

令和 2 年 6 月 2 日現在

機関番号：17702

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01764

研究課題名(和文)異なる歩行スタイルによるノルディックウォーキングの運動強度とトレーニング効果

研究課題名(英文) Comparison of the exercise intensity and effectiveness of two different styled Nordic walking.

研究代表者

藤田 英二 (Fujita, Eiji)

鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・准教授

研究者番号：50506300

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、異なるポールの使い方による2つのノルディックウォーキング(Diagonal style (DIA) およびDefensive style (DEF)) の違いを明らかにすることであった。本研究を通し、1) 生理応答の違いでは、歩行中の上腕三頭筋の筋活動はDIAの方が高く、エネルギー消費量はDEFの方が高かった。2) 中高齢者を対象に両歩行様式での運動介入を行った結果、下肢筋力の指標ではDEFが、動的バランスならびに敏捷性の指標ではDIAがそれぞれより大きな改善を示した。3) DIAでは、ポール操作の習熟度の違いがエネルギー消費量等に影響を及ぼすということが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ノルディックウォーキングは中高齢者の健康づくり運動として広く普及してきている。しかし、一口に中高齢者といっても、その体力レベルは様々であり個人差が激しい。わが国では異なる2つの歩行様式のノルディックウォーキングが普及しているが、それらの運動効果の違いは明らかではなかった。本研究の結果により、ノルディックウォーキングを様々な体力レベルの人々に対する健康づくり運動とするためのエビデンスを示すことができたと考える。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study was to clarify the exercise intensity and effectiveness for two different styles (diagonal style NW: DIA, defensive style NW, DEF) of Nordic walking (NW). The main findings of this study are described below. 1) In physiological responses, triceps brachii muscle activity in DIA was significantly higher than DEF. On the other hand, energy expenditure of DEF was significantly higher than DIA. 2) The exercise intervention by two styles NW in middle-aged and older adults showed that DEF was greater improvement than DIA in lower limb muscle strength and DIA was greater improvement than DEF in dynamic balance and agility. 3) Proficiency in pole handling during diagonal style Nordic walking influences energy expenditure and other factors.

研究分野：応用健康科学

キーワード：Nordic walking Diagonal style Defensive style 機能的体力 エネルギー消費量 筋活動水準 運動効果 ポール操作習熟度

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

わが国において中高齢者の健康づくりは社会的な課題であり、ウォーキングは最も手軽に行える健康づくり運動のひとつである。そのウォーキングの方法のひとつであるノルディックウォーキング (Nordic walking: NW) は、クロスカントリースキーの夏期トレーニング法が起源であり、通常のウォーキング (Ordinary walk: OW) と比較して酸素消費量 (VO_2)、心拍数 (HR)、エネルギー消費量などが高く、より大きい運動効果が期待できるとされている (Rogers et al., 1995; Porcari et al., 1997; Church et al., 2002)。これらの先行研究は、ポールを身体後方に突き推進力として利用する Diagonal style (DIA) と呼ばれる歩行様式で行われた結果であり、この歩行様式は主に体力増進のためのエクササイズとして実施されている。また、近年ではポールを身体前方に突いて杖のように利用する Defensive style (DEF) と呼ばれる歩行様式 (川内ら, 2010) が普及してきており、主に身体的に虚弱な高齢者や歩行に障害がある者に対してのリハビリテーション手段として利用されている。ポールを突く動作を推進力として利用する DIA に対して、前方に杖のように突く DEF は、歩行時の支持基底面を広げることから安定した歩行が実現できるとされているが、その生理的応答や運動時の安全性に対するメリット、運動効果について詳細に検討した先行研究は少なく、現場指導者の経験によって運動処方がなされているのが現状である。このように、わが国では異なる歩行スタイルの NW が普及しているが、それらの生理的運動強度をはじめとした高齢者に与える運動効果を直接比較した先行研究はなく、NW を様々な体力レベルの人々に対して健康づくりの運動手法とするためには、両歩行様式の違いを明らかにすることが必要であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、異なるポールの使い方による 2 つの歩行様式の NW において、それぞれの運動効果の違いを明らかにし、NW を様々な体力レベルの人々に対する健康づくりの運動手法とするためのエビデンスを示すことであった。その目的を達成するため、以下の 3 つの課題を設定した。

- 1) 2 つの歩行様式における NW 運動中の生理応答の違いを明らかにする。
- 2) 地域在住の中高齢者を対象に両歩行様式での運動介入を行い、得られる運動効果の違いについて明らかにする。
- 3) DIA による NW において、ポール習熟度の違いが運動中の生理応答に及ぼす影響を明らかにする。

3. 研究の方法

1) 2 つの歩行様式における NW 運動中の生理応答の違いを明らかにするため、地域在住の中高齢者 12 名 (62.4 ± 7.8 歳) を対象に、屋外での DIA と DEF による NW を「できるだけ速く歩く」という指示のもと、それぞれ 12 分間ずつ行わせた。腕時計型 GPS 内臓光学式心拍計を用い、運動中の心拍数ならびに各歩行様式での歩行距離を 10 m 単位で記録し、得られた歩行距離から歩行速度 (m/min) を算出した。他の測定項目として、携帯型呼気ガス分析装置によるエネルギー消費量 (METs) ならびに表面筋電図 (surface electromyography: EMG) による上肢 (上腕二頭筋, 上腕三頭筋) と下肢 (大腿四頭筋, 大腿二頭筋, 前脛骨筋, 腓腹筋) の筋活動水準 (%EMGmax) を調べた。また、ポールに仕込んだロードセルにより、ポールに対して鉛直方向に加わる力を NW でポールを地面に押し込む力をポーリング力 (N) として記録し、ポール接地時間 (sec) ならびにポールの力積 (Ns) を算出して求めた。

2) 両歩行様式で得られる運動効果の違いについて明らかにするため、過去に特別な運動習慣がない地域在住の中高齢者 25 名 (61.8 ± 6.5 歳) を対象とし、DIA 群 (13 名) と DEF 群 (12 名) の 2 群に分け、それぞれの運動介入の効果について検証した。運動介入は週 2 日の監視型運動 (運動教室) と、家庭で実践する非監視型運動 (自主運動) を併用して 9 週間行った。運動教室では DIA 群、DEF 群のそれぞれに対して 1 日 60 分 (30 分のセッションを 10 分の休憩を挟み 2 回実施) ずつ、同じ時間の NW を実施させた。運動教室および自主運動における NW の運動強度は、主観的運動強度で「ややきつい」を目安とし、会話がとぎれない程度の運動強度 (歩行速度) を維持するように指示した。運動介入期間の前後で身長、体重、体脂肪率、機能的体力テスト (Rikli and Jones, 1999; 竹島とロジャース, 2006) の測定を実施した。

3) DIA による NW において、ポール習熟度の違いが運動中の生理応答に及ぼす影響を明らかにするため、NW 教室に参加経験がある地域在住の中高齢者 9 名 (63.7 ± 8.1 歳) をレクリエーション群 (RecTrained 群) とし、日本ノルディックフィットネス協会に所属しているインストラクター 9 名 (57.5 ± 7.8 歳) をインストラクター群 (NWInstr 群) として、それぞれで通常歩行 (Ordinary walk: OW) と DIA による生理応答の違いの差について検証した。研究 1) と同様に、OW と NW は「できるだけ速く歩く」という指示のもと、それぞれ 12 分間ずつ行わせた。腕時計型 GPS 内臓光学式心拍計を用い、運動中の心拍数ならびに各歩行様式での歩行距離を 10 m 単位で記録し、得られた歩行距離から歩行速度 (m/min) を算出した。携帯型呼気ガス分析装置によるエネルギー消費量 (METs) ならびに表面筋電図 (surface electromyography: EMG) による

上肢（上腕二頭筋，上腕三頭筋）と下肢（大腿四頭筋，大腿二頭筋，前脛骨筋，腓腹筋）の筋活動水準（%EMGmax）を調べた。また、ポールに仕込んだロードセルにより、ポールに対して鉛直方向に加わる力を NW でポールを地面に押し込む力をポーリング力（N）として記録し、ポール接地時間（sec）ならびにポールの力積（Ns）を算出して求めた。

4．研究成果

1) DIA と DEF での歩行様式における NW 運動中の生理応答の違い

歩行距離（DIA: 1094 ± 88 m、DEF: 1072 ± 63 m）、歩行速度（ 91.2 ± 7.3 m/min、 89.3 ± 5.2 m/min）ならびに上腕三頭筋の筋活動水準は DIA の方が有意に高く（DIA: 18.5 ± 11.2 %EMG_{max}、DEF: 12.5 ± 12.7 %EMG_{max}）、エネルギー消費量では DEF による NW のほうが DIA よりも有意に高かった（DIA: 5.3 ± 1.1 METs、DEF: 5.8 ± 1.1 METs）。また、NW 運動中にポールにかかる力は、ポール接地時間では両歩行様式間で有意差はみられなかったが、ポーリング力は DIA の方が有意に高く（DIA: 43.1 ± 16.1 N、DEF: 33.1 ± 10.8 N）、ポールの力積も DIA の方が有意に高く（DIA: 10.1 ± 4.2 Ns、DEF: 7.2 ± 1.8 Ns）両様式による NW の相違点が示された。中高齢者がレクリエーションや健康づくり運動として NW を実施するにあたっては、DIA もしくは DEF におけるそれぞれの特徴について十分理解した上で対象者の目的に応じた処方となされるべきであることが示唆された。

2) DIA と DEF での両歩行様式で得られる運動効果の違い

機能的体力の多くの項目では同等の改善がみられたが、下肢筋力の指標（30 秒間での椅子座り立ち回数）では DEF が、動的バランスおよび敏捷性の指標（Time Up & Go テスト）では DIA において、それぞれより大きな改善を示し、歩行様式による運動介入効果の相違が示唆された。しかしながら、これらの結果には NW のポール操作習熟度や、実施者の体力などの違いが影響する可能性があり、今後さらなる研究が必要であると思われた。

3) DIA においてポール習熟度の違いが運動中の生理応答に及ぼす影響

歩行距離・速度は OW と NW とともにインストラクター群の方がレクリエーション群よりも有意に高く、インストラクター群では NW で OW よりも歩行距離ならびに速度は有意に増加していた。心拍数はインストラクター群において NW で OW よりも有意に増加しており、エネルギー消費量（METs）も NW でインストラクター群の方がレクリエーション群よりも有意に高く、インストラクター群では NW で OW よりも有意な増加がみられた。NW 運動中のポールにかかる力（図 1）は、ポーリング力、ポール接地時間、ポールの力積の全てでレクリエーション群よりもインストラクター群の方が有意に高かった。OW から NW での歩行距離・速度の変化率は、ポーリング力およびポールの力積と有意な相関関係（図 2）にあり、エネルギー消費量（METs）の変化率もポーリング力およびポールの力積と有意な相関関係（図 3）にあった。これらの結果は、ポール操作に習熟し、ポールを強く押し込み推進力とすることで、NW での歩行速度が上がり、エネルギー消費量も増加することを示している。

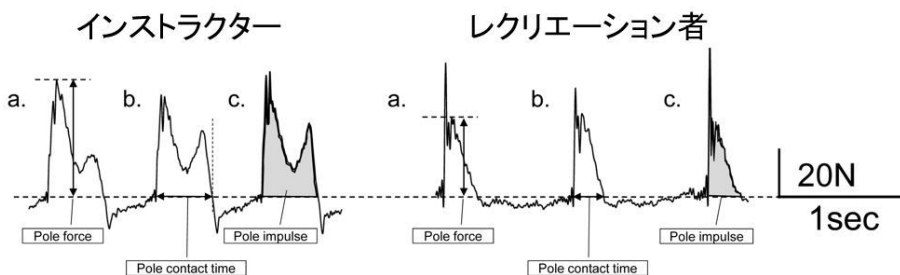


図 1. インストラクターとレクリエーション者それぞれのポールにかかる力波形の一例

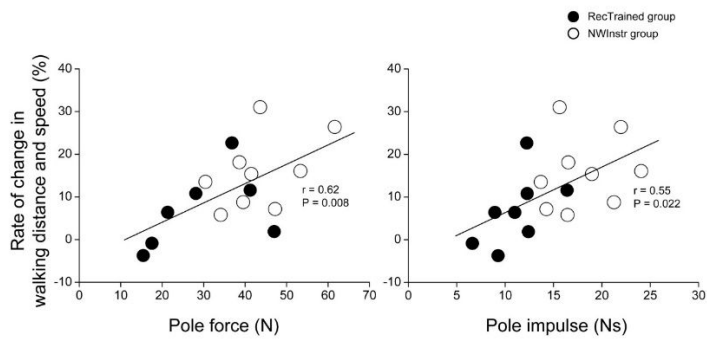


図 2. ポーリング力ならびにポールの力積と歩行距離・速度変化率との関係

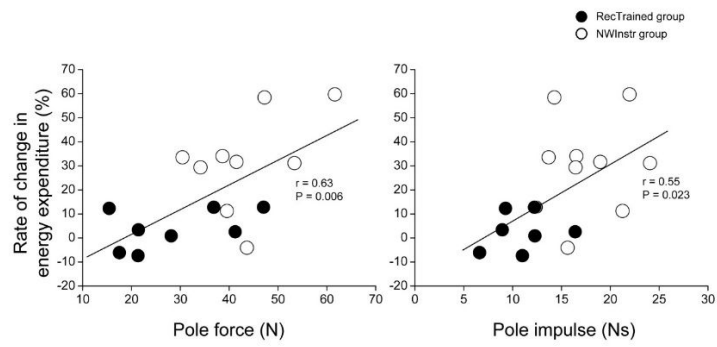


図 3. ポーリング力ならびにポールの力積とエネルギー消費量変化率との関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 藤田 英二, 竹田 正樹, モハモド モニルル イスラム, 竹島 伸生	4. 巻 67
2. 論文標題 地域在住中高齢者での異なる歩行様式のノルディックウォーキングにおける生理的応答の比較	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 体力科学	6. 最初と最後の頁 423-430
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.7600/jspfsm.67.423	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Eiji Fujita, Karen Yakushi, Masaki Takeda, Mohammad Monirul Islam, Masaki Nakagaichi, Dennis Robert Taaffe, Nobuo Takeshim	4. 巻 13
2. 論文標題 Proficiency in pole handling during Nordic walking influences exercise effectiveness in middle-aged and older adults	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0208070
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208070	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 藤田 英二, 竹田 正樹, Islam MM, 竹島 伸生	4. 巻 63
2. 論文標題 中高年女性を対象とした2種類のNordic walkingによる機能的体力への効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 体育学研究	6. 最初と最後の頁 305-314
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.5432/jjpehss.17053	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 2件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Fujita E., Takeda M., Islam MM.1, Takeshima N
2. 発表標題 Difference in physiological responses on muscle activity and oxygen uptake by two kinds of Nordic walking in community-dwelling middle-aged and older adults
3. 学会等名 ECSS Ruhr Metropolis in Germany, 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 薬師かれん、藤田英二、幸福恵吾、イスラムMM、竹島伸生
2. 発表標題 ノルディックウォーキングにおけるポール操作の習熟度が運動中の生理応答に与える違い
3. 学会等名 第5回日本介護福祉・健康づくり学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 幸福恵吾、薬師かれん、藤田英二、イスラムMM、竹島伸生
2. 発表標題 ディフェンシブスタイルのノルディックウォーキングが介護保険を利用している高齢者の歩行安定性に与える影響
3. 学会等名 第5回日本介護福祉・健康づくり学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤田英二、土田洋
2. 発表標題 高齢者向けの具体的な運動方法の例示と討議ー現在全国で普及している運動の紹介ーノルディックウォーキングー
3. 学会等名 第5回日本介護福祉・健康づくり学会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤田英二
2. 発表標題 中高齢者の健康づくり運動としてのノルディックウォーキングに関する研究成果
3. 学会等名 第17回日本スポーツ整復療法学会九州支部大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 竹島伸生編著（第4章分担執筆）	4. 発行年 2017年
2. 出版社 ナッパ	5. 総ページ数 128
3. 書名 ウエルビクス運動のすすめ - 健康づくりと自立維持を目指す運動の実践のために -	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>鹿児島県歴史・美術センター黎明館と協同し、鹿児島市の幕末城跡（鶴丸城史跡、城山史跡など）をめぐるウォーキングおよびノルディックウォーキングコースを作成し、それらコースのエネルギー消費量（METs）を計測してリーフレットにまとめ、広く市民の健康づくりに役立てられるようにした。なお、この活動は令和元年12月10日付の地方紙（南日本新聞）にて掲載された。</p>
--

6. 研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究 分 担 者	竹島 伸生 (Takeshima Nobuo) (00137126)	朝日大学・保健医療学部・教授 (33703)	
研究 分 担 者	竹田 正樹 (Takeda Masaki) (00278459)	同志社大学・スポーツ健康科学部・教授 (34310)	