

平成 29 年 5 月 8 日現在

機関番号：34311

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06732

研究課題名(和文) 転倒リスクの高いフレイルな高齢者や神経疾患患者が発する歩行中の掛け声と歩行リズム

研究課題名(英文) Verbal counting during walk influences fractal dynamics and fluctuation of gait in frailty adults and those with a history of cranial nerve disease

研究代表者

續田 尚美 (Tsugita, Naomi)

同志社女子大学・看護学部・助手

研究者番号：60756211

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：フレイル(n=25; 75.8 ± 8.5 years)、脳神経疾患の既往歴がある者(n=14; 74.4 ± 8.5 years)、整形外科疾患の既往歴がある者(n=21; 72.3 ± 5.8 years)(全対象者：n=71; 73.0 ± 6.5 years)を対象に、自ら掛け声をする歩行と掛け声をしない歩行を比較した。靴内に設置したフットスイッチから歩行の時系列データを取得し、フラクタル指数()を算出した。 の中央値で対象者を二群に分けて比較したところ、すべての対象者と整形外科疾患の既往歴がある者の比較において、 低値群のみで の上昇が観察された。

研究成果の概要(英文)：This study compared gait with and without the participants' own verbal counting in frail individuals (n=25; 75.8 ± 8.5 years), those with a history of cranial nerve disease (n=14; 74.4 ± 8.5 years), and those with a history of orthopedic disease (n=21; 72.3 ± 5.8 years) (all subjects n=71; 73.0 ± 6.5 years). Time-series walking data were obtained using footswitches set in the participants' shoes, and the fractal scaling index () was calculated. When the participants were divided into two groups by the , the significantly increased only in the lower group during walking with verbal counting in all subjects and those with a history of orthopedic disease.

研究分野：看護学

キーワード：歩行リズム 掛け声 1/fゆらぎ フラクタル解析

1. 研究開始当初の背景

要介護の原因となっている「高齢による衰弱」「関節疾患」「骨折・転倒」に共通する特徴として、加齢に伴う歩行機能の低下があげられる(H22 国民基礎調査)。歩行機能の低下は、筋・骨格系や歩行リズムを司る中枢パターン発生器(Central Pattern Generator: CPG)の機能低下、あるいは神経疾患によっても引き起こされ(e.g. J.M. Hausdorff et al. 2001)。転倒リスクを増強する。また、転倒への恐怖感から閉じこもり傾向となり、筋力や免疫力、認知機能等にも影響を及ぼしADLやQOLを一層低下させる。歩行はヒトの自立を支える基本的動作である。評価指標は一般に、速度、歩幅、歩調が用いられるが、申請者はそれらを統合した歩行リズムに注目した。

歩行リズムには $1/f$ ゆらぎと呼ばれる成分が含まれる(J.M. Hausdorff et al. 1995)。その強さは Detrended Fluctuation Analysis (DFA) という手法により、フラクタル指数(α)として数値化でき、歩行安定性を評価する一指標となる。一般的には $\alpha=0.8\sim 1.0$ で安定した歩行とされている(e.g. D.Malatesta et al. 2003)。

歩行中の音刺激と歩行の安定性を検討した先行研究では、メトロノーム等の外的な音刺激に合わせた歩行は、特に神経疾患患者において、体幹動揺の減少や α が有意に上昇し、歩行リズムが安定すると報告されている(林ら,1998, 他)。一方で、健常者がメトロノームに合わせて歩行した場合、不安定な歩行になることが報告されている(e.g. P.Terrier et.al. 2012)。

筆者は臨床現場で、理学療法士が神経疾患患者に対し、「いちに、いちに…」と掛け声をしながら歩行訓練をしている姿を目にし、歩行中における掛け声の効果に興味を持った。自らが発する掛け声は自己の体内リズムを反映し $1/f$ ゆらぎの成分が含まれているとされる。このことから、自己の体内リズムを掛け声として意識化することで、自ら発する掛け声は歩行を安定させる効果を持つとの仮説を立て、日常生活動作が自立している中高齢者を対象に、歩行中の掛け声と歩行リズムの関係について検討した。その結果、歩行リズムに乱れがある者では、歩行中に自ら掛け声をする事で歩行リズムの改善が認められた。

この結果は、歩行障害のない、加齢に伴う歩行リズムの乱れがある者に対して、CPG機能を活かした内的な音刺激(自ら発する掛け声のリズム)が、歩行リズムを補強して $1/f$ ゆらぎの性質に変化が生じ、歩行が安定することを示す。自らが掛け声を発する方法は、誰もが場所を選ばず実施可能な方法である。このような簡便な方法で歩行リズムの安定化を図ることができれば、歩行機能が低下している要介護高齢者や歩行障害を有する者にも適用でき、転倒予防や介護予防対策とし

て今後の発展が期待できる。

2. 研究の目的

身体機能や生活機能の改善の見込みがある、転倒リスクの高いフレイルな高齢者や神経疾患患者を対象にし、自らの掛け声が歩行リズムに与える影響を検討する。

3. 研究の方法

(1) 対象者

健康教室に参加する高齢者ならびに短時間デイサービスの通所者の合計 71 名を対象に実験を行った。71 名の属性は、フレイルおよびフレイルの該当者 25 名、脳神経疾患の既往歴がある者 14 名、整形外科疾患の既往歴がある者 21 名であった。なお、フレイルおよび脳神経疾患および整形外科疾患の既往歴は複数回答とした。

(2) 属性調査

フレイルおよび既往歴を調査するため、すべての対象者にアンケート調査を行った。フレイルの評価は厚生労働省の基本チェックリストを用いた。

(3) 歩行課題

体育館に作成した全長 30m の楕円形歩路を用いて、掛け声なしで歩行する試行(Control 条件: 以下、CON)と、掛け声をかけながら普段どおりの歩行をする試行(Voice 条件: 以下、VO)の 2 条件をそれぞれ 4 分間実施した。なお、条件間には 10 分間の休憩時間を設けた。両条件とも、歩行中の手・腕の振り大きさ、速さ、歩幅は対象者の自由とした。

VO における掛け声は、日本人に馴染みがあり、理学療法における歩行訓練でも広く用いられている「いちに、いちに・・・」とした。CON において歩行リズムを意識しないよう、すべての対象者において CON、VO の順で実施した。

(4) 時系列データの取得およびデータ処理

本研究では、片方の足の接地から再び同側の足の接地にかかる時間である、ストライド時間の時系列データを歩行リズムと定義した。歩行中の踵の接地、すなわちオフ(遊脚位)からオン(立脚位)に変化するタイミングをオン・オフのデジタルデータとして、靴のインソールに設置したフットスイッチ(OT-NO-2、大阪自動電気社、米国製)から取得した。取得したデータは、腰部に装着した小型データロガー(FA-DL-2000、フォアアシスト社、日本製)にサンプリング周波数 1000Hz で記録した。

歩行に含まれるゆらぎの性質を評価するため、Detrended Fluctuation Analysis (DFA) によりフラクタル指数(以下、 α)を算出し、歩行安定性の指標とした。DFA とはフラクタル次元を計算する解析方法で、過

去のデータが、新たなデータとどれだけ強い相関関係を有しているかを示す手法である。

$\alpha = 0.5$ のときゆらぎは完全にランダムノイズであり、過去の歩行が次の新たな一歩とまったく相関関係を持たないことを示す。 $\alpha > 0.5$ のとき、過去の歩行リズムが新たな一歩と正の相関関係を持つ。すなわち、過去の変動が次の新たな一歩に影響を与えていると考えられている。この相関関係が強いほど α も大きくなる。 $\alpha = 1.0$ のとき、自然界や生体のゆらぎにしばしば見られる $1/f$ ゆらぎとなる (Herman T et al, 2005)。

先行研究では、安定した歩行における α は $0.8 \sim 1.0$ であり、パーキンソン病やハンチントン舞蹈病等に伴う歩行障害を有する者や、転倒歴を有する者の歩行における α は 0.5 に近いと報告されている (J.M. Hausdorff et al. 1997)。なお、歩行開始時の加速の影響を排除するため、両課題とも最初の 10 サイクルを除いて計算を行った。

4. 研究成果

各属性における α の性差を検定したところ、統計学的な有意差は検出されなかった。したがって、男女のデータを合わせて分析を行った。また、 α は正規分布を示したため、パラメトリック法にて検定を行った。すべての検定において、有意水準は $p < 0.05$ とした。

(1) CON と VO の比較

歩行中の自らの掛け声の効果を検討するため、各属性における CON と VO の α を用いて対応のある t 検定を行った。その結果、すべてにおいて有意な差は認められなかった (全対象者: $p = 0.36$ 、フレイル該当者 $p = 0.68$ 、脳神経疾患を有する者 $p = 0.37$ 、整形外科疾患を有する者 $p = 0.48$)。

(2) α を低値群と高値群にわけた時の CON と VO の比較

それぞれの対象者を α の中央値で低値群と高値群にわけて二元配置分散分析を行った。その結果、全対象者 (図 1) と整形外科疾患の既往歴を有する者 (図 2) の比較において、通常歩行時の α が低い者は掛け声をすることで α が有意に高値を認め、自らの歩行中の掛け声が歩行を安定する結果が示唆された。

フレイルと脳神経疾患の既往歴を有する者においては有意な交互作用は検出されなかった。しかし、脳神経疾患の既往がある者においては、低値群の α は掛け声をすることにより上昇し、安定域に近づいた (脳神経疾患を有する者: $\alpha: 0.54 \pm 0.09$ 0.59 ± 0.18)。

α を低値群と高値群にわけて比較した場合にのみ CON と VO との間で有意な差が認められた本研究結果は、健常な中高齢者を対象とした結果と同様である (續田ら、2016)。本研究結果を含めて勘案すると、歩行リズムが不安定な者が歩行中に自ら掛け声をした

場合、歩行リズムが安定域に近づくことが示唆された。この結果から、歩行中の自らの掛け声は歩行安定策の一助となる可能性が考えられる。これまでの転倒予防策は、筋力トレーニングが主流とされてきた。しかし「自ら掛け声」という方法は簡便で極めて汎用性が高い。今後の転倒予防策や介護予防策、リハビリテーションの一方策として期待できるかもしれない。

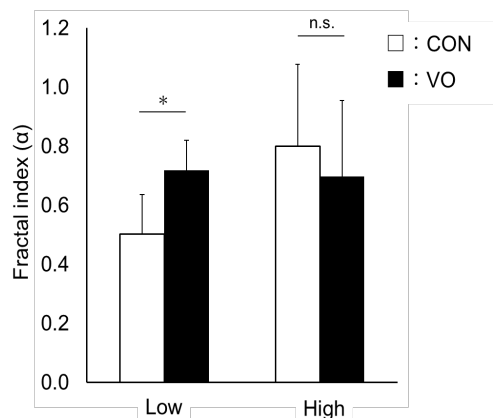


図 2 整形外科疾患の既往歴を有する者における α 低値群と高値群の比較

* : $p < 0.05$

Low : α 低値群

High : α 高値群

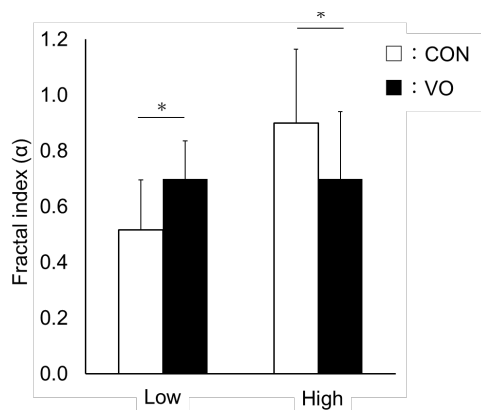


図 1 全対象者における α 低値群と高値群の比較

* : $p < 0.01$

Low : α 低値群

High : α 高値群

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

(1) 續田尚美・渡邊裕也・横山慶一・吉中康子・木村みさか・岡山寧子、中高齢者の歩行ゆらぎと体力の関連、同志社女子大学総合文化研究所紀要、査読有、33 巻、2016、pp.142-152

(2) 續田尚美・渡邊裕也・横山慶一・吉中康

子・木村みさか・岡山寧子、健常な成人における歩行中の掛け声と歩行リズムの関係、日本生理人類学会誌、査読有、21巻、2016、pp.51-58

- (3) 續田尚美、歩行リズムへのアプローチ、地域ケアリング、査読無、18巻、2016、pp.52-54

〔学会発表〕(計 4 件)

- (1) Naomi Tsugita・Yuya Watanabe・Misaka Kimura・Emi Yamagata・Motoki Kouzaki・Yasuko Okayama, Fractal Dynamics of Human Gait is Related to Properties of Rectus Femoris Muscle in Elderly People, International Society of Biomechanics, 2017 July, Brisbane(受理済)
- (2) 續田尚美・山縣恵美・岡山寧子、運動習慣がある男性高齢者における下肢筋機能と歩行安定性の関連 - 転倒予防策の探索に向けて -、日本看護科学学会、2016年12月10, 11日、東京国際フォーラム(東京)
- (3) 續田尚美・山縣恵美・木村みさか・岡山寧子、歩行リズムと下肢末梢筋の関係 - アクティブな高齢者の場合 -、日本看護研究学会、2016年8月20, 21日、つくば国際会議場(茨城)
- (4) 續田尚美・渡邊裕也・横山慶一・吉中康子・木村みさか・岡山寧子、日常生活が自立している中高齢者の歩行中の掛け声と歩行リズムの関係、日本体操学会、2015年9月12, 13日、京都学園大学(京都)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

續田 尚美 (Tsugita, Naomi)

同志社女子大学・看護学部看護学科・助手

研究者番号：60756211