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

仙石 直子¹⁾ 小泉 大亮²⁾ 竹島 伸生²⁾

Naoko Sengoku¹, Daisuke Koizumi² and Nobuo Takeshima²: Effect of Nordic walking on functional fitness in older adults. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci. 57: 449-454, December, 2012

Abstract : The purpose of this study was to determine the effects of Nordic walking exercise on functional fitness in older adults. Seventeen healthy adults (11 women and 6 men, aged 70 ± 6 yr) volunteered to participate in the exercise group (EX-group) and 17 (14 women and 3 men, aged 69 ± 7 yr) volunteered as controls (CN-group). The EX-group participated in a 12-week supervised exercise program for 904 min/day, 3 days per week. After the program, the EX-group showed significant improvements in the arm curl, chair stand, up and go, back scratch and 12-min walk tests compared with the CN-group.

Key words : Nordic walking, functional fitness, well-rounded exercise

キーワード : ノルディックウォーキング, 機能的体力, 複合運動

緒 言

近年、欧州から世界的に中高年者においてもノルディックウォーキングが広まっている。本邦でも中高年者向けにこのノルディックウォーキングが全国的に普及してきているように見受けられる。これは、歩行に加えて両手にポールを持ち、支持面に対して押すなどの動作が含まれる運動様式であり、様々な歩き方が可能とみられている。

ノルディックウォーキングを用いた過去の介入研究では、主に中高年肥満者 (Figard-Fable et al., 2011), パーキンソン患者 (Reuter et al., 2011), 鬱病患者 (Jones, 2011, Mannerkorpi et al., 2010) への効果が検討されている。これらは、エアロビクスや歩行運動が十分に実践できない可能性をもつ人やポールを利用することで膝や腰への負担軽減の有効な方法としての検討が研究の背景にあり、エアロビクスとしての新しい運動

メニューとしての有用性が検討されている。

一方で、高齢期の機能的自立を図るために必要な身体運動 (Exercise) は、エアロビクス、レジスタンス、柔軟性、およびバランスの4種類からなる複合型運動 (well-rounded exercise) の実践が求められている (ACSM, 1998)。ノルディックウォーキングは、その運動様式から上肢も積極的に利用して歩行運動を実践するため、エアロビクスとしてだけでなく、複合型運動としての運動メニューになるものと期待されるが、健常高齢者を対象とした研究において、その効果は未だ明らかにされていない。

本研究の目的は、地域に在住し、比較的健康であるが過去に特別な運動習慣を持たない高齢者に対し、短期間 (12週間) のノルディックウォーキングによる運動指導を試み、機能的体力を指標として非運動群との比較から介入効果を検討した。

1) NPO 法人アクティブエイジング研究会
〒462-0041 名古屋市北区浪打町 2-92
2) 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
連絡先 竹島伸生

1. Active Aging Association (Nonprofit Organization)
2-92 Namiuchi-cho, Kita-ku, Nagoya, Aichi 462-0041
2. National Institute of Fitness and Sports in Kanoya
1 Shiromizu-cho, Kanoya, Kagoshima 891-2393
Corresponding author takeshima@nifs-k.ac.jp

方 法

(1) 対象者

対象者は、名古屋市在住で60歳以上の高齢者とし、広報やチラシの配布によって募集を行った。募集に際しては、名古屋市 M 保健所と名古屋市健康福祉局の協力を得た。対象者には運動教室開催前に予め研究の意義や目的等について説明を行うとともに、研究協力の同意を得て実施した。最終的には36名の参加となり、1名が途中で棄権した。運動群と非運動群の2つに分けたが、ランダムサンプリングなどの厳密な設定ができなかった。また、1名が介入前後の測定で完全な測定が行えず、結果的に34名（運動群：男性6名/女性11名、非運動群：男性3名/女性14名）のデータを得た。

募集後に、名古屋市総合リハビリテーションセンターにて循環器専門医により、メディカルチェック（診察や運動負荷試験）を実施した。結果的に運動禁忌と評価された者はなく、全対象者の運動参加の許可が得られた。参加者に対しては、事前にアンケート（主観的健康度、日常生活の習慣調査、運動実施状況など）を行い、身体特性の把握と活動水準などを調べ、過去に運動教室などの参加や週に2日以上運動習慣のないことを確認した。なお、本研究は、名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科倫理委員会の承認を得て実施した。

(2) 介入プログラム

ノルディックウォーキングは、運動期間が12週間、頻度が3日/週、時間が90分/日（主運動としては60-70分間）の内容で2009年8月から11月において実施した。運動期間は、3つのステージを作り、運動導入期、定着期、推進期に分けて実施した。

第1ステージ「ポールを使った基本の歩き方の習得-導入期」の前半（1-2週）ではポールを使っての歩き方に慣れることを目的とし、後半（3-4週）は基本の歩き方で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。第2ステージ「至適な運動強度による歩行一定着期」の前半（5-6週）では、連続歩行の目標を30分に設定し、後半（7-8週）にはカルボーネン法（Karvonen et al., 1957）に基づいた40-60%HRRの運動強度を目安に歩行することとした。第3ステージ「運動量の漸増-推進期」の前半（9-10週）では歩行速度の増進と連続歩行の目標時間を40分に延長した。後半（11-12週）は、運動量をできるだけ増やすことを目標とした。

運動中の心拍数は、HEARTBEAT COUNTER (MODEL PL-6000: CAT EYE 社製、大阪)を用いて評価した。また、予め運動するコースの距離を計測し、歩行距離とBorgが開発したRPEスケール（Borg, 1970）の改変（小野寺・宮下, 1976）を用いて主観的運動強度を測定した。

(3) 介入効果の指標と測定方法

介入効果は、機能的体力テストにより検討した。測定は、介入前後の1週間以内ですべて完了した。

機能的体力テストは、Rikli and Jones (1999)が開発し、竹島・ロジャースマイケル (2006)が改変した方法を用いた。テストは、アームカーレルテスト（以下「AC」と略す）、チェアースタンドテスト（以下「CS」と略す）、シットアンドリーチ（以下「SR」と略す）、バックスクラッチ（以下「BS」と略す）、ファンクショナルリーチ（以下「FR」と略す）、アップアンドゴーテスト（以下「UG」と略す）、12分間歩行テスト（以下「WD」と略す）を用いて行った。なお、ACは上肢の筋力、CSは下肢の筋力、SRは下肢の柔軟性、BSは上肢の柔軟性、FRはバランス、UGは敏捷性および動的バランス、WDは全身持久性などの体力を簡便に評価できる指標である。測定に際しては、十分な説明と練習を行い、2回実施して測定値の大きい方を個人のデータとした。但し、WDは1回のみとした。

(4) 統計処理

データの正規性の確認は Kolmogorov-Smirnov の検定を用いた。群間における測定値の比較には、対応のない t-検定を用いた。また、両群間の男女比などの比較は、 χ^2 検定を用いた。両群間における介入効果の相違は、群間（運動群・非運動群）×経時効果（介入前・介入後）の繰り返しのある二要因分散分析を用いて検討した。効果サイズは、 η^2 を求めた。有意水準は 5%未満とした。統計処理はいずれも SPSS15.0 J を用いて行った。

結 果

(1) データの正規性

すべての測定項目においてデータの正規性が確認された。

(2) 群間における介入前の身体特性と体力の相違

介入前の両群間の年齢（運動群 70 ± 6 歳，非運動群 69 ± 7 歳），身長（運動群 156.6 ± 7.7 cm，非運動群 151.7 ± 6.8 cm），体重（運動群 54.4 ± 8.2

kg，非運動群 50.6 ± 6.2 kg）および男女比には、統計的に有意差が認められなかった。機能的体力において、SR と FR で運動群が非運動群より有意に低かった（表 1）。その他、AC, CS, UG, BS, WD は有意差が認められなかった（表 1）。

(3) ノルディックウォーキング時の運動強度と運動量

第 1 ステージでは、正しい運動方法を身につけたり、運動に慣れたりすることを目的としたため、正確な歩行距離や歩行時間、心拍数測定は敢えて行っていない。運動中の平均歩行速度は、第 2 ステージで 93 m/分，第 3 ステージで 97 m/分となり，第 3 ステージは第 2 ステージと比べ有意に高い結果となった。運動中の心拍数および主観的運動強度 RPE に各ステージで有意差が認められなかった（表 2）。

(4) 介入効果

介入前後の機能的体力テストのそれぞれの項目での平均値，標準偏差と二要因分散分析の結果を表 1 に示した。SR と FR 以外の項目では，主効果（群間）に有意性が認められなかった。AC (F

表 1 12週間の介入による機能的体力の変化

		介入前	介入後	群間	経時効果	交互作用
AC (回/30秒)	運動群	25 ± 5	28 ± 4	N.S.	F = 18.569*	F = 6.953*
	非運動群	26 ± 5	26 ± 5			
CS (回/30秒)	運動群	25 ± 6	28 ± 5	N.S.	F = 26.521*	F = 4.145*
	非運動群	28 ± 6	29 ± 7			
UG (秒)	運動群	4.4 ± 0.4	4.2 ± 0.4	N.S.	N.S.	F = 6.223*
	非運動群	4.2 ± 0.6	4.3 ± 0.6			
SR (cm)	運動群	6.6 ± 12.6	11.7 ± 10.9	F = 7.61*	N.S.	F = 19.988*
	非運動群	19.1 ± 8.3	16.9 ± 9.6			
BS (cm)	運動群	-5.7 ± 12.8	-3.1 ± 12.6	N.S.	N.S.	F = 6.663*
	非運動群	-1.4 ± 12.8	-1.9 ± 11.9			
FR (cm)	運動群	28.6 ± 4.7	30.4 ± 2.7	F = 5.17*	N.S.	F = 5.842*
	非運動群	32.3 ± 3.3	31.1 ± 3.6			
WD (m)	運動群	1134 ± 76	1236 ± 108	N.S.	F = 37.599*	F = 7.389*
	非運動群	1148 ± 89	1188 ± 98			

N.S.: 統計的な有意差なし，* $p < 0.05$

AC: アームカール，CS: チェアースタンド，UG: アップアンドゴー，SR: シットアンドリーチ，BS: バックスクラッチ，FR: ファンクショナルリーチ，WD: 12分間歩行テスト

表2 運動群の各ステージでの運動量

	第1ステージ	第2ステージ	第3ステージ
歩行距離(m)	—	2766±200	3829±351*
歩行時間(分)	—	30±1	39±1*
歩行速度(m/分)	—	93±8	97±7*
HR(拍/分)	—	120±9	119±9
RPE	—	12.6±0.6	12.8±0.6

—第1ステージでは慣れることに主眼を置いたことから運動量は未測定

*第2ステージと比較して有意差が認められたもの $p < 0.05$

HR：心拍数，RPE：主観的運動強度

=6.953, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.18$), CS ($F = 4.145$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.12$), BS ($F = 6.663$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.17$), UG ($F = 6.223$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.16$) および WD ($F = 7.389$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.19$) は、交互作用(群間×経時効果)が認められたため、群ごとの単純主効果を検討した。AC, BS, UG は、運動群のみに有意な経時効果が認められ、CS, WD は、両群で有意な経時効果が認められた(表1)。

考 察

ノルディックウォーキングは、1930年北欧フィンランドでクロスカントリー選手のオフシーズンのトレーニングとして始まった。1980年ごろからレクリエーションとして広がり始め、1997年にノルディックウォーキングの概要が確立され、現在健康づくりとして世界中に広まりつつある。これまでに Church et al. (2002) や Schiffer et al. (2006) によって酸素摂取量や心拍数が一般のウォーキングと比べて増加するなど、生理的な応答が調べられている。しかし、介入効果を検証した研究は現在までに多くない。

本研究では、過去に特別な運動習慣のない健常高齢者を対象にノルディックウォーキングを含む介入プログラムを実施し、機能的体力を指標に介入効果を検証した。その結果から、すべての項目で交互作用(群間×経時効果)が認められた。SR と FR については、介入前の群間で有意性が認められたため厳密な運動の効果を判定できな

かったが、AC, CS, UG, BS および WD で運動の効果が観察された。一般的には、ノルディックウォーキングはエアロビクス運動の一様式とみられるが、持久性の指標である WD が改善したことに加えて筋力や柔軟性への効果が期待できることから複合運動としての効果が得られるメリットが示されたものとみられる。これは、特にボールを使って地面を押しながら歩くことにより上肢の筋力が向上すること、またボールによって通常の歩行に比べて腰が前に押し出され、歩幅が大きくなるなどの点が影響して下肢の筋力が改善したことが考えられる。

一方、Takeshima et al. (2007) は、高齢者を対象にゴムバンドを使用したレジスタンストレーニングを指導したところ、AC および CS においては約30%の改善率を示したと報告しているが、本研究の筋力の改善率(AC11%, CS13%)はそれと比べるとやや低い値となっている。本研究ではノルディックウォーキングを行うことにより複合的に体力が高まることが示されたが、筋力については単独にレジスタンストレーニングを行うほどの改善が得られにくいものと考えられた。

柔軟性は、本ノルディックウォーキングで BS の改善が認められた。歩行などのエアロビクス運動が柔軟性に与える影響に関する研究は少ないとみられるが、近年レジスタンストレーニングにより柔軟性が改善されたとする報告がある(Fatouros et al., 2002, 2006; Monteiro et al., 2008)。Fatouros et al. (2006) は高齢男性を対象に24週間の異なる運動強度(低強度：45–50% 1RM, 中強度：60–65% 1RM, 高強度：80–85% 1RM)でのレジスタンストレーニングを用いて、肩関節可動域の屈曲・伸展に与える効果を検討して運動強度の高い方が可動域の改善が大きいとの見方を示している。ノルディックウォーキングはボールを持ち地面を後方へ押しながら歩くことにより、上肢にある程度の運動負荷がかかるため、こうした動作様式が BS への介入効果に影響したと考えられる。

ただし、本研究には、いくつかの限界が存在する。対象者の募集にあたっては自治体の広報等で

募集した。特別な運動をしていない人という条件を示したが、参加が自発的であり、サンプルに偏りが生じていた。また、運動群と非運動群の設定では厳密なランダムコントロールを目指したが、対象者の希望やスケジュール等を調整する中で群の選定にバイアスが生じているとみられた。さらに、対象者が少数であったために男女合わせたの解析となっており、こうした計画による偏りが生じている可能性も考えられ、さらなる検討が必要である。

次に、今回の対象者はノルディックウォーキングの未経験者であり、最初の1ヶ月間は運動方法の習得に時間を要した。このために厳密には設定した介入期間よりも実際に実施できた運動量や運動の質を確保することがやや少なくなった可能性も考えられる。また、ノルディックポールは日本ノルディックフィットネス協会が示す至適な長さ(身長 $\times 0.68$)を目安に調節したものの、個人にとって望まれる長さや突く位置もできるだけ後方するように指示を行った程度であり、一人一人の歩き方がどのようになっていたかを本研究では詳しく検証できていない。松谷・中谷(2009)はポールの長さと突く位置により、筋電仕事量に違いがあることを報告している。このことから歩き方に関する指導方法など方法論的に十分と言えない可能性が残る。また介入期間を増加することでより多くの効果が期待できる可能性も考えられるが、期間に加えて、介入前の異なる対象者の体力や日常の活動等コンディションの違いなどの検討も含めて、より多くの介入研究を調べ、交差妥当性を検討する必要もあり、さらなる研究が求められる。

ま と め

本研究は、地域在住の高齢者を対象にノルディックウォーキングを3日/週、90分/日、12週間に亘る運動指導を試み、機能的体力の変化を指標として介入効果を検証した。その結果、ノルディックウォーキングは、全身持久性に加えて上肢・下肢の筋力と上肢の柔軟性およびバランス指標に

改善が示され、複合運動としての効果が期待されることが明らかとなった。しかし、歩く速度や時間などの運動量やポールを持った上肢の使い方によって運動への影響が異なることも考えられ、さらなる介入研究の継続と実践が必要とみられた。

謝辞

研究に際して参加していただいた被験者の皆様に深謝申し上げます。また、本研究は財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団の助成金の一部によって行われました。助成に対して御礼申し上げます。

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.
- Church, S.C., Earnest, C.P., and Morss, G.M. (2002) Field testing of physiological responses associated with Nordic Walking. *Res. Q. Exerc. Sport.*, 73(3): 296-300.
- Fatouros, I.G., Taxidaris, K., Tokmakidis, S.P., Kalapotharakov, V., Aggelousis, N., Athansopoulos, S., Zeeris, I., and Katrabasas, I. (2002) The effects of strength training, cardiovascular training and their combination of flexibility of inactive older adults. *Int. J. Sports. Med.*, 23: 112-119.
- Fatouros, I.G., Kambas, A., Katrabasas, I., Leontsini, D., Chatzinikolaou, A., Jamurtas, A.Z., Douroudos, I., Aggelousis, N., and Taxildaris, K. (2006) Resistance training and detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. *J. Strength. Cond. Res.*, 20(3): 634-642.
- Figard-Fabre, H., Fabre, N., Leonardi, A., and Schena, F. (2011) Efficacy of nordic walking in obesity management. *Int J Sports Med.*, 32(6): 407-14.
- Jones, K.D. (2011) Nordic walking in fibromyalgia: a means of promoting fitness that is easy for busy clinicians to recommend. *Arthritis. Res. Ther.*, 16; 13(1): 103.
- Karvonen, M., Kentala, K., and Mustala, O. (1957) The

- effects of training on heart rate: A longitudinal study. *Ann. Med. Exp. Biol. Fenn.*, 35: 307-315.
- Monteiro, W.D., Simao, R., Polito, M.D., Santana, C.A., Chaves, R.B., Bezerra, E., and Fleck, S.J. (2008) Influence of strength training on adults women's flexibility. *J. Strength. Cond. Res.*, 22(3): 672-677.
- 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. *ウォーキング研究*, 13: 27-32.
- Mannerkorpi, K., Nordeman, L., Cider, A., and Jonsson, G. (2010) Does moderate-to-high intensity Nordic walking improve functional capacity and pain in fibromyalgia? A prospective randomized controlled trial. *Arthritis. Res. Ther.*, 12(5): R189.
- 日本ノルディックフィットネス協会：
<http://www.shibamura.jp-naohoro/nordicwalking/>,
 (参照日2009年7月3日).
- 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.
- Rikli, R.E. and Jones, C.J. (1999) Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J. Aging. Phys. Act.*, 7: 129-161.
- Reuter, I., Mehnert, S., Leone, P., Oechsner, M., and Engelhardt, M. (2011) Effect of a flexibility and relaxation programme, walking, and Nordic walking on parkinson's disease. *J. Aging. Res.*, 2011: 232473.
- Schiffer, T., Knicker, A., Hoffman, U., Harwig, B., Hollmann, W., and Struder, H.K., (2006) Physiological responses to Nordic walking, walking and jogging. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 98: 56-61.
- 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ェルビクスのすすめ—. ナップ: 東京, pp. 19-39.
- Takeshima, N., Rogers, N.L., Rogers, M.E., Islam, M.M., Koizumi, D., and Lee, S. (2007) Functional fitness gain varies in older adults depending on exercise mode. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 39(11): 2036-2043.

(平成23年3月7日受付)
 (平成24年5月31日受理)

Advance Publication by J-STAGE
 Published online 2012/6/29