

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

藤田英二¹⁾, 幸福恵吾²⁾, 竹田正樹³⁾, 竹島伸生¹⁾

¹⁾ 鹿屋体育大学体育学部, スポーツ生命科学系

²⁾ NPO 法人 DREAM ウェルネス

³⁾ 同志社大学スポーツ健康科学部

キーワード: ノルディックウォーキング, 高齢者, 機能的体力

【要旨】

本研究は, 地域在住で自立しているがフレイルな高齢者 9 名を対象に 8 週間に亘るノルディックウォーキング運動 (NW) 教室を開催し, 機能的体力と歩行およびバランス能の評価における運動効果について検討した。測定項目は, 機能的体力として Arm Curl (AC), Chair Stand (CS), Up & Go (UG), Functional Reach (FR), Back Scratch (BS), Sit & Reach (SR) および 12 分間歩行 (TW), 歩行およびバランス能として, 普通と自発的 maximum 速度による 8m 歩行, 20 秒間のその場足踏みテストを用いた。トレーニング時間と頻度は, 20 分/日, 2.2 ± 1.9 日/週であった。結果, 機能的体力としての AC, CS および UG が有意に改善した。BS と TW は改善が認められなかった。一方, 歩行およびバランス能では, 自発的 maximum 速度歩行時のストライド長のみ有意な増加が認められ, その他の項目には明らかな変化が認められなかった。以上から, フレイルな高齢者における NW の実践は, 全身持久性能力や歩行およびバランス能に対する改善が顕著でないが, 筋力への効果が大きいように思われた。ストライド長は運動前に小さい人ほど大きな改善率を示したことから, 日頃の運動や身体活動の低下が顕著である, より歩行能の低い人ほど改善が期待できることが考えられ, 有効な運動様式とみられた。

スポーツパフォーマンス研究, 8, 165-179, 2016 年, 受付日: 2015 年 6 月 29 日, 受理日: 2016 年 4 月 25 日

責任著者: 竹島伸生 〒891-2393 鹿屋市白水町1 鹿屋体育大学 takeshima@nifs-k.ac.jp

Effects of Nordic walking on functional fitness, dynamic balance, and gait in physically frail older adults

Eiji Fujita¹⁾, Keigo Kofuku²⁾, Masaki Takeda³⁾, Nobuo Takeshima¹⁾

¹⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

²⁾ Dream Wellness Association

³⁾ Doshisha University

Key words: Nordic walking, older adults, functional fitness

[Abstract]

The purpose of the present study was to determine effects of a Nordic walking program on functional fitness, dynamic balance, and gait in community-dwelling, frail older adults. Functional fitness (arm curl (AC), chair stand (CS), up and go (UG), functional reach (FR), back scratch, sit and reach, and a 12-min walk), gait (8-m walk at a self-selected pace and for maximal speed), and dynamic balance (20-sec march-in-place) were assessed before and after an 8-week Nordic walking program participated in by 9 frail older adults (4 men, 5 women; average age=80.3 ± 5.3 yr). The program was conducted for 20 minutes/day and for an average of 2.2 ± 1.9 days/week. Following the training, arm curl, chair stand, and up and go improved significantly. Upper-body flexibility and the 12-min walk did not change following training. Walk speed, and single- and double-support time did not change during the 8-m walk with a self-selected pace. However, stride increased in the 8-m maximal speed walk test. A Nordic walking exercise program appears to improve upper-body strength and mobility in frail older adults. The changes observed after this training appear to favor muscular strength rather than work capacity.

I. 研究の背景と目的

近年、欧州から発信したノルディックウォーキング運動(NW)は本邦も含め世界的に普及してきている。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、至適な健康づくり運動の一つとして注目されている。NWの介入研究では、主に中高年肥満者(Figard et al., 2011)、パーキンソン患者(Reuter et al., 2011)、鬱病患者(Jones et al., 2011; Mannerkopi et al., 2010)への効果が報告されている。これらは、エアロビクスの運動様式の一つである歩行運動が十分に実践できない可能性をもつ人が、ポールを利用することで膝や腰への負担軽減を可能にする有効な方法であるとの検討が研究の背景にあり、エアロビクスの新しい運動メニューとして、その有用性が期待できるとみられている。

また、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)。NW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、上肢のレジスタンス運動としての要素も含めた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ており、実際に健常高齢者を対象とした研究により効果が示されている(仙石ら, 2012; Parkatti et al., 2012; Takeshima et al., 2013)。

NWは、普通歩行に比べて主観的強度は高くないがエネルギー消費量が高いことが知られている(前川ら, 2000; Church et al., 2002)。最近ではポールの着く位置(身体の後方:diagonal式(Fig. 1)、横または前方:defensive式)を変えることで虚弱者や高齢者に対して杖と同じような役割が期待でき、安定した歩きが可能であるであろうという仮説から、defensive式はリハビリ現場などでの導入もなされているようである。しかし、これらの歩き方についてはいまだ十分な検討がなされているとはいえないが、身体的に虚弱(フレイル)な高齢者や日常の2足歩行に支障が生じる状態の人々において、NWが仮に長時間の運動が可能である手法ということであれば、健康づくりや自立維持を目的とした運動方法として極めて有効であるともいえる。一方で、Parkatti et al. (2012)によると、高齢者では機能的体力に改善が期待できても歩行能の変化までは至らなかったという報告もあり、実際にフレイルな高齢者を対象にNWを実施させた際の効果としては不明な点も多い。

本研究は、地域に在住し、自立した生活を営んでいるがフレイルな高齢者に対して、8週間のNWによる運動介入を試み、機能的体力と歩行能を指標とした運動の効果について検討した。

II. 方法

1. 対象者

鹿児島県肝属郡南大隅町に在住する70歳以上で介護保険は使用していないが、要支援1と2として評価を受けているフレイルな高齢者が対象である。対象者はNPO法人ドリームウェルネスの協力のもと、日常歩行や軽運動などの習慣を有していない人で介護予防(二次予防)を目的とした運動教室への参加者とした。参加者は自立した生活を営んでいるものの、体力の低下を自覚しており、南大隅町が基本チェックリスト(厚生労働省, 介護予防マニュアル改訂版, 2012)を用いた生活機能の判定において「低下している」と判断されている。国際的には虚弱の定義は、Fried et al. (2001)による定義が使われることが多いが、本邦では明らかな定義が定まっていない。日本老年医学会(2014)では、「虚弱またはフ

レイル (Frailty) とは、高齢期に生理的予備能が低下することでストレスに対する脆弱性が亢進し、生活機能障害、要介護状態、死亡などの転帰に陥りやすい状態で、筋力の低下により動作の俊敏性が失われて転倒しやすくなるような身体的問題のみならず、認知機能障害やうつなどの精神・心理的問題、独居や経済的困窮などの社会的問題を含む概念である。」とするステートメントを示している。本対象は要支援 1 と 2 として評価を受けているが、介護保険を利用しておらず、Disability(要介護状態)ではない。また、東京都健康長寿センター研究所(2011)では、要支援要介護の危険が高いとみなされる状況をフレイルとしているが、本論文はこれらの定義に準拠し「フレイル」という表現を用いた。

対象者には、研究前に予め研究の意義や目的など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。運動教室の参加者は 10 名であったが、うち 1 名が脳卒中による片麻痺と心臓ペースメーカーを使用していることから、すべての運動や測定が完了できなかったため、本研究結果の分析から除外した。したがって、9 名(80.3 ± 5.3 歳, 男性 4 名, 女性 5 名)のデータを得た。対象者の身体特性の平均値および標準偏差は、身長は 153.4 ± 7.7cm, 体重は 55.9 ± 5.6kg, BMI は 23.8 ± 3.2 であった。なお、4 名の対象者(男 1 名, 女 3 名)が高血圧により降圧剤を服用していたが、β 遮断剤の服用をしていなかった。本研究は、鹿屋体育大学倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 介入プログラム

運動教室は南大隅町内の施設(旧宮田小学校体育館)を利用して開催した。NW の実施は、平成 26 年 6 月から 7 月までの間の 8 週間に亘り、その頻度は、週 1 日の監視型運動と家庭で実践してもらう非監視型運動を併用し、平均して週に 2.2 ± 1.9 日での実施であった。NW の指導として、今回採用したポールの付き方は、身体後方で突く「diagonal 式」とした(Fig. 1)。最初の 1~2 週目はポールを使っの歩き方に慣れることを目的とし、基本的な歩き方で徐々に時間を増やしなが連続した歩行ができるようにした。開始初期の 1~2 週目は体育館内の室内(1 周約 60m)で NW を行い、以降晴天時は屋外の校庭にて1周約 100m のコースを用い、雨天時は室内で運動を実施した。NW の運動時間は、対象者の体力に応じて適時休憩を挟みつつ実施し、最終的には 20 分間のセッション実施を目標とした。

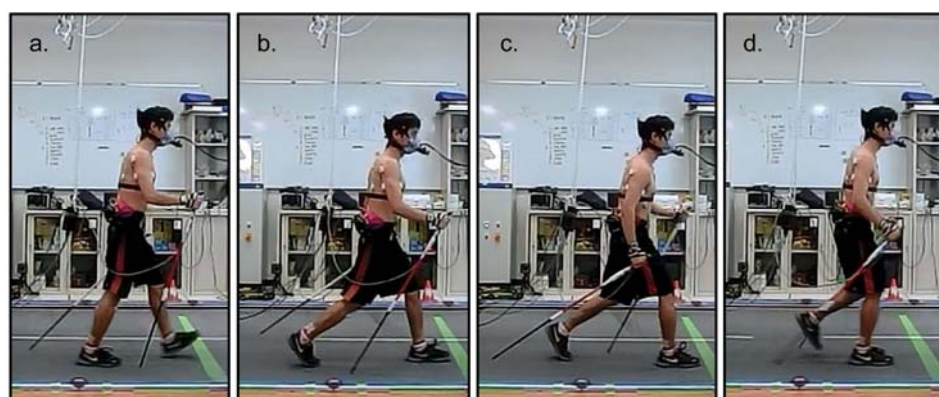


Fig. 1. Nordic walking with diagonal technique
The poles always point diagonally backwards and are planted between the front and back foot (a-d).

運動強度は耳朶で測定する心拍モニター(PL-6000, Cateye 社製)を用いて検者が NW 中の心拍数を 3~5 分間隔にて調査し, 対象者の運動強度をチェックした。このため, 運動強度の測定は監視型運動時のみとなっている。対象者の安静時心拍数 (HRrest)は, NW の開始前に椅子座位にて安静状態を維持した後に測定し, “220-年齢”を用いた予測最大心拍数(HRmax)から HRmax に対する相対値を求めて運動強度とした。対象者の HRmax の平均値および標準偏差は 140 ± 6 bpm であった。NW 時の運動強度の目標として, 心拍予備量の 50%を Karvonen の式(Karvonen et al., 1957)から求め, 毎回の監視型運動時における HRrest と HRmax と, NW 中の心拍数から実際の相対的運動強度を求めた。

3. 介入効果の指標と測定方法

運動効果は, 機能的体力テストと Microgait 社製のオプトゲイトを用いた歩行とバランス能の評価より判定した。以下に機能的体力テストとオプトゲイトを用いた歩行とバランス能の評価の詳細を記す。

(1)機能的体力テスト

Rikli and Jones (1999) が開発し, 竹島とロジャース(2006)が改変した方法を用いた。なお, 機能的体力とは高齢者が日常生活を自立して生きるための身体的能力のことを意味している。

1)アームカール (Arm Curl:AC) (上肢筋力の指標)

まず, 利き腕にダンベルを持ち, 背筋を伸ばした状態で座らせた。この際に, ダンベルを上げ下げ(カール)したときに, ダンベルが椅子や身体にぶつからないようにし, 利き腕の側をやや前に出して座るように留意した。検者は, 対象者がバックスイングを取って姿勢が乱れるようであれば, 対象者の測定する腕の方に寄り, 椅子に腰掛け(又は片膝をついて), 対象者の測定する腕の上腕二頭筋を軽く指で押さえ, もう片方の手で, 後ろから肘のあたりを押さえるようにした。アームカール動作は, 握手するかたちをとった状態(回内外中間位)でダンベルを持たせ, その状態から手の平を上(回外)しながら上に持ち上げるよう(できるだけ可能な限り肘を曲げるように指示する)に指示した(Fig. 2-a)。測定は 30 秒間とし, 対象者は動作を止めるが, このとき, 肘より上にダンベルがあがっているときは, 1 回とカウントとした。血圧の上昇を避けるため, 運動中は息まらずに必ず呼吸をするように指導した。事前に十分な説明と練習を行った上で, 1 回のみの測定とした。

2)チェアスタンド (Chair Stand:CS) (下肢筋力の指標)

まず対象者は背中を真直ぐにした姿勢で座面高 43cm の椅子中央部に腰掛けさせた。測定動作は, 両手を胸の前で交差した状態で, 完全に背中・膝を伸ばした状態まで立ち上がり, その後スタート時と同じ状態に座る動作を繰り返させた(Fig. 2-b)。検者の合図で測定を開始し, 30 秒間で立ち上がった回数をカウントした。検者の合図で対象者は動作を止めるが, このとき半分以上立ち上がっている状態であれば, 1カウントとみなした。ACと同様に, 血圧の上昇を避けるため, 運動中は息まらずに必ず呼吸をするように指導した。事前に十分な説明と練習を行った上で, 1 回のみの測定とした。

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

対象者を椅子のやや前方に座らせ、一方の下肢の大腿が床と水平になるよう膝を直角に曲げ、もう片方の下肢は真直ぐ前方に伸ばした肢位で、かかとをつけてつま先を立てるように指示した。伸ばす方の下肢は、対象者に自由に選択させた。この状態のまま両手の中指を重ね、膝を伸ばしたまま、つま先に向かってゆっくり伸ばし、中指がどこまで届くかを、靴の先端からの距離について定規を使用して 0.1cm の単位で測定した (Fig. 2-c)。靴の先端部 (0cm) を超えた場合はプラス標記とし、超えない場合はマイナス標記とした。測定中に膝が曲がった場合は、測定前の姿勢にゆっくり戻ってもらい、もう一度膝を伸ばした状態をとらせてから再度測定を実施した。測定は 2 回行い、数値が大きい方を採用した。

4) バックスクラッチ (Back Scratch: BS) (上肢柔軟性の指標)

どちらか好きな方の手の指先を伸ばしたまま、真上に上げ、その状態のまま、肘を曲げ手のひらを背中につけさせた (肩関節外旋, 前腕回外位)。次に、もう一方の手を、指先を伸ばした状態で下側から背中に回し、手の甲を背中につけた状態とした (肩関節内旋, 前腕回内位)。そして、両方の手をできるだけ近づけ、手をさわる又は、重ね合わせる様に指示した。測定は、下側から背中に回した中指の先を基準に (中指先端を 0cm とする)、上の中指との距離をメジャーにて 0.1cm 単位で求めた (Fig. 2-d)。0cm を超えた部分 (中指が重なり合わさる以上になった場合) をプラス標記とし、超えない場合はマイナス標記とした。測定は 2 回行い、数値が大きい方を採用した。



Fig. 2. Picture of Arm Curl

(a), Chair Stand (b), Sit & Reach (c) and Back Scratch (d).

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

対象者を 1cm ごとに目印を入れた方眼紙を貼った壁の前に、両足を揃えて横向きに立たせ、両腕を肩の高さで真直ぐに伸ばした状態を測定開始の位置とした。目線や肩の位置をできるだけ水平に保ち、上体をできる限り前に倒し、両手の中指ができるかぎり前方で示す距離 (測定開始からの差) を 1cm 単位で測定した (Fig. 3-a)。手を前に伸ばした状態から元の状態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。尚、転倒を防止するため、検者は対象者のそばに立ち、常に補助できるように準備した状態で測定を実施した。

6) アップアンドゴー (Up & Go:UG) (動的バランスと敏捷性指標)

背筋を伸ばした状態で椅子に座り、大腿部に手を置き、わずかにどちらかの片足を前にした姿勢で待機させた。検者の合図で椅子から立ち上がり、できるだけ早く3m先のコーンをまわり、もとの椅子に座る様に指示した (Fig. 3-b)。スタート時の立ち上がり動作には、椅子もしくは大腿部を手で押してもよいと指示し、スタートの合図から対象者が完全に座るまでの時間を、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) 12分間歩行テスト (Twelve minutes Walking test:TW) (全身持久性指標)

長方形のコース(1周80m)を設定し、対象者には検者からの合図をもとに歩行を開始させた。スタート地点には時間を計測する検者が立ち、対象者が一周するごとに用意しておいた割り箸を渡して周回数の管理を行った (Fig. 3-c)。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導した。歩行は12分間行わせ、検者の合図にて停止させた。終了の合図の直後に、立ち止まっている対象者にBorgの主観的運動強度評価表を見せて運動中の運動強度を調査するとともに、5m間隔でコース上に置かれたコーンから最も対象者に近いコーンを採用して歩行距離を求めた。測定は事前に十分な説明を行った上で、1回のみ測定とした。



Fig. 3. Picture of Functional Reach
(a), Up & Go (b) and 12 minute walk test (c).

(2) オプトゲイトを用いた歩行能とバランス能の評価

歩行能とバランス能は、光学センサーを用いた歩行解析器(オプトゲイト, Microgait 社製., USA)を用いて評価した (Fig. 4)。測定は、歩行テストとその場足踏み(マーチ)テストとした。歩行テストは、直線約

8m のコース(歩行能測定は 7.9m 区間)での普通歩行と自発的的最大速度歩行で行った。普通歩行は普段何も考えずに歩く速度で歩行するように指示し、自発的的最大速度歩行は決して走らないことを説明した上で、出来るだけ速く歩行するように指示した。マーチテストは、開眼によるその場足踏みを実施させた。足踏みは 20 秒間実施させ、テンポや足を上げる高さなどは対象者の自由とした。歩行テスト(普通歩行および自発的的最大速度歩行)並びにマーチテストは、十分な説明と練習試行の後、それぞれ 1 回ずつの測定を行った。歩行テストにおけるオプトゲイトでの評価項目は、左右のステップ長およびストライド長の平均値、歩行速度、立脚期・遊脚期の時間、両脚支持時間とした。マーチテストの評価項目は、左右それぞれの立脚期・遊脚期の時間、1 秒間のステップ数、サイクルとした。



Fig. 4. A picture of gait testing

4. データの解析と統計方法

運動前後のデータは、標準統計量を算出した。また、マーチを含む歩行動作は一定パターンの反復・連続であり(石川ら, 2002), その定常性について各項目で標準偏差を平均値で除して変動係数(CV)を求めた。運動効果は、運動前後で対応のある t 検定により検討した。変数間の関連は、Pearson 積率相関分析によった。また、介入前後の平均と標準偏差から効果量(Effect size: ES)を求めた。ES の算出には Koizumi & Katagiri(2007)の式を利用し、効果の程度を「 $0.20 \leq \text{小} < 0.50$ 」, 「 $0.50 \leq \text{中} < 0.80$ 」, 「 $0.80 \leq \text{大}$ 」として表した。なお、統計的有意水準は 5%とした。

III. 事例提示と考察

対象者の一部は、当初連続した歩行が困難であったが、最終的には 20 分間の連続歩行が可能となった。運動前の安静時心拍数は、全体で $68 \pm 7\text{bpm}$ となり、降圧剤服用者が $74 \pm 7\text{bpm}$ 、非服用者が $63 \pm 7\text{bpm}$ で両群には有意差が認められた。9 名中 1 名の心拍数が耳朶測定のために安定したデー

タが得られず欠損処理が多いという限界が生じたため、心拍数のデータから除外した。運動中の心拍数の平均値は、全体で 98 ± 10 bpm となり、相対的運動強度は $55.6 \pm 5.3\%$ HRmax, および $41.1 \pm 6.2\%$ HRR となっていた。また、降圧剤非服用者での心拍数と相対的運動強度が、それぞれ 93 ± 8 bpm, $52.4 \pm 4.3\%$ HRmax, $39.5 \pm 4.2\%$ HRR であった。降圧剤服用者では 104 ± 8 bpm, $59.7 \pm 3.6\%$ HRmax, $43.1 \pm 4.2\%$ HRR であった。降圧剤非服用者と服用者では、両群の運動中の心拍数および相対的運動強度には有意差が認められなかった。また、対象者の目標運動強度を 50% HRR としたが、 10% 程度低い結果であった。介入期間を通じて運動中に事故や怪我は生じず、運動を中止したり、辞める人はいなかった。

機能的体力への運動効果は、Table 1 に示した。今回の対象者の CS は、ADL (Activities of Daily Living) は自立している軽費老人ホームの施設入所者を対象におこなった先行研究 (高橋ら, 2014; Takahashi et al., 2015) の平均 11~12 回/30 秒と同じ程度であった。この値は Disability (要介護状態) に陥るとさらに低下するとみられるが、本対象者のように自立できているがフレイルな状況の高齢者においては、この程度の起居能力が示されるのであろう。本研究において、NW 運動後に CS は 13 回/30 秒から 15 回/30 秒へと有意に増加しており、AC が 15 回/30 秒から 19 回/30 秒へと有意に増加し、UG も 6.8 秒から 6.5 秒へと有意に速くなっており、上・下肢の筋力において効果が認められた。一方、TW は平均で約 20m 増加していたが、有意差が認められなかった。その他の項目においても有意な変化が認められなかった。

Table 1. Effects of Nordic walking on functional fitness.

Variables	Pre-test	Post-test	Effect Size (ES)
Arm Curl (times/30sec)	15 ± 3	19 ± 5*	1.03
Chair Stand (times/30sec)	13 ± 2	15 ± 3*	0.78
Up and Go (sec)	6.8 ± 1.3	6.5 ± 1.1*	0.50
Functional Reach (cm)	27.9 ± 6.0	30.7 ± 7.0	0.46
Back Scratch (cm)	-15.3 ± 12.0	-14.0 ± 11.4	0.12
Sit and Reach (cm)	4.4 ± 8.5	3.9 ± 8.4	0.06
12-min walk (m)	807 ± 106	828 ± 84	0.23

Note: Data are mean ± SD.,

*: P < 0.05 between pre- and post-test, paired t-test.

オプトゲイトによる普通歩行時の運動前後による各種測定結果は、普通歩行時の歩行速度が 1.37 ± 0.13 m/sec から 1.45 ± 0.36 m/sec と速くなっていたが、有意な変化ではなかった。その他のステップ長、ストライド長、遊脚時間、接地時間 (左右)、片脚支持時間、両脚支持時間にも有意な変化は認められなかった (Table 2)。自発的 maximum 速度歩行時の運動前後による各種測定結果は、Table 3 に示した。運動後にはストライド長が有意に大きくなり (125.7 ± 12.9 cm から 132.3 ± 9.1 cm)、その効果量 (ES) は 0.58 で中程度であった。歩行速度は 1.63 ± 0.12 m/sec から 1.74 ± 0.20 m/sec (ES: 0.68, 中程度) と速くなっていたが、有意な改善ではなかった。その他の指標も有意な変化ではなかった。マーチテスト時の運動前後による各種測定結果は、Table 4 に示した。マーチテストでは、すべての項目において有意差が認められなかった。CV も運動後ですべての項目で運動前より小さくなっていたが有意ではなかった。

Table 2. Effects of Nordic walking on gait test at comfortable walking speed.

Variables	Pre-test	Post-test	Effect Size (ES)
Step (cm)	63.4 ± 5.8 (6.2)	63.9 ± 5.6 (4.9)	0.09
Stride (cm)	117.6 ± 9.5 (17.7)	118.4 ± 9.4 (15.1)	0.08
Swing phase (sec)	0.34 ± 0.03 (4.6)	0.33 ± 0.05 (3.3)	0.19
Speed (sec/m)	1.37 ± 0.13 (2.4)	1.45 ± 0.36 (2.3)	0.24
Contact time Right leg (sec)	0.59 ± 0.05 (3.6)	0.61 ± 0.08 (3.0)	0.24
Contact time Left leg (sec)	0.58 ± 0.05 (5.6)	0.61 ± 0.05 (3.3)	0.36
Single support time (sec)	0.34 ± 0.03 (2.0)	0.34 ± 0.04 (3.1)	0.06
Double support time (sec)	0.25 ± 0.04 (4.4)	0.27 ± 0.04 (1.9)	0.37

Note: Data are mean ± SD. and Coefficient of variation in parentheses

*: P < 0.05 between pre- and post-test, paired t-test.

Table 3. Effects of Nordic walking on gait test at maximum walking speed.

Variables	Pre-test	Post-test	Effect Size (ES)
Step (cm)	67.6 ± 8.7 (3.7)	69.0 ± 5.9 (7.3)	0.12
Stride (cm)	125.7 ± 12.9 (14.6)	132.3 ± 9.1* (12.4)	0.58
Swing phase (sec)	0.28 ± 0.07 (4.4)	0.29 ± 0.07 (5.5)	0.04
Speed (sec/m)	1.63 ± 0.12 (1.5)	1.74 ± 0.20 (2.0)	0.68
Contact time Right leg (sec)	0.47 ± 0.04 (7.6)	0.51 ± 0.05 (9.2)	0.42
Contact time Left leg (sec)	0.48 ± 0.05 (3.5)	0.50 ± 0.03 (4.8)	0.33
Single support time (sec)	0.31 ± 0.02 (4.1)	0.31 ± 0.03 (4.9)	0.27
Double support time (sec)	0.18 ± 0.03 (4.9)	0.19 ± 0.04 (8.1)	0.21

Note: Data are mean ± SD. and Coefficient of variation in parentheses

*: P < 0.05 between pre- and post-test, paired t-test.

Table 4. Effect of Nordic walking on march-in-place test

Variables	Leg	Pre-test	Post-test	Effect Size (ES)
Contact Time (sec)	Right	0.66 ± 0.07 (12.9)	0.64 ± 0.04 (4.2)	0.30
	Left	0.66 ± 0.07 (14.1)	0.66 ± 0.04 (4.4)	0.09
Flight time (sec)	Right	0.34 ± 0.06 (20.5)	0.33 ± 0.03 (7.1)	0.20
	Left	0.31 ± 0.03 (20.6)	0.31 ± 0.02 (8.6)	0.00
PACE (step/sec)	Right	1.03 ± 0.08 (7.9)	1.03 ± 0.06 (3.2)	0.40
	Left	1.07 ± 0.12 (5.9)	1.04 ± 0.06 (3.8)	0.32
Cycle (sec)	Right	1.00 ± 0.11 (10.1)	0.97 ± 0.06 (3.0)	0.11
	Left	0.98 ± 0.09 (10.9)	0.97 ± 0.06 (3.6)	0.21

Note: Data are mean ± SD. and Coefficient of variation in parentheses

*: P < 0.05 between pre- and post-test, paired t-test.

本研究は、介護は有しないがフレイルな高齢者を対象にし、8週間に亘るNWを指導し、機能的体力テストとオプトゲイトを用いた歩行とバランス能の評価を指標として、その運動効果について調べた。同時に、その際の運動の強度がどの程度になっているかを調べ、NWの強度と安全性および妥当性についても検討した。一般的に、フレイルな高齢者を対象にして運動介入をした場合、最も危惧されることは転倒事故の発生であるが、今回の運動指導の期間中では、運動中に事故や怪我は生じなかった。また、運動を中止した、あるいは辞めた人はいなかった。これらのことから、まず今回行われたNWは安全性が高いものであったといえよう。

運動後に機能的体力テストのAC、UGおよびCSが有意に改善していた。NWはポールを使って地面に押しながら歩くことにより上肢の筋力が向上することが先行研究で既に示されている(仙石ら, 2012;

Pakatti et al., 2012)。仙石ら(2012)は、健常な高齢者が NW を 12 週間行った際に、AC が運動前に比べて約 11%、CS が約 13%の改善率を示していたと述べた。また、Pakatti et al. (2012)によれば、9 週間の NW で AC が約 20%、CS が約 15%改善したと報告していた。本研究の結果では、AC が約 25%で、CS が約 12%の改善率となっている。今回の運動期間は先行研究と比較して、8 週間と少なかったが、仙石ら(2012)や Pakatti et al. (2012)と同程度か、または少し改善率が高い結果であり、フレイルな高齢者においても、NW の実施は十分な運動効果が期待できるものと思われた。

一方、機能的体力テストの SR, BS, FR, および TW では有意な改善が認められなかった。本研究で対象者が実施した NW は、仙石ら(2012)の行った平均年齢が約 70 歳の健常高齢者らにおける運動量(運動時間が 40 分、歩行距離が 3000~4000m)と比較すると明らかに少なかった。本研究の対象者は、日常での歩行が長時間できない、または身体活動レベルが低いといった、フレイルな高齢者であったため、仙石ら(2012)の先行研究の運動強度(運動時の心拍数:約 120bpm, 主観的運動強度:約 12~13 程度)と比較して、特別に劣っていないが、本研究では最大でも 20 分間の歩行時間であり、歩行距離も 600m 程度であった。このために、運動強度ではなく運動量が明らかに少ないことが、全身持久性能力の効果に大きな変化が認められなかった主要な原因であると思われた。また、介入指導する期間が仙石ら(2012)の 12 週間に対し、8 週間と短かったことも影響しているとも考えられる。Pakatti et al. (2012) は過去の研究から少なくとも 9 週間以上の運動期間を設定すると体力面での効果が期待できると推察しているが、有効な運動期間については、今後の更なる研究が必要である。

近年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)。仙石ら(2012)は、健常高齢者で NW により機能的体力テストの BS の改善が認められたとしており、この理由として、ポールを持ち、地面を後方へ押しながらかくことにより肩関節などへの柔軟性を高めたことと推察している。本研究における BS 自体の平均値は-15.3cm から-14.0cm への変化であったが、個々の改善率を平均すると 30%程度(-41%から 250%の範囲)となっていた。しかしながら、統計的には明確な改善が認められなかった。詳細に個別で結果を見ると、もともとの個人差が大きかったことに加え、本対象者では 4 名が運動後に運動前に比べて柔軟性が低下し、5 名が改善を示すというように、その結果も個人間でばらつきがみられた。これは、個人によっては腕を大きく使う動作ができなかったこと、ポールのつき方の習熟度に個人で違いがあったこと、および運動量自体が少なかったことなどが理由として考えられるが定かでない。今後は、フレイルな高齢者への NW による柔軟性の効果についてもさらなる研究が待たれる。

フレイルな高齢者は、日常での身体活動量は低く、日頃長時間に歩くことや移動することすら困難である。こうした状況の中で機能的体力テストの AC, UG および CS などに効果が得られたことは、大いに注目できるものといえよう。データ解析には除外したが、脳卒中により片麻痺があり、歩行が困難であった高齢男性 1 名も最後まで転倒することなく、運動教室期間中を通して参加することが出来、全ての対象者が安全に今回の NW を行うことができた。この、安全性が高かった事実は、フレイルな高齢者への運動では最も重要な点であり、この意味において本運動は推奨される運動様式であるといえよう。また、その他の参加者の内省報告として、「歩幅を広げて歩くことができ自信になる(73歳女性)。」や、「ポールを使用することにより、背筋が伸びて気持ちが良い(87歳女性)。」などの声が寄せられている。実際に運動指導を担当した指導者からも、「体力的に劣る方ほどポールをしっかりと使って歩いていたという印

象があります。使うというよりも頼っていたという感じでしょうか。」という報告があがっている。これらの声は、フレイルな高齢者にとってポールを使用して歩行する NW の長所を反映していると言える。

一般にエアロビクス運動を効果的に行う上で、健康な成人における相対的運動強度は、55%または60%~90%HRmax, 40%または50~85% HRR という指針(ACSM, 1998)がある。同じく高齢者での相対的運動強度は30~70%HRR が推奨されるとされている(竹島, 1997)。本研究での対象者の NW 中の心拍数は、全体で $98 \pm 10\text{bpm}$ となり、その相対的運動強度は $55.6 \pm 5.3\%\text{HRmax}$ と $41.1 \pm 6.2\%\text{HRR}$ であった。降圧剤非服用者では運動中の心拍数、相対的運動強度は $93 \pm 8\text{bpm}$, $52.4 \pm 4.3\%\text{HRmax}$, $39.5 \pm 4.2\%\text{HRR}$ となり、降圧剤服用者では $104 \pm 8\text{bpm}$, $59.7 \pm 3.6\%\text{HRmax}$, $43.1 \pm 4.2\%\text{HRR}$ であった。両群の NW 中の心拍数および相対運動強度には有意差が認められなかった。本研究では NW 中の相対的運動強度を50%HRR にすることを目標としていたが、結果的に平均40%HRR 程度となり、やや目標とする相対的運動強度を下回ったものの、妥当な運動強度の下限界値を上回っていた。しかし、全体としてみれば本研究で実施した NW は、低強度に類するものであると思われた。

一般に降圧剤を服用すると心拍数が亢進しないことが明らかであるが、今回の結果では群間の有意差が認められなかったものの、NW 中の心拍数は降圧剤服用者の方が高い結果となった。しかし、相対的運動強度である%HRR はほぼ同じであった(降圧剤服用者:約43%HRR vs. 非服用者:約40%HRR)。運動中の心拍数応答は、降圧剤の薬の種類や、交感神経の活動によって影響を受けることが明らかである(中村ら, 1989)。降圧剤服用者の運動中の強度が非服用者より高かったことは予想してない結果であったが、対象者のすべての薬をチェックしたところ β 遮断剤の服用がなかった。このために安静時心拍数の顕著な低下や心拍応答の亢進の抑制等が小さく、また降圧剤服用者の安静時心拍数が高かったことが、運動中の相対的運動強度に大差が生じてない結果に影響しているものと考えられる。一方、本対象者ではいずれも相対的強度が低かったとみられるものの、降圧剤服用者の安静時および運動中の心拍数が高かった点は非服用者に比べて心機能の負担は高いことが考えられ、運動指導ではリスクを踏まえて安全に注意する必要がある。

先行研究からは、NW はポールを利用することによって、通常のウォーキングより運動量や筋活動量の増加がみられている。我々はこの点を踏まえ、オプトゲイトを用いた歩行能の評価においては片脚支持時間、歩行速度、ストライド長などに運動介入前後で有意差が認められるのではないかという仮説を立てた。同じく、マーチテスト時には接地時間、遊脚時間に有意差が認められることを期待した。しかし、介護予防事業に参加するフレイルな高齢者を対象に NW を実施した本研究では、普通速度による歩行で歩行速度が速くなったものの、運動介入前後で有意差は認められなかった。また、自発的最大速度歩行でも同様に、歩行速度が速くなったものの有意差はなく、有意な変化が認められたのはストライド長が大きくなったことのみである。マーチテストでは、運動前後の平均値において全ての項目に有意差は認められなかった。同様に CV も運動後に低値を示したが有意ではなかった。自発的最大速度歩行時のストライド長の改善から、歩行能にも NW は効果がみられたとも考えられるが、期待するほどの変化が観察されなかったというのが正直な感想である。NW による高齢者の歩行能への効果は、Parkatti et al. (2012)らの報告と同様に、改善が認められなかった。

対象者は日常歩行が長時間できない、または身体活動レベルが低いといった、フレイルな高齢者であっ

たため、ポールを大きく使うことや強く地面を押して進むという本来の動きが十分できていない可能性も高いが、運動前の自発的的最大速度歩行時のストライド長と改善率の関係をみてみると、Fig. 5 に示すように両者の関係は有意な負の相関関係 ($r = -0.76, P < 0.05$)が認められており、運動前のストライド長が小さい人ほど改善の程度が大きい傾向が示された。しかし、全体の結果でみると、それぞれの個人差が大きいため明らかな変化は観察されていない。この要因の一つとして、今回の研究では対象人数が少なかったことも影響しているとみられる。本研究では、介入による運動の指導期間が僅か 8 週間に留まったが、NW はポールを使って上手く歩くようになるためにある程度の訓練時間を要するため、研究期間をさらに延ばすことや運動量を高めて効果を検討することなどが今後必要であるとみられた。

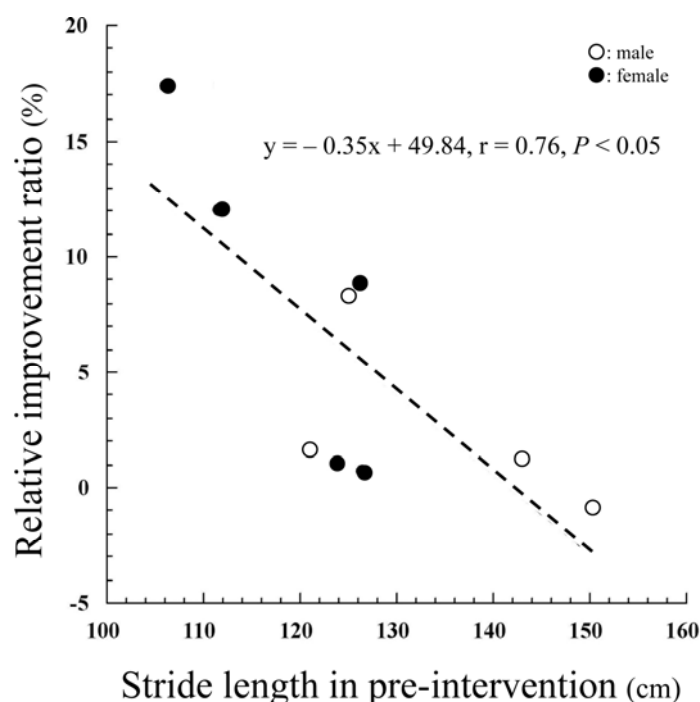


Fig. 5. Relationship between stride length and relative improvement ratio on stride length during Nordic walking.

今回おこなったフレイルな高齢者に対する 8 週間の NW 指導では、日頃運動習慣のなかったフレイルな高齢者が定期的に運動をおこなう機会を提供することができ、かつ事故もなく安全に運動が行えた。また、参加者からはポールを利用した NW は歩きやすいという感想もあり、これらのことは NW の実施自体がフレイルな高齢者にとって何よりも大きな意義があった事を示している。一方で、更なる効果を得るためには、今回実施した運動では低強度の運動であるために、より長時間での運動実施を求めるなど、今後の課題としてより効果的な運動方法のあり方について検討することが必要であろう。いずれにしてもより運動期間や運動時間の延長によって、さらに多くの効果を期待できるかどうかなど、さらなる研究が求められる。

IV. まとめ

NW は、ポールを使って腕や肩を動かしながら歩行を行う複合運動としてその効果が期待されている。

本研究は、地域在住で自立しているが、フレイルな高齢者を対象に 8 週間に亘る NW 教室を開催し、機能的体力とオプトゲイトを用いた歩行能を介入期間の前後で測定し、これらの運動効果について検証した。

その結果、機能的体力である AC, UG および CS は有意に改善した。NW の実施により、上肢および下肢の筋力、移動能力に対する改善が示され、身体的にフレイルな高齢者に対する NW の効果が明らかとなった。一方で、歩行能は自発的 maximum 速度歩行時のストライド長のみ運動介入前後で有意な改善が認められたが、その他の項目は明らかな変化は観察されなかった。これらのことから歩行がやや困難な、フレイルな高齢者への NW の実施は、全身持久性能力や歩行およびバランス能よりも、筋力への効果が大きいように思われた。しかし、運動前のストライド長が小さい人が、より大きな改善率を示すなど、日頃運動や活動の低下が顕著であるフレイルな高齢者においては、より歩行能の低い人ほど改善が期待できることも考えられ、これらの対象者にとっては有効な運動様式とみられた。

引用文献

- 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.
- Church TS, Eanest CP, Morss GM. (2002) Field testing of physiological responses associated with Nordic walking. *Res Q Exerc Sport.* 73: 296-300.
- Fatouros IG, Taxidaris K, Tokmakidis SP, Kalapotharakov V, Aggelousis N, Athansopoulos S, Zeeris I, 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.
- Figard-Fabre H, Fabre N, Leonardi A, Schena F. (2011) Efficacy of Nordic walking in obesity management. *Int J Sports Med.* 32(6): 407- 414.
- Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA. (2001) Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 56(3): M146- M156.
- 石川和夫, Wang Y, 柴田豊, Wong WH, 板坂芳明. (2002) めまいと歩行分析. *耳鼻臨床.* 95(5): 427-436.
- Jones KD. (2011) Nordic walking in fibromyalgia: a means of promoting fitness that is easy for busy clinicians to recommend. *Arthritis Res Ther.* 13(1): 103.
- Karvonen M, Kentala K, Mustala O. (1957) The effects of training on heart rate: A longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn.* 35: 307-315.
- Koizumi R, Katagiri K. (2007) Changes in speaking performance of Japanese high school students: The case of an English course at a Selhi. *ARELE.* 19: 91-90.
- 厚生労働省. (2012) 介護予防マニュアル: 改訂版.
[/http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/tp0501-1.html](http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/tp0501-1.html)[最終アクセス日: 平成 27 年 9 月 15 日]

- ・ 前川剛輝, 西野昌美, 山本正嘉, 宮下充正. (2000) ノルディックウォークと通常ウォーキングの生理学的・力学的特徴の比較. ウォーキング科学. 4: 95-100.
- ・ Mannerkorpi K, Nordeman L, Cider A, 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.
- ・ 中村好男, 玉木啓一, 篠原稔, 木村裕一, 村岡功.(1989) 漸増負荷運動中の心拍揺動パワースペクトルの推移. 体力科学. 38(5): 208-214.
- ・ 一般社団法人日本老年医学会. (2014) フレイルに関する日本老年医学会からのステートメント. http://www.jpn-geriat-soc.or.jp/info/topics/pdf/20140513_01_01.pdf[最終アクセス日: 平成 28 年 2 月 28 日]
- ・ Parkatti T, Perttunen J, Waker P. (2012) Improvements in functional capacity from Nordic walking: A randomized controlled trial among older adults. *J Aging Phys Act.* 20: 93-105.
- ・ Reuter I, Mehnert S, Leone P, Oechsner M, Engelhardt M. (2011) Effect of a flexibility and relaxation programme, walking, and Nordic walking on Parkinson's disease. *J Aging Res.* 2011: 232473.
- ・ Rikli RE, Jones CJ. (1999) Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act.* 7: 129-161.
- ・ 高橋猛, Islam MM, 森脇龍太, 井上登太, 成田誠, 竹島伸生. (2014) 他動式マシンを用いた軽費老人ホーム入居者に対するトレーニング効果. 理学療法科学. 29(6), 927-931.
- ・ Takahashi T, Takeshima N, Rogers NL, Rogers ME, Islam MM. (2015) Passive and active exercises are similarly effective in elderly nursing home residents. *J Phys Ther Sci.* 27(9): 2895-2900.
- ・ Takeshima N, Islam MM., Rogers ME, Rogers NL, Sengoku N, Koizumi D, Kitabayashi Y, Imai A, 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.
- ・ 東京都健康長寿医療センター研究所. 老人研 NEWS No.247. [/http://www.tmg Hig.jp/J_TMIG/books/rj.pdf/rj_no247.pdf](http://www.tmg Hig.jp/J_TMIG/books/rj.pdf/rj_no247.pdf)[最終アクセス日: 平成 28 年 2 月 28 日]
- ・ 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.
- ・ 竹島伸生.(1997) 高齢者の運動処方と最近の考え. 高齢者の健康づくりー運動処方の実際と課題ー. 竹島伸生, 田中喜代次, 小林章雄 編. メディカルレビュー社, pp. 132-133.
- ・ 竹島伸生.(2006) 高齢者のための地域型運動プログラムの理論と実際ー自分と隣人の活力を高めるためのウエルビクスの勧めー. 竹島伸生・ロジャースマイケル 編. ナップ社, pp. 19-39.

