

高齢者におけるノルディックウォーキングの 運動効果に関する研究

	名古屋市立大学大学院	竹 島 伸 生
(共同研究者) 同		仙 石 直 子
同		小 泉 大 亮
同 志 社 大 学		竹 田 正 樹
同		坂 井 智 明

Effects of a Nordic Walking Exercise on Functional Fitness, Flexibility and Balance in Community-Dwelling Older Adults

by

Nobuo Takeshima, Naoko Sengoku, Daisuke Koizumi
*Graduate School of Natural Sciences,
Nagoya City University, Nagoya*
Masaki Takeda, Tomoaki Sakai
*Faculty of Health and Sports Sciences,
Doshisha University, Kyoto*

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effects of Nordic walking exercise on body composition, functional fitness, range of motion (ROM), dynamic balance in community-dwelling older adults. Nineteen healthy adults (11 women and 8 men, age 71 ± 6 yr) volunteered to participate in this study (N-group). Control group was fifteen subjects (8 women and 7 men, age 68 ± 5 yr) who participated conventional walking exercise (W-group). Both groups participated in a 12-week supervised

exercise program, 60min/d (main exercise 30 to 40 min/d), and 3d/wk. After 12-weeks of program, functional fitness (lower and upper body muscular strength, lower and upper body flexibility, agility, balance and aerobic endurance) increased in either group; however the improvement of lower and upper body muscular strength and lower body flexibility was significantly higher in N-group compared to W-group. Both groups increased ROM (shoulder, hip, ankle dorsiflexion) but did not changed on limits of stability (LOS). These results indicate that both types of walking exercises are beneficial in older adults, however the Nordic walking exercise showed additional benefits in muscular strength and lower body flexibility compared to the conventional walking exercise.

要 旨

本研究は、地域在住の高齢男女 19 人（平均年齢 71 歳，男 8 人，女 11 人）を対象にノルディックウォーキングを 3 日／週，60 分／日（主運動 30 分～40 分），軽から中等度で 12 週間に亘って運動指導を試み，機能的体力，柔軟性およびバランス能を指標として同時期に実施したウォーキング群（比較対照，平均年齢 68 歳，男 7 人，女 8 人）との成績の比較から，ノルディックウォーキングの運動効果を調べた。その結果，両群ともに機能的体力（筋力，柔軟性，敏捷性，バランスと全身持久性）は運動後に改善していた。しかし，ノルディックウォーキングの上肢・下肢の筋力と下肢の柔軟性の改善率はウォーキングよりも高かった。動的バランスの改善は明らかでなかったが，総合的にみれば高齢者における至適な複合運動の一つとして推奨できるものと思われた。歩行速度や運動時間あるいは運動量およびボールを持った上肢の使い方によって運動への生理的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される。

緒 言

高齢者の健康づくりは，重要な今日的課題であ

る。これまでに身体運動による多くの介入研究から，高齢者においても定期的な身体運動によって心身の状態が改善することが認められており，身体運動の実践が奨励されている。健康づくりのための身体運動としては，ウォーキングの実施率が最も高いとの報告がある¹⁾。

一方，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: WRE) の実践が求められている²⁾。このためウォーキングから，これらの複合運動へといかに有効にかつ円滑にプログラムを充実していくかが運動実践の大きな課題といえる。

複合運動の方法としては，実施日を変えて一定期間の中で行う運動方法 (combined) と一回のプログラムの中で同時に行う形式 (concurrent) がある。至適な運動の実践のためには対象者が容易にできる方法を選択する必要があるが，運動への動機づけを高めるためには個人または単独の運動よりも集団様式での運動方法が望まれている。我々は，これまでに油圧マシンを用いてサーキット形式の複合運動 (PACE training) を行い，その有用性を報告している³⁾。しかし，油圧マシンを利用した運動方法は安全性や有効性が高い

とみられるが、トレーニング機器も決して安価でなく経済性の点や移動が可能であるが機器設定のスペースが常時必要であるという点で狭い施設での使用が容易でないとも考えられる。従って、いつでもどこでもでき、家庭型でも実践が容易である運動方法のメニューを用意することも必要である。

最近、このウォーキングの変法としてノルディックウォーキングが欧州で広まっている。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ており、エアロビクスに加えて、とくに上腕三頭筋を使用するために上肢の筋力、筋パワーの効果が期待されることから、エアロビクスとレジスタンス運動の複合運動としての効果が期待できるものと注目されてきている。これまでの研究では、ノルディックウォーキング中の筋活動量がウォーキングと比べて高いことやエネルギー消費量が平均 20% 上昇するなどの報告もある⁴⁾。歩き方によっても運動強度や筋活動に違いが生じるとみられるが、基本的にポールを持つために握力への効果も観察されている。このようにノルディックウォーキングによる生理的応答に関する研究^{5, 6)}がなされているが、運動効果などの介入研究はいまだ十分に行われておらず、高齢者に対する運動効果は明らかでない。

本研究の目的は、地域に在住し、過去に特別な運動習慣を持たない地域在住高齢者 (community-dwelling older adults) に対し、12 週間に亘ってノルディックウォーキングの運動指導を行い、機能的体力、柔軟性およびバランスに対する運動効果を同時期に実施したウォーキングエクササイズとの効果に対する比較を試み、運動効果の特徴を調べることであった。

1. 方法

1.1 対象者

対象者は、名古屋市内在住で 60 歳以上の高齢者とし、広報やチラシの配布により募集を行った。参加募集に際しては、一部は地方自治体の協力を得て行った。参加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。ノルディックウォーキングには、20 人の参加があったが、1 名が途中 (他の用事で実施が困難) で棄権し、19 人 (以下 N 群, 平均年齢 71 歳, 男 8 人, 女 11 人) となった。また、同時にウォーキング参加者の募集も同様に行ったが、15 人 (以下 W 群, 平均年齢 68 歳, 男 7 人, 女 8 人) の参加が得られた (表 1)。本研究では、参加者の希望に添ってコース選択を求めることを尊重したために完全なランダムサンプリングができなかった限界が生じた。

表 1 運動介入前の両群間における身体特性の相違

	平均値 ± 標準偏差		両群間の有意差
	N 群 (n=19)	W 群 (n=15)	
年齢	71 ± 6	68 ± 5	N. S.
性別 (男/女)	8/11	7/8	N. S.
身長 (cm)	157.5 ± 7.9	158.5 ± 8.2	N. S.
体重 (kg)	56.6 ± 12.8	58.7 ± 9.2	N. S.
BMI (kg/m ²)	22.7 ± 4.0	23.4 ± 3.4	N. S.

注) N. S.: 統計的有意差なし; BMI: Body Mass Index (体重/身長²)

参加募集後に、医師 (内科) のスクリーニングによってメディカルチェック (問診, 診察と運動負荷試験) を行った。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、過去に特別な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 (承認番号 24)。

1.2 運動方法

a. ノルディックウォーキングの運動プログラム

ノルディックウォーキングは、2009年8月から11月までの12週間、頻度が3日/週、時間が60分/日（主運動としては30～40分間）の内容で実施した。運動期間は、3つのステージに分け、運動導入期、定着期、推進期に分けて実施した。第1ステージは、「ポールを使った基本の歩き方の習得-導入期」と位置づけ、前半（1～2週）はポールを使つての歩き方に慣れること、後半（3～4週）は基本の歩き方で徐々に30分間の連続した歩行ができることを目標に運動指導を行った。第2ステージでは、「至適な運動強度による歩行-定着期」と位置づけ、前半（5～6週）は連続歩行の目標を30分に設定し、後半（7～8週）に心拍予備量（HRR）⁷⁾で40～60%相当の運動強度を目安に指導を試みた。第3ステージでは、「運動量の漸増-推進期」と位置づけ、前半（9～10週）は歩行速度の増進と連続歩行の目標時間を10分延長し、40分間の運動を行った。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。

b. ウォーキングの運動プログラム

ウォーキング運動もノルディックウォーキングと同様に2009年8月から11月までの12週間、頻度が3日/週、時間が60分/日（主運動としては30～40分間）の内容で実施した。運動期間は、3つのステージに分け、運動導入期、定着期、推進期に分けて実施した。第1ステージは、「基本の歩き方の習得-導入期」として、前半（1～2週）は歩行時の足底の使い方や姿勢について習得することを目指し、後半（3～4週）は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図った。第2ステージ以降はノルディックウォーキング群の方法（定着期、推進期）に準じた内容で指導を行った。

ノルディックウォーキングとウォーキングの

いずれも運動実施場所は、名古屋瑞穂陸上競技場およびその周辺の歩道コース（およそ1周が1km）を利用した。

1.3 運動強度、運動量の評価

運動強度は、心拍計（キャットアイ、大阪）を用いて評価した。また、予め歩行コースの距離を計測し、歩行距離と主観的運動強度を測定した。

1.4 運動効果の指標と測定方法

運動の効果は、以下の測定によって検討した。

- a. 機能的体力:アームカール, チェアスタンド, 12分歩行, バックスクラッチ, シットアンドリーチ, ファンクショナルリーチ, アップアンドゴー
- b. 柔軟性-肩関節, 股関節, 足関節の3カ所計9方向の関節可動域
- c. バランス-安定性の限界値 (Limits of Stability: LOS)

1.5 機能的体力テスト

Rikli & Jones⁸⁾が開発し、竹島ら⁹⁾が改変した方法を用い、高齢者の機能的体力を評価した。本テストは、日常生活機能を評価するために作成されたが、筋力、柔軟性、敏捷性、バランス、全身持久性の4つからなるパフォーマンステストであり、WREの効果指標としても利用できる⁹⁾。以下に簡単に測定方法を示すが、テストの詳細は既報に譲る⁹⁾。

アームカールテスト (AC) は、上肢の筋力と筋持久力を評価するものである。男性は8-lb (3.6kg)、女性は5-lb (2.3kg) のダンベルを使用する。腕の上げ下ろしを1回とし30秒間で何回できるかを計測する。測定者は説明とデモンストレーションを示し、その後数回の練習を行い、本テストを1回行う。さらに回復時間を設けて2回目の測定を試み、これらの最大値をデータとして採用する。また、30秒終了直後に運動を止

めた場合に肘の高さよりダンベルが上の位置にあった場合は1カウントとして加える。

チェアスタンドテスト (CS) は、下肢の筋力と筋持久力を評価する指標であるが座る、立つ動作を連続的にできるだけ早く繰り返し、30秒間で何回できるかを測定する。30秒終了直後に運動を止めた場合に臀部が椅子から離れて立ち上がっている場合には1カウントとして加える。

バックスクラッチ (BS) は、上肢の柔軟性を評価する指標である。被験者は立位姿勢を維持し、左右どちらか一方の腕を頭上に上げ、その状態のまま肘を曲げ、指を伸ばして手の平を背中につける。他方の手の指先を伸ばした状態で脇下から背中の後ろに回し、手の平を外側に向け、両方の手を背中中央に向かって伸ばし、できるだけ手をさわる、又は、重ね合わせるようにする。両手第三指がどれくらい近づくかという距離を計測する。重なった場合にはプラス、届かない場合にはマイナスとして評価する。

また、シットアンドリーチ (SR) は、下肢の柔軟性を評価する指標である。被験者は椅子のやや前方に座り、左右どちらか一方の足を床に水平になるよう直角に曲げ、他方の足を前方に伸ばす。伸ばした足は、踵をつけ、つま先を天井に向ける。この状態のまま両手(第三指)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す。足の第三指(足の先端)に定規を合わせ(0cm)、超えた部分をプラスとし、手が届かない場合にマイナスとして測定する。テスト中に伸ばした膝が曲がった場合には中止し、再度測定を行う。いずれの測定も測定者が事前に測定の説明を丁寧に行うとともにデモンストレーションを示し、その後数回の練習を行い、本テストを1回行う。さらに回復時間を設けて2回目の測定を試み、これらの最大値をデータとして採用する。

アップアンドゴーテスト (UG) は、敏捷性または動的バランスを評価する指標である。測定

は、被験者が椅子から立ち上がり、できるだけ速く2.44m (8 feet) 先に置いてあるコーンを歩いてまわり、椅子の位置に戻り座るまでの時間を計測する。このとき、走らないように指示をする。事前に説明を行うとともにデモンストレーションを行い、数回の練習の後に、本テストを1回行う。さらに回復時間を設けて2回目の測定を試み、これらの最大値をデータとして採用する。

ファンクショナルリーチ (FR) は、動的バランスの指標とされている。被験者は利き手側を壁にし、壁に対して平行に立つ。足幅は肩幅に広げ、両腕を肩の高さまで挙げる。被験者に、足を床から離さない状態で両手を前方へ伸ばしてもらい、最初の位置から何cmまで身体を傾斜し、手が前方向に伸びたかという到達点を測定する。足が床から離れてしまった場合や、到達点からスタートポジションへ戻れない場合は、立位での前方へのバランス移動能力の限界を超えているとみなし、再測定する。本測定も事前に説明を行うとともにデモンストレーションを示し、その後数回の練習を行い、本テストを1回行う。さらに回復時間を設けて2回目の測定を試み、これらの最大値をデータとして採用する。

12分間歩行テスト (WD) は、簡便に全身持久性を評価する指標である。測定は、室内に長方形の歩行コース(縦10m、横20m)を作り、5m刻みに印を付けてコースを設定した。被験者は測定者からの“スタート”の合図をもとに、歩行を開始する。一周するごとに用意しておいた割り箸を渡し、周回数のチェックとして利用する。測定者は常に被験者の顔色や体調チェックを試みるとともに30秒おきに時間の経過を被験者に知らせ、同時に“がんばって”、“ファイト”などの声をかけ、動機付けを行う。終了の時間を知らせ、歩行の停止を求め、その場で足踏みを行わせた。測定者は立ち止まっている被験者に歩行距離の計測を行うとともに主観的運動強

度評価表 (RPE)¹⁰⁾ を表示し、運動中の平均運動強度を尋ねた。このテストは1回のみでの施行とした。

1.6 柔軟性 (関節可動域測定)

柔軟性の評価は、肩関節、股関節、足関節の3カ所で計9方向の関節可動域を取り上げ、角度計 (関節角度計東大式、堤製作所、千葉) によって測定した。また、本研究は運動効果を検討することがねらいであることから実際の活動状況を示すことが可能とする自動的関節可動域¹¹⁾ を指標とした。

関節可動域の測定値は5度刻みで記載するため、それよりも小さな角度の変化はとらえられない限界がある。肩関節は、屈曲、伸展、外転、外旋、内旋の5方向の関節可動域をすべて立位にて測定を行った。なお、外旋、内旋は肩外転位90度にて測定を行った。股関節は背臥位にて、膝伸展位の股関節屈曲と膝屈曲位の股関節屈曲の2方向の関節可動域を測定した。足関節は、背臥位にて膝伸展位の背屈、底屈の2方向の関節可動域を測定した。すべて左右の関節可動域を2回測定し、左右の最大値の平均値をデータとして採用した。なお、日本整形外科学会と日本リハビリテーション医学会の「関節可動域表示ならびに測定法」(1995年に改訂)¹²⁾ に準じた。

1.7 バランス能の評価

バランス能評価は、バランスマスター (Balance Master 8.0.2, NeuroCom International, Inc, Clackamas, OR, USA) を用いて安定性の限界閾値 (Limits of Stability: LOS) を測定した。LOS測定は、動的バランス指標であり、立位姿勢にて重心の位置を素早く前後左右斜めの8方向に対して身体を傾斜させて、目標位置へ移動することが課題である。LOS評価は目標位置までの移動距離を示しており、初期動作から調節動作

に入る前までの初期到達点 (endpoint excursion: EPE) と初期動作からカーソルを最も遠くに移動できた最大到達点 (maximum excursion: MXE) に分けられる。EPEとMXEの値は、被験者の身長と年齢ごとに設定された目標到達位置 (100%) に対して、どれくらい移動することができたかが相対水準 (%) が算出される。決められた方向に対してバランスを崩したり、足を踏み出したり、手をどこかに支持することなく、目標到達位置に近づけられるかを測定する。なお、LOSの測定方法は、Islam et al.¹³⁾ に準じた。

1.8 統計処理

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、繰り返しの分散分析を用いた。群内の運動前後の平均値の比較は、対応のあるt-検定によった。尚、有意水準は5%未満とした。統計処理はSPSS15.0Jを用いた。

2. 結果

2.1 両群における運動前の身体特性と体力の相違

運動前の両群間の年齢、身長、体重および男女比には、統計的な有意差が認められなかった (表1)。機能的体力のすべての項目においても有意差が認められなかった。柔軟性 (関節可動域) は、肩の外旋を除き、その他の項目では両群間で有意差が認められなかった (表2)。同様に、バランス能のすべての項目において、両群間で有意差が認められなかった (表3)。

2.2 運動強度と運動量

第1ステージは、両群ともに正しい運動方法を身につけること、運動に慣れることを目的としたため、正確な歩行距離や歩行時間、運動中

表2 運動介入前の両群間における機能的体力と柔軟性の相違

	平均値 ± 標準偏差		
	N群(n=19)	W群(n=15)	両群間の比較
AC (回 /30 秒)	25±5	26±3	N.S.
CS (回 /30 秒)	25±6	25±4	N.S.
UG (秒)	4.4±0.4	4.4±0.6	N.S.
SR (cm)	6.5±12.6	3.6±18.5	N.S.
BS (cm)	-8.6±15.4	-6.8±13.8	N.S.
FR (cm)	29±5	29±4	N.S.
WD (m)	1136±76	1193±98	N.S.
肩屈曲 (度)	165±10	167±10	N.S.
肩伸展 (度)	48±7	51±9	N.S.
肩外転 (度)	173±6	174±10	N.S.
肩外旋 (度)	85±11	96±16	*
肩内旋 (度)	43±11	42±28	N.S.
股屈曲 [膝伸展] (度)	87±14	83±10	N.S.
股屈曲 [膝屈曲] (度)	116±13	119±8	N.S.
足背屈 (度)	12±5	13±4	N.S.
足底屈 (度)	51±8	51±8	N.S.

注) AC: アームカール; CS: チェアスタンド; 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; N. S.: 統計的有意差なし; *
 P<0.05: 統計的有意差あり

表3 運動介入前の両群間における動的バランス(LOS)の相違

	平均値 ± 標準偏差		
	N 群(n= 19)	W 群(n= 15)	両群間の比較
EPE comp (%)	77.5±11.5	76.7±9.6	N.S.
MXE comp (%)	91.3±9.4	91.3±6.1	N.S.

注) EPE comp :8 方向の初期到達点の平均; MXE comp : 8 方向の
 最高到達点の平均; N. S.: 統計的有意差なし

の心拍数測定は行っていない。第2ステージに
 おける N 群の平均歩行速度は 92m /分, W 群が
 94m /分と両群ともにほぼ同じ歩行速度であっ
 た。両群ともに最終の第3ステージにおいて平均

歩行速度, 歩行時間と運動量が最も高くなっ
 たが, 第2と第3ステージでの歩行距離, 時間お
 よび速度には両群間で有意差が認められなかつ
 た(表4)。運動中の心拍数は両群とも第2ステー
 ジで平均心拍数が 117bpm, 第3ステージで N 群
 が 117bpm と W 群が 123bpm となったが両群間
 に有意差は認められなかった。両群において平
 均値でみれば運動中の目標の強度であった 40-
 60%HRR の運動が実施できていたが, 主観的運
 動強度 (RPE) は W 群が N 群に比べて第3ステー
 ジで有意に高い結果が示された (表4)。

2.3 運動の効果

a. 機能的体力テスト

機能的体力テストのそれぞれ項目の平均値, お
 よび運動前後の変化率 (SR, BS のみ変化量) を
 算出した(表5)。WD 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, CS と
 SR は, 交互作用(群間 × 経時効果)が認められた。
 AC, CS, UG, FR, SR, および BS には, 経時
 効果が認められた。WD は, 主効果が認められ
 たためにそれぞれ群内で運動前後の比較(t-検定)
 を行ったが, 両群ともに有意な変化が認められ
 た。AC, CS および SR の前後の変化率(量)は,
 両群間に有意差が認められ, N 群の改善率は W
 群より高かった。

表4 両群でのステージ毎の平均運動量 (毎回の運動時), 運動中心拍数と主観的強度

		平均値 ± 標準偏差		
		第1ステージ	第2ステージ	第3ステージ
歩行距離 (m)	N 群	-----	2766±200	3829±351
	W 群	-----	2777±52	4033±344
歩行時間 (分)	N 群	-----	30±1	39±1
	W 群	-----	30±3	40±3
歩行速度 (m/分)	N 群	-----	92±8	96±8
	W 群	-----	94±9	99±8
心拍数 (b/m)	N 群	-----	117±10	117±11
	W 群	-----	117±17	123±11
心拍予備量 (HRR, %)	N 群	-----	58.0±12	58.2±14
	W 群	-----	53.1±19	60.5±13
RPE	N 群	-----	12.6 (12-14)	12.8 (12-14)
	W 群	-----	13.1 (11-17)	14.1 (13-16) *

注) * P<0.05

表5 両群における機能的体力への運動効果の比較

		平均値 ± 標準偏差					
		運動前	運動後	変化率 または量	主効果	経時効果	交互作用 (群間×経時効果)
AC (回/30秒)	N群	25±5	28±4	11%*	N.S.	F=25.660, P<0.05	F=4.713, P<0.05
	W群	26±3	27±3	5%			
CS (回/30秒)	N群	25±6	28±5	13%*	N.S.	F=35.179, P<0.05	F=4.627, P<0.05
	W群	25±4	27±4	6%			
UG (秒)	N群	4.4±0.4	4.2±0.4	6%	N.S.	F=12.053, P<0.05	N.S.
	W群	4.4±0.6	4.2±0.5	3%			
SR (cm)	N群	6.5±12.6	11.8±10.9	6cm*	N.S.	F=14.233, P<0.05	F=6.013, P<0.05
	W群	3.6±18.5	4.7±18.6	1cm			
BS (cm)	N群	-8.6±15.4	-4.7±13.1	4cm	N.S.	F=11.248, P<0.05	N.S.
	W群	-6.8±13.8	-5.1±13.5	2cm			
FR (cm)	N群	29±5	30±3	2%	N.S.	F=6.965, P<0.05	N.S.
	W群	29±4	32±6	3%			
WD (m)	N群	1136±76	1244±109	8%	F=4.303, P<0.05		
	W群	1193±98	1320±112	10%			

N.S.: 統計的有意差なし; * 群間で有意差有り, P<0.05

表6 関節可動域への運動効果の比較

		平均値 ± 標準偏差					
		運動前	運動後	変化量 (度)	主効果	経時効果	交互作用 (群間×経時効果)
肩屈曲 (度)	N群	165±10	169±10	4	N.S.	F=10.234, P<0.05	N.S.
	W群	167±10	169±11	2			
肩伸展 (度)	N群	48±7	55±6	7	N.S.	F=69.178, P<0.05	N.S.
	W群	51±9	62±9	10			
肩外転 (度)	N群	173±6	175±4	2	N.S.	N.S.	N.S.
	W群	174±10	175±7	1			
肩外旋 (度)	N群	85±11	97±10	12	N.S.	F=64.772, P<0.05	N.S.
	W群	96±16	103±16	7			
肩内旋 (度)	N群	43±11	65±13	23	N.S.	F=123.715, P<0.05	N.S.
	W群	42±27	67±25	25			
股屈曲 (度) [膝伸展位]	N群	88±13	96±15	8	N.S.	F=42.809, P<0.05	N.S.
	W群	83±11	89±10	6			
股屈曲 (度) [膝屈曲位]	N群	118±11	124±10	6	N.S.	F=15.002, P<0.05	N.S.
	W群	119±8	124±8	5			
足背屈 (度)	N群	12±5	15±5	3	N.S.	F=9.789, P<0.05	N.S.
	W群	13±4	14±3	1			
足底屈 (度)	N群	52±7	53±8	2	N.S.	N.S.	N.S.
	W群	51±8	51±8	0			

注) N.S.: 統計的有意差なし

b. 柔軟性 (関節可動域)

柔軟性では、肩、股、足の関節可動域の運動前後のそれぞれの平均値および運動前後の変化量を算出した (表6)。すべての関節可動域において主効果 (群間) に有意性が認められなかった。また、すべての関節可動域において交互作用 (群間 × 経時効果) が認められなかった。両群の肩関節屈曲、伸展、外旋、内旋と股関節膝伸展位

屈曲、膝屈曲位屈曲および足関節背屈において経時効果が認められた。また、変化量には、両群間で有意差が認められなかった。

c. バランス能

両群のLOSの運動前後の平均値を算出した (表7)。LOSのすべての項目において主効果 (群間) に有意性は認められなかった。また、すべての項目において交互作用が認められなかった。両

表7 両群における動的バランスの運動効果の比較

		平均値 ± 標準偏差				
		運動前	運動後	主効果	経時効果	交互作用 (群間×経時効果)
EPE comp (%)	N 群	77.5 ± 11.5	78.3 ± 10.2	N.S.	N.S.	N.S.
	W 群	76.7 ± 9.6	74.5 ± 10.9			
MXE comp (%)	N 群	91.3 ± 9.4	92.4 ± 7.2	N.S.	N.S.	N.S.
	W 群	91.3 ± 6.1	90.9 ± 7.7			

注) N.S.: 統計的有意差なし

群のすべての項目において経時効果が認められなかった。

3. 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.⁵⁾やSchiffer et al.⁶⁾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。最近では、パーキンソン患者、心臓リハビリテーション、糖尿病やCOPD（慢性閉塞性肺疾患）における運動処方としての効果が示されているものの、介入研究は少なく、これからの課題とみられる。

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実施し、その運動効果を明らかにしようとしたものである。機能的体力を運動指標とすると、N群がAC, CS, UG, SR, およびBSに有意な改善が示された。またN群は、AC, CSやSRがW群よりも改善の程度が大きく、筋力や柔軟性への効果が高かったものと推察できる。本研究結果からは、ノルディックウォーキングを行うことにより、エアロビクス運動に加えて、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。ノルディックウォーキングは、ポールを使って地面を押しながら歩くためにより上肢の筋力が向上すること、またポ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や柔軟性が改善したことなどが予測されるがバイオメカニクスの研究も必要であり、詳細は今後の課題といえる。

これまでにKocur et al.¹⁶⁾は心疾患の患者に対する運動療法としてノルディックウォーキングを実施し、本研究と同様に機能的体力テストを指標にウォーキングエクササイズとの運動効果の比較を試みている。その結果からノルディックウォーキングは、ウォーキングよりもCSとUGが有意に改善したと報告しているが、本研究結果の方が機能的体力への改善の程度が大きい傾向がみられた。これは対象者が疾患を有する人に比べて健常者であったためにより運動量等が高いなどから生じたものと考えられる。また、肘の関節可動域も健常者の方が大きくなることが予想されるために上肢の使い方の違いで運動効果も変わることが考えられるが、歩き方の質的变化などは今回とらえていないためにこの点も今後の研究課題といえよう。

ノルディックウォーキングは、通常の歩行に比べて膝への負担が軽減するという報告がある¹⁵⁾。歩行時の膝への負担が軽減できるのであれば整形外科的な疾患、膝痛などを有している人に対する至適なエアロビクス運動の方法になりうるものとみられる。一方、ノルディックウォー

キングは反対に膝への負担を増加するという報告¹⁶⁾があり、見解が一致していない現状もある。そこで、本研究の実施前に竹田らは若年者を対象に歩長と歩幅との関係を検討し、快適な歩行よりもやや歩幅を短くした方が膝の負担が軽減することを示し¹⁷⁾、ノルディックウォーキングにも歩き方の工夫が必要であることを示唆しているが高齢者に対する具体的な歩き方はさらに検討される必要がある。

加えて、これまでに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、ACおよびCSは約30%の改善率が示されたことを報告¹⁸⁾しているが、本研究でのこれらの改善率(AC 11%, CS 13%)はバンドによるレジスタンス運動よりも小さかった。ノルディックウォーキングは、ウォーキングに加えて上肢等の筋力トレーニングが可能と考え、複合的に体力が高まるものと推察されたが、筋力の改善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、より有効な運動方法としては純粋なレジスタンス運動との併用が求められると思われた。

本研究では、ノルディックウォーキングによって肩外転、足底屈を除く、肩、股、足の関節可動域に改善が認められた。ウォーキングによるエアロビクス運動の柔軟性に対する運動効果への研究¹⁹⁾は少ないが、近年レジスタンストレーニングにより柔軟性(関節可動域)が改善されたとする報告がある^{20, 21, 22)}。Fatouros et al.²⁰⁾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(最大筋力)、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方が高い方が可動域の改善が大きいとの見方を示している。

関節可動域には、被験者自身の力で動かすことのできる自動的関節可動域(active ROM)と

検者によって動かして測定する他動的関節可動域(passive ROM)の2つがある。前者は筋力や痙性が大きく影響するので、関節機能だけの評価は困難だが、より実際の活動での状況を示すものとみられている¹¹⁾。後者は、関節の遊び、関節包や靭帯の伸展があり、筋収縮の影響を受けないので、測定値が自動的関節可動域よりも若干大きくなることが多い。関節の構築学的異常や軟部組織伸張性についての情報を得ることができるとみられている²³⁾。このために本研究は後者の方法を採用した。ノルディックウォーキングはポールを持ち地面を後方へ押しながら歩くことにより、通常の歩行よりも上肢にある程度の運動負荷がかかるためにW群よりもN群の肩関節可動域の改善に期待されたが、改善の程度はほぼ同じであった。

一方、Knight et al.²⁴⁾は、ポールを使用して歩行した場合と通常の歩行の場合の股関節や足関節の角速度(度/秒)の違いを検証し、足関節の背屈の角速度に増加が認められたと報告している。ポールを使用して歩くときの足関節の動き方は、運動様式から背屈に対する改善が得られる可能性が推察されるが、本研究では足関節の可動域の変化の詳細は不明である。ノルディックウォーキングは、ポールの使い方によって明らかに上肢下肢の運動方法や量が異なってくるのが予想できるが、これらの分析の詳細は今後の課題とされる。

また、動的バランスの変化は両群で明らかでなかった。ポールを使用したノルディックウォーキングとウォーキングでは歩き方が異なるために運動様式の違いが動的バランスなどに影響を及ぼすのではないかと予想したが、機能的体力のファンクショナルリーチなどのパフォーマンステストには変化が生じていたが、バランスマスターによる動的バランス評価では明らかな運動効果が認められなかった。この要因の一つに

は、対象者の初期水準（運動前）のLOSの平均値がいずれの群とも高かった（N群 $91 \pm 9\%$ 、W群 $91 \pm 6\%$ ）ために、運動効果が小さかったことが予想できる。今後は、よりバランス能の低下している高齢者に対する介入効果の検討が望まれる。

ウォーキングは、安全でかつ有効なエアロビクス運動として周知であるが、今回行ったノルディックウォーキングにおいても12週間の運動で怪我や事故は皆無であった。運動終了後には、参加者が個人でポールを購入し、運動継続への動機づけが高まるなど本運動様式は高齢者の運動方法として妥当なものと思われた。

4. 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、60分/日（主運動30分～40分）、軽から中等度で12週間に亘る運動指導を試み、機能的体力、柔軟性およびバランスを指標として同時期に実施したウォーキング群（比較対照群）との成績の比較から、ノルディックウォーキングの運動効果を調べた。その結果、両群ともに機能的体力（上肢下肢の筋力、柔軟性、敏捷性、バランスと全身持久性）は運動後に改善していた。しかし、ノルディックウォーキングの上肢・下肢の筋力と下肢の柔軟性の改善率がウォーキングよりも高く、運動の効果が高いものとみられ、複合運動としての運動効果が示された。ノルディックウォーキング時の歩行速度や運動時間あるいは運動量およびポールを持った上肢の使い方によって運動への生理的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される。

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。

また、研究助成をいただいた財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に心より御礼申し上げます。

文 献

- 1) 内閣府. 体力・スポーツに関する世論調査.(平成18年度版) <http://www8.cao.go.jp/survey/h18/h18-tairyoku/index.html>(2006)
- 2) American College of Sports Medicine. 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(1998)
- 3) Takeshima N., Rogers M.E., Islam M.M., Yamauchi T., Watanabe E., Okada A. Effect of concurrent aerobic and resistance circuit exercise training on fitness in older adults. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 93: 173-182(2004)
- 4) Porcari J.P., Hendrikson T.L., Walter P.R., Terry L., Walsko G., The physiological responses to walking with and without Power Poles on treadmill exercise. *Res. Q. Exerc. Sport.*, 68(2): 161-166(1997)
- 5) Church S.C., Earnest C.P., Morss G.M., Field testing of physiological responses associated with Nordic Walking. *Res. Q. Exerc. Sport.*, 73(3): 296-300(2002)
- 6) Schiffer T., Knicker A., Hoffman U., Harwig B., Hollmann W., Struder H.K., Physiological responses to Nordic walking, walking and jogging. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 98: 56-61(2006)
- 7) Karvonen M., Kentala K., Mustala O., The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann. Med. Exp. Biol. Fenn.*, 35: 307-315(1957)
- 8) Rikli R.E., Jones C.J., Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J. Aging Phys. Act.*, 7: 129-161(1999)
- 9) 竹島伸生, ロジャース・マイケル(編書). 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, pp19-39 東京(2006)
- 10) Borg G.A., Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 14: 377-381(1982)
- 11) 下堂蘭恵, 田中信行. 関節可動域測定 -徒手筋力検査. J Clin Rehabil 別冊, リハビリテーションにおける評価 Ver.2, 医歯薬出版, pp57-71 東京

- (2000)
- 12) 日本リハビリテーション医学会評価基準委員会：関節可動域表示ならびに測定法. *リハ医学*, **32**: 208-217(1995)
 - 13) Islam M.M., Nasu E., Rogers M.E., Koizumi D., Rogers N.L., Takeshima N., Effects of combined sensory and muscular training on balance in older adults. *Prev. Med.*, **39**(6): 1148-1155(2004)
 - 14) Kocur P., Deskur-Smielecka E., Wilk M., Dylewicz P., Effects of Nordic Walking training on exercise capacity and fitness in men participating in early, short-term inpatient cardiac rehabilitation after an acute coronary syndrome- a controlled trial. *Clin. Rehabil.*, **23**: 995-1004(2009)
 - 15) Kleindienst F.I., Michel K.J., Schwarz J., Krabbe B., Comparison of kinematic and kinetic parameters between the locomotion patterns in Nordic walking, walking and running. *Sportverletz Sportschaden.*, **20**(1): 25-30(2006)
 - 16) Hansen L., Henriksen M., Larsen P., Alkjaer T., Nordic walking does not reduce the loading of the knee joint. *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, **18**(4): 436-441(2008)
 - 17) 竹田正樹. ノルディックウォーキングは本当に下肢関節への負荷を軽減させるのか? 第 65回日本体力医学会年次大会ワークショップイブニングセッション「健康づくりとしてのノルディックウォーキングの科学: 座長竹島伸生」, 千葉(2010)
 - 18) Takeshima N., Rogers N.L., Rogers M. E., Islam M. M., Koizumi D., Lee S., Functional fitness gain varies in older adults depending on exercise mode. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **39**(11): 2036-2043(2007)
 - 19) Shin Y., The effects of a walking exercise program on physical function and emotional state of elderly Korean women. *Public Health Nurs.*, **16**(2): 146-154(1999)
 - 20) Fatouros I.G., Taxidaris K., Tokmakidis S. P., Kalapotharakov V., Aggelousis N., Athansopoulos S., Zeiris I., Katrabasas I., The effects of strength training, cardiovascular training and their combination of flexibility of inactive older adults. *Int. J. Sports Med.*, **23**: 112-119(2002)
 - 21) Fatouros I.G., Kambas A., Katrabasas I., Leontsini D., Chatzinikolaou A., Jamurtas A.Z., Douroudos I., Aggelousis N., Taxildaris K., Resistance training and detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. *J. Strength Cond. Res.*, **20**(3): 634-642(2006)
 - 22) Monteiro W.D., Simao R., Polito M.D., Santana C.A., Chaves R.B., Bezerra E., Fleck S. J., Influence of strength training on adults women's flexibility. *J. Strength Cond. Res.*, **22**(3): 672-677(2008)
 - 23) 福田修. ROM測定. 第1版, 三輪書店, pp2-6 東京(2006)
 - 24) Knight C.A., G.E., Caldwell. Muscular and metabolic costs of uphill backpacking: Are hiking poles beneficial? *Med. Sci. Sports Exerc.*, **32**(12): 2093-2101(2000)