>				
Intercept	7.7			
Program				
MTMIP	reference			
STHIP	0.14	-1.6 – 1.8	0.03	0.87
Propensity score	-4.1	-7.1 – -1.2	-0.43	0.007
<b>TUG at end of the program</b>				
Intercept	7.1			
Program				
MTMIP	reference			
STHIP	-0.06	-0.60 – 0.48	-0.03	0.83
Propensity score	-3.1	-4.8 – -1.4	-0.47	<0.001

CWS, comfortable walking speed; MTMIP, middle-term and moderate-intensity program; MWS, maximum walking speed; STHIP, short-term and high-intensity program; STS, sit-to-stand test; TUG, timed up-and-go test.

Adjusted by applying a propensity score, which is a probability of choosing each health program given by other characteristic factors.