

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：33111

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500873

研究課題名(和文) 易転倒高齢者の姿勢と足圧中心動揺特性による転倒スクリーニング方法の開発

研究課題名(英文) Development of a fall screening method using posture and the center of foot pressure in a standing position for older individuals with a high fall risk

研究代表者

佐藤 敏郎 (Sato, Toshiro)

新潟医療福祉大学・健康科学部・准教授

研究者番号：80567222

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、易転倒性高齢者でも計測可能な静止立位時の姿勢と足圧中心動揺を用いた転倒スクリーニング方法を開発することである。まず、易転倒性高齢者に多い、膝関節障害によって、歩行(大きなステップ)や階段昇降、起居動作などに制限があることを明らかにした。次に、足圧中心動揺と静止立位姿勢分析(円背判定)を同時に計測できる機器を開発した。加えて、前方のモニタ上を移動するターゲットに自身のCOP位置を合わせる指標追従検査プログラムを開発した。円背の高齢者は、非円背高齢者に比べCOP移動範囲が有意に小さかった。また、指標追従検査において、転倒経験者は、左右方向の誤差総和が有意に大きかった。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to develop a fall-risk screening test using posture and the center of foot pressure (COP) in a static standing position for older individuals with a high fall risk. First, the study revealed that older individuals with knee pain were limited in movements such as walking, hopping over a ditch, climbing up and down stairs, and getting up off the floor. Second, we developed a device to synchronously evaluate COP and posture (hump back) in a static standing position. In addition, we also developed a coordination test program, in which the participant tracked a moving target using their COP displayed on the feedback monitor. The limits of stability in older individuals with a hump back was significantly smaller than in those with a normal posture. In the coordination test, older individuals who had fallen recently were significantly more likely to make an error in the lateral direction compared with those who had not.

研究分野：健康科学

キーワード：加齢・老化 転倒予防

1. 研究開始当初の背景

高齢者の転倒リスク状況は、身体機能、疾病、環境などの種々の要因により個人で大きく異なる。したがって、転倒予防プログラムは転倒リスク状況によって個別に計画されることが理想である。しかし、多くの自治体の転倒予防プログラムのほとんどは、身体的自立高齢者を対象とした転倒関連体力の改善を主たる目的としている。このため、身体的虚弱、運動器障害、または転倒恐怖感から閉じこもりがちな高齢者は転倒予防プログラム参加を回避する傾向にある。本来、これらの高齢者こそが、転倒ハイリスク者(易転倒性高齢者)であり、喫緊の対策が不可欠であるにも関わらず、対策が施されず取り残された状態となっている。

我々は、転倒のリスク度(リスク水準)と転倒リスク因子の保有数(リスクプロファイル)をスクリーニングする質問紙調査票 DFRA (Demura's fall risk assessment) を作成した。このスクリーニング検査は、従来の質問紙検査よりも、「転ぶ危険性」と「どのような転倒リスクを保有しているか」について詳細にフィードバックできる点では有効である。しかし、身体機能因子については、「日常生活動作の成就」で判定するため、「歩行」、「バランス」、「筋力」などのような大まかな評価となることや、動作に対する自信がスコアに反映するという限界が伴う。より具体的な転倒に関する身体機能評価のためには、「体力テスト」を実施する必要があるが、上述したように易転倒性高齢者は、それらに参加しない。

そこで、高齢者の身体的負担がほとんどなく、誰もが簡単に転倒リスクスクリーニングできる方法の開発の着想に至った。易転倒性高齢者の特徴として、身体的虚弱、脊椎の変形性彎曲(円背、骨盤後傾等)や下肢運動器障害(疼痛)を有していることが多く、歩行やステッピングなど動的な運動を検査方法に用いることは難しい。一方で、上記の特徴は、転倒発生パターンや転倒しやすい方向(姿勢制御範囲が狭く、転倒回避動作が取りづらい方向)の特定が容易である可能性がある(図1)。

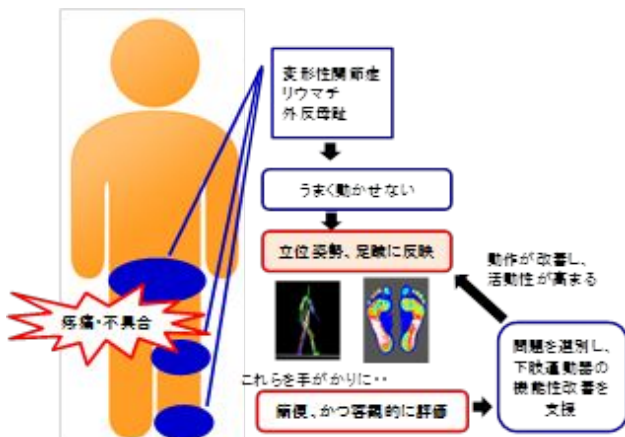


図1 易転倒性高齢者の特徴から転倒予測

したがって、これらの特徴を総合的に踏まえた上で転倒スクリーニング方法が開発できるかもしれない。しかし、重心移動特性や姿勢評価について高齢者の特性を検証した研究は散見されるものの、これらの特性を活かした具体的な転倒スクリーニング方法についての検討はなされていない。

2. 研究の目的

本研究では、易転倒性高齢者でも取り組めるように、歩行やステッピングなどの動的な運動を行わずに、簡便に、且つ測定者の負担度が少ない転倒リスクスクリーニング方法の開発することを目的とした。そのために以下の2つの課題を設定した。

- (1) 易転倒性高齢者の姿勢、下肢障害(疼痛)、足圧中心(COP)動揺の特性と転倒リスクとの関係の検証
- (2) 易転倒性高齢者の姿勢と静止立位姿勢でのCOP計測が可能な計測装置、及び検査プログラムの開発

3. 研究の方法

(1) 下肢障害(疼痛)を有する高齢者の特徴  
地域自治体の呼びかけに応じた地域在住女性高齢者328名(65~90歳)を対象とし、膝疼痛の数と程度から疼痛無群168名、軽度疼痛群116名、重度疼痛群44名に分類した。これらの高齢者に対して、日常生活動作(ADL動作)から27動作の成就の可否、DFRAによる転倒リスク評価、および過去1年間の転倒発生状況について調査した。対象の回答に基づき、各群における動作ごとの成就率を算出した。また、対象者の10m最大歩行時の歩容を立脚時間、遊脚時間、および歩幅から測定した。

(2) 易転倒性高齢者の姿勢と静止立位姿勢でのCOP計測が可能な計測装置、及び検査プログラムの開発

姿勢評価プログラムの開発

高齢者の静止立位姿勢を側方から撮影し、パソコン画面のマウス操作でC7、L4棘突起位、及び彎曲の頂点をクリックすることにより、C7とL4を結ぶ距離L、直線Lから彎曲の頂点までの距離Hを自動計測できるようにした。さらに、Milneらの式( $H/L \times 100$ )で円背指数を算出し、円背姿勢と自動判定する姿勢分析ソフトを開発した。本研究では、円背指数15以上を円背姿勢と定義した。

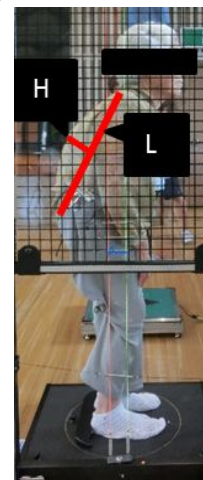


図2 円背計測

COP計測と指標追従テストプログラムの開発

の計測器に加えて、同時に4点のロードセルセンサーからサンプリング時間10~

100msec で COP 計測を可能とした。易転倒性高齢者が立位姿勢で実施可能な検査項目として、画面上をランダムに移動するターゲットを自身の COP 変位により追従するテストを組み込んだ。つまり、静止立位姿勢評価、

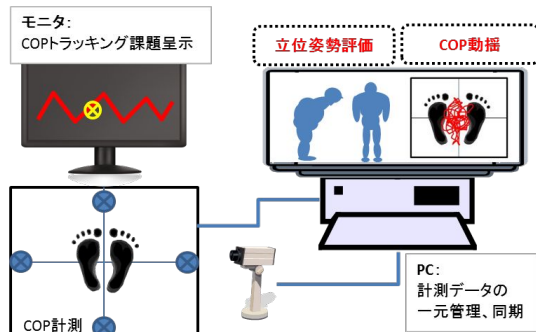


図3 計測システムの概要

COP 計測、および COP による指標追従検査を一つの計測システムとした (図3)

モニタ上の指標は、ランダムに 10cm の範囲で X-Y 座標軸を移動し、対象者は、モニタに表示される自身の COP マーカーを指標に合わせるように調整した (図4)。両者の誤差をサンプリング周波数 20Hz で 20 秒間計測し、誤差総和を評価変数とした。

#### 4. 研究成果

##### (1) 下肢障害 (疼痛) を有する高齢者の特徴

日常生活動作に関する 27 動作の疼痛各群の成就率を算出した結果、両手の巧緻動作、複数回の上体起こし等の動作について、成就率に群間差は認められなかった。一方で、重度疼痛群は、疼痛無群より 3 分間および 20 分間歩行、50cm の溝の飛び越え、10 秒間の開眼片脚立ちが、軽度疼痛群は、疼痛無群より階段昇降および起居動作の成就率に有意に劣ることが明らかにされた。膝疼痛者は、

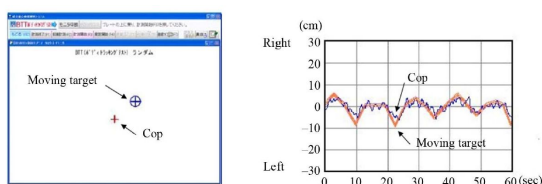


図4 COP による指標追従検査

歩行や膝伸展力を必要とする階段昇降や溝飛び越え、下肢支持によるバランス維持動作が制限され、これらのテスト実施は困難であることが示唆された。また、DFRA による転倒リスク、及び過去 1 年間の転倒回数について 3 群間で比較した結果、重度疼痛群は、疼痛無群より転倒回数が有意に多く、DFRA の易転倒性得点、身体症状・疾病得点も高かった。軽度の膝疼痛者の転倒リスク得点や転倒回数は、疼痛無群と有意差は認められなかったものの、各リスク得点は高い傾向にあった。

10m 最大歩行による歩容 (立脚時間、遊脚時間、及び歩幅) について、疼痛無群、片側軽度疼痛群、両側軽度疼痛群、片側重度疼痛群、両側重度疼痛群の 5 群で比較した。その

結果、両側重度疼痛群が疼痛無群、片側軽度疼痛群より立脚時間が有意に長く、片側重度疼痛群は、健側に比べ、患側の立脚時間が有意に長かった。また、両側重度疼痛群の歩幅は、その他の群より有意に短かった。以上より、その場足踏みなどの課題に対する立脚時間などの変数から、運動器の状態を予測できる可能性が示唆された。

##### (2) 易転倒性高齢者の姿勢と静止立位姿勢での COP 計測が可能な計測装置、及び検査プログラムの開発

本研究において、開発した計測システムを利用し、予備測定を繰り返した。その結果、易転倒性高齢者において、姿勢評価、COP 動揺計測、および指標追従検査を遂行できなかったものはいなかった。

姿勢評価において、円背と判定された高齢者は 10.4%(34/328 人)であり、円背者の COP 動揺に特異性は認められなかった。しかし、Limits of Stability(前後左右の最大足圧中心位置移動)の計測では、円背者の足圧中心移動範囲 (矩形面積) は有意に小さかった。また、前後左右の移動による足圧中心位置の軌跡は十字形ではなく、円形となる特性を示す傾向にあった。しかし、非円背者であっても矩形面積が小さく、円形の移動軌跡を示す者も多くいたため、円背姿勢特有の特性とは言えないのかもしれない。

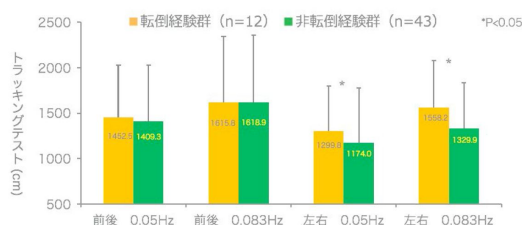


図5 転倒経験の有無による指標追従検査の差

指標追従検査について、過去 1 年間の転倒経験の有無による 2 群 (転倒経験群 12 名、非転倒経験群 43 名) で比較した。両群で円背と判定された割合に有意差は認められなかった。転倒経験群は、左右方向の誤差総和が有意に大きく、転倒経験者は、左右方向の姿勢制御に劣ることが示唆された (図5)。

以上より、従来の筋力、バランス、歩行などの転倒関連体力テストよりも簡便で、身体的虚弱者や下肢障害を有する者が多い易転倒性高齢者でも取り組める簡便な転倒スクリーニング方法を提案できた。今後の研究において、姿勢評価、COP 動揺計測、および指標追従検査の妥当性や転倒予測力 (カットオフ値の提案) の検証を進める。

#### 5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計 9 件)

Sugiura H, Demura S: The relationship between stepping test, functional reach test, and balance board test in healthy male students. *Advances in Research*. 査読有, 3, 571-576, 2014. doi: 10.9734/AIR/2015/14897



Sugiura H, Demura S: Effect of mild and severe unilateral knee joint pain on gait in elderly females. *Journal of Geriatrics*. 査読有, 2014, 1-4, 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/820428>

Sugiura H, Demura S, Takahashi K: Relationships between mild/severe knee joint pain and fall risk assessment items in elderly females. *Advances in Research*. 査読有, 3, 445-454, 2014. doi: 10.9734/AIR/2015/14362

Sugiura H, Demura S: Effects of mild and severe knee joint pain on the frequency of falls and fall risk in elderly females. *Pain Studies and Treatment*. 査読有, 2, 128-135, 2014. doi: 10.4236/pst.2014.24020

Yamada T, Demura S: Continuous participation in a day-care prevention service improves the mobility of the community-dwelling elderly.

*International Journal of Health*. 査読有, 2, 45-48, 2014. doi: 10.14419/ijh.v2i2.3214

Demura S, Sato S, Mitusmori A, Sato T: Fall risk characteristics among the community-dwelling elderly with high-risk symptoms in physical function and fear of falling factors. *Gazzeta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*. 査読有, 172, 751-757, 2013.

Demura S, Sato S, Mitusmori A, Sato T: The prevalence of falling and status of physical function among elderly individuals with locomotive and visual/hearing disorders. *Arch Gerontol Geriatr*. 査読有, 57, 333-338, 2013.

Sato S, Demura S, Sato T, Takahashi K: Age-related fall risk characteristics in Japanese community-dwelling elderly. *Open Journal of Epidemiology*. 査読有, 3, 33-39, 2013.

Demura S, Kasuga K, Sato S, Sato T, Shin S: Determination of persons at a high risk of falling in a population of healthy community-dwelling elderly Japanese. *International Journal of Gerontology*. 査読有, 7, 13-16, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijge.2012.05.007>

[学会発表](計 12件)

山次俊介, 出村慎一, 佐藤敏郎, 宮口和義, 石原一成: 日常生活自立女性高齢者の認知機能水準が身体機能に及ぼす影響は易転倒性によって異なる. 日本体育測定評価学会第 14 回大会, 2015.2.28, 石川県政記念しいのき迎賓館(石川県金沢市)

佐藤敏郎, 出村慎一, 高橋憲司, 杉本寛恵: 高齢女性におけるバランスディスク使用

による足圧中心動揺の変化. 日本体育測定評価学会第 14 回大会, 2015.2.28, 石川県政記念しいのき迎賓館(石川県金沢市)

山次俊介, 出村慎一, 内山応信, 佐藤敏郎, 杉本寛恵: 転倒リスク評価票による易転倒性女性高齢者の転倒関連体力および認知機能水準. 第 69 回日本体力医学会大会, 2014.9.19, 長崎大学(長崎県長崎市)

内田雄, 出村慎一, 佐藤敏郎, 杉本寛恵: 片脚立位成就能力の違いが前方補助を伴う片脚立位時の重心動揺に及ぼす影響. 日本体育学会第 65 回大会, 2014. 8.28, 岩手大学(岩手県盛岡市)

山次俊介, 出村慎一, 佐藤敏郎: 日常生活自立女性高齢者の認知機能水準が身体機能に及ぼす影響. 第 62 回日本教育医学会大会, 2014. 8.18, 岐阜大学(岐阜県岐阜市)

出村慎一, 佐藤進, 山次俊介, 佐藤敏郎, 石原一成: 地域高齢者における転倒リスク特性の年代差. 日本体育学会第 64 回大会, 2013.8.28, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市)

内田雄, 出村慎一, 北林保, 佐藤敏郎: 補助を伴う片脚立ち時の重心動揺量および筋活動量. 日本体育学会第 64 回大会, 2013.8.28, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市)

Yamada T, Demura S, Sato S, Ishihara K, Kubota H: Usefulness of center of gravity transfer velocity during the sit-to-stand movement for fall risk evaluation. The 15th Scientific Meeting of Japan-Korea Health Education Symposium, 2013.8.20, 済州大学アラクキャンパス(大韓民国)

杉浦宏季, 出村慎一, 山田孝禎, 川端悠: 女性高齢者における軽度疼痛もしくは重度疼痛の有無と転倒リスク項目との関係. 第 25 回日本体力医学会北陸地方会, 2013.6.29, 金沢大学医薬保健研究域保健学系(石川県金沢市)

山田孝禎, 出村慎一, 川端悠, 杉浦宏季: 地域在宅転倒経験・未経験高齢者の起居・移動能力及びその転倒特性. 第 25 回日本体力医学会北陸地方会, 2013.6.29, 金沢大学医薬保健研究域保健学系(石川県金沢市)

内田雄, 出村慎一, 佐藤敏郎, 辛紹熙: 地域在宅高齢者の転倒恐怖とリスクの関係. 第 67 回日本体力医学会, 2012.9.14, 長良川国際会議場(岐阜県岐阜市)

内田雄, 出村慎一, 内山応信, 佐藤敏郎: 転倒恐怖を有する高齢者の割合 転倒経験の違いによる検討. 日本体育学会第 63 回大会, 2012.8.22, 東海大学湘南キャンパス(神奈川県平塚市)

[図書](計 1件)

出村慎一(監修), 宮口和義, 佐藤進, 佐藤敏郎, 池本幸雄(編集): 高齢者の体力および生活活動の測定と評価. 市村出版,

2015, 193 頁.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

佐藤 敏郎 ( SATO, Toshiro )

新潟医療福祉大学・健康科学部・教授

研究者番号：80567222

(2)研究分担者

出村 慎一 ( DEMURA, Shinichi )

金沢大学・人間科学系・教授

研究者番号：20155485

山次 俊介 ( YAMAJI, Shunsuke )

福井大学・医学部・准教授

研究者番号：40311021

山田 孝禎 ( YAMADA, Takayoshi )

福井大学・教育地域科学部・講師

研究者番号：60413770