

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 7 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350887

研究課題名(和文)ロコモティブシンドロームのリスク因子を予測する動的バランス指標の開発

研究課題名(英文)Development of dynamic balance indicators for predicting risk of locomotive syndrome

研究代表者

藤田 和樹 (Fujita, Kazuki)

大阪大学・全学教育推進機構・准教授

研究者番号：00361080

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ロコモティブシンドローム(以下、ロコモと略す)のリスク判別テストの一つである2ステップテスト課題における床反力データから計算した動的バランスの各種変数がロコモのリスクに対してどの程度寄与するか、またロコモの有用な効果指標になるか検討することを目的とした。結果は、ロコモのリスクの寄与率が最も高くなる動的バランス変数の組合せは、床反力矢状成分ピーク、着地後201ミリ秒～区間のCOP平均速度、床反力前額成分ピークだった。また、ロコモ度1該当の高齢者に対する全身振動トレーニング介入により、着地後201ミリ秒～区間におけるCOP平均速度及びピーク速度に有意な改善が認められた。

研究成果の概要(英文)：Data obtained using ground reaction force (GRF) in the two-step forward test (2ST) could reveal useful parameters of dynamic balance in locomotive syndrome (LS). This study aimed to examine the contribution of dynamic balance parameters to the risk of LS and the usefulness of these parameters as indicators in the exercise intervention for reducing the risk of LS. As a result, we found that the multi-regression model consisted of peak GRFs in the sagittal and frontal directions and the mean velocity of the center of pressure in the sagittal direction 201 ms after landing in the 2ST showed the highest contribution ratio to the risk of LS. Furthermore, the results of whole-body vibration (WBV) training intervention in older adults with a grade 1 risk of LS revealed that the WBV training group showed significant improvements in mean and peak velocities in all directions, 201 ms after landing in the 2ST.

研究分野：応用健康科学，スポーツ医学

キーワード：動的バランス ロコモティブシンドローム 2ステップテスト 床反力 高齢者 全身振動トレーニング

1. 研究開始当初の背景

我々は、これまでアスリートを対象に、“動的な”バランス能力に注目し研究を進めてきた。ここで“動的バランス”とは、体重心と床など基底面が相対的に動いている場面で体重心を制御することである。例えば、時々刻々と変化する外乱に応じて巧みにバランスを保つ能力などを指す。我々は、片脚ドロップジャンプ着地の接地時の床反力データを計算処理し、どのように姿勢制御を行ったか、あるいは静止するのにどれほど時間を要したかなど、“動的バランス能力”を表す指標の開発に取り組んできた。これらの指標は、例えば、着地後の足圧中心(COP)総軌跡長など従来から検討されているものから、COPのピーク速度、衝撃緩衝係数など、我々の独自の検討から新規に指標化された項目を含む。これらの“動的バランス指標”は、スポーツや日常生活動作の動きがある中でのバランス能力を評価しているため、従来のバランス評価法である片脚起立時間やリーチテストなどの“静的バランス指標”に比べて、はるかに実用性の高い合理的な評価であり、これまで計測することのできなかった高齢者のバランス特性を高精度に定量評価できる可能性がある。

現在、我が国の要支援・要介護の発生原因の第1位は運動器障害であり、健康寿命の延伸ならびに増大する医療費の抑制面から早急な対策が求められている。2007年に、日本整形外科学会は、運動器障害により移動能力の低下を来し、要介護になっていたり、要介護になるリスクの高い状態をロコモティブシンドローム(以下、ロコモと略す)と定義し、この概念の普及啓発活動を開始した。2013年4月には、健康日本21(第二次)で「ロコモティブシンドロームを認知している国民の割合の増加」に関して目標値(2023年までに80%)が設定され、ロコモ対策は、我が国の健康増進施策上重要な課題となっている。

ロコモ対策では、運動器疾患の発症予防に並行して、運動プログラムや日常生活への介入により、移動能力の低下を予防することが重要である。歩行など移動能力には、筋力、柔軟性、バランス能力などの体力因子が強く関連する。これらの中でもバランス能力は、他の体力因子よりも加齢変化が大きいいため、移動能力の低下に最も強い影響を与えている可能性がある。しかし、従来の静的な運動課題で動作の最大幅を計測するバランス評価では、歩行など体重心の移動を伴う動作時のバランス能力を捉えることはできないため、新たなバランス評価方法が必要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、体重心のダイナミックな移動を伴う2ステップテスト(2ST)課題における2歩目着地後の床反力データから計算した新規な動的バランス指標がロコモのリスクに対してどの程度寄与するか、またロコトレ介入の効果を反映するか検討することである。

3. 研究の方法

(1) 2ST 課題における動的バランス測定方法の開発

平成26年度は、2ST課題における床反力データ収集のための実験装置を製作した。本研究では、地域の体育館等のフィールドで測定を行う計画のため床反力システムは可搬式とした。床フォースプレートはテクノロジーサービス社製のフォースプレート(TFP-404011B-A, W:40cm×D:40cm×H:11cm)を用いた。上記フォースプレートのサイズに合わせて作製した木製ボックス(W:120cm×D:40cm×H:11cm)8台を現場で組み合わせ、幅1.2m×長さ3.6mの歩行路を作製し、終端から40cmの位置に床フォースプレート1台を設置した。

上記の実験装置を大阪府泉佐野市の体育館に持ち込み、市内在住の自立高齢者59名を対象に実験プロトコル作成のための予備テストを行った。予備テストにおける実験プロトコルの手順は以下の通りである。本番開始前の練習によりおおよそのスタート位置を決めた後、試行を左右各5回実施する。各試行のスタートの位置は、被験者の試行への順応の程度に合わせて決定する。2STの各試行の成績(到達距離)と成否の判定は目視とビデオ撮像で確認した。

予備テストの結果、床反データは2歩目着地から3歩目着地間に限定して解析することになった。このため新たに床フォースプレート2台を追加し、2歩目と3歩目データの同期化が可能な計測システムを構築した。

(2) ロコモのリスクに寄与する動的バランス指標の探索

平成27年度は、床フォースプレート3台体制により2ST課題における2歩目と3歩目データを収集し、動的バランス評価ソフト(テクノロジーサービス社製)により床反力及び床反モーメント3成分の時系列データを計算した。動的バランス各指標の作成には、フリーソフトウェア(Sci lab5.5.2)を用いた。

平成27年6月と12月には、2ST課題における動的バランスのロコモのリスクへの寄与率を明らかにするため、高齢者34名を対象にロコモ25、2ST課題における動的バランス、膝伸展筋力、TUGT、10m歩行、開眼片足立ち等の体力テストを行った(研究1)。また、運動介入による動的バランスへの影響を検証するため、高齢者38名をロコトレ+ウォーキング群(WALK群)19名とロコトレ+WBV群

(WBV 群)19 名に分けて、10 週間の介入を行った(研究2)。

(3)ロコモ度 1 該当の高齢者に対する全身振動トレーニング介入の動的バランスへの効果検証～ランダム比較試験

平成 28 年度は、箕面市在住の高齢者 31 名を対象に全身振動トレーニング(WBV)の動的バランスへの効果を検証するためランダム比較試験を行った。対象者を介入(WBV)群 15 名(男性 5 名,女性 10 名)と対照群 16 名(男性 7 名,女性 9 名)にランダムに割付け、介入群には 12 週間の WBV を実施した。介入前後で 2ST 課題における動的バランス、膝伸展筋力、TUGT、10m 歩行、開眼片足立ち等の体力テストを実施した(研究3)

4. 研究成果

(1)研究1: Examination of dynamic balance parameters useful for predicting risk of locomotive syndrome. The Journal of physical fitness and sports medicine, 2016; 5(6):527.(Proceedings)

ロコモのリスク予測に有用な体力要因の検討 - 動的バランスに着目して

【目的】本研究の目的は、ロコモのリスクに対する動的バランスの影響力を重回帰モデルにより検討することである。【方法】対象者は、地域在住の高齢者 34 名(男性 13 名,女性 21 名)であり、ロコモ度テスト(ロコモ 25、立ち上がりテスト(SUT)、2ST)のほか、膝伸展筋力、TUGT、開眼片足立ち等の体力テストを実施した。また、2ST 課題の 2 歩目の床反力データから求めた接地直後の COP の移動速度や床反力ピーク等を動的バランス指標とした。統計解析は、ロコモ 25 合計点を目的変数、SUT、2ST、体力テスト、動的バランス指標を説明変数とする重回帰分析(総当たり法)を行った。【結果】ロコモのリスク(ロコモ 25 合計点)に対する寄与率は 201 ミリ秒～区間の COP 矢状方向平均速度と床反力矢状方向及び前額方向ピークのモデルで最も高かった。しかし、このような傾向は女性では見られなかった。【結論】ロコモのリスク予測に対する 2ST における床反力変数(動的バランス変数)の有用性が示唆された。

(2)研究2: Effects of whole body vibration training on muscle strength and dynamic balance in older adults. 10th International Conference of Strength Training Abstracts, 2016:113. (Proceedings)

高齢者に対する全身振動トレーニングの効果 - 2 ステップテストにおける床反データを用いて

【目的】本研究の目的は、高齢者に対する全身振動トレーニング(WBV)の介入効果を 2ST における着地直後の床反データにより明らかにすることである。【方法】地域在住の高齢者 19 名(WBV 群)と性別、年齢をマッチした 19 名(WALK 群)を対象に週 1 回のロコモ

予防運動を 10 週間行った。また、WBV 群では毎回 4 種目の WBV(低振幅、30Hz、30 秒間)を 5 分間、WALK 群では毎回室内でのウォーキングを 15 分間行った。介入効果は、2ST 値、立ち上りテスト(SQT)など一般的なロコモ指標のほか、2ST における 2 歩目(右足)着地後 20～200 ミリ秒の COP 軌跡長や床反力ピーク等の床反指標により評価した。介入効果の群間比較には性、年齢、BMI を共変量とする共分散分析を用いた。【結果】介入により、2ST 値と SQT 成績は WALK 群よりも WBV 群で改善する傾向が認められた。WALK 群では、2ST の 2 歩目着地後 20～200 ミリ秒の COP の総軌跡長、矢状方向軌跡長、前額方向軌跡長が有意に短くなり、WBV 群との間に群間差が認められた。これに対して、WBV 群では、床反力鉛直方向及び矢状方向ピーク値が有意に増加し、WALK 群との間に群間差が認められた。

【結論】WBV 介入による 2ST のパフォーマンス向上には床反力ピークの増加が関与している可能性が示唆された。

(3)研究3: ロコモ度 1 該当の高齢者に対する全身振動トレーニングの動的バランスへの効果～ランダム化比較試験。未発表データ(第 72 回日本体力医学会(2017)にて発表予定)

【目的】ロコモ度 1 該当の高齢者を対象に WBV の動的バランスへの効果をランダム比較試験により明らかにすること。【方法】箕面市在住の高齢者 31 名を介入(WBV)群 15 名(男性 5 名,女性 10 名)と対照群 16 名(男性 7 名,女性 9 名)にランダムに割付け、WBV 群には 12 週間で 5～15 分/回の WBV を合計 27 回実施した。【結果】WBV 群では、介入後に 201 ミリ秒～区間の COP の平均速度及びピーク速度が有意に低下し、前額方向の平均速度とピーク速度では対照群との間に有意差が認められた($p<0.05$)。【結論】ロコモ度 1 該当の高齢者では、WBV 介入により 2ST 課題における着地後後半の身体重心の制御能(動的バランス)の改善が示唆された。

(4)研究の主な成果

研究1では、ロコモのリスクへの寄与率は、2ST 課題における動的バランスの 3 変数モデルで最も高く、ロコモのリスク予測因子として、従来のバランス指標に比べて本研究で開発した新規な動的バランス指標の優位性が示唆された。しかし、このような傾向は女性では認められなかったため、今後、女性でも同様の結果が得られるか検証することが必要であろう。

研究2と3では、ロコモのリスク軽減を目的とする異なるトレーニング介入に対して本研究で開発した動的バランス指標は特異的な反応を示した。今後、様々なロコトレ介入に対して本研究の動的バランスのどの指標がどのような反応を示すか確認する必要がある。

(5)研究成果の国内外における位置づけとインパクト

これまで、高齢者を対象に体重心のダイナミックな移動を伴う運動課題における動的バランスを COP の時系列データから作成した指標を用いて評価する試みは、国内はもとより国外でも見当たらない。この意味で本研究は、従来のバランス研究に風穴を開ける斬新かつユニークな研究であり、当該分野におけるインパクトは大きい。また、抗加齢医学やスポーツ医学などの近接分野においても、本研究の動的バランス指標は運動療法の新規な効果指標として広く活用される可能性があり、本研究の波及効果が期待される。

(6)今後の展望

ロコモのリスクに対する動的バランスの寄与に関しては、男女ともに有効サンプル数を 100 例程度まで増やして再解析を行い、研究結果の再現性を確認したい。高齢者に対するロコトレや WBV 介入の効果を本研究のような体重心のダイナミックな移動を伴う動的課題におけるバランス指標を用いて検証した RCT は国内外でも見当たらない。近日中に欧文誌へ投稿できるよう準備を進めていきたい。

本研究の動的バランス指標については、疫学研究等のフィールド調査で利用できることを前提に開発を進めている。しかし、この開発コンセプトの実現のためには今よりも短時間で効率的にデータを収集しパラメータの計算処理ができるシステムの構築が必要である。例えば床反力データの計測からパラメータ計算までの一連のプロセスの自動化や被験者レポートのリアルタイムフィードバックなどのソフト面の機能充実は欠かせない。今後、大規模フィールド調査でも利用可能なデータ収集・解析システムの開発を進め、動的バランスが転倒骨折や膝 OA など高齢者特有の運動器疾患の発症及び進展にどのように関わっているのか明らかにしていきたい。

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 1 件)

Fujita K, Ogasawara I, and Nakata K. Examination of dynamic balance parameters useful for predicting risk of locomotive syndrome. The Journal of physical fitness and sports medicine, 2016; 5(6):527. (Proceedings) 査読無
<http://search.jamas.or.jp/index.php>

[学会発表](計 5 件)

Fujita K.: Effects of whole body vibration training on muscle strength and dynamic balance in older adults. 10th International Conference of Strength Training, 2nd December 2016, Kyoto.

藤田和樹：高齢者に対する全身振動トレーニングの効果 - 2 ステップテストにお

ける床反データを用いて。第 24 回日本臨床スポーツ医学会, 2016 年 11 月 5 日, 千葉市

藤田和樹：ロコモのリスクに有用な体力要因の検討～動的バランスに着目して。第 71 回日本体力医学会, 2016.年 9 月 24 日, 盛岡市

[その他]

報道関連情報(20 件)

SAS Institute Japan: 大阪大学、高齢者の介護予防と健康増進に向けた共同研究で SAS を活用～泉佐野市泉佐野市と共同で、ロコモティブシンドロームのリスク因子を検出するモデルを開発～
http://www.sas.com/ja_jp/news/press-releases/2016/september/2016-09-06-osaka-university-collaborative-project-jp.html (2016 年 9 月 6 日参照)

デジタル毎日新聞: 大阪大学、高齢者の介護予防と健康増進に向けた共同研究で SAS を活用～泉佐野市泉佐野市と共同で、ロコモティブシンドロームのリスク因子を検出するモデルを開発～

<http://mainichi.jp/select/biz/pressrelease/archive/2016/09/06/18066.html> (2016 年 9 月 6 日参照)

Asahi Shimbun Digital: 大阪大学、高齢者の介護予防と健康増進に向けた共同研究で SAS を活用～泉佐野市泉佐野市と共同で、ロコモティブシンドロームのリスク因子を検出するモデルを開発～

http://www.asahi.com/and_M/information/pressrelease/CPRAP18066.html?iref=and_M_kijilist (2016 年 9 月 6 日参照)

6. 研究組織

(1)研究代表者

藤田 和樹 (Kazuki Fujita) 大阪大学・全学教育推進機構・准教授
研究者番号: 00361080

(2)研究分担者

中田 研 (Ken Nakata) 大阪大学・医学系研究科・教授
研究者番号: 00283747

橋詰 謙 (Ken Hashizume) 大阪大学・医学系研究科・准教授
研究者番号: 50156270

島本 英樹 (Hideki Shimamoto) 大阪大学・全学教育推進機構・准教授
研究者番号: 50299575

小笠原 一生 (Issei Ogasawara) 大阪大学・医学系研究科・助教
研究者番号: 70443249