

平成 2 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：13301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650431

研究課題名（和文）運動器不安定症高齢者の易転倒性と具体的支援策を評価するシステムの開発

研究課題名（英文）Assessment system of potential for falling and support measures for the elderly with musculoskeletal ambulation disability symptom.

研究代表者

出村 慎一（Demura, Shinichi）

金沢大学・人間科学系・教授

研究者番号：20155485

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000 円、（間接経費） 840,000 円

研究成果の概要（和文）：運動器不安定症高齢者は、運動などによる転倒予防に消極的である。本研究は、これらの高齢者でも、簡便かつ安全に転びやすさをスクリーニングする計測装置を開発し、その評価に基づき転倒リスクを改善するための支援策を提案することを目的とした。我々は姿勢分析と足圧中心移動軌跡を同時に計測できる計測装置を開発した。さらに、その装置で評価可能であり、虚弱高齢者のエクササイズともなりうる前後左右の最大足圧中心移動テストや一定テンポのその場足踏みテストを提案した。

研究成果の概要（英文）：The elderly with musculoskeletal ambulation disability symptom (physically frail older people) is reluctant to improve fall-related physical functions for a fall prevention. This study aimed to develop the measuring system to identify safely the potential of falling for these older adults, and to propose the support measure to improve the fall risk based on the screening result by this system. We developed the measuring system which can measure a body alignment (posture) and a center of foot pressure path at the same time. In addition, we proposed new tests combined with an exercise for frail older people, that is, four-way movement limit of foot pressure test and stipulated tempo step test.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、応用健康科学

キーワード：加齢・老化 転倒予防

1. 研究開始当初の背景

高齢者の転倒は、要介護や寝たきりの大きな原因であり、適切かつ十分な対策を講じる必要がある。高齢者の転倒・要介護予防プログラムは、下肢筋力、バランス能力、歩行能力などの向上に重点が置かれ、またプログラムへの参加は本人の自主性に委ねられており、比較的体力水準の高い健康な高齢者が主たる対象である。これまでの研究知見から、これらの高齢者は元気で転倒しにくく、転倒しても重大な骨折に至らない可能性が高い。転倒予防対策が不可欠なのは、移乗動作が困難で、転倒しやすい高齢者である。彼らの骨密度は概して低く、転倒時の骨折危険性は非常に高い。この転倒可能性の高い高齢者は、一般に脊椎の変形性彎曲や下肢関節運動器障害を有し、疼痛や関節可動制限のため転倒予防プログラムへの参加は困難である。質問紙によるリスク評価は、幅広い高齢者の転倒リスク評価が可能であるが、リスクの有無を明らかにするに留まり具体的な改善方策が取りづらい。前述の脊椎変形性彎曲（亀背、骨盤後傾等）や下肢運動器障害を有する高齢者は、転倒しやすい状態にあり（運動器不安定症：下図）、彼らは足関節や股関節方略による姿勢制御域が非常に小さく、バランスを崩した場合の代償的ステップもほとんど取ることができない（図1）。したがって、転倒に関連する身体機能を高めることよりも、転倒を回避する、仮に転倒しても重大な障害（骨折など）に至らない転倒動作の対策が不可欠である。転倒の発生パターンや方向は限られており、これらは整形外科的疾患や運動器障害と密接な関係がある。つまり、上記の姿勢や関節障害を有する高齢者の立位姿勢または足蹴接地状況から具体的な転倒可能性を予測すると共に、転倒を回避する、また転倒時に障害を軽減する転倒動作法の提案

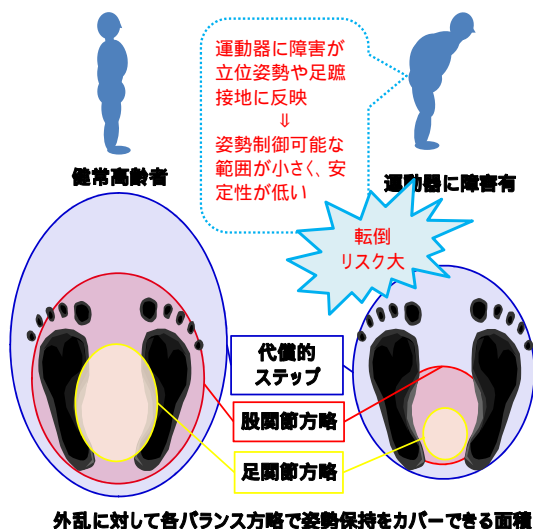


図1 運動器不安定症の高齢者のバランス

が不可欠である。特に脊椎変形や関節障害と立位姿勢の不安定性および足蹴接地の関係から予測される転倒動作を解明し、転倒を未然に防ぐ動作、また、転倒時には骨折を軽減する回避動作を習得する方策の提案が不可欠である。

2. 研究の目的

本研究は、転倒一次予防に消極的な身体的虚弱、運動器障害、または転倒恐怖感による閉じこもりがちな高齢者の生活空間を拡大するために、現状の“転びやすさ”と“どうすれば転ばないか”を簡便に（身体的負担度が小さく）評価するシステムを開発し、具体的な改善策を提案することを目的とした。そのために以下の2点の課題を設定した。

- (1) 運動器不安定症による易転倒性と転倒発生パターンの予測・判定する計測システムの開発
- (2) 運動器不安定症高齢者にも適用できる転倒回避能力の評価方法と具体的支援策の提案

3. 研究の方法

- (1) 運動器不安定症スクリーニング計測システムの開発

計測装置の開発を始めるにあたり、運動器不安定症の高齢者がどの程度のテストであれば、参加するかについて予備的に調査したところ、「立位姿勢保持」、「その場での重心移動」、「その場での足踏み」は可能と判断された。また、立位姿勢であれば、肢位（足の接地型）は、Romberg 肢位（並列足）、Mann 肢位（直列足）とも可能であることも確認した。

以上より、図2の計測システムを設計した。

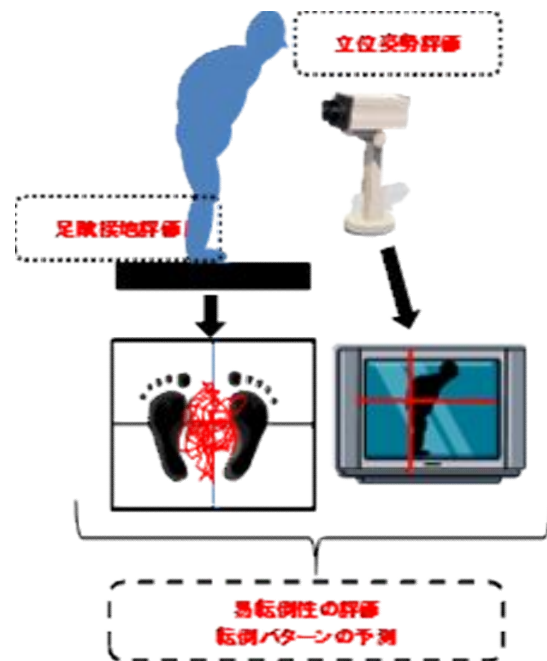


図2 計測システムの概要

まず、立位姿勢時、またはその場での重心移動を伴う動作時の身体動揺量の計測器として、竹井機器工業との連携で重心軌跡測定器を製作した（T.K.K.5810 として製品化）。この測定器は、360mm×360mm の正方形プレートの4点にロードセルを配置し、足圧中心位置を10～100msecのサンプリング時間で経時的に計測可能となっている。また、姿勢評価として、姿勢分析器（エサキ、TE-001008）を改良し、重心軌跡測定器の側方面に位置するように組み合わせた。

(2) 運動器不安定症高齢者にも適用できる転倒回避能力の評価方法および支援策に関する検討

開発した測定器を利用して以下の評価方法を考案し、高齢者を対象にその有効性を検証した。

側面からの静止立位姿勢と随意的な足圧

中心位置の移動

立位股関節前後移動距離

規定テンポによるその場足踏みの安定性

また、運動器不安定症に関わる要因として、運動器障害（不具合の愁訴）を有する高齢者の特性（転倒リスク、ADL 成就能力）を調査し、歩容、筋力発揮調整能、および補助を伴う片脚立ち成就能力について分析した。

4. 研究成果

(1) 運動器不安定症スクリーニング計測システムに関する成果

本研究において開発した運動器不安定症スクリーニング計測システムを利用して実施した測定結果の成果として、側面からの静止立位姿勢と随意的な足圧中心位置の移動、および規定テンポによるその場足踏みの安定性に関して得られた知見をまとめる。

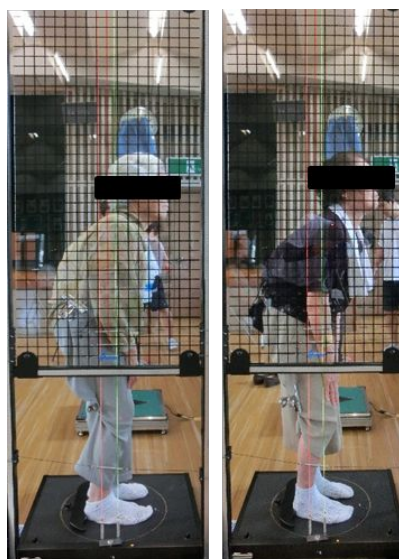
地域高齢男性 48 名（年齢：77.2±7.2 歳，身長：160.4±6.2cm，体重：59.2±9.8kg）女性 322 名（年齢：76.9±6.1 歳，身長：147.2±5.5cm，体重：49.2±7.3kg）を対象に右側



正常(Sub-A)

骨盤後傾(Sub-B)

図3-1 姿勢分析結果



円背(Sub-C)

円背(Sub-D)

図3-2 姿勢分析結果

面からの姿勢分析および随意的な前後左右方向への最大足圧中心移動軌跡を計測した。外果、膝関節窩、大転子、肩峰を結ぶラインから、正常姿勢、円背、骨盤後傾に分類し（図

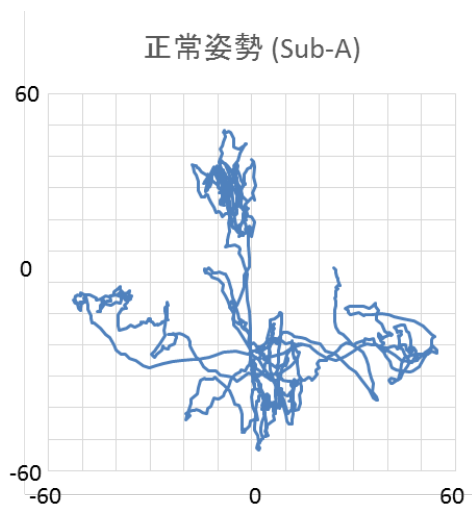


図4-1 随意的最大足圧中心移動軌跡(単位: mm)

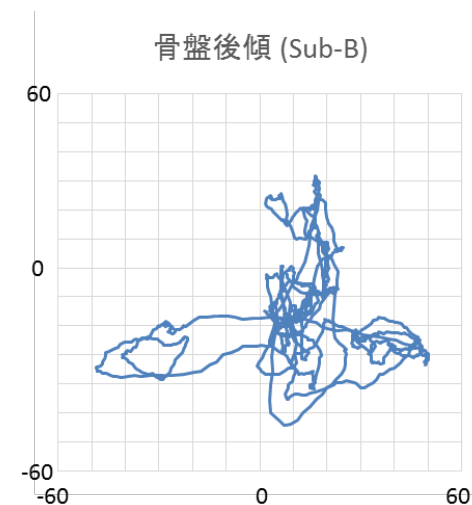


図4-2 随意的最大足圧中心移動軌跡(単位: mm)

3-1,3-1) 群ごとに足圧移動能力を比較した。

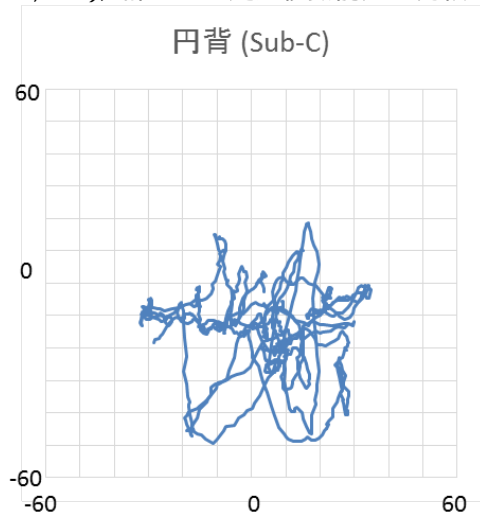


図4-3 随意的最大足圧中心移動軌跡(単位:mm)

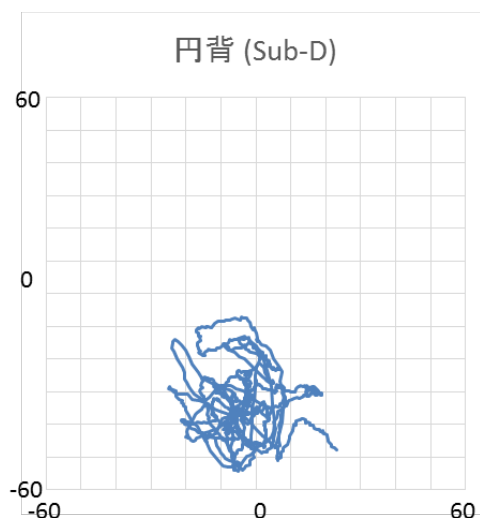


図4-4 随意的最大足圧中心移動軌跡(単位:mm)

図4-1～4-4は図3-2に示した典型的姿勢の随意的な前後左右方向への最大足圧中心移動軌跡を示している。

円背姿勢群の足圧中心移動範囲は、正常姿勢群に比べ有意に小さかった。また、前後左右への最大移動時の軌跡は前後左右へ直線的には向かわず、円状となる特性を示した。一方、骨盤後傾群は、正常姿勢群に比べ、前後移動距離が有意に小さかった。ただし、円背姿勢群や骨盤後傾群は図4-2～4-4に示す典型軌跡例と同様な軌跡パターンを示す傾向にあったが、正常姿勢群では、円背姿勢群や骨盤後傾群のような軌跡パターンを示すものも存在した。

本研究の対象者には、過去1年に複数転倒を経験している者(26名)や、出村の転倒リスク評価票によって転倒ハイリスク者と判定される者(102名)、文科省ADL得点において19点以下者(192名)が含まれていた、全ての対象者が本研究のテストを問題なく遂行できた。

さらに、毎分40回の規定テンポによる足踏みを30秒間実施し、テンポと足踏み接地

との誤差総和を計測した結果、転倒ハイリスク者が有意に劣っていた。

今後、これらの分析結果による転倒予測力をROC分析または、ロジスティック重回帰分析により詳細に検討する必要があるが、姿勢分析と足圧中心動揺軌跡の評価から運動器不安定症を予測できる可能性が示唆された。

(2) 運動器不安定症高齢者にも適用できる転倒回避能力の評価方法と具体的支援策の提案

正常姿勢群においても十分な足圧中心移動ができない者が存在することについて、関節炎などによる足、膝、および股関節の不具合が影響している可能性が考えられたことから、これらについて不具合の愁訴を有する高齢者の特性を検証した。愁訴を有する高齢者を変形性関節症のスクリーニング尺度である準WOMACにおいて軽度と重度に分類し、正常群と比較した。その結果、軽度と判定される高齢者でも、正常群に比べADL成就能力は低く、転倒リスクも高くなる傾向にあった。したがって、姿勢分析に加え、下肢関節に不具合の愁訴があるかをスクリーニング項目に加える必要性が示唆された。

運動器不安定症の高齢者でも取り組める改善策として、スクリーニングテストとして開発した随意的な足圧中心移動や規定テンポでのその場足踏みがエクササイズとして提案できる。さらに、開眼片脚立ちバランス運動を更に安全に実施できるように、固定具に手で触れながら片脚立ちする方法について検証した。補助する固定具の位置は、前方よりも側方に置いた方が片脚立ち時の足圧中心動揺、前頸骨筋および腓腹筋の筋活動量も有意に小さかった。したがって、対象者の特性に応じて、側方に補助固定具、前方に補助固定具、補助なしの難度順で取り組ませることが有効であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(雑誌論文)(計13件)

Yamaji S, Demura S, Aoki H: Age and gender differences in the step test with stipulated tempos. *Advanced in Aging Research*. 査読有, in press.

Sugiura H, Demura S: Effects of mild and severe knee joint pain on various activities of daily living in the female elderly. *Pain Research and Treatment*. 査読有, 2013;2013:989508. doi: 10.1155/2013/989508.

Kawabata H, Demura S, Uchiyama M, Takahashi K: Relationships between a coordination test pursuing the randomly moving target by the center of pressure and dynamic balance tests. *Perceptual and Motor Skills*. 査読有,

117, 811- 820. 2013.

Sugiura H, Demura S, Takahashi K: Evaluating the effects of pain and disorders of the knee joint on knee extension strength and daily life activities in the female elderly. *Pain Studies and Treatment*. 査読有, 1(3), 17-23. 2013. doi:10.4236/pst.2013.13004

Demura S, Sato S, Mitsumori 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2013.05.005>

Demura S, Shin S, Takahashi K, Yamaji S: Relationships between gait properties on soft surface, physical function and fall risk for the elderly. *Advances in Aging Research*, 査読有, 2(2), 57-64, 2013. doi:10.4236/aar.2013.22008

Shin S, Demura S, Sugiura H, Uchida Y, Xu N. The effect of fall experience by trip on movement stepping over the obstacle. *Advances in Aging Research*. 査読有, 2(2), 81-85, 2013. doi:10.4236/aar.2013.22011

Shin S, Demura S, Watanabe T, Kawabata H, Sugiura H, Matsuoka T: Relationship between the obstacle height cognition and step movement in the elderly. *Journal of Physiological Anthropology*. 査読有, 31(1), 27, 2012. doi: 10.1186/1880-6805-31-27

Yamaji S, Demura S, Shin S, Aoki H, Yamamoto Y: Comparison of stepping parameters and center of foot pressure properties during different tempo stepping movements. *Helath*. 査読有, 4(10) 832-837, 2012, doi: 10.4236/health.2012.410128

Sugiura H, Demura S: The effects of knee joint pain and disorders on knee extension strength and walking ability in the female elderly. *Advances in Physical Education*. 査読有, 2(4), 139-143, 2012. doi: 10.4236/ape.2012.24024

Sugiura H, Demura S: Effect of subjective knee joint pain on knee extension strength, gait and ADL score in the female elderly. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*. 査読有, 171(5), 533-540. 2012.

Shin S, Demura S: Examination of balance ability evaluated by a stipulated tempo step test. *Arch Gerontol Geriatr*. 査読有, 55(1), 45-48,

2012. doi: 10.1016/j.archger. 2011.06.012

Sugiura H, Demura S: Effect of subjective knee-joint pain on the laterality of knee extension strength and gait in elderly women. *Arch Gerontol Geriatr*. 査読有, 54(2), 366-369, 2012. doi: 10.1016/j.archger.2011.04.024.

〔学会発表〕(計6件)

山次俊介, 出村慎一他: 在宅助成高齢者の股関節前後移動距離は生活空間の違いを判別する 第68回 日本体力医学会大会. 2013, 9.22. 日本教育会館学術総合センター

久保田浩史, 出村慎一他: 高齢女性における目標値漸増および漸減局面の筋力発揮調整能およびその一側優位性 第68回 日本体力医学会大会. 2013, 9.22. 日本教育会館学術総合センター

杉浦宏季, 出村慎一他: 女性高齢者における軽度もしくは重度の膝疼痛が転倒回数および転倒リスクに及ぼす影響. 第68回 日本体力医学会大会. 2013, 9.22. 日本教育会館学術総合センター

杉浦宏季, 出村慎一他: 女性高齢者における軽度もしくは重度の膝疼痛の有無が歩容に及ぼす影響. 第64回 日本体育学会. 2013, 8.28. 立命館大学びわこ・くさつキャンパス

山次俊介, 出村慎一他: 虚弱高齢者でも可能な身体機能評価法としての股関節前後移動距離測定のプロ案. 第64回 日本体育学会. 2013, 8.28. 立命館大学びわこ・くさつキャンパス

内田雄, 出村慎一他: 補助を伴う片脚立ち時の重心動揺量および筋活動量. 第64回 日本体育学会. 2013, 8.28. 立命館大学びわこ・くさつキャンパス

〔図書〕(計1件)

出村慎一監修, 佐藤進, 山次俊介編集, 杏林書院, 地域高齢者のための転倒予防 転倒の基礎理論から介入実践まで, 2012, 229頁.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

出村 慎一 (DEMURA Shinichi)
金沢大学・人間科学系・教授
研究者番号: 20155485

(2) 連携研究者

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
北林 保 (KITABAYASHI Tamotsu)
東京理科大学・理学部・講師
研究者番号： 30381693
内山 応信 (UCHIYAMA Masanobu)
秋田県立大学・総合科学教育研究センター・准教授
研究者番号： 30464556