

## 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

藤田 英二<sup>1)</sup> 竹田 正樹<sup>2)</sup> Islam MM<sup>1)</sup> 竹島 伸生<sup>3)</sup>

Eiji Fujita<sup>1</sup>, Masaki Takeda<sup>2</sup>, Mohammad M Islam<sup>1</sup> and Nobuo Takeshima<sup>3</sup>: Comparison of the exercise effectiveness on functional fitness of 2 different styled Nordic walking in community-dwelling middle-aged and elderly women. *Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci.*

**Abstract:** The objective of this study was to clarify the effectiveness of exercise on functional fitness for 2 different styles of Nordic walking (NW). Twenty-five community-dwelling middle-aged and elderly women (mean age:  $61.8 \pm 6.5$  years) volunteered for the study. The subjects were divided into a diagonal-style NW (DIA) group ( $n = 13$ ) who walked by pressing the poles against the ground diagonally backwards, and a defensive-style NW (DEF) group ( $n = 12$ ) who used the poles pointing forward as if using assistive canes. In both groups, the exercise intervention consisted of supervised NW for 60 min/day, twice a week for 9 weeks. Subjects were encouraged to engage in non-supervised NW in their neighborhood in addition to the supervised sessions. They were then required to record the frequency and duration of such exercise in their record books. No significant difference was noted in recorded heart rate, %heart rate reserve (%HRR) and the number of steps (DIA group:  $121 \pm 8$  bpm,  $58.2 \pm 2.8\%$ HRR,  $7,671 \pm 408$  steps and DEF group:  $124 \pm 13$  bpm,  $61.6 \pm 9.2\%$ HRR,  $7,405 \pm 269$  steps) between the 2 supervised NW groups. There was also no significant difference in the frequency and duration of non-supervised NW between the 2 groups. Exercise effectiveness was evaluated using functional fitness tests at pre- and post-intervention levels. Among various functional fitness tests, there was significant group effect in the chair stand (CS). Moreover, in terms of time, there were significant differences in the arm curl (AC), CS, sit & reach (SR), back scratch (BS), up & go (UG), and TW tests. The interaction was significant in the CS and UG tests. Following the intervention, the improvement in lower limb muscle strength index (CS) was greater in the DEF group than in the DIA group; the dynamic balance and agility indices (UG) were greater in the DIA group. Many of the measured variables showed a similar level of improvement while performing short-term NW. However, a significant difference in improvement was noted in some variables, and this is an issue that will require further study.

**Key words :** diagonal styled Nordic walking, defensive styled Nordic walking, exercise effect

**キーワード :** ダイアゴナルスタイル, ディフェンシブスタイル, 運動効果

### 1. 緒言

近年, 健康づくりのために実践するウォーキングの様式の1つとして, 両手にポールを持って歩

行するノルディックウォーキング (Nordic walking, 以下「NW」と略す)が注目されている。NWは, クロスカントリースキー競技の夏季トレーニング方法として考案されたものであり, 当初はアスリートがトレーニングとして行う運動であった。

1) 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系  
〒 891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町1番地  
2) 同志社大学スポーツ健康科学部  
〒 610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷1-3  
3) 朝日大学保健医療学部健康スポーツ学科  
〒 501-0296 岐阜県瑞穂市穂積1851  
連絡先 竹島伸生

1. *Department of Sports and Life Science, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya*  
1 Shiromizuchō, Kanoya, Kagoshima, 891-2393  
2. *Faculty of Health and Sports Science, Doshisha University*  
1-3 Tataramiyakodani, Kyotanabe, Kyoto, 610-0394  
3. *Department of Health and Sports Sciences, School of Health Sciences, Asahi University*  
1851 Hozumi, Mizuho, Gifu, 501-0296  
Corresponding author takeshima@alice.asahi-u.ac.jp

Tschentscher et al. (2013) が行った systematic review では、一定期間 NW を行った場合に、安静心拍数、血圧の低下、体力の向上、および最大酸素摂取能力の増加をもたらすとともに、様々な疾患を有する人への quality of life の向上が示されており、健康づくりにも有用な運動方法であるとしている。本邦でも、特別な運動習慣のない健康な高齢者に対して 12 週間の NW を指導し、上肢、下肢の筋力と柔軟性、および全身持久性が改善したという報告（仙石ほか, 2012; Takeshima et al., 2013）があり、NW は有酸素性運動とレジスタンス運動として、双方の効果が期待される複合運動様式である。これらの NW におけるポールの使い方は、踏み込んだ足とは対側の手に持ったポールを身体後方に向けて斜めに突く方法が基本であり、diagonal style（以下「DIA」と略す）と呼ばれている（田中ほか, 2012）。DIA は、これまでにポールを使用しない一般歩行（ordinary walking: OW）や、ジョギングなどの相違が検討されてきた。

OW と同一条件で行った生理的応答の比較から、NW は OW より上肢の筋活動水準が高いが（Je-Myng et al., 2013; Sugiyama et al., 2013）、下肢の筋活動水準が低く（Je-Myng et al., 2013）、酸素摂取量（ $\dot{V}O_2$ ）、およびエネルギー消費量が高い（Sugiyama et al., 2013）と報告されている。しかし、DIA による NW は、OW による歩行と比べ、膝関節に働く圧縮力や剪断力といった力学的負荷が大きい（小泉ほか, 2009）とも報告されており、高齢者や虚弱者への適用には、過大な負荷が加わらぬよう注意が必要とする見方もある（田中ほか, 2012）。

一方、本邦では従来のポールの使い方とは異なり、踏み込んだ足とは対側の手に持ったポールを身体前方で突く歩き方が普及してきており、defensive style（以下「DEF」と略す）、またはポールウォーキングとも称されている（川内ほか, 2010; 松谷・中谷, 2009）。この DEF は、ポールを突く動作を推進力として利用する DIA に対し、前方に杖のようにポールを突く歩行様式である。このことから、歩行時の支持基底面を広げ、

結果としてより安定した歩行が可能であると仮定され、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有効であるとされている。本宮・山本（2017）によると、DEF による NW は、高齢者において前額面上での安定性が高いものであったとしているが、これは DEF と DIA を比較しての研究ではない。

NW において 2 種類の歩き方が存在するが、両運動様式を取り上げて、その生理的応答や運動時の安全性に対するメリット、および運動の効果などについて検討した先行研究は少ない（長谷川ほか, 2016）。前述したように、DIA はクロスカントリースキーの夏季トレーニング法として、DEF は身体的に虚弱な高齢者や、歩行に障害があるものに対してのリハビリテーション手段として用いられることが多い。このことから、もし両運動様式において高齢者が一定期間の運動を実施した場合には、DEF より高い運動強度での実施になるであろうと予想される DIA において、運動の効果が高くなるであろうと予想されるが、この点は不明である。

そこで本研究は、過去に運動経験のない中高齢者を対象に、DIA と DEF による NW の運動介入を行い、機能的体力を指標とした運動の効果について検討した。

## 2. 方法

### 2.1 研究対象者

過去に特別な運動習慣がなく、かつ呼吸循環器、内科および運動器疾患で医師より運動の制限がない、K 県 T 市在住の中高齢者を研究対象者とした。研究対象者は、大学が NW 研究プロジェクトを立ち上げ、T 市が主催する介護予防事業（一次予防事業）の一環として共催する運動教室を計画し、その参加者を市報にて募集した。応募した参加者のうち研究の趣旨に賛同し、運動教室期間の前後において機能的体力などの測定や、運動中の強度測定に対して同意を得ることのできた者を研究対象者とした。その結果、全運動教室の

参加者のうち、仕事の都合で測定に参加できない男性1名を除いた中高齢女性25名(年齢:61.8 ± 6.5歳, 身長:152.4 ± 5.3cm, 体重:55.5 ± 9.2kg, 体脂肪率:33.5 ± 6.5%)を研究対象者とした。研究対象者は、運動教室参加の時間帯からDIA群(午後の部)とDEF群(午前の部)の2群に分けた。DIA群は13名(年齢:60.4 ± 4.3歳, 身長:150.8 ± 4.3cm, 体重:56.1 ± 10.3kg, 体脂肪率:32.2 ± 5.7%)であり、DEF群は12名(年齢:63.3 ± 8.0歳, 身長:150.8 ± 4.8cm, 体重:54.8 ± 8.2kg, 体脂肪率:34.8 ± 6.7%)であった。群分けは仕事上の都合で、午後の部を希望する人などが生じたため、無作為割付ができなかった。しかしながら、介入前の年齢および身体特性には、両群間で有意差はみられなかった。

本研究は鹿屋体育大学倫理審査委員会の承認を得た上で、規定に基づき事前に十分な説明を研究対象者に対して行い、書面にて参加の同意を得て実施した。

## 2.2 実験手順

ポールを使用した介入期間は、平成27年9月から11月までの9週間に亘り、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)を併用した。運動教室はT市内の施設(T市中央運動公園体育館、M体育館およびS溪谷森の駅敷地内ウォーキングコース)を利用した。運動教室の1-2週間目は、ポールを使つての歩行に慣れることを目的とし、徐々に時間を増やしながら連続した歩行ができるようにした。1-2週間目は体育館内で運動を行い、それ以降は雨天を除き屋外(各体育館併設グラウンドおよびS溪谷森の駅敷地内ウォーキングコース)で実施した(Fig 1)。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。



Fig 1. Exercise seen of Nordic walking by defensive style

運動教室におけるNW中の運動強度を、心拍計(PL-6000, CATEYE社製)、3軸式加速度活動量計(メディウォーク, テルモ社製)、およびBorg(1970)が作成し、小野寺・宮下(1976)が改変した主観的運動強度(rating of perceived exertion: RPE)を用いて評価した。

NW中の心拍数は、4-5名の測定補助員が全ての対象者に対して、3-5分毎に記録を行った。得られたNW中の心拍数は、運動開始から10分経過以後の平均値を算出した。事前に測定した安静時心拍数、および220から年齢を減じた予測最大心拍数から心拍予備量(heart rate reserve: HRR)に対する相対値(%HRR)を求めた。さらに、3軸式加速度活動量計を腰部、ズボンポケット内、もしくは胸ポケットに装着してもらい、NW時の歩数、消費カロリー(長谷川ほか(2015)の研究からNW時の値を補正した)、中等強度(3 METs以上)運動時間を測定した。運動中のRPEは、NWの終了直後に聴取した。

自主運動は、研究対象者全員に記録用紙のファイルを渡し、NW実施の有無および運動時間を記録させた。介入期間の前後で身長、体重、体脂肪率、機能的体力テストの測定を実施した。

## 2.3 身体特性と体組成の測定

身長はデジタル身長計(DSN-90, ムラテックKDS社製)を用いて、0.1cm単位で計測した。体重および体脂肪率は、タニタ社製のデュアル周波数体組成計(DC-320)を用い、0.1kg、および

0.1% 単位で計測した。体脂肪率の測定にあたり、アルコールティッシュにて研究対象者の両足底を良く拭かせ、十分に乾かした上で測定を実施した。

## 2.4 機能的体力テスト

高齢者が日常生活を自立して生きるための身体的能力を、機能的体力として定義して開発し(Rikli and Jones, 1999), 竹島・ロジャース(2006)が改変した機能的体力テスト(藤田ほか, 2016)を、運動介入効果の判定として用いた。すべての機能的体力テストは、事前に十分な説明と練習を行った上で実施した。

### 1) 上肢筋力の指標：アームカール (arm curl : AC)

ACは利き腕に2.3 kg (5 lb) のダンベルを持たせ、30秒間でアームカールが出来た回数をカウントした。測定は2回を行い、最高値を採用した。

### 2) 下肢筋力の指標：チェアスタンド (chair stand : CS)

CSは座面高43 cmの椅子を用い、30秒間での座り立ちの回数をカウントした。ACと同様に2回測定を行い、最高値を採用した。

### 3) 下肢柔軟性の指標：シットアンドリーチ (sit & reach : SR)

研究対象者を椅子に座らせ、一方の下肢は膝関節を直角に曲げ、もう片方の下肢は膝関節を完全伸展させた肢位で、下肢を伸ばしたつま先に向かってゆっくり前屈させた。両手の中指がどこまで届くかについて、靴の先端からの距離を0.1 cmの単位で測定した。靴の先端部(0 cm)を超えた場合はプラス表記とし、先端部まで届かなかった場合はマイナス表記とした。測定肢は研究対象者に選択させた片足側のみとした。測定は2回行い、数値が大きい方(マイナスの場合は少ない方)を採用した。

### 4) 上肢柔軟性の指標：バックスクラッチ (back scratch : BS)

測定肢の上肢を、上方から肩関節外旋・前腕回外位にて背部にまわし、もう一方の手を下方から肩関節内旋・前腕回内位にて、下方側の中指の先を基準(中指先端を0 cmとする)に上方側の中

指との距離を0.1 cm単位で求めた。0 cmを超えた部分(中指が重なり合わさる以上になった場合)をプラス表記とし、超えない場合はマイナス表記とした。測定肢はどちらか一方の上肢側とし、研究参加者に選択させた。測定は2回行い、数値が大きい方(マイナスの場合は少ない方)を採用した。

### 5) 動的バランスの指標：ファンクショナルリーチ (functional reach : FR)

研究対象者を壁の前に両足を揃えて横向きに立たせ、両上肢を肩の高さで真直ぐ前に伸ばした状態(肩関節前方挙上90度位)から、上体をできる限り前に倒させた。その姿勢で両中指が前方に届いた距離(測定開始からの差)を、1 cm単位で測定した。上体を前に倒した姿勢から元の姿勢に戻せない場合は失敗試技とした。測定は2回行い、数値が大きい方を採用した。

### 6) 動的バランスと敏捷性の指標：アップアンドゴー (up & go : UG)

研究対象者には椅子に座った状態から、検者の合図で椅子から立ち上がり、できるだけ早く3 m先のコーンをまわり、もとの椅子に戻って座る様に指示した。スタートの合図から研究対象者が完全に座るまでの時間を、手動式のストップウォッチを用いて0.1秒の単位で計測した。測定は2回行い、所要時間が短い方を採用した。

### 7) 全身持久性の指標：12分間歩行テスト (twelve-minutes walking : TW)

1周80 mの長方形のコースを設定し、12分間で歩行できる距離を5 m単位で記録した。研究対象者には、もし疲れたり休養が必要であれば、立ち止まったり、椅子などで休んでもよい旨をあらかじめ指示した。測定は1回のみとした。

## 2.5 分析方法および統計処理

得られた数値は全て平均値および標準偏差で記述した。2群間の運動実施状況、ならびに介入前の機能的体力テストの比較は、対応のないStudent-t検定を用いて比較した。運動の効果は、繰り返しのある二元配置分散分析により検討し、介入前の値において2群間で差が認められた場合



には、介入前の値を共変量とした。主効果（群）、主効果（経時効果）と交互作用（群×経時効果）を求め、有意性が認められた場合に Bonferroni の多重比較検定を行った。

また、2群間の比較における効果量（effect size：ES）の算出には、以下の式（水本・竹内，2008）を用いて  $t$  検定における効果量  $r$  を求めた。

$$r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$$

$t$ ： $t$  値， $df$ ：自由度

効果の程度は、「0.10 ≤ 小 < 0.30」，「0.30 ≤ 中 < 0.50」，「0.50 ≤ 大」とした。

全ての統計処理には、統計解析ソフトウェア（SPSS ver.15.0 for Windows）を用い、有意水準は 5% 未満とした。

### 3. 結果

運動教室への出席率は、DIA、DEF 群それぞれ 95.7 ± 6.4%、98.4 ± 2.8% であった。介入期間を通して、運動中に事故や怪我は 1 例も認められなかった。

#### 3.1 2群間における運動実施状況の相違

DIA 群と DEF 群の 2 群間における運動実施状況の結果を Table 1 に示した。運動教室への参加回数（DIA：15.3 回，DEF：15.8 回，ES：0.39（中））、運動教室を含む週あたりの運動頻度（DIA：3.7 回/週，DEF：4.6 回/週，ES：0.21（小））および時間（DIA：224.9 分/週，DEF：233.6 分/週，ES：0.05（無））、運動中の心拍数（DIA：121 bpm，DEF：124 bpm，ES：0.18（小））および %HRR（DIA：58.2 %HRR，DEF：61.6 %HRR，ES：0.32（中））、運動教室での歩数（DIA：7,671 歩，DEF：7,405 歩，ES：0.38（中））、中等度運動時間（DIA：45.6 分，DEF：46.3 分，ES：0.09（無））、エネルギー消費量（DIA：6.0 kcal/分，DEF：5.7 kcal/分，ES：0.27（小））ならびに主観的運動強度（DIA：11.9，DEF：11.5，ES：0.17（小））となったが、これらにはいずれも 2 群間で有意差はみられなかった。運動教室実施中の両様式に対する参加者の感想として、「颯爽と歩いて気持ちいい（DIA）」、「背筋がのびて歩きやすい（DEF）」などがよせられた。

#### 3.2 2群間における運動介入効果とその相違

DIA 群、DEF 群の運動介入前後の身体特性ならびに機能的体力テストの結果を Table 2 に示した。運動介入前後の体重、体脂肪率には、主効果（群および経時効果）および交互作用の有意性がみられなかった。

Table 1. Implementation status of exercise in DIA group and DEF group

	DIA group (n = 13)	range	DEF group (n = 12)	range	P-value	ES
Number of participation in class (times/16)	15.3 ± 1.0	13 ~ 16	15.8 ± 0.5	15 ~ 16	0.18	0.27
Number of exercises per week (times/week)	3.7 ± 1.6	1.8 ~ 6.2	4.6 ± 2.5	1.7 ~ 9.1	0.32	0.21
Exercise time per week (min/week)	224.9 ± 68.1	118.5 ~ 317.4	233.6 ± 106.7	118.9 ~ 415.0	0.81	0.05
HR during exercise I class (bpm)	121 ± 8	105 ~ 128	124 ± 13	104 ~ 152	0.39	0.18
%HRR during exercise in class (%)	58.2 ± 2.8	54.6 ~ 65.4	61.6 ± 9.2	42.6 ~ 77.2	0.23	0.32
Number of steps in class (steps)	7671 ± 408	6947 ~ 8246	7405 ± 269	6992 ~ 7997	0.06	0.38
Moderate intensity exercise time in class (min)	45.6 ± 2.4	42.8 ~ 49.2	46.3 ± 6.3	35.9 ~ 55.6	0.74	0.09
Energy expenditure during exercise in class (kcal/min)	6.0 ± 0.6	5.1 ~ 7.3	5.7 ± 0.5	5.1 ~ 6.7	0.20	0.27
RPE during exercise in class	11.9 ± 0.8	10.9 ~ 13.4	11.5 ± 1.4	7.9 ~ 13.9	0.43	0.17

DIA: diagonal style

DEF: defensive style

ES: effect size

HR: heart rate

HRR: heart rate reserve

RPE: rating of perceived exertion

Table 2. Exercise intervention outcomes (physical characteristics and functional fitness test) of DIA group and DEF group

	DIA group (n = 13)		DEF group (n = 12)		Main effect (group)		Main effect (time)		Interaction (group × time)		Post-hoc test
	Pre	Post	Pre	Post	F	P-value	F	P-value	F	P-value	
<b>Characteristics</b>											
Body mass (kg)	56.1 ± 10.3	56.1 ± 9.6	54.8 ± 8.2	54.7 ± 7.5	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Body fat (%)	32.2 ± 5.7	32.6 ± 6.0	34.8 ± 6.7	34.7 ± 6.2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
<b>Functional fitness test</b>											
Arm curl (times/30 sec)	23.3 ± 4.9	26.2 ± 4.5*	24.6 ± 5.6	29.8 ± 4.4*	n.s.	n.s.	23.342	<0.001	8.708	0.007	DIA (Post) < DEF (Post)
Chair stand (times/30sec)	19.5 ± 2.8	27.2 ± 3.3*	21.7 ± 3.1	32.6 ± 5.2*‡	7.953	0.009	273.537	<0.001			
Sit & reach (cm)	12.7 ± 7.1	19.2 ± 4.0*	11.2 ± 5.7	17.7 ± 4.6*	n.s.	n.s.	59.585	<0.001	n.s.	n.s.	
Back scratch (cm)	-3.3 ± 10.5	-1.4 ± 8.8	-1.9 ± 10.5	-0.1 ± 7.3	n.s.	n.s.	6.528	0.017	n.s.	n.s.	
Functional reach (cm)	30.3 ± 4.9	32.8 ± 6.7	31.1 ± 4.5	31.6 ± 5.0	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	4.479	0.045	DEF (Post) < DIA (Post)
Up & go test (sec)	4.7 ± 1.0	4.0 ± 0.4*	4.5 ± 0.6	4.3 ± 0.5	n.s.	n.s.	11.390	0.030			
Twelve minutes walking test (m)	1129.2 ± 35.7	1258.2 ± 47.3*	1101.5 ± 58.1†	1192.7 ± 70.5*†	n.s.	n.s.	98.550	<0.001			

DIA: diagonal style

DEF: defensive style

\*: significance change between Pre and Post (P < 0.05)

‡: significance difference between groups (P < 0.05)

n.s.: not significant

機能的体力テストでは、TWにおいて介入前の値に有意差がみられた。繰り返しのある二元配置分散分析の結果、CSは主効果（群）が有意であった。AC、CS、SR、BS、UG、TWでは、有意な主効果（経時効果）が示された。交互作用（群×経時効果）は、CSおよびUGに有意性がみられた。

#### 4. 考 察

本研究は、同じ地域に在住し、過去に特別な運動習慣のない中高齢女性を対象とし、9週間の短期間ではあるがNWの介入を試み、機能的体力を指標にして、2種類のNWによる運動の効果を検討した。その結果から、2群間でいずれもAC、CS、SR、BS、UGおよびTWへの運動介入の効果が明らかとなった。しかしながら、CSおよびUGにおいて、両群間で運動介入効果の差異がみられ、交互作用が認められた。先行研究の多くは、OWとNWの生理的応答の相違を示しているが、本研究の結果から、過去に運動経験がない中高齢女性を対象とした場合には、DIAとDEFのいずれも機能的体力の改善において、ほぼ類似した効果があることが明らかとなった。しかしながら、一部の運動様式による効果の相違も示されたことから、今後さらなる研究も必要であろう。

仙石ほか（2012）は、地域在住高齢者（平均年齢70歳）を対象にDIAを用いて3回/週、30–40分/週、12週間に亘るNWを行わせ、ACとCSの変化率がそれぞれ12%程度であったとしている。本研究では、ACの変化率がDIA群で約14%、DEF群で約25%であった。また、CSの変化率がDIA群で約40%、DEF群で約51%となり、先行研究と比較して高い変化率が示された。本研究では2日/週、60分/日の監視型運動を9週間指導したが、他に自主運動として行っていた分を加えると、DIA群が3.7回/週で224分/週、DEF群が4.6回/週で233分/週の運動を行っていたことになる。これは、先行研究と比べて短期間（12週と9週間）ではあるが、1回60分の監視型運動に加え、自主運動を促して実施してもら

うことにより、より多くの運動量が確保された（仙石ほか（2012）は30分程度）ことが、大きな変化率として示されたものと考えられる。Parkatti et al.（2012）は、少なくとも運動期間が9週間以上の場合において、その効果が期待できると推察しているが、本研究はその下限である9週間の運動期間にて運動の効果が確認されており、短期間でも運動量の確保が十分なされれば、体力の改善が期待できると推察される。

本研究結果からは、CSおよびUGにおいて交互作用（群×経時効果）が認められ、2種類のNWによる運動の效果に相違が示された。CSは、DEF群の方がDIA群よりも高い変化率を示した。この理由に関し、詳細な機序を裏付けるデータは採取していないため、推察にとどまるが、長谷川ほか（2016）はトレッドミル上でのNWにおいて、DIAとDEFによる両様式のNWの下肢筋活動の違いとして、DEFでは大腿二頭筋の活動が高かったと報告している。大腿二頭筋は立ち上がり動作時の膝伸展にも作用し（藤田ほか、2009）、速い速度での立ち上がり条件にて急激な筋活動の増加を示す（藤澤ほか、2010）。これらのことが、DEF群における高いCSの変化率に影響している理由かも知れないが、さらなる検討が必要である。

UGにおいても交互作用が有意であり、DIA群においてより大きな改善が示された。我満ほか（2014）はUGの成績に与える因子として、歩行速度、平衡性、筋力（握力）が重要であるとしている。本研究の結果では、同じ運動時間で行った運動教室での歩数が、DIA群で400歩程度多かった。このことは、DIAによるNWの方がDEFよりもやや歩行速度が速い、もしくはピッチ数やステップ長が大きかったことを示唆している。これらが歩行速度や平衡性が求められるUGに対し、改善が認められた理由かも知れない。しかし、CSと同様に、この点もさらなる検討を要すると思われる。

柔軟性の指標であるSRとBSは、両群で運動後に改善がみられた。しかしながら、SRとBSともに、両群における変化の程度は類似してい

た。レジスタンス運動により柔軟性が改善されたという報告が散見される (Fatouros et al., 2002) が、NW が柔軟性へ与える効果に関しては明らかでない点が多い。本研究の結果から、NW は DIA および DEF の運動様式を問わず、上肢および下肢の柔軟性に対して改善をもたらさうる可能性が示唆された。

FR は DIA, DEF の両群ともに運動介入による改善は見られなかった。仙石ほか (2012) も DIA による NW の介入では、FR は改善しなかったと報告している。今回、DIA 群のみならず DEF 群においても FR の効果が観察されなかった。このテストは立位姿勢でのバランス能力の指標とされるが、NW での立位姿勢におけるバランス能力の改善は、その様式を問わず低いとみることが妥当といえるかもしれない。

先行研究において、DIA を用いた NW 運動により TW 等の全身持久性が向上することが多数報告されている (仙石ほか, 2012; Takeshima et al., 2013)。NW は本来ウォーキングの様式のひとつであり、有酸素運動の代表的なものといえる。したがって、NW による全身持久性の改善は最も期待されるものである。今回は最大酸素摂取量などの指標を用いていないため、厳密な呼吸循環機能への評価を行うことは困難であるが、TW の変化率は DIA 群、DEF 群ともに 10% 前後であり、先行研究 (仙石ほか, 2012) の結果 (DIA) とも類似していた。全身持久性の向上には、健常な成人で 40% もしくは 50—85%HRR の運動強度が推奨されている (American College of Sports Medicine, 1998)。本研究では運動教室時の運動強度が DIA 群で  $58.2 \pm 2.8\%$ HRR、DEF 群で  $61.6 \pm 9.2\%$ HRR であった。このことから DIA および DEF 群ともに、呼吸循環器系に与える運動刺激は推奨強度の下限界である低から中等度とみられ、かつ標準偏差の値から DEF 群において個人差がやや大きかったが、平均値で見ると限りは、両様群での運動強度がほぼ同じであったと推察できる。従って、短期間 (9 週間程度) であっても、軽から中程度強度の NW による運動を実践できれば、その様式を問わず全身持久性の向上が期待できるものとみ

られた。

これまでの NW に関する先行研究は、DIA によるものがほとんどであり、DEF に関する先行研究は極端に少なかった。また、DIA と DEF の両運動様式を直接比較した研究はさらに少ない。長谷川ほか (2016) が大学スキー部に所属する選手を対象に、大型トレッドミル上での上肢と下肢の筋活動水準、ならびにエネルギー消費量などの生理的指標を報告したのみである。その結果から、上肢と下肢の筋活動水準には若干の差異がみられたが、NW 中のエネルギー消費量には有意差はみられなかったとしている。この研究は、対象が若年スキー選手であったため、両様式の NW が低い強度の運動となった条件での比較であったこと、トレッドミル上での比較であったことなどのいくつかの限界も生じているが、それらの運動介入した差異の結果としては、DIA ならびに DEF ともにほぼ同等であろうと結論づけている。

今回、地域在住の中高齢女性を対象に行った、DIA ならびに DEF 双方における NW の介入効果は、多くの項目で同等の結果を示しており、この長谷川ほか (2016) の結果を支持するものであった。しかしながら、まだまだ先行研究が少ない状況であることは事実であり、今後もさらなる追試や検討が必要であろう。

本研究は、市が主催する市民への健康づくり事業による研究計画であったことから、コントロール群 (非運動群) の設定ができなかった。このために、各運動様式の効果を個別に観察できない研究デザインであるという限界を有している。また、2 群の設定では有職者が含まれていたために、無作為に割付が行えていないこと、対象者が少なく女性のみであったこと、さらには介入前の基本的な対象者の情報が少なかったことも、本研究の限界として挙げられる。今後はコントロール群の設定、対象者の無作為割付、運動量の統制などを厳密に行った研究の実施も求められる。しかし、同じ期間、ほぼ同じ年齢で、過去に NW や特別な運動習慣を有していない地域住民を対象に、2 種類の NW を短期間指導した結果は、重要な情報を提供できたものとみられる。今後は、NW のポ



ール操作の習熟度の違いなども含め、それぞれの運動の特徴について、さらなる検討を進める必要がある。

## 5. 結論

本研究では、過去に特別なスポーツ・運動経験のない地域在住の中高齢者を対象に、9週間の期間でDIAとDEFによるNWの運動介入を行い、機能的体力を指標とした効果について検討した。その結果、機能的体力の多くの項目では同等の改善がみられたが、下肢筋力の指標ではDEFが、動的バランスおよび敏捷性の指標ではDIAにおいて、それぞれより大きな改善を示しており、運動様式による効果の相違が示唆された。しかし、これらの結果には、NWの習熟度や実施者の体力などの違いも影響する可能性があり、今後さらなる研究が必要である。

## 謝辞

本研究に際しまして多大なご協力をいただきました対象者の皆様に心より感謝申し上げます。本研究はJSPS科研費JP16K01764の助成を受けて行われたものです。

## 文献

- American College of Sports Medicine. (1998) The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30: 975-991.
- Borg, G. A. (1970) Perceived exertion as indicator of somatic stress. *Scand. J. Rehabil. Med.*, 2: 92-98.
- Fatouros, I. G., Taxildaris, K., Tokmakidis, S. P., Kalapotharakos, V., Aggelousis, N., Athanasopoulos, S., Zecris, I., and Katrabasas, I. (2002) The effects of strength training, cardiovascular training and their combination on flexibility of inactive older adults. *Int. J. Sports. Med.*, 23: 112-119.
- 藤澤宏幸・武田涼子・山崎弘嗣・佐藤洋一郎・村上賢一・鈴木誠 (2010) 立ち上がり動作における相互作用トルクの寄与. *バイオメカニズム学会誌*, 34(3): 240-247.
- 藤田英二・加賀谷善教・西園秀嗣 (2009) ハムストリング機能に着目した膝関節固有感覚評価法の検討. *体力科学*, 58(2): 229-238.
- 藤田英二・幸福恵吾・竹田正樹・竹島伸生 (2016) フレイルな高齢者に対するノルディックウォーキングの介入効果. *スポーツパフォーマンス研究*, 8: 165-179.
- 長谷川太一・藤田英二・竹田正樹・竹島伸生 (2016) 2種類のノルディックウォーキングによる生理応答の比較. *スポーツパフォーマンス研究*, 8: 398-410.
- 長谷川太一・竹田正樹・藤田英二・竹島伸生 (2015) ボールの使い方によるNordic walkingの生理応答に関する研究. 2015年度公益財団法人ミズノスポーツ振興財団研究助成報告書. [https://www.mizuno.co.jp/zaidan/ikagaku/josei\\_2010.aspx](https://www.mizuno.co.jp/zaidan/ikagaku/josei_2010.aspx), (参照日 2017年11月16日).
- Je-Myng, S., Hae-Yeon, K., Ha-roo, K., Bo-in, K., and Ju-Hyeon, J. (2013) Comparison of the effects of the walking with and without Nordic pole on upper extremity muscle activation. *J. Phys. Ther. Sci.*, 25: 1553-1556.
- 川内基裕・遠藤宗幹・上田恵介 (2010) Japanese Style Nordic Walkの回復期、維持期心臓リハビリテーションにおける有用性. *Walking Research*, 14: 29-33.
- 小泉孝之・辻内伸好・藤倉僚平・竹田正樹 (2009) ノルディックウォーキングの関節負荷特性評価. *日本機械学会シンポジウム講演論文集*, 9(45): 361-366.
- 松谷之義・中谷敏昭 (2009) 目的に応じたノルディックウォーキング手法の確立. *Walking Research*, 13: 27-32.
- 水本篤・竹内理 (2008) 研究論文における効果量の報告のために—基礎的概念と注意点—. *英語教育研究*, 31: 57-66.
- 本宮丈嗣・山本澄子 (2017) ノルディックウォーキングが高齢者の歩行に与える影響. *理学療法学*, 1: 11-18.
- 小野寺孝一・宮下充正 (1976) 全身持久性運動における主観的運動強度と客観的運動強度の対応性—Rating of perceived exertionの観点から—. *体育学研究*, 21: 191-203.
- Parkatti, T., Perttunen, J., and Wacker, P. (2012) Improvements in functional capacity from Nordic walking: a randomized-controlled trial among elderly people. *J. Aging. Phys. Act.*, 20: 93-105.
- Rikli, R. E. and Jones C. J. (1999) Development and validation of a functional test for community-residing older adults. *J. Aging Phys. Act.*, 7: 129-161.
- 仙石直子・小泉大亮・竹島伸生 (2012) 機能的体力を指標とした高齢者に対するノルディックウォーキングの介入効果について. *体育学研究*, 57: 449-454.
- Sugiyama, K., Kawamura, M., Tomita, H., and Katamoto, S. (2013) Oxygen uptake, heart rate, perceived exertion, and integrated electromyogram of the lower and upper extremities during level and Nordic walking on a treadmill. *J. Phys.*

- Anth., 32: 2.
- Takehima, N., Islam, M. M., Rogers, M. E., Rogers, N. L., Sengoku, N., Koizumi, D., Kitabayashi Y., Imai, A., and Naruse, A. (2013) Effects of Nordic walking compared to conventional walking and band-based resistance exercise on fitness in older adults. *J. Sports Sci. Med.*, 12: 422-430.
- 竹島伸生・ロジャースマイケル編 (2006) 高齢者のための地域型運動プログラムの理論と実際—自分と隣人の活力を高めるためのウエルビクスの勧め—. ナップ, pp.19-39.
- 田中ひかる・新野弘美・田邊智・熊本和正・伊藤章・佐川和則(2012)ノルディックウォーキングにおける種々速度に対する生理的および力学的負荷の関係. *体育学研究*, 57(1): 21-32.
- Tschentscher, M., Niederseer, D., and Niebauer, J. (2013) Health benefits of Nordic walking: A systematic review. *Am. J. Prev. Med.*, 44(1): 76-84.
- 我満衛・奥本怜子・西畑満純・伊藤紀恵・帰山ゆかり・大和優子・黒田岳雄・大瀧美恵 (2014) Timed Up & Go test に影響を与える運動機能因子の検討. *総合健診*, 41(5): 586-590.

(2017年6月14日受付)  
(2018年3月12日受理)

Advance Publication by J-STAGE  
Published online 2018/4/16