

【原 著】

地域在住高齢者の身体活動および座位行動と転倒発生との関連：  
1年間の前向きコホート研究

北湯口 純<sup>1,2)</sup> 鎌田 真光<sup>3,4)</sup> 井上 茂<sup>5)</sup> 上岡 洋晴<sup>6)</sup>  
安部 孝文<sup>1,7)</sup> 岡田 真平<sup>8)</sup> 武藤 芳照<sup>9)</sup>

- 1) 身体教育医学研究所うんなん 2) 東京農業大学大学院環境共生学専攻  
3) ハーバード医学大学院, プリガム・アンド・ウイメンズ病院  
4) 国立健康・栄養研究所健康増進研究部 5) 東京医科大学公衆衛生学分野  
6) 東京農業大学地域環境科学部 7) 島根大学医学部整形外科教室  
8) 公益財団法人身体教育医学研究所 9) 学校法人日本体育大学日体大総合研究所

【要約】目的：地域在住高齢者の身体活動および座位行動が転倒発生の予測因子となるかを明らかにすること。

方法：本研究は自記式質問紙調査データを用いた1年間追跡の前向きコホート研究である。調査は、島根県雲南市に居住する60～79歳から無作為に抽出した3,080人を対象に2009年と2010年に実施した。身体活動および座位行動は国際標準化身体活動質問票短縮日本語版を用いて評価した。ベースライン時に過去1年間に転倒経験がないと回答した1,890人を対象に、1年後の転倒発生を目的変数、ベースラインの中高強度身体活動量と座位行動時間を説明変数、性、年齢、BMI、教育年数、地域、主観的健康感、憂うつ感、喫煙、慢性疾患の既往、転倒恐怖感、腰または膝の慢性痛、痛みによる薬剤使用、痛みによる医療機関受診を共変数とするロジスティック回帰分析を行った。

結果：1年後の調査で163人(10.5%)に転倒が発生していた。多変量解析の結果、中高強度身体活動量と転倒に有意な関連は認められず、中高強度身体活動量の最低位群(0 MET-時/週)と比べて、中間位群(8.25～23.0 MET-時/週)の転倒発生の調整後オッズ比は1.72(95%信頼区間 0.98–3.02)、最高位群(≥75.4 MET-時/週)では1.31(95%信頼区間 0.75–2.29)であった。一方、座位行動時間と転倒発生には有意な関連が認められ、座位行動時間の最低位群(0～119 分/日)と比べて、最高位群(≥420 分/日)の転倒発生の調整後オッズ比は1.96(95%信頼区間 1.02–3.79)であった。

結論：地域在住高齢者において、中高強度身体活動は転倒と関連していなかったが、長時間の座位行動が高い転倒リスクと有意に関連していた。地域在住高齢者における転倒の予測因子として座位行動時間を評価することが重要である可能性が示唆された。

**Key words** : 運動, 座業時間, 運動器疾患, ロコモティブ・シンдрーム

## 1. 緒 言

高齢者の転倒は、重篤な傷害、機能障害、生活の質の低下、最悪の場合には死をも引き起こす公衆衛生上の主要な問題の1つとなっている<sup>1,2)</sup>。欧米ではおよそ3割、本邦ではおよそ1～2割の地域在住高齢者が1年間に1回以上の転倒を経験す

ると報告されており、その割合は加齢とともに高まることが知られている<sup>1,3-5)</sup>。現代社会では、世界的かつ急速な高齢化の進展に伴って、転倒を起因とする運動器疾患や負傷による疾病負担の増大が懸念されている<sup>6-8)</sup>。我が国でも、転倒による骨折が高齢者の日常生活活動に対する支援や長期的な介護を要する主要な原因の1つとなっている<sup>9)</sup>。以上から、高齢者の転倒予防は公衆衛生上の喫緊の課題であり、その効果的な介入戦略を明らかにするためさまざまな側面から危険因子を同定していく必要がある。

これまでの疫学研究により、高齢者の転倒の危

連絡先：北湯口純，身体教育医学研究所うんなん，  
〒699-1105 島根県雲南市加茂町宇治 328, junk\_907@  
yahoo.co.jp

投稿日：2015年10月30日，受理日：2016年2月8日

険因子は、社会人口統計学的・身体的・環境的側面からさまざまな要因が明らかにされている<sup>10)</sup>。なかでも筋力低下やバランスおよび歩行機能の障害は、多くの研究で高齢者の転倒の危険因子として報告されている<sup>10,11)</sup>。地域在住高齢者を対象とする転倒予防の介入効果を検討したレビュー(メタ分析)では、集団・個別を問わず、バランス訓練やレジスタンス・トレーニングを含む複合的な運動(歩行、ストレッチング等の組合せ)による介入が有効であったと報告している<sup>12)</sup>。解析に組み込まれた各研究の介入量について、1回当たりの実施時間・週当たりの実施頻度・実施期間の中央値を確認したところ、それぞれ30分/回、2回/週、6か月となり、適度な運動の継続が転倒予防に有効であることがうかがえた。このように意図的にトレーニングとして行われる運動の有効性は明らかにされている一方で、生活活動を含む身体活動全体や座位行動が転倒に及ぼす影響は十分に明らかにされていない<sup>13)</sup>。これまで身体活動(主に中高強度身体活動)および座位行動と転倒発生との関連を前向き研究デザインで調べた研究がいくつかある。身体活動に関しては、日常的に取り組んでいる身体活動の内容<sup>14)</sup>や中高強度身体活動量の多寡<sup>15-17)</sup>が転倒発生と関連するという報告があるものの、研究方法によって関連の方向(正負)

が異なっており結論は一致していない<sup>13)</sup>。座位行動に関しても、関連は認められているものの研究方法によって結論が異なっており、年代や運動機能制限による効果修飾の影響も指摘されている<sup>13,18)</sup>。また近年では、活動量計を用いた検討が行われているが<sup>13,18)</sup>、研究対象者の選択の偏り(非無作為抽出、健康状態のよい者が多い)が生じており、結論を一般化するのに十分な研究成果が得られているとは言いがたい。以上のように、身体活動および座位行動と転倒との関連にはまだ一致した見解が得られておらず、特に、地域在住高齢者を代表するサンプルを用いた検証が必要である。

そこで本研究では、地域在住高齢者を対象に身体活動および座位行動が転倒発生の独立した予測因子となるか1年間の前向きコホート研究により明らかにすることを目的とする。

## 2. 方 法

### 2-1. 研究デザイン

本研究は、2009年10月に開始されたCOMMUNICATE(COMMUNITY-wide CAMpaign To promote Exercise) study<sup>19,20)</sup>の自記式質問紙調査データを用いた1年間追跡の前向きコホート研究である。COMMUNICATE studyは、身体活動を促進する地

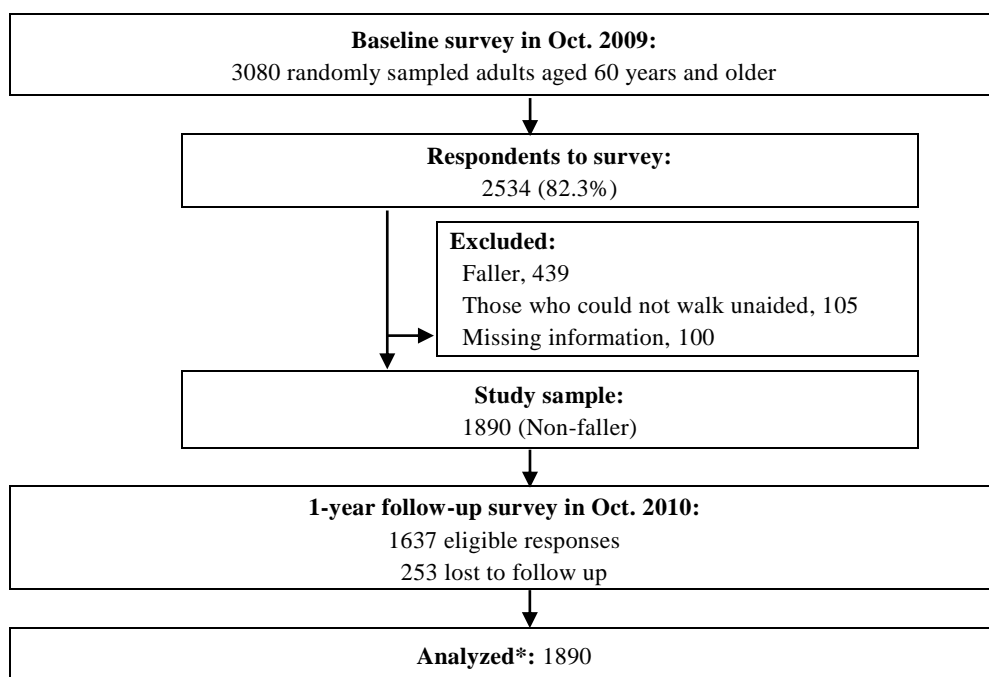


図1 Flowchart of the study.

\*Analyzed with missing data imputation.

域介入が中高年者の身体活動量に与える効果をクラスター無作為化比較試験で明らかにすることを目的に実施された地域介入研究である。本研究では分析データとして、2009年10月のベースライン調査の評価項目と、2010年10月の1年後調査の転倒発生に関する項目を用いた。

## 2-2. 対象者

調査は、島根県雲南市(人口43,520人、面積553.4 km<sup>2</sup>、2010年4月)に居住する40~79歳から無作為に抽出した6,000人を対象に2009年、2010年の2回行った。抽出に際して、要介護・要支援者、施設入居者は対象者としなかった。調査対象者のうち、60~79歳の男女3,080人を本研究の対象者とした。2009年のベースライン調査では、2,534人の回答があり(回収率82.3%)、そのうち過去1年間に転倒経験がある439人、歩行時に介助が必要な105人、データ欠損があった100人を除外した1,890人を本研究の追跡対象者とした。2010年の1年後調査では、追跡対象者1,890人のうち1,637人から回答があった(追跡率86.6%)。

## 2-3. 評価項目

### 2-3-1. 基本属性

対象者の基本的な属性に関する情報として、性および年齢は雲南市基本台帳システムから抽出した。また、体重および身長(body mass index; BMIの計算に用いた)、教育年数(小学校入学から最終学歴までの通学年数)、主観的健康感(とてもよい・まあよい/あまりよくない・よくない)<sup>21)</sup>、憂うつ感(ある/ない)<sup>22)</sup>、喫煙(1度も吸ったことがない/過去吸っていた/現在吸っている)、慢性疾患の既往(高血圧、高脂血症、糖尿病、高尿酸血症・痛風、脳血管障害、心疾患、腎疾患・泌尿器疾患、肝臓病、胃腸疾患、内分泌疾患、がん・悪性腫瘍)、転倒恐怖感(全くない・あまりなり/どちらかといえばある・非常にある)、運動器の痛み(腰・膝)とその管理状況についてはすべて自記式調査票から得た。運動器の痛みについては、一般集団で膝痛を有する個人を特定するため開発された質問紙「Knee Pain Screening Tool」<sup>23)</sup>を改訂した設問を作成して本研究の自記式質問紙に組み入れ、腰および膝の慢性的な痛みの状況を評価した。「現在まで3か月以上続く痛み」がある場合を慢性的な痛み、すなわち、「慢性痛」と定義した<sup>24)</sup>。痛みの管理状況については、腰・膝のそれぞれの痛み

による医薬品使用および医療機関受診の有無を質問紙により尋ねた。なお、痛みおよびその管理状況に関する質問の信頼性は、先行研究の論文内で詳述しており良好な値を得ている(Cohen's Kappa=0.49-0.79)<sup>25)</sup>。以上の変数は、先行研究に基づき身体活動および座位行動と転倒との関連の検証に際して調整すべき要因(交絡する可能性のある要因)として選択した<sup>13-16,18,25,26)</sup>。この他、転倒、身体活動、および座位行動については下記の要領で調査した。

### 2-3-2. 転倒

本研究における転倒の定義は、先行研究を参考に「歩行や動作時に、意図せずつまずいたり、滑ったりして、床・地面もしくはそれより低い位置に手やお尻などの体の一部がついたすべての場合」とした<sup>27)</sup>。転倒経験は「過去1年間に転んだことがありますか?」という質問で尋ねた。更に、「ある」と回答した者には1年間の転倒回数および転倒による傷害の有無を併せて尋ねた。打撲・捻挫・切り傷・擦り傷・骨折・頭部外傷等の中程度以上の傷害を「転倒による傷害」と定義した<sup>28)</sup>。過去1年間の転倒を想起させる質問のスクリーニング精度に関しては、比較的良好な感度(80~89%)と高い特異度(91~95%)を有し、傷害を伴う転倒をより想起しやすいと報告されている<sup>29)</sup>。以上の質問を用いて、主要な目的変数は「1年後の追跡評価時点から過去1年間に少なくとも1回以上の転倒の有無(転倒)」とし、「1年後の追跡評価時点から過去1年間に2回以上の転倒の有無(2回以上の転倒)」「1年後の追跡評価時点から過去1年間に傷害を伴う転倒の有無(傷害を伴う転倒)」を副次的な目的変数として、それぞれ定義した。

### 2-3-3. 身体活動量と座位行動時間

身体活動量および座位行動時間は、国際標準化身体活動質問票短縮日本語版(The Japanese short version of the International Physical Activity Questionnaire; IPAQ-SV)<sup>30)</sup>を用いて評価した。IPAQ-SVでは、典型的な1週間の歩行、中等度の身体活動(moderate physical activity; MPA)、高強度の身体活動(vigorous physical activity; VPA)、平日の座位および睡眠以外の臥位行動時間をそれぞれに評価する。身体活動量は、調査から得られた歩行、MPA、VPAの週当たりの時間にそれぞれの代謝当量[(metabolic equivalent of tasks; METs):歩行=3.3 METs, MPA=4.0 METs, VPA=8.0 METs]を乗じて1週間のそれぞれの身体活動量を推定した<sup>25)</sup>。

その後、これらの変数を用いて総中高強度身体活動量 (total moderate-to-vigorous physical activity; MVPA) を「7 日×(3.3 METs×歩行 時/日+4.0 METs×MPA 時/日+8.0 METs×VPA 時/日)」と定義した。また、本研究では「平日の1日当たりの座位および睡眠以外の臥位時間(分/日)」を座位行動時間 (sedentary behavior time; SBT) として定義した<sup>31)</sup>。なお、本研究の質問紙における IPAQ-SV の信頼性および妥当性に関しては、先行研究の論文内で詳述しており、いずれも良好な値を得ている (信頼性  $r=0.64$ , 妥当性  $r=0.33$ )<sup>25)</sup>。

#### 2-3-4. 統計解析

ベースライン調査時点の各質問項目の分布を確認したのち、1年後調査時点での過去1年間の転倒発生の有無によって各質問項目の平均値±標準偏差または頻度(%)を比較した。カテゴリ変数の比較にはカイ二乗検定を、連続変数の比較には t 検定を用いた。

身体活動の変数は、それぞれ以下のとおりカテゴリ化した。MVPA のカットオフ値は、世界保健機関(WHO)が推奨する MVPA 2.5 時間/週に相当する 8.25 MET-時/週に設定した<sup>32)</sup>。8.25 MET-時/週以上のカテゴリに関しては、同じ調査データによる先行研究<sup>25)</sup>に基づき MVPA 推奨値から三分位に相当する値をカットオフ値として設定し (23.1, 75.4), 最終的に 5 つのカテゴリに分類した (0, 0.01~8.24, 8.25~23.0, 23.01~75.39,  $\geq 75.40$  MET-時/週)。SBT のカットオフ値は、日本の成人<sup>31)</sup>および高齢者<sup>33)</sup>の SBT を評価した先行研究に基づき 420 分/日に設定した。この値は SBT の分布において 80 パーセントイルに位置したため、0~419 分/日までの SBT のカテゴリに関しては、四分位に基づくカテゴリ化を行った。最終的に 5 つのカテゴリに分類した (0~119, 120~179, 180~269, 270~419,  $\geq 420$  分/日)。

MVPA および SBT と転倒発生との関連を明らかにするため、多変量ロジスティック回帰分析を行い、オッズ比とその 95% 信頼区間を推定した。目的変数を 1 年後追跡時点の転倒発生の有無とし、ベースライン調査時点の MVPA および SBT を説明変数に、性、年齢、BMI、教育年数、地域(地域介入研究の群)、主観的健康感、憂うつ感、喫煙、慢性疾患の既往、転倒恐怖感、腰または膝の慢性痛、痛みによる薬剤使用、痛みによる医療機関受診を共変量とした解析を実施した。本研究では、3 つのモデルを用いて解析を行った。モデル 1 では、

MVPA と SBT を説明変数として同時投入したうえで、性、年齢、BMI、教育年数、地域、主観的健康感、憂うつ感、喫煙、慢性疾患の既往、転倒恐怖感を共変量とした。モデル 2 および 3 では、慢性痛やその管理状況が身体活動および転倒に影響する可能性が指摘されており<sup>24,34,35)</sup>、その要因を調整した場合の関連の変化を検証することとした。すなわち、モデル 1 の共変量に加え腰(モデル 2) および膝(モデル 3)の慢性痛とその管理状況の変数をそれぞれに追加投入する解析を行った。解析にあたっては、MVPA および SBT のカテゴリ分類に基づく分析と併せて、それぞれ量的変数として投入した直線および二次回帰の検定を行った。更に、交互作用を調べるため、慢性痛と MVPA および SBT との交互作用項を投入した解析を行った。なお、2 回以上の転倒および傷害を伴う転倒は、1 回以上の転倒発生に比べて発生数が少なくなることから、多変量解析のモデルが適合しない場合には、単変量解析(カイ二乗検定)のみ実施することとした。多変量解析のモデルの適合度は、Hosmer-Lemeshow 検定により判断した ( $p>0.05$  で良好)。

感度分析として、1) MVPA および SBT を四分位に基づきカテゴリ化して各モデルに投入した場合の転倒との関連、2) MVPA を構成する VPA, MPA, 歩行と転倒との関連をそれぞれ検証した。

欠損値は、1% (主観的健康感) から 18% (1 年後調査時点での過去 1 年間の転倒経験) の範囲で認められた。欠損バイアスを最小にするため、missing at random の仮定に基づき多重代入法を用いて欠損値を補完した<sup>36,37)</sup>。欠損値が代入されたデータセットは、20 通り作成した<sup>38)</sup>。各データセットについて独立して多変量ロジスティック解析分析が行われた後、推定のため結果が統合された。なお、本研究では、多重代入法による補完データを用いた解析を本研究での主要解析とし、欠損データを除外した完全データを用いた解析を副次的解析とした ( $n=1,105$ )。統計学的な有意水準は 5% とし、統計解析は IBM SPSS 23.0 を用いて行った。

#### 2-3-5. 倫理的配慮

本研究は、身体教育医学研究所うなん倫理審査委員会の承認 (H21-10-13-1) を得て行われた。調査対象者には、署名により調査協力の同意 (インフォームド・コンセント) を得た。

表 1 Baseline characteristics of older adults according to falls

	Total	One or more falls		p value
		No falls	Falls	
Number of participants	1890	1386	163	
MVPA levels, MET-hour/week <sup>a</sup>	13.3 (2.2-49.7)	15.1 (2.2-52.6)	13.5 (4.4-39.9)	0.92
0, %	21.3	20.9	15.7	0.18
0.1-8.24, %	17.1	16.9	19.4	
8.25-23.0, %	21.7	21.3	29.1	
23.1-75.3, %	21.1	22.0	19.4	
≥75.4, %	18.8	19.0	16.4	
SBT, min/day <sup>a</sup>	240 (120-360)	220 (120-360)	240 (120-405)	0.03
0-119, %	14.0	15.0	7.4	0.14
120-179, %	17.7	17.8	19.5	
180-269, %	27.6	27.1	26.8	
270-419, %	19.9	19.4	21.5	
≥420, %	20.8	20.7	24.8	
Sex, men, %	46.3	46.3	35.0	0.01
Age, years, mean (SD)	68.3 (5.9)	68.1(5.9)	69.5(5.8)	<0.01
Education, years, mean (SD)	10.6 (2.1)	10.7(2.1)	10.5(1.9)	0.18
Self-rated health, poor or very poor, %	17.2	16.0	18.6	0.43
Smoking				
Never, %	79.3	79.1	83.4	0.37
Past smoker, %	8.4	8.8	8.0	
Current smoker, %	12.3	12.1	8.6	
Depressive symptom, %	36.5	34.7	45.7	0.01
Chronic disease history <sup>b</sup> , %	78.6	79.3	83.4	0.26
Body mass index, kg/m <sup>2</sup> , mean (SD)	22.5 (3.1)	22.5(3.0)	23.0(3.0)	0.03
<18.5, %	7.9	7.7	5.6	0.58
18.5-24.9, %	73.1	74.1	74.4	
≥25.0, %	19.1	18.2	20.0	
Fear of falling, %	38.6	36.3	53.9	<0.01
Chronic low back pain, %	15.2	14.1	18.4	0.17
Medication use, %	20.0	19.4	21.9	0.46
Consultation with physicians, %	15.8	15.9	17.3	0.65
Chronic knee pain, %	12.5	12.0	17.6	0.05
Medication use, %	13.9	14.3	14.4	1.00
Consultation with physicians, %	13.1	12.7	17.9	0.07

MVPA; moderate-to-vigorous physical activity, MET; metabolic equivalent of tasks, SBT; sedentary behavior time.

Figures are numbers (percentages) before imputation of missing values. Sample sizes (denominators) vary due to missing values.

Means (standard deviations) for continuous variables and proportions for categorical variables are presented unless stated otherwise.

<sup>a</sup>Median (interquartile range).

<sup>b</sup>Reporting history of any of the following diseases: hypertension, hyperlipidemia, diabetes, hyperuricemia, cerebrovascular disease, heart disease, kidney and urologic diseases, liver disease, gastrointestinal disease, endocrine disease, cancer.

表 2 Association of physical activity and sedentary behavior with falls among Japanese older adults

	Adults with falls, % <sup>a</sup>	Model 1 <sup>b</sup>		Model 2 <sup>c</sup>		Model 3 <sup>d</sup>	
		aOR	(95%CI)	aOR	(95%CI)	aOR	(95%CI)
MVPA levels, MET-hour/week							
0	8.0	1.0	(reference)	1.0	(reference)	1.0	(reference)
0.1-8.24	11.8	1.44	(0.79-2.62)	1.45	(0.79-2.65)	1.46	(0.80-2.68)
8.25-23.0	13.7	1.72	(0.98-3.02)	1.72	(0.98-3.03)	1.72	(0.98-3.02)
23.1-75.3	9.3	1.22	(0.68-2.19)	1.23	(0.69-2.20)	1.23	(0.69-2.21)
≥75.4	9.1	1.29	(0.74-2.27)	1.30	(0.74-2.28)	1.31	(0.75-2.29)
p for linearity			0.65		0.64		0.63
p for quadratic			0.82		0.83		0.82
SBT, min/day							
0-119	5.4	1.0	(reference)	1.0	(reference)	1.0	(reference)
120-179	11.2	1.74	(0.90-3.38)	1.73	(0.90-3.35)	1.76	(0.91-3.43)
180-269	10.2	1.59	(0.85-2.96)	1.57	(0.84-2.93)	1.57	(0.84-2.94)
270-419	11.3	1.61	(0.81-3.20)	1.60	(0.80-3.18)	1.61	(0.81-3.19)
≥420	12.1	1.91	(1.00-3.66)	1.90	(0.99-3.65)	1.96	(1.02-3.79)
p for linearity			0.13		0.14		0.12
p for quadratic			0.13		0.12		0.14
Sex, female	12.5	1.52	(1.01-2.29)	1.54	(1.02-2.32)	1.56	(1.04-2.35)
Education years	— <sup>e</sup>	0.98	(0.90-1.07)	0.98	(0.90-1.07)	0.98	(0.90-1.07)
Age, 70s	13.2	1.42	(0.99-2.05)	1.43	(0.99-2.06)	1.42	(0.99-2.05)
Self-rated health, fair or poor	12.0	0.98	(0.62-1.56)	0.95	(0.60-1.51)	0.98	(0.62-1.57)
Smoking							
Past smoker	9.7	1.14	(0.59-2.21)	1.13	(0.58-2.19)	1.17	(0.60-2.28)
Current smoker	7.8	1.04	(0.54-2.01)	1.03	(0.53-2.00)	1.06	(0.55-2.06)
Depressive symptom	13.1	1.43	(1.02-2.01)	1.43	(1.01-2.01)	1.40	(1.00-1.97)
Chronic disease history	11.0	1.06	(0.67-1.67)	1.05	(0.66-1.67)	1.05	(0.66-1.67)
Body mass index							
20-24.9	10.6	1.55	(0.75-3.17)	1.56	(0.76-3.19)	1.52	(0.74-3.14)
≥25.0	11.5	1.66	(0.74-3.75)	1.66	(0.74-3.76)	1.65	(0.72-3.78)
Fear of falling	14.8	1.52	(1.05-2.20)	1.50	(1.03-2.18)	1.55	(1.07-2.26)
Chronic low back pain	13.0		— <sup>f</sup>	1.28	(0.75-2.19)		—
Medication use	11.8		—	0.92	(0.58-1.47)		—
Consultation with physicians	11.2		—	0.97	(0.57-1.64)		—
Chronic knee pain	14.8		—		—	1.22	(0.70-2.15)
Medication use	10.7		—		—	0.51	(0.28-0.95)
Consultation with physicians	14.3		—		—	1.65	(0.97-2.81)

aOR; adjusted odds ratio, CI; confidence interval; MVPA; moderate-to-vigorous physical activity, MET; metabolic equivalent of tasks, SBT; sedentary behavior time.

<sup>a</sup>Figures are percentages before imputation of missing values.

<sup>b</sup>Model1 adjusted for sex, age, BMI, community, years of education, self-rated health, depressive symptoms, smoking habit, and chronic disease history. MVPA and sedentary time were analyzed simultaneously. Reference categories were male, age in the 60s, excellent or good self-rated health, no depressive symptoms, no fear of falling, and never smoking. Linear and quadratic relationships were tested separately.

<sup>c</sup>Model2 adjusted for variables in the Model1 and chronic low back pain, medication use and consultation with physicians.

<sup>d</sup>Model3 adjusted for variables in the Model1 and chronic knee pain, medication use and consultation with physicians.

<sup>e</sup>Prevalence is not shown for continuous variable.

<sup>f</sup>Not included in the models.

### 3. 結 果

本調査の返信者 2,534 人は、未返信者 546 人と比べ、女性の割合が多く ( $p<0.01$ )、年齢が高かった ( $p<0.01$ )。表 1 に解析対象者 1,890 人のベースライン時の特性と、転倒経験の有無による特性の比較を示す。男性の割合は 46.3% であり、全体の平均年齢は 68.3 (5.9) 歳であった。MVPA の中央値 (四分位範囲) は、13.3 (2.2~49.7) MET-時/週であった。MVPA の推奨レベル ( $\geq 8.25$  MET-時/週) を満たしていた対象者の割合は 61.6% であり、一方で、MVPA が全くみられない (0 MET-時/週) 対象者の割合は 21.3% となった。1 年後評価の転倒経験の有無による差は認められなかった。また、推奨レベルの MVPA を満たすことは、男性 (66.0%, 女性 57.5%), 主観的健康感が高い (70.5%, 低い

57.1%), 過去の喫煙歴 (72.0%, 喫煙歴なし 61.0%, 現在吸っている 57.7%), 転倒恐怖感がない (63.3%, ある 57.1%) ことと関連していた (いずれも  $p<0.05$ )。SBT の中央値 (四分位範囲) は、240 (120~360) 分/日であった。SBT のカットオフ値 (420 分/日) を上回る対象者の割合は 20.8% であった。1 年の追跡期間内に転倒が発生した者は、発生しなかった者と比べて SBT が有意に長かった ( $p=0.03$ )。また、SBT の長さは、主観的健康感が低い (26.4%, 高い 19.6%), 教育年数が多い (10.9 年, 少ない 10.6 年) ことと関連していた (いずれも  $p<0.05$ )。

転倒は、1 年の追跡期間で 163 人 (10.5%) に発生しており、そのうち、48 人 (3.2%) に 2 回以上の転倒、40 人 (2.6%) に傷害を伴う転倒がみられた。

表 3 Association of intensity of physical activity with falls among Japanese older adults

	Adults with falls, % <sup>a</sup>	aOR <sup>b</sup>	95% CI
<b>Vigorous physical activity, min/week</b>			
0	10.5	1.0	(reference)
1-89	8.5	0.99	(0.49-2.01)
90-299	10.6	1.18	(0.66-2.09)
$\geq 300$	11.3	1.26	(0.70-2.27)
p for linearity			0.52
p for quadratic			0.87
<b>Moderate physical activity, min/week</b>			
0	11.1	1.0	(reference)
1-119	5.8	0.65	(0.31-1.34)
120-359	9.3	0.83	(0.45-1.53)
$\geq 360$	11.6	0.93	(0.53-1.62)
p for linearity			0.47
p for quadratic			0.79
<b>Walking, min/week</b>			
0	8.3	1.0	(reference)
1-159	12.0	1.45	(0.87-2.40)
160-419	12.7	1.52	(0.90-2.57)
$\geq 420$	9.9	1.20	(0.71-2.06)
p for linearity			0.46
p for quadratic			0.39

aOR; adjusted odds ratio, CI; confidence interval.

<sup>a</sup>Figures are percentages before imputation of missing values.

<sup>b</sup>Adjusted for sex, age, body mass index, community, years of education, self-rated health, depressive symptoms, smoking habit, chronic disease history and sedentary behavior. Reference categories were male, age in the 60s, excellent or good self-rated health, no depressive symptoms, no fear of falling, never smoking, no chronic disease history, and lowest category (0-119 min/day) of sedentary behavior time. Linear and quadratic relationships were tested separately.

表2に身体活動および座位行動と転倒との関連についての多変量解析の結果を示す。共変量のうち、女性、憂うつ感がある、転倒恐怖感がある、慢性膝痛のための医薬品を使用していないことが転倒発生と有意に関連していた。MVPAが8.25-23.0 MET-時/週の群の転倒発生率(13.7%)は、最低(0 MET-時/週)および最高( $\geq 75.40$  MET-時/週)カテゴリの群の転倒発生率(それぞれ8.0%と9.1%)に比べてより高かった。モデル1では、MVPAと転倒に有意な関連は認められなかったが、MVPAの実施が8.25-23.0 MET-時/週の群は、MVPAを全く実施していない群(0 MET-時/週)と比べて転倒のオッズ比が高くなる傾向が認められ(調整後オッズ比1.72, 95%信頼区間0.98-3.02)、男女別に調べてもその傾向は同様であった。また、痛みとその管理状況を調整したモデル2および3でもMVPAと転倒に有意な関連は認められず、直線および二次回帰の関係も認められなかった(p for linear  $>0.60$ , p for quadratic  $>0.80$ )。SBTでは、最低カテゴリ(0-119分/日)での転倒(5.4%)に比べその他のカテゴリの転倒発生率がおよそ2倍高かった。モデル1では、SBTと転倒に有意な関連は認められなかった。慢性膝痛とその管理状況を調整したモデル3において、その発生率が最も高かった(12.1%)最高カテゴリ( $\geq 420$ 分/日)と転倒との有意な関連が認められたが(調整オッズ比1.96, 95%信頼区間1.02-3.79)、有意な直線および二次回帰の関係は認められなかった(p for linear  $>0.10$ , p for quadratic  $>0.10$ )。慢性腰痛とその管理状況を調整したモデル2では、SBTと転倒に有意な関連は認められなかった。感度分析として、まず、MVPAおよびSBTのカットオフ値を変更した解析を行ったが、結果の傾向は変わらなかった。また、MVPAを構成するVPA, MPA, 歩行の各時間と1年後の転倒発生との関連を調べたが、いずれも有意な関連は認められなかった(表3)。2回以上の転倒および傷害を伴う転倒との関連では、MVPAおよびSBTのいずれにおいても有意な関連は認められず(カイ二乗検定にて $p>0.58$ )、モデルの良好な適合も確認できなかったため多変量解析は実施しなかった。なお、多変量解析に用いたすべてのモデルの適合度は良好であった(Hosmer-Lemeshow検定にてすべて $p>0.05$ )。

完全データを用いた解析結果は、欠損値の多重代入に基づく解析結果と比べて、信頼区間の幅が広く精度が低いという特徴はあったが、同様な結

果であった。

#### 4. 考 察

本研究の目的は、地域在住高齢者を対象に身体活動および座位行動が将来の転倒発生の独立した予測因子となるか1年間の前向きコホート研究により明らかにすることであった。その結果、MVPAと転倒には有意な関連が認められなかったが、SBTではその最も長い群の転倒に対するオッズ比が最も短い群と比較して有意に高い値を示した。

MVPAに関して、先行研究では中高強度身体活動と転倒との関連が認められているが、本研究では直線および二次回帰の関連は観察されなかった。身体活動量を質問紙で評価した先行研究では、高い中高強度身体活動は転倒リスクを低下させる<sup>15,17)</sup>あるいは高める<sup>16)</sup>という対照的な報告がある。いずれの報告も最も低いカテゴリを参照値としており、転倒リスクは直線的に低下あるいは増加する傾向が観察されている。一方、カナダの65歳以上の高齢者を対象とする先行研究では、日常的な身体活動の実施項目数が少ない場合と多い場合の両方で転倒リスクが高まる、いわゆるU字型の関連の可能性が報告されている<sup>14)</sup>。U字関係の検証を目的として、オランダの65歳以上の地域在住高齢者を対象に質問紙を用いて身体活動量を評価した3年間の追跡研究では、中高強度身体活動が多くなるほど転倒リスクが低下する傾向が観察されたが、U字関係は検出されなかった<sup>15)</sup>。また、同様の目的で、英国の71~91歳の男性を対象に加速度計を用いて身体活動を評価した1年間の追跡研究では、日常生活の移動に制限がない場合は中高強度身体活動が多いと転倒リスクが高まり、制限がある場合には中高強度身体活動または歩数が多いと転倒リスクが低下したが、U字関係は認められなかった<sup>13)</sup>。本研究では、有意な関係はみられなかったものの、推奨レベルに達しているMVPAでの転倒発生率が最も高く、MVPAが全くないカテゴリで最も低くなった。このような関連は先行研究ではまだ報告されておらず、今後、客観的な測定方法を用いた評価に基づく検証が必要である。

SBTに関しては、転倒発生との直線関係は認められなかったが、慢性膝痛とその管理状況に関する変数を加えたモデルにより、最もSBTの長い群において転倒発生のオッズ比が有意に高かった。



米国の平均年齢 79 歳の男性を対象に行われた 1 年間追跡の前向きコホート研究では、最も長い座位時間を参照カテゴリとして、80 歳以上では座位時間が短くなるほど転倒リスクが有意に低く(すなわち、座位時間が長くなると転倒リスクが高まる)、80 歳未満では転倒リスクが高くなる傾向(すなわち、座位時間が長くなると転倒リスクが低くなる)が観察された<sup>18)</sup>。本研究の対象者は 80 歳未満(1 年後の追跡調査時でも対象者の 98%が 80 歳未満)であったが、この研究とは逆の結果が得られた。また、前述の英国での 71~91 歳の男性を対象とする前向きコホート研究では、日常生活での移動制限がある者は座位行動が 600 分/日を上回ることで転倒リスクが有意に高まり、移動制限のない者は座位行動と転倒との関連は認められなかったと報告している<sup>13)</sup>。本研究の対象者は前期高齢者が多く、SBT が 420 分以上ある場合でも 69.8%の対象者が MVPA を有しており、慢性疾患・慢性腰痛・慢性膝痛を有する割合も他の SBT カテゴリと比べ高いことから、SBT が長時間に及ぶ者が移動制限を有していた可能性は低いと考えられる。今後、日常生活での移動制限の有無を考慮した検証によりその影響を明らかにする必要がある。以上のように、年齢や移動制限による座位行動と転倒との関連の修飾には、加齢や運動器障害による身体機能の低下が影響していると推察される。本研究では、慢性膝痛やその管理状況が座位行動と転倒との関連の交絡要因となるかを検証したが、補正前後でその関連に明らかな変化は認められなかった。

座位行動自体が直接転倒を引き起こす要因(引き金)とはならないが、SBT が長時間に及ぶことで転倒リスクが高まる理由・機序としては、次の可能性が考えられる。まず、座位行動が長時間に及ぶことで転倒に関連する身体機能(転倒回避能力)が低下し、段差や障害物などの物的環境の影響を受けやすくなる結果、転倒する可能性が考えられる。高齢女性の座位行動と身体機能の関連を追跡評価した縦断研究では、座位行動が長くなるほど身体機能が低下する関連が認められたと報告されている<sup>39)</sup>。高齢者の転倒は、内的要因(加齢変化、疾患、薬物)の影響で転倒回避能力が低下し、外的要因(物的環境)の影響を受けやすくなったとき生じやすくなるといわれている<sup>40)</sup>。次に、座位から立ち上がる際の姿勢の不安定性により転倒する可能性が考えられる。転倒は、歩行に次ぎ、立

ち上がり動作時に多いと報告されている<sup>41-43)</sup>。実験研究では、長時間の臥位安静は筋量を維持した場合でも立ち上がり動作時の姿勢不安定性を高めたと報告している<sup>44)</sup>。座位行動が長時間に及ぶことが立ち上がり動作時の姿勢安定に影響を与えている可能性があるかもしれない。今後、座位行動が立ち上がり時の転倒に関連する可能性を明らかにするためには、転倒状況をより詳細に把握したうえでそれらの関連を検証する必要がある。

転倒発生との関連が認められた各共変量(女性、憂うつ感がある、転倒恐怖感がある、慢性膝痛のための医薬品を使用していない)については、いずれも先行研究で転倒との関連が認められており<sup>1,11,45)</sup>、本研究でも同様の示唆が得られた。

MVPA および SBT と転倒発生の関連に対する先行研究との結果の違いに関しては、生活環境やその様式のほか、対象者の属性、身体活動の評価方法やアウトカムの追跡期間などの先行研究との研究デザインの違いが影響している可能性も考えられる。今後は、これらの点をできる限り考慮した質の高い測定に基づく前向きコホート研究の積み重ねが必要と考えられる。また、高齢者の転倒は、内的要因(加齢変化、疾患、薬物)・外的要因(物的環境)・行動的要因(身体活動)の相互作用によって生じることから<sup>40)</sup>、身体活動および座位行動と転倒発生との関連に対する内的・外的要因による効果の修飾についても検討していくことが必要と考えられる。

我が国では、2013 年に「健康づくりのための身体活動基準 2013」および「健康づくりのための身体活動指針(アクティブガイド)」が策定され、初めて 65 歳以上の身体活動量の実施目標が定められた<sup>46)</sup>。その決定に際して実施されたレビューの採択論文のアウトカムは骨粗鬆性骨折(転倒を調整因子としている)・関節痛・認知症・うつであり、現状では転倒予防との関連性は示されていない。一方、2007 年に米国で公表されたガイドラインでは、転倒リスクを有する地域在住高齢者はそのリスクを減少するためにバランス機能の維持・改善に取り組むべきである旨が記載されている<sup>47)</sup>。転倒予防には課題特異性の高い動作(転倒回避動作に近い運動)によるバランス訓練が重要と考えられており<sup>48)</sup>、その有効性は複数のシステマティックレビュー・メタ分析で明らかにされている<sup>12,49,50)</sup>。一方、転倒リスクを有する高齢者への歩行(速歩)促進は、外的要因への曝露が増加する

ことで転倒の機会が増える可能性がある<sup>50)</sup>。本研究では、転倒リスクの比較的低い集団(転倒経験者・歩行要介助者を除外、平均年齢 68 歳)を解析対象者としたが、MVPA が推奨レベルにある群(8.25~23.0 MET-時/週)で最も多く転倒が発生する傾向にあり、SBT が最長(420 分以上/日)の群で転倒発生のおッズ比が有意に高くなっていた。更に、MVPA と SBT のカットオフ値に基づき、それぞれの多寡をクロスさせて解析したところ、MVPA と SBT がともに高い集団はその他の集団と比べて転倒発生率が高くなる傾向がみられた(14.3% vs. 9.4~9.9%, ただし多変量解析では有意なオッズ比は得られなかった)。今後の検証が必要だが、SBT が長時間に及ぶ高齢者は、推奨レベル以上の MVPA の実施に注意が必要かもしれない。以上から、高齢者の身体活動促進では、転倒リスクの有無にかかわらず、転倒の危険性が高まる可能性に配慮した、バランス訓練の推奨を含むアプローチが重要であると考えられる。

本研究の強みは、まず、前向きコホート研究により縦断的な検証を行っている点である。また、無作為抽出による比較的大きな集団を対象に、高い回答率を得ている点である。転倒リスクの高い転倒経験者や歩行介助が必要な高齢者が除外されていること、平均年齢 68 歳と前期高齢者が中心の集団であることを考慮する必要はあるが、本研究から得られた知見は、特定の疾患をもつ患者集団等の限られた対象集団で行われた研究と比べて、地域在住高齢者への一般化可能性の高い知見であると考えられる。また、本研究にはいくつかの潜在的な限界も含まれている。第 1 は、日記式質問紙を用いた過去 1 年間の回想により転倒を評価しているため、想起バイアスが発生している可能性である。先行研究では、特に介入研究においてカレンダー等を用いた日常的な転倒の記録を月ごとに回収することを推奨している<sup>51)</sup>。この方法は回収率が大きく低下する可能性も指摘されており<sup>24)</sup>、最適な転倒モニタリングの方法はまだ結論付けられていないものの<sup>29)</sup>、転倒の正確な把握のためには回想期間を短くする等の対策が重要である。第 2 は、身体機能を調整変数として含めていない点である。筋力や移動機能の低下、そしてバランス障害は代表的な転倒の危険因子である<sup>10,11)</sup>。先行研究では、座位行動時間と身体機能とに負の関連が認められており<sup>52,53)</sup>、身体機能が影響している可能性も否定できない。しかし、身体機能は

身体活動および座位行動と転倒発生との中間因子(mediator)と考えられ、その投入が過度な調整となって本来の関連を消失させる可能性が指摘されている<sup>15)</sup>。こうした理由から、身体機能による調整が行われていない類似する先行研究がある<sup>15,16)</sup>。第 3 は、慢性疾患による服薬状況を評価していない点である。薬剤の副作用や多剤併用の影響により転倒リスクが高まることが知られている<sup>54,55)</sup>。対象者の約 8 割が慢性疾患の既往を有していることから、転倒の発生が薬剤使用、特に多剤併用の影響を受けた可能性も否定できない。ただし、慢性疾患既往について共変数に含めているので、本研究でも、一定程度の調整はできているものと考えられる。第 4 は、主要アウトカムである追跡評価時点の転倒データの 18% が欠損しており、多重代入法により予測されたデータである点である。欠損値の代入によって得られた解析結果は、欠損のあるケースを除いた解析とほぼ同様の結果が得られたが、その結果がバイアスの影響を受けている可能性は残っている<sup>56)</sup>。第 5 は、本研究の対象者は地域在住高齢者の代表性が高いサンプルではあるが、それはベースライン時から過去 1 年間の転倒経験がない者に限られる点である。

## 5. 結 論

地域在住高齢者において、MVPA と転倒とに有意な関連は認められなかったが、SBT が長時間に及ぶことは転倒と有意に関連した。地域在住高齢者において長時間の座位行動が転倒の危険因子となる可能性が示唆された。今後は、座位行動を指標として転倒リスクの高い地域在住高齢者をスクリーニングし、適切な介入を提供することによる効果を検証していく必要がある。

## 謝 辞

本研究の実施にあたり、ご協力いただきました参加者ならびに関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。本研究は、厚生労働科学研究費補助金循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業(H20-22)「健康づくり支援環境の効果的な整備施策および政策目標の設定に関する研究」、科学研究費補助金・基盤研究(B)(一般)(H25-27)「身体活動推進のためのポピュレーション・アプローチ：地域無作為化試験」の助成のもと行われました。ここに記して深謝いたします。

文 献

- 1) Masud T, Morris RO. Epidemiology of falls. *Age Ageing*. 2001; 30 (Suppl. 4): 3-7.
- 2) WHO. Global report on falls prevention older age. 2008: 1-9. available from <[http://www.who.int/ageing/publications/Falls\\_prevention7March.pdf](http://www.who.int/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf)>, Accessed 2015-10-20.
- 3) Aoyagi K, Ross PD, Davis JW, Wasnich RD, Hayashi T, Takemoto T. Falls among community-dwelling elderly in Japan. *J Bone Miner Res*. 1998; 13: 1468-74.
- 4) Yasumura S, Haga H, Nagai H, Suzuki T, Amano H, Shibata H. Rate of falls and the correlates among elderly people living in an urban community in Japan. *Age Ageing*. 1994; 23: 323-7.
- 5) Yasumura S, Haga H, Niino N. Circumstances of injurious falls leading to medical care among elderly people living in a rural community. *Arch Gerontol Geriatr*. 1996; 23: 95-109.
- 6) Murray CJ, Vos T, Lozano R, et al. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012; 380: 2197-223.
- 7) Hartholt KA, Polinder S, Van der Cammen TJ, et al. Costs of falls in an ageing population: a nationwide study from the Netherlands (2007-2009). *Injury*. 2012; 43: 1199-203.
- 8) Stevens JA, Corso PS, Finkelstein EA, Miller TR. The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. *Inj Prev*. 2006; 12: 290-5.
- 9) 厚生労働省. 平成 25 年国民生活基礎調査の概況. 2014. 入手先<<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa13/>>, 参照 2015-11-9.
- 10) Guideline for the prevention of falls in older persons. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. *J Am Geriatr Soc*. 2001; 49: 664-72.
- 11) Tinetti ME, Kumar C. The patient who falls: "It's always a trade-off". *JAMA*. 2010; 303: 258-66.
- 12) Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012; 9: CD007146.
- 13) Jefferis BJ, Merom D, Sartini C, et al. Physical activity and falls in older men: the critical role of mobility limitations. *Med Sci Sports Exerc*. 2015; 47: 2119-28.
- 14) O'Loughlin JL, Robitaille Y, Boivin JF, Suissa S. Incidence of and risk factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly. *Am J Epidemiol*. 1993; 137: 342-54.
- 15) Peeters GM, van Schoor NM, Pluijm SM, Deeg DJ, Lips P. Is there a U-shaped association between physical activity and falling in older persons? *Osteoporos Int*. 2010; 21: 1189-95.
- 16) Chan BK, Marshall LM, Winters KM, Faulkner KA, Schwartz AV, Orwoll ES. Incident fall risk and physical activity and physical performance among older men: the Osteoporotic Fractures in Men Study. *Am J Epidemiol*. 2007; 165: 696-703.
- 17) Heesch KC, Byles JE, Brown WJ. Prospective association between physical activity and falls in community-dwelling older women. *J Epidemiol Community Health*. 2008; 62: 421-6.
- 18) Cauley JA, Harrison SL, Cawthon PM, et al. Objective measures of physical activity, fractures and falls: the osteoporotic fractures in men study. *J Am Geriatr Soc*. 2013; 61: 1080-8.
- 19) Kamada M, Kitayuguchi J, Inoue S, et al. A community-wide campaign to promote physical activity in middle-aged and elderly people: a cluster randomized controlled trial. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2013; 10: 44.
- 20) Kamada M, Kitayuguchi J, Abe T, et al. Community-wide promotion of physical activity in middle-aged and older Japanese: a 3-year evaluation of a cluster randomized trial. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2015; 12: 82.
- 21) Ichida Y, Kondo K, Hirai H, Hanibuchi T, Yoshikawa G, Murata C. Social capital, income inequality and self-rated health in Chita peninsula, Japan: a multilevel analysis of older people in 25 communities. *Soc Sci Med*. 2009; 69: 489-99.
- 22) Hamano T, Yamasaki M, Fujisawa Y, Ito K, Nabika T, Shiwaku K. Social capital and psychological distress of elderly in Japanese rural communities. *Stress and Health*. 2011; 27:

- 163-9.
- 23) Jinks C, Jordan K, Ong BN, Croft P. A brief screening tool for knee pain in primary care (KNEST). 2. Results from a survey in the general population aged 50 and over. *Rheumatology (Oxford)*. 2004; 43: 55-61.
  - 24) Leveille SG, Jones RN, Kiely DK, et al. Chronic musculoskeletal pain and the occurrence of falls in an older population. *JAMA*. 2009; 302: 2214-21.
  - 25) Kamada M, Kitayuguchi J, Lee IM, et al. Relationship between physical activity and chronic musculoskeletal pain among community-dwelling Japanese adults. *J Epidemiol*. 2014; 24: 474-83.
  - 26) Heesch KC, Miller YD, Brown WJ. Relationship between physical activity and stiff or painful joints in mid-aged women and older women: a 3-year prospective study. *Arthritis Res Ther*. 2007; 9: R34.
  - 27) Buchner DM, Hornbrook MC, Kutner NG, et al. Development of the common data base for the FICSIT trials. *J Am Geriatr Soc*. 1993; 41: 297-308.
  - 28) Schwenk M, Lauenroth A, Stock C, et al. Definitions and methods of measuring and reporting on injurious falls in randomised controlled fall prevention trials: a systematic review. *BMC Med Res Methodol*. 2012; 12: 50.
  - 29) Ganz DA, Higashi T, Rubenstein LZ. Monitoring falls in cohort studies of community-dwelling older people: effect of the recall interval. *J Am Geriatr Soc*. 2005; 53: 2190-4.
  - 30) 村瀬訓生, 勝村俊仁, 上田千穂子, 井上 茂, 下光輝一. 身体活動量の国際標準化—IPAQ 日本語版の信頼性, 妥当性の評価—. 厚生 の 指標. 2002; 49: 1-9.
  - 31) Bauman A, Ainsworth BE, Sallis JF, et al. The descriptive epidemiology of sitting. A 20-country comparison using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *Am J Prev Med*. 2011; 41: 228-35.
  - 32) WHO. Global recommendations on physical activity for health. 2010: 15-16. available from <[http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979_eng.pdf)>, Accessed 2015-10-20.
  - 33) Chen T, Narazaki K, Honda T, et al. Tri-axial accelerometer-determined daily physical activity and sedentary behavior of suburban community-dwelling older Japanese adults. *J Sports Sci Med*. 2015; 14: 507-14.
  - 34) Heneweer H, Vanhees L, Picavet HS. Physical activity and low back pain: a U-shaped relation? *Pain*. 2009; 143: 21-5.
  - 35) Kitayuguchi J, Kamada M, Hamano T, et al. Association between knee pain and gait speed decline in rural Japanese community-dwelling older adults: 1-year prospective cohort study. *Geriatr Gerontol Int*. 2016; 16: 55-64.
  - 36) Vandenberg JP, von Elm E, Altman DG, et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): explanation and elaboration. *Ann Intern Med*. 2007; 147: W163-94.
  - 37) Barnard J, Meng XL. Applications of multiple imputation in medical studies: from AIDS to NHANES. *Stat Methods Med Res*. 1999; 8: 17-36.
  - 38) Enders CK. *Applied missing data analysis*. Guilford, New York, 2010; 187-216.
  - 39) Seguin R, Lamonte M, Tinker L, et al. Sedentary behavior and physical function decline in older women: findings from the Women's Health Initiative. *J Aging Res*. 2012; Article ID 271589, 10 pages.
  - 40) 鈴木隆雄. 転倒外来の実際. *臨床医*. 2002; 28: 1830-3.
  - 41) Nevitt MC, Cummings SR. Type of fall and risk of hip and wrist fractures: the study of osteoporotic fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Am Geriatr Soc*. 1993; 41: 1226-34.
  - 42) Cumming RG, Klineberg RJ. Fall frequency and characteristics and the risk of hip fractures. *J Am Geriatr Soc*. 1994; 42: 774-8.
  - 43) Michelson JD, Myers A, Jinnah R, Cox Q, Van Natta M. Epidemiology of hip fractures among the elderly. Risk factors for fracture type. *Clin Orthop Relat Res*. 1995; 311: 129-35.
  - 44) Kouzaki M, Masani K, Akima H, et al. Effects of 20-day bed rest with and without strength training on postural sway during quiet standing.

- Acta Physiol (Oxf). 2007; 189: 279-92.
- 45) Leveille SG, Bean J, Bandeen-Roche K, Jones R, Hochberg M, Guralnik JM. Musculoskeletal pain and risk for falls in older disabled women living in the community. *J Am Geriatr Soc.* 2002; 50: 671-8.
- 46) 厚生労働省. 健康づくりのための身体活動基準 2013. 2013. 入手先 <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple-att/2r9852000002xpqt.pdf>, 参照 2015-10-25.
- 47) Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007; 116: 1094-105.
- 48) Grabiner MD, Crenshaw JR, Hurt CP, Rosenblatt NJ, Troy KL. Exercise-based fall prevention: can you be a bit more specific? *Exerc Sport Sci Rev.* 2014; 42: 161-8.
- 49) Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JC. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc.* 2008; 56: 2234-43.
- 50) Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JC, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *N S W Public Health Bull.* 2011; 22: 78-83.
- 51) Lamb SE, Jorstad-Stein EC, Hauer K, Becker C. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus. *J Am Geriatr Soc.* 2005; 53: 1618-22.
- 52) Santos DA, Silva AM, Baptista F, et al. Sedentary behavior and physical activity are independently related to functional fitness in older adults. *Exp Gerontol.* 2012; 47: 908-12.
- 53) Rosenberg DE, Bellettiere J, Gardiner PA, Villarreal VN, Crist K, Kerr J. Independent associations between sedentary behaviors and mental, cognitive, physical, and functional health among older adults in retirement communities. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2016; 71(1): 78-83.
- 54) Ambrose AF, Paul G, Hausdorff JM. Risk factors for falls among older adults: a review of the literature. *Maturitas.* 2013; 75: 51-61.
- 55) Fried TR, O'Leary J, Towle V, Goldstein MK, Trentalange M, Martin DK. Health outcomes associated with polypharmacy in community-dwelling older adults: a systematic review. *J Am Geriatr Soc.* 2014; 62: 2261-72.
- 56) ミッチェル H カッツ (著). 木原雅子, 木原正博 (監訳). 医学的研究のための多変量解析—一般回帰モデルからマルチレベル解析まで—. *メディカル・サイエンス・インターナショナル*, 東京, 2008; 78-99.

**【Original Article】**

## Association of Physical Activity and Sedentary Behavior with Falls in Japanese Community-dwelling Older Adults: a 1-year Prospective Cohort Study

Jun Kitayuguchi<sup>1,2</sup>, Masamitsu Kamada<sup>3,4</sup>, Shigeru Inoue<sup>5</sup>, Hiroharu Kamioka<sup>6</sup>, Takafumi Abe<sup>1,7</sup>, Shimpei Okada<sup>8</sup>, Yoshiteru Mutoh<sup>9</sup>

### Abstract

**Objective:** To examine whether physical activity and sedentary behavior were associated with the occurrence of falls among a community-dwelling older population.

**Methods:** This was a community-based, 1-year prospective cohort study. In 2009, baseline questionnaires were mailed to 3080 randomly selected residents aged 60 to 79 years; 2534 residents (82.3%) responded to the baseline survey, and 1-year follow-up surveys were subsequently mailed to them. The data for 1890 respondents who had no falls in the past year at baseline were analyzed. Physical activity and sedentary behavior were assessed by the Japanese short version of the International Physical Activity Questionnaire. Association between physical activity status (moderate to vigorous physical activity; MVPA and sedentary behavior time; SBT) and the occurrence of falls was analyzed by multivariable-adjusted logistic regression analysis with adjustment for sex, age, education years, self-rated health, depressive symptom, smoking, chronic disease history, chronic knee pain, medication use and consultation with physicians.

**Results:** A total of 163 (10.5%) participants had at least one fall during 12 months at 1-year follow-up. MVPA level was not significantly associated with falls. Compared with adults reporting lowest MVPA (0 MET-hours/week), odds ratios for falls were 1.72 (95% confidential interval; CI 0.98–3.02) among those with the middle MVPA (8.25–23.0 MET-hours/week) and 1.31 (95% CI 0.75–2.29) among those with the highest MVPA ( $\geq 75.4$  MET-hours/week). However, the longest SBT ( $\geq 420$  min/day) was significantly associated with higher risk of falls (adjusted odds ratio=1.96, 95% CI=1.02–3.79), compared with the shortest SBT (0–119 min/day).

**Conclusions:** Prolonged SBT was associated with greater risk of falls in older adults. Our findings indicate the importance of evaluating the SBT as a predictor of falls in community-dwelling older adults. Future longitudinal studies with objective measurements are needed.

**Keywords:** exercise, sedentary time, musculoskeletal disorders, locomotive syndrome

- 
- 1) Physical Education and Medicine Research Center UNNAN, Unnan, Japan
  - 2) Department of Environmental Symbiotic Studies, Tokyo University of Agriculture, Tokyo, Japan
  - 3) Division of Preventive Medicine, Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA, USA
  - 4) Department of Health Promotion and Exercise, National Institute of Health and Nutrition, Tokyo, Japan
  - 5) Department of Preventive Medicine and Public Health, Tokyo Medical University, Tokyo, Japan
  - 6) Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture, Tokyo, Japan
  - 7) Department of Orthopaedic Surgery, Shimane University School of Medicine, Izumo, Japan
  - 8) Physical Education and Medicine Research Foundation, Tomi, Japan
  - 9) The Research Institute of Nippon Sport Science University, Tokyo, Japan