

平成 26 年度

順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科 修士論文

ディフェンシブスタイルによるノルディックウォークが
高齢者の体力に与える効果

氏 名 木崎 健太

論文指導教員 青木 和浩 准教授

合格年月日 平成 27 年 2 月 23 日

論文審査員 主査 須井佐和子

副査 田田 修一

副査 青木 和浩

目次

第1章 緒言	3
第2章 関連文献の考証	5
第1節 高齢者の体力の低下	6
1)筋力	6
2)バランス能力	6
3)歩行能力	7
第2節 ノルディックウォークの生理学的特徴	7
第3節 ノルディックウォークの運動学的特徴	8
第4節 高齢者におけるノルディックウォークのトレーニング効果	9
第3章 目的	11
第4章 方法	12
第1節 被験者	12
第2節 研究プロトコル	12
1)トレーニング内容	13
2)ディフェンシブスタイルによる歩行方法	13
3)アグレッシブスタイルによる歩行方法	13
4)運動強度の記録(身体活動測定)	14
第4節 実験期間	14
実験期間	14
第5節 測定項目および測定方法	14
1)形態計測	14
2)筋力	15
3)バランス能力	15
4)全身持久力	16
5)歩行能力	16
7)心理機能	17
第6節 統計処理	18
第5章 結果	19

第1節	3群間における介入前の身体特性と体力測定と比較	19
第2節	DS群・AS群における介入前のDS・ASでの歩行能力の比較.....	19
第3節	群内の介入前後の比較	19
第4節	DS群・AS群における介入効果の比較.....	20
第6章	考察	21
第1節	群内の介入前後の比較から	21
第2節	DS群、AS群の介入効果の比較から	26
第7章	結論	29
第8章	要約	30
謝辞	31
引用文献一覧	32
Abstract	38
図表一覧	39

第1章 緒言

高齢者の健康づくりは、今日の重要な課題である。我が国の高齢化は世界に前例のない速さで進み、2013年に日本の65歳以上の高齢化率は25.1%(3,190万人)となり、総人口の4人に1人以上が高齢者となった⁴⁰⁾。このような現状において、高齢者が長生きするだけでなく、質の高い生活を送ることが必要となっている。また、健康日本21(第二次)においても、健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間である健康寿命の延伸が提唱されている¹⁸⁾。

高齢期には、一般的に加齢に伴う生理機能の減退による身体活動機能が低下し、運動不足状態となることで心身に大きな影響を及ぼしているが³⁷⁾⁴³⁾、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。そして、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³⁶⁾。

そこで、健康づくりのためのウォーキングの1つのスタイルとして、両手にポールを持ち、歩行するノルディックウォークが注目されている。ノルディックウォークには大きく分けて、2つの歩行スタイルがある。一方は、ポールを斜め後方に強く突き、上半身を積極的に活用する歩行スタイルであるアグレッシブスタイル (Aggressive Style 以下AS)、もう一方は、ポールを前方に突くことで、安全なウォーキングを実践するための歩行スタイルであるディフェンシブスタイル (Defensive Style 以下DS) である⁶⁸⁾。

ASは1997年に概要が確立され、現在健康づくり運動として世界中に広まっているウォーキングスタイルである。ASはポールを後方に押し出しながら突くことで推進力を得ることが可能となり、通常のウォーキングと比べた際の歩幅や酸素摂取量、心拍数が増加するという点でウォーキングよりも効果的な健康づくり運動であることが多数報告されている³⁾³⁹⁾⁵³⁾⁶⁴⁾。過去の介入研究においても、12週間のASを用いたノルディックウォークにより、高齢者の全身持久力に加えて上肢・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た報告がなされている⁵¹⁾。又、歩行時にポールを用いることで下肢への負荷が軽減されるという報告がされていたが、近年ASは下肢にかかる負荷が増大するという報告²⁷⁾⁵⁸⁾や、運動強度が通常のウォーキングよりも大きくなるため、体力が低下している高齢者や疾患を持った者には不向きであるという懸念もさ

れており、いまだ一致した見解が得られていないのが現状である。

一方 DS は、2007 年に提唱されたウォーキングスタイルであり、高齢者や歩行に障害のあるものに対しても施行できるように工夫された有効な歩行スタイルであることが報告されている⁵⁰⁾²⁰⁾。ポールを身体より前に突くことで、両側のポールが地面に突く位置と両側の足底により囲まれる体重支持面が広くなり⁴⁷⁾、結果的に AS よりも広い体重支持面で体を支持する効果が働き、高齢者でも安全に実施できることから、高齢者の健康づくり運動に推奨されるウォーキングスタイルとされている。

しかし、高齢者を対象としたノルディックウォークの運動効果を検討した研究は、多くが AS の歩行スタイルによるものであり、DS における運動効果などの介入研究はいまだ十分に行われていない。また、ポールを突く位置により、筋電仕事量に違いがあることが報告されている³²⁾。このことから、ポールを前方に突き歩行する DS によるノルディックウォークにおいては AS と異なる運動効果が表れることが予測されるが、どちらの歩行スタイルを用いて歩行するかによって、どのような効果が得られるかについては混在して評価されているのが現状である。

以上の事から、DS によるノルディックウォークが、高齢者の体力に与える効果を明らかにすることは、今後の高齢者の健康づくり運動の指導に有効であると考えられる。

第2章 関連文献の考証

我が国における平均寿命は2013年において、男性80.21歳、女性86.61歳となり、男女とも世界で高い平均寿命を示している¹⁶⁾。そして2013年には65歳以上の高齢化率は25.1%(3,190万人)となり、総人口の4人に1人以上が高齢者となった⁴⁰⁾。

このような我が国の高齢化に対処するために厚生労働省は¹⁸⁾、平成12年度より展開されてきた「健康日本21」の到達点と課題点に基づいて、国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針の全部を改訂し、平成25年4月1日から健康寿命の延伸等を提唱した「健康日本21(第2次)」を適用した。そして、今後も増加していくことが予想される高齢者が健康寿命を延ばし、何歳までも自立した生活を続けるためには、総合的な身体能力を維持することが求められている。より健康で自立した高齢者の活動が社会的に期待されているため、普段の生活の中に運動を取り入れることが高齢者の健康の維持、増進につながると考えられる。

一方で、高齢者の健康寿命を阻害する要因の一つに転倒・骨折が挙げられる。転倒・骨折は要介護の主な原因の上位にあげられており¹⁷⁾、転倒予防についても高齢者が自立した生活を続けるために非常に重要である⁸⁾。つまり、転倒や骨折を防ぐことが健康寿命の延伸のための1つの課題であるといえる。転倒に関する因子は多数報告されているが、加齢によって生じる筋力とバランス能力の低下の程度が他の体力要素より大きく、転倒のリスクが増加するという報告がされている^{31) 63)}。そして、高齢者の筋力、バランス能力は歩行能力にも深く関係することが多数報告されている¹²⁾²⁶⁾⁴⁵⁾。

以上から、加齢変化及び高齢者の筋力、バランス能力、歩行能力、そして、高齢者に対する健康づくり運動として有益だと思われるノルディックウォークの特徴について着目し、文献考証を進めることとした。また、ノルディックウォークは、ノルディックウォーキング、ストックウォーキング、ポールウォーキング等の別称があるが、ここではすべて同意語として考証することとする。

第1節 高齢者の体力の低下

1)筋力

全身の筋量の加齢による変化については、いくつかの手法により、上下肢それぞれの筋量についての検討がなされている。そして、筋量の低下に伴い、高齢者では筋力が低下する⁴⁶⁾。高齢者では若者と比較して、筋力は約20%~40%減少し、90歳以降では50%以上低下するとDohertyは報告している⁵⁾。また、筋力は、30代までは増加するが、その後50代になるとその値は減少するとLarssonら²⁸⁾は報告している。このように、筋力は加齢に伴い低下することが示唆されている。

また、筋力の低下は体の部位によって異なり、上肢よりも下肢の筋力の低下度に関する報告がされている⁶⁷⁾。中谷ら⁴⁴⁾は、20~90歳までの健康な男女1469名に下肢筋力を簡便に評価する30秒間椅子立ち上がりテストを実施し、加齢に伴い、50歳以降に低下度が大きくなり、70歳以降では、若年者の40%~50%にまで低下し、下肢筋力や大腿部の加齢変化と同じ傾向であることを報告している。

以上から、今後さらに高齢者が増加していくことが予想される我が国において、自立した生活を送るために必要な筋力、特に下肢筋力の維持、向上させることの重要性が示唆される。

2)バランス能力

高齢者は加齢に伴い、脳幹と小脳の細胞の減少、関節、眼筋の固有受容体機能の低下、下肢筋力の低下など因子が影響し、その結果、バランス能力の低下を引き起こすことが示されている¹²⁾⁹⁾。そして、各体力要素の中でも平衡機能(バランス能力)の低下は著しいことが報告されている。中ら⁴³⁾は65歳~89歳の高齢者433名に体格・体力・性差の加齢に伴う変化について、高齢者における平衡性は、筋力と同様に、体力要素の中でも低下が大きいことを報告した。宮原ら³⁹⁾は、17歳~92歳の地域在住住民687名を対象とし、バランス能力は、他の体力要素より加齢の影響を受けていると述べている。

バランス能力には、支持基底面の保持能力である静的バランス機能と、支持基底面が移動した状態(外的刺激を与えたとき)における保持能力である動的バランス能力が存在する¹¹⁾。静的バランス能力は男女ともに、20代から50歳代までは顕著な差がなく、それ以上の年齢で有意に低下することが報告されている⁶³⁾。また動的バランス能力に

についても、高齢者では外乱刺激に対する応答潜時や応答筋力が弱く、動的バランス機能が低下するという報告がされている¹³⁾。

以上から、バランス能力の維持、向上は筋力と同様に、健康寿命の延伸において重要な要素であると考えられる。

3)歩行能力

歩行能力は上記で述べた筋力・バランス能力と密接に関係している事が多数報告されている。¹⁰⁾¹²⁾⁵⁴⁾⁵⁶⁾。筋力と歩行能力について、歩行速度は、60歳を超えたあたりから急速に低下し、これは加齢に伴う筋力の低下とも一致する。そして、高齢期の歩行能力は筋力強化が重要だとの報告がなされている²⁴⁾。バランス能力と歩行能力について、後藤ら⁶⁾は、60歳以上の地域在住高齢者126名を対象とし、バランス能力と歩行能力は加齢による影響を受けやすいことを報告した。坂田⁴⁹⁾は、地域高齢者714名を対象とした歩行能力に関する横断的・縦断的分析で、高齢者の歩行形態に影響を及ぼす体力因子として、開眼片脚起立時間、下肢筋力、10m障害物歩行、6分間歩行、重心動揺が上げられ、高齢者における歩行には、筋力とバランス能力の維持の重要性を報告している。また、動的バランス機能、静的バランス機能共に歩行能力と関係があり、高齢者の歩行能力はバランス機能に影響されることが示唆されている¹³⁾。

以上から、筋力、バランス能力、歩行能力等、加齢によって様々な機能が衰退し、運動不足がさらに体力要素が低下する要因となることが考えられ、結果的に自立した生活を送ることが困難となることが考えられる。そのため、厚生労働省では、高齢者の健康寿命の延伸のために運動を取り入れることを進めている¹⁸⁾。そして、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されている³⁶⁾。ウォーキングは、高齢者が健康づくり運動として最も実践しているもので、身近で取り組みやすい運動である。そこで、歩行運動の1つであるノルディックウォークに関する考証を進める。

第2節 ノルディックウォークの生理学的特徴

ノルディックウォークは、通常のウォーキングと比較した際に、主観的な運動強度が高まることなく酸素摂取量や心拍数が増加する報告が多くされている³⁾³⁹⁾⁵³⁾⁶⁴⁾。

ノルディックウォークのエネルギー消費量を調べた研究においてPorcariら⁴⁸⁾は、ト

レッドミル上でノルディックウォーキングと通常のウォーキングを比較し、酸素摂取量、消費カロリー、心拍数の全ての測定項目で通常のウォーキングよりも高い測定値を示したことを報告し、田中ら⁵⁸⁾も、トレッドミル上でのノルディックウォーク中の酸素摂取量が通常のウォーキングと比較した際に、9-13%高いことを報告している。また、ウォーキングコース等のフィールド条件下での研究においても、RPEには変化が見られないまま、酸素摂取量や消費カロリー、心拍数は通常のウォーキングに比べ増大するという報告がされている⁵⁹⁾。富田ら⁶⁰⁾は、ウォーキングコースを用いて心拍数、酸素摂取量、RPE、歩行速度についてストックを使用することによる影響を検討したところ、先行研究同様、心拍数、酸素摂取量が有意に増加したが、RPEでは有意差が見られなかったと報告している。又、これらの報告はすべてASによるノルディックウォークである。DSによるノルディックウォークは普及から間もないこともあり、研究は現在のところASに比べて少ないのが現状である。しかし近年、DSはWと比較した際に心拍数、エネルギー消費量が増加する⁶⁰⁾との報告がされたことから、DSでもASと同様の効果が得られることが示唆されている。

以上のような先行研究をまとめると、ノルディックウォーク専用のポールを有効に使用することで、通常のウォーキングと比較した際、RPEが上がることなく、酸素摂取量や心拍数、消費カロリーが増加すると言える。ランニングのような高い主観的な強度になることなく、通常のウォーキングと同様に運動することができることは、高齢者の健康づくり運動として推奨されるものであると考えられる。しかし一方で、主観的な運動強度が高まることなく生体にかかる負担は高くなるということは、言い換えれば、自身の感覚以上に身体を使用しているということなるため、高齢者等の指導に導入する際の注意点といえる。

第3節 ノルディックウォークの運動学的特徴

ノルディックウォークは、歩行時に専用ポールを用いることで、ポールを突くことによる推進力を得ることが可能となる。さらに、ポールで地面を押す際に、腹筋や背筋等の体幹の筋群や、上腕二頭筋および上腕三頭筋等の上肢の筋群を動員することができる⁵⁸⁾。また、ノルディックウォークは、ポールを突くことにより着地の際に衝撃が分散し、通常のウォーキングと比べ下肢への負荷が減少するという報告⁴¹⁾がある。その一方で、下肢にかかる負荷が増大するという報告²⁷⁾⁵⁸⁾も存在し、未だ一致した見解は得られてい

ない。これらの報告に対し富岡は⁵⁹⁾、ポールを使った歩行の運動学的特徴を、大きく分けて二つの視点から述べている。一つ目は肘を曲げストック(ポールと同意語)を比較的前方(前足の踵のあたりかそれより前方)に突く方法、二つ目は肘をあまり曲げずにストックを比較的后方(両足の間中間点あたり)に突く方法である。前者では、前足の着地時にかかる体重をストックに分散させることが可能となるが、後ろ脚による前方への推進力はストックにより制御される。そして後者では、身体の前後の中心点より後方にまでストックの先端を押していくことにより、推進力を生み出すことが可能となる。その結果、通常のウォーキングに比べ歩幅は広がり、下肢への重力負荷も増大するということである。

富岡が述べた比較的前方にポールを突く方法は本研究でいう DS で、比較的后方に突く方法は AS とみなすことができる。これらのことから、下肢にかかる負荷については、ポールを突く位置や歩行速度など多量の要因が関与していることが考えられる。

第4節 高齢者におけるノルディックウォークのトレーニング効果

高齢者におけるノルディックウォークの効果のうち、健康増進のための長期的なトレーニングとしての有効性についても報告がされている。

仙石ら⁵⁹⁾は、健康であるが過去に特別な運動習慣を持たない60歳以上の高齢者34名に対して、3日/週の頻度で12週間のノルディックウォークによる運動指導を試みた結果、非運動群と比較して全身持久力に加えて上肢・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たと報告した。そして健常者だけではなく、各種疾患患者に対する介入研究も、運動療法の観点から行われている。生活習慣病を対象としたノルディックウォークにおいても、3か月間のノルディックウォークの実施により、身体組成や筋持久力等の体力要素に効果があることが報告されている⁵²⁾。高齢者や各種疾患患者をはじめ、運動不足が引き起こす様々な影響を改善するための運動方法としてノルディックウォークは効果が期待できるものと思われる。さらにノルディックウォークは、ポールを突くことにより4点で体を支持する形となるため、安全に実施できるウォーキングスタイルであることから²⁵⁾³⁵⁾、高齢者の健康目的の運動として有効であることが考えられる。

しかしながら、長期的なトレーニングについてのノルディックウォークのトレーニング効果に関する報告は他の報告に比べ少ないのが現状である。また、これらの報告は全

てポールを後方に突きながら歩行する AS によるノルディックウォークである。松谷ら³²⁾は、ポールの突く位置により、筋電仕事量に違いがあることを報告しているため、ポールを前方に突き歩行する DS によるノルディックウォークに対してもこの報告があてはまるかは不明である。

以上から、本研究では DS によるノルディックウォークが高齢者の体力に与える効果について着目し、研究を進めることとした。

第3章 目的

本研究の目的は、週3回12週間の継続的なディフェンシブスタイルによるノルディックウォークが高齢者の体力に与える効果を明らかにすることを目的とする。

第4章 方法

第1節 被験者

被験者は、ノルディックウォーク普及事業 W が主催する 3 つの地域での定期講習会に月に 1 回程度参加している健康な高齢者とした。チラシの配布や講習会での説明によって募集を行い、28 名の参加となった。被験者には健康における運動の意義及び本研究の目的や測定方法、トレーニングの概略を文書及び口頭で説明し、本研究への参加を依頼した後同意書に署名してもらった。同意を得た被験者に対して、実験前までの講習会で使用していたポールの種類ごとに DS 群、AS 群に分類し、被験者の意思により CT 群に分類した。また、個人の自由意思による参加を尊重し、途中で研究から離脱する権利も有することを伝え、本人の意思で本実験に参加した。最終的にすべての実験を終えたのは DS 群 8 名、AS 群 8 名、CT 群 4 名の計 20 名だった。各群の平均の年齢、身長、体重は表 1 に示した。

なお、本研究は順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科研究等倫理委員会の承認を得た。

第2節 研究プロトコル

DS 群、AS 群、CT 群の 3 群に対して Pre 測定を実施した。12 週間の介入期間を設けて DS 群、AS 群に対してノルディックウォークでの歩行運動を実施した。介入期間の 12 週間は、DS 群、AS 群に対して 1 回 30 分程度のノルディックウォークを週 3 回行い、CT 群は月に 1 回程度開催されるノルディックウォークの講習会の他は普段の日常生活を過ごすことを指示した。介入期間である 12 週間の終了後、Post 測定を実施し、得られたデータを分析した。なお、研究プロトコルを図 1 に示した。

第3節 介入方法

実験を始める前に、身体活動のリスクに関するスクリーニングシートにて、運動介入に影響を与える可能性がないことを確認した。また、被験者の緊急連絡先を控え、各講習会場所から最寄りの病院を確認するとともに、運動介入前には、全日本ノルディック・ウォーク連盟公認指導員の資格を有し、医師免許を取得している者に運動介入前後の注意点を指導してもらった上で実験に臨んだ。運動介入日においては、全日本ノルデ

ニック・ウォーク連盟公認指導員である研究者本人だけでなく、ノルディックウォーク普及事業 W の代表でもあり、全日本ノルディック・ウォーク連盟のインストラクターにも帯同して頂き、ノルディックウォークの安全面、技術面の指導を十分にしてもらうことで、障害の防止に努めた。トレーニングは 2 週間に 1 回は運動介入日として監視下で行い、その他の日は非運動介入日とし、非監視下でトレーニングを行った。非監視下でトレーニングを実施したか否かを確認するために被験者には歩行記録表を配布し、トレーニング日時、トレーニング時間、Borg が開発した RPE スケールの改変を用いて主観的運動強度を測定した。また、身体活動の指標として、多メモリ加速度計測装置付歩数計(ライフコーダ GS, スズケン医療機社製)を用いた。

1) トレーニング内容

被験者には、1 回 30 分程度の DS、AS のノルディックウォークを週 3 回、12 週間行うように指示した。トレーニングの介入日には DS、AS 共に全日本ノルディック・ウォーク連盟が示している歩行方法⁶⁸⁾を指導し、トレーニングを行った。介入日のトレーニングは各実施場所の公園内のウォーキングコースを 30 分歩行させ、全被験者に歩行方法を指導しながら DS、AS によるノルディックウォークを実施した。

2) ディフェンシブスタイルによる歩行方法

ディフェンシブスタイルは、ポールを前方に突き歩行するウォーキングスタイルである。本実験においても、本研究においても被験者には、直立した姿勢をとること、体幹より前方通常前足同等の位置にポールを垂直について歩行することを意識させた。また、ポールの長さについては肘が直角(90 度)に屈曲することを目安に調節した。

3) アグレッシブスタイルによる歩行方法

アグレッシブスタイルは、ポールを斜め後方に強く突きながら歩行するウォーキングスタイルである。本研究においても被験者には、ポールの先端足部の後方に突くこと、上肢を後方に振るタイミングでポールを後方に押しながら歩行することを意識させた。また、ポールの長さについては、DS と同様に肘を直角(90 度)に屈折することを目安に調節した。

4)運動強度の記録(身体活動測定)

非監視下でトレーニングを実施したか否かを確認するために被験者には歩行記録表を配布し、トレーニング日時、トレーニング時間、Borgが開発したRPEスケールを用いて主観的運動強度を測定した。RPEスケールでは毎回の運動強度を11(楽である)~13(ややきつい)の範囲内で行うように指示した。また、DS群、AS群には、多メモリ加速度計測装置付歩数計(ライフコーダGS,スズケン社製以下ライフコーダとする)を使用し、強度別の身体活動時間にて各群の運動強度を統一した。ライフコーダの強度測定は、4秒間毎の身体活動に伴う鉛直方向の加速度と傾度より0~9段階に分類され、2分毎に強度が記録されるシステムとなっている。本研究ではDS群、AS群に対してノルディックウォーク時のみライフコーダを右、または左腰部のいずれかに装着させた。ライフコーダに記録されたデータはライフコーダ通信オプション(スズケン社製)を用いてコンピュータに取り込み、強度別の身体活動時間を求めた。また、ライフコーダの強度別の身体活動時間では、先行研究⁶⁵⁾と同様にライフコーダの強度1~3を低強度(<3Mets)、強度4~6を中等強度(3~6Mets)、強度7~8を高強度(>6Mets)とした。ノルディックウォーク実施中の強度は中等強度(3~6Mets)に指定した。

第4節 実験期間

実験期間

- a) トレーニング実施期間：2014年4月28日から7月20日
- b) Pre測定実施日：2014年4月21日から5月1日
- c) Post測定実施日：2014年7月22日から7月25日

第5節 測定項目および測定方法

1)形態計測

身長は身長計(YG-200,ヤガミ社製)を用い測定した。被験者は背中、臀部、踵を機材に付け、頭部は耳眼水平となる角度にした状態で測定した。小数点第一位までを読み取り、測定値とした。体重及び体脂肪率はInBody430(Biospace社製)を用いて測定を行った。被験者は機材に乗り、年齢、身長、性別を機器に入力後、測定姿勢をとり測定を行った。どちらの値も小数第1位までを測定値とした。

2)筋力

上肢の筋力の指標として握力、下肢の筋力の指標として膝関節伸展筋力、膝関節屈曲筋力の等尺性筋力を測定した。握力はデジタル握力計(グリップ D,竹井機器工業社製)を用い測定した。被験者は、握力計の表示が外側になるように持ち、人差し指の第二関節が直角になるように握り幅を調節した。被験者は直立の姿勢で両足を左右に開き、腕を自然に下げ、握力計を身体や衣服に触れないようにして力いっぱい握り測定した。この際、握力計を振り回さないようにした。左右交互に2回ずつ実施し、左右各々の良い記録を平均し、キログラム未満は四捨五入した。等尺性筋力は筋力計ミュータス(μ Tas F-100,ANIMA 社製)を用い、膝関節伸展・屈曲の際の荷重を測定した。膝関節屈曲筋力は、ベッドに膝関節を90度にした状態で着座し、足関節後部にセンサーを当てベルトを前方の柱などに固定し、下腿部を手前に引きつけるように力を発揮して行った。膝関節伸展筋力は、椅子に膝関節を90度にした状態で着座し、足関節前部にセンサーを当て、ベルトをベッドの柱などに固定し下腿部を前方に蹴り出すように力を発揮して行った。いずれの測定も急激に力を発揮せず、徐々に力を発揮し、5秒間で最大力発揮ができるように指示した。左右を2回ずつ測定し、良い方の測定値を記録した。

3)バランス能力

バランス能力は、静的バランス能力の指標である開眼片足立ちと Functional reach、動的バランス能力の指標である Timed up and go の測定を行った。開眼片足立ちの測定はストップウォッチを用いて測定した。被験者は素足の状態でいき、両手を腰に当て、「片足を挙げて」の合図で片足立ちの姿勢をとらせ、片足立ちの継続時間(0~120秒)を計測した。2回実施し、良い方の測定値を記録したが、1回目の記録が120秒の場合には2回目は実施しないこととした。テスト終了の条件は、

- ・ 挙げた足が支持脚や床に触れた場合
- ・ 支持脚の位置がずれた場合
- ・ 腰に当てた両手、もしくは片手が腰から離れた場合

とした。

Functional reach の測定は、手のばし測定器(竹井機器工業社製)を用いて測定した。測定肢位は両足を肩幅程度に開いた立位とし、両肩90度屈曲位で被験者と壁が平行になるように、三脚の前方の脚とかかとのラインを合わせるように立ち、被験者は手を肩

の高さまで上げた姿勢から、上肢を最大限に前方に移動させたときの水平移動距離を測定した。測定時、体幹が前屈し過ぎないように注意し、足部がずれたり、動いたりしないよう指示した。2回測定し、最高値を記録した。

Timed up and go の測定は、ストップウォッチを用いて所要時間を測定した。被験者には、測定者の合図で椅子から立ち上がり、3m 先の目印を回って、再び椅子に座る時間を日常歩いている速さで歩く「普通歩行」と、できる限り速く歩く「最大歩行」の1回ずつ(計2回)行わせた。この際0m 地点は椅子の前脚とし、3m 地点はコーンの中心とし、被験者の身体の一部動き出すときから臀部が接地するまでの時間を測定した。記録は小数第1位までとした。

4)全身持久力

全身持久力の指標として6分間歩行の測定を行った。6分間歩行は、50mの折り返し直線路に、5m 毎に目印を置き測定を行った。被験者は十分な準備運動の後スタートラインに立たせ常にラインが左手になるように歩くよう指示した。スタートから1分毎に、その経過時間を伝え、6分目に終了の合図をした。記録は5m 単位とし、5m 未満は切り捨てた。

5)歩行能力

歩行能力は、脚筋力やまたぎ動作を含めた10m 障害物歩行と10m直線距離での歩行率、歩行速度、歩幅の測定、そして、歩行時体幹加速度の測定を行った。10m 障害物歩行は、等間隔に設置した6個の障害物(縦50cm、横10cm、高さ20cm)をまたぎながら、10m を歩く時間を計測した。床にビニールテープで10m の直線を引き、スタートからゴール地点まで2m 間隔に障害物を置き、測定を行った。被験者はスタートライン上の障害物の中央後方にできるだけ近づいて両足をそろえて立ち、スタートの合図によって歩き始めた。6個の障害物をまたぎ越し、10m(ゴール)地点の障害物をまたぎ越して、片足が接地するまでの所要時間をストップウォッチにて計測した。記録は小数第一位までとし、2回測定し、良い方を記録した。

10m 直線距離での歩行率、歩行速度、歩幅を評価するための条件は、先行研究に従って、日常歩いている速さで歩く「通常歩行」、およびできる限り速く歩く「最大歩行」の2条件²⁴⁾³⁸⁾とし、歩行の種類は、ノルディックウォーク用のポールを持たない「普

通歩行」とノルディックウォークでの「ノルディック歩行」の2種類とし、ノルディック歩行時には DS、AS それぞれの歩行スタイルを用いて歩行した。ノルディック歩行は DS 群、AS 群のみの計測とした。歩行距離は 10m とし、直線コースを用いて、被験者にはスタートラインに両足をそろえて立ち、験者の合図で自発的に歩行を開始しゴールラインを通過するように指示した。計測は、被験者の最初の踏み出し足のつま先がスタートラインを横切った時点から前方の脚の踵がゴールラインを通過するまでとした。なお、験者はラインの横に立って目視し、その間の所要時間(秒)をストップウォッチにて測定した。普通歩行での通常歩行および最大歩行、ノルディック歩行での通常歩行および最大歩行の順に、それぞれの所要時間をストップウォッチにて測定し、歩数を数えた。歩行パラメータの算出方法は測定した所要時間、歩数、距離(10m)より、歩行率(歩行率(step/min)=歩数(step)/所要時間(min))、歩行速度(歩行速度(m/min)=歩行距離(m)/所要時間(min))、歩幅(歩幅(m)=歩行距離(m)/歩数(step))である。

歩行中の体幹加速度は、無線型 3 軸加速度計(Bycen 社製, LegLOG)を用いて測定した。サンプリング周期は 5ms にて記録し、1024 ポイントの時系列データについて解析を行った。加速度計は側方成分(X 軸)、垂直成分(Y 軸)、前後成分(Z 軸)を有し、装着部位は、被験者の重心位置に近く、重心移動に近似する第 3 腰椎棘突起部付近に接するように装着した。被験者は加速・減速路を 2.5m ずつ含む 15m の直線歩行路を日常歩いている速さで歩く「普通歩行」と日常歩いている速さのノルディックウォークで歩行する「ノルディック歩行」で歩行し、中間 10m の歩行中の体幹加速度を測定した。加速度計より得られたデータから側方成分(X 軸)垂直成分(Y 軸)前後成分(Z 軸)の Root Mean Square(以下, RMS)を算出した。RMS は波形の振幅の程度を表し、動揺性の指標とされており、値が大きいほど身体の動揺が大きく、不安定な歩行であることが報告されている¹⁹⁾⁶²⁾。なお、RMS は歩行速度による影響を受け、速度の二乗倍に比例するとされているため、RMS は歩行速度の二乗値で除して調整した。

7)心理機能

心理機能については、二次元気分尺度(TDMS:Two-Dimensional Mood Scale : 以下 TDMS、アイエムエフ社製)を用いて介入前後の心理状態について測定を行った。評価は、それぞれについて、「全くそうではない(0)、少しはそう(1)、ややそう(2)、ある程度そう(3)、かなりそう(4)、非常にそう(5)」「非常にそう」の 6 件法での評価となる。

質問項目は先行研究⁶⁶⁾と同様に、「落ち着いた」「イライラした」「無気力な」「活気にあふれた」「リラックスした」「ピリピリした」「だらけた」「イキイキした」の8項目で構成され、「活性度」「安定度」「快適度」「覚醒度」の4因子で評価した。

第6節 統計処理

トレーニング前後に測定した各項目における値は、群ごとに平均±標準偏差 (Mean±SD) で表した。

群間における介入前の測定値の比較には、一元配置分散分析と対応のない t 検定を用いた。群内での介入前後の平均値の比較、ノルディック歩行時の歩行能力の比較には対応のある t 検定を用いた。群間における介入効果の相違は、群間(DS 群・AS 群)と時間経過(介入前・介入後)の影響について二元配置分散分析を用いて検討した。なお、統計処理の有意水準は、危険率 5%未満とした。

第5章 結果

本研究の被験者は、トレーニングを行った日を歩行記録表に記録し、運動介入日にその結果と口頭による質問を行い、各被験者の実施状況を2週間ごとに確認した。その結果、トレーニングの実施率は $91.20 \pm 15.88\%$ であった。またノルディックウォーク実施時のRPEは 11.85 ± 0.48 であり、トレーニング時に被験者は1回30分程度のノルディックウォークを行うことができていた。

第1節 3群間における介入前の身体特性と体力測定と比較

3群間における介入前の身体特性と体力測定と比較を表1.2.3に示した。

介入前の3群間の年齢(DS群 70.3 ± 6.5 歳、AS群 67.9 ± 4.8 歳、CT群 64.8 ± 8.8 歳)、身長(DS群 155.3 ± 6.9 cm、AS群 155.9 ± 6.3 cm、CT群 152.5 ± 4.3 cm)、体重(DS群 54.6 ± 6.0 kg、AS群 52.9 ± 8.2 kg、CT群 56.1 ± 10.2 kg)には統計的に有意差が認められなかった。筋力、静的バランス能力、動的バランス能力、全身持久力、歩行能力、心理機能において、全ての測定項目で有意差が認められなかった。

第2節 DS群・AS群における介入前のDS・ASでの歩行能力の比較

DS、ASによるノルディックウォークの歩行スタイルにおける介入前の歩行能力の比較を表4に示した。DS群とAS群において歩行率、歩行速度、歩幅、最大努力時での歩行率、歩行速度、歩幅には統計的に有意差が認められなかった。歩行中の体幹加速度についても、全ての項目において有意差は認められなかった。

第3節 群内の介入前後の比較

群内の介入前後の比較の結果を表5.6.7.8.9に示した

動的バランス能力において、普通歩行でのTimed up and goはDS群($p < 0.05$)、AS群($p < 0.05$)で有意に改善し、CT群では有意差は見られなかった。最大歩行でのTimed up and goで、DS群($p < 0.05$)、AS群($p < 0.05$)、CT群($p < 0.05$)で有意に改善した。

全身持久力の指標として測定した6分間歩行は、DS群($p < 0.05$)で有意な改善を示した。AS群、CT群では有意差は見られなかった。

歩行能力の指標として測定した障害物歩行は、AS群($p < 0.05$)で有意な改善を示した。

DS 群、CT 群では有意差は見られなかった。10m 直線距離の通常歩行では、普通歩行時における 10m 歩行速度、歩幅は、AS 群($p<0.05$)が有意に改善した。DS 群、CT 群では有意差が見られなかった。最大歩行時における 10m 歩行速度は AS 群($p<0.05$)が有意に改善した。DS 群、CT 群では有意差が見られなかった。その他の項目では、普通歩行時における 10m 歩行能力で有意差は見られなかった。ノルディック歩行における通常歩行下での 10m 歩行速度、歩幅は、AS 群($p<0.05$)が有意に改善した。DS 群、CT 群では有意差が見られなかった。ノルディック歩行における最大歩行時においては、歩幅が AS 群($p<0.05$)で有意に改善した。DS 群、CT 群では有意差が見られなかった。その他の筋力、静的バランス能力、体幹加速度、心理機能の項目については DS 群、AS 群、CT 群で有意差は見られなかった。

また、DS 群・AS 群の両スタイルで有意差がみられた Timed up and go については改善率を算出し、両スタイルの改善率の程度を相対的に評価した。改善率は図 2、3 に示した。

第 4 節 DS 群・AS 群における介入効果の比較

介入前後の各測定項目における群間(DS 群・AS 群)と時間経過の影響について、二元配置分散分析を行った結果を図 4.5.6.7.8.9.10.11.12 に示した。動的バランス能力において、Timed up and go は普通歩行、最大歩行ともに時間要因による有意な主効果が認められた($F=23.420$, $p<0.001$)($F=73.111$, $p<0.001$)。全身持久力において、6 分間歩行で時間要因による有意な主効果が認められた($F=8.054$, $p<0.05$)。歩行能力において、10m 障害物歩行で時間要因による有意な主効果が認められた($F=8.168$, $p<0.05$)。歩行中の体幹加速度において、通常歩行時の垂直成分(Y 軸)で群要因による有意な主効果が認められた。10m の直線距離での普通歩行では通常歩行時の歩幅($F=15.924$, $p<0.01$)と最大歩行時の歩行速度($F=6.794$, $p<0.05$)に有意な交互作用が認められた。ノルディック歩行における通常歩行での 10m 歩行速度、歩幅で有意な交互作用が認められた。その他の項目については主効果、交互作用とも認められなかった。

第6章 考察

本研究では、高齢者の体力の向上を目指し、ディフェンシブスタイルによるノルディックウォークが体力要素に与える効果に視点を当てて検討した。

第1節 群内の介入前後の比較から

動的バランス能力の指標となっている Timed up and go(以下 TUG)は DS 群、AS 群共に通常歩行、最大歩行の数値が有意に改善した。TUG は、支持基底面が移動した状態における保持能力である動的バランス能力の指標であり歩行を含んだ評価方法である¹³⁾。そして高齢者の動的バランス能力は若年者に比べて劣り、転倒との関連が指摘されている¹³⁾。高齢者にとっての転倒は介護が必要となった主な原因でも上位にあげられていることから、動的バランス能力を改善させることは、高齢者の健康づくりのための重要な要素の一つであることが伺える。

これまで高齢者を対象としたウォーキングによる運動介入では、バランス能力は改善せず、ウォーキングの他にバランス能力向上のためのトレーニング等を追加することが必要であるとの報告がされている²⁾。また、村田ら³⁸⁾は、本研究と同様に、高齢者を対象に週3回1回30分程度のウォーキングを12週間行った結果、身体機能に明らかな介入効果は認められなかったことを報告していることから、通常のウォーキングのみの運動介入では、バランス能力等の身体機能は改善しないことが示唆されている。

一方で、ノルディックウォークによる運動介入を行った報告で仙石ら⁵¹⁾は、本研究と同様に週3回1回30分の頻度でASによるノルディックウォーキング(ノルディックウォークと同義語)を12週間行った結果、動的バランス能力であるUG(TUGと同義)の数値が改善したと報告した。その他にも、3か月間のASでのノルディックウォークによる運動介入を行った結果、TUGやUGの動的バランス能力が改善するとの報告がされている¹⁵⁾⁵⁷⁾。これは主にポールを使って地面を押し出すことにより、通常の歩行に比べ推進力を得るために腰が前に押し出され、歩幅が大きくなることにより動的バランス能力の改善に繋がったと考える。このことから、本研究においてもAS群でTUGの数値が改善したことは、妥当な結果であることが伺える。

そして本研究では、AS群と同様にDS群においてもTUGの数値が有意に改善した。高齢者の動的バランス能力を評価した報告では、高齢者はつま先上がり時の順応性が悪く、後方へ転倒しやすいことが示唆されている¹³⁾。DSによるノルディックウォークは、

ポールを前方に突くことで歩行中のバランスを維持する際に、前方に突いたポールが身体の支えとなる効果が働き、結果として動的バランス能力の改善に繋がったと考える。また、これまでに高齢者を対象とした AS によるノルディックウォークでの TUG は 4.6%や 6%の改善率が示されたことを報告しているが¹⁵⁾⁵⁷⁾、本研究における TUG の改善率は通常歩行時において DS 群で $9.34\pm 6.12\%$ 、AS 群で $13.75\pm 10.22\%$ 、最大歩行時において DS 群で $12.99\pm 7.12\%$ 、AS 群で $16.64\pm 4.65\%$ と両群ともに先行研究での改善率より高い結果となり、DS 群に比べ AS 群のほうが高い改善率を示した。この先行研究との改善率の違いは、測定方法の異なりや、被験者の体力水準の差異が原因だと思われるが、本研究でおこなった DS によるノルディックウォークにおいても、AS に比べ、改善の程度は低い傾向を示したが、高齢者の動的バランス能力の改善には十分効果的であることが示唆された。

静的バランス能力の指標となっている functional reach(以下 FR)は、DS 群、AS 群共に変化は見られず、CT 群が有意に低下した。FR は支持基底面内における随意的に重心を変化させる外乱負荷応答とされている⁴⁾。出口ら⁴⁾は、支持基底面内における随意的に重心を変化させるエクササイズで FR の数値が改善したことを報告したが、同時に、支持基底面外に圧中心を変化させる随意移動バランスが必要である歩行能力や TUG には改善は見られなかったとも報告した。DS、AS によるノルディックウォークは共に歩行運動の一種であることから、支持基底面内での重心変化のトレーニングではなく、支持基底面外に圧中心を変化させる随意移動バランスのトレーニングであることが推察される。以上の事から、本研究では DS 群、AS 群共に静的バランス能力の指標である FR に改善は見られなかったと考える。

以上のことから、DS によるノルディックウォークは AS によるノルディックウォーク同様、バランス能力の中でも特に動的バランス能力の改善に効果的であることが示唆された。

全身持久力の指標である 6 分間歩行は DS 群で数値が有意に向上し、AS 群、CT 群では変化が見られなかった。6 分間歩行は、信頼性と妥当性が確認された運動耐容性の指標であることが報告されており²³⁾、また、心肺機能、筋力、バランス能力、動作の巧緻性等の多くの運動機能と関わる総合的な体力指標であることが報告されている⁴⁾。本研究では DS 群にのみ 6 分間歩行の有意な向上が認められたが、AS 群に対しても同様の傾向がみられた。これまでの先行研究においても、AS によるノルディックウォー

クにより、6分間歩行等の全身持久力が向上することが報告されている^{15)51) 57)}。また、長期にわたりよく歩いている高齢者は、そうでない人に比べて高い全身持久力を有していることが明らかとなっている²⁾。このことから、ノルディックウォークを手段とした運動介入により、6分間歩行の数値の改善が認められたことは、ウォーキングという観点から見て直接的な効果であり、妥当な結果といえる。

以上の事から、DSはAS同様、高齢者の全身持久力の改善に効果的であることが示唆された。また、本研究でAS群に有意差がみられなかった理由として、Pre測定時の数値が $569.38 \pm 14.99\text{m}$ とDS群の $546.88 \pm 21.70\text{m}$ に比べ高かったことがあげられる。そのため、Pre測定時にすでに高い値を示していたことが影響し、12週間のトレーニング期間では効果が表れなかったと考える。

脚筋力やまたぎ動作を含めた歩行能力の指標である10m障害物歩行は、歩きながら「障害物を跨ぐ」という課題を行うことから、応用歩行のなかでも特にバランス能力を重要視した評価法である。10m障害物歩行は、AS群で数値が有意に改善し、DS群、CT群に変化は見られなかった。渡辺ら⁶¹⁾は、10m障害物歩行について、障害物に接近することで、障害物の高さや形状、障害物までの距離の判断等を視覚的に認知し、正確に足の運びを調節しながらまたぎ動作を行う必要があると述べている。先行研究において、歩行や移動能力が自立するには、膝伸展筋力や等尺性膝伸展が高い者ほど歩行能力が高いことが報告されている⁵⁴⁾⁵⁶⁾。本研究においては、介入前後の筋力値に変化は見られなかったが、先行研究において、ノルディックウォークの実施により、56%の下肢全体の筋力が増加したとする報告もされている⁴¹⁾。そのため、本研究においてもノルディックウォークにより、運動負荷量は低いですが下肢筋力に多少の負荷を与える事が出来たと推察することができる。DS群においては、改善傾向はみられたものの有意差はみられなかった。本研究でDS群に効果が表れなかった理由として、ポールを突く位置が関係していることが推察される。DSはポールを前に突くスタイルのため、ASに比べて下肢の衝撃をポールが吸収することが報告されており⁵⁹⁾、そのためASより下肢に負荷がかかりにくいことが影響し、AS群のような効果がみられなかったと推察される。

次に10m直線距離での歩行率、歩行速度、歩幅は、普通歩行時における通常歩行でAS群の歩行速度、歩幅がそれぞれ有意に改善し、最大努力時での普通歩行においてもAS群の歩行速度が有意に改善し、DS群、CT群に変化は見られなかった。ノルディックウォークは通常のウォーキングと比較した際に歩行速度や歩幅が増大することは、指

導書等からも明らかとなっている³⁴⁾。また、前川ら²⁹⁾も、ノルディックウォークと通常のウォーキングを比較した際に、歩幅が増大したと報告している。しかし、これらの報告は全て、ポールを後方に押し出しながら歩行するものであるため、ASによるノルディックウォークでの報告であることが推察される。本研究では、普通歩行においてもAS群の歩行速度、歩幅が増大したが、DS群で変化は見られなかった。このことはポールの使用方法にあることが考えられる。ASはポールを後方に押し出しながら歩行するスタイルのため、身体の前後の重心点より後方にまでストックの先端を押ししていくことにより、推進力を生み出すことが可能となる。その結果、通常の歩行に比べ歩幅は広がり、推進力を得るため歩行速度も向上したことが推察され、そのことが普通歩行時においても影響を与えたと考えることができる。しかしDSではポールを前方に突きながら歩行するため、ポールを押し出す動作がない。富岡⁵⁹⁾は、ポールを前方に突く方法は進行方向に対してスピードを抑える作用があり、歩行速度が速まる効果に相反する影響を与えると述べている。

以上のことから、ポールを前方に突き歩行するDSは、ポールを後方に押し出しながら歩行するASと比べ、歩行能力にはさほど影響しないことが示唆された。

筋力は、上肢筋力の指標である握力および下肢筋力の指標である膝伸展・屈曲の等尺性筋力について検討する。握力は、安全性を十分に考慮して作成されている高齢者の新体力テストに含まれており、安全かつ簡便な筋力の測定方法であるが、本研究においては、DS群、AS群で握力の変化は見られなかった。握力について、高齢者に対する筋力トレーニングに関する報告では、トレーニングによる握力の増加はみられず、減少したとの報告もされている²²⁾。これらは、加齢変化の影響により、握力が減少する結果となったと考えられるが、本研究においては減少することはなく、変化は見られなかった。DS、ASによるノルディックウォークは歩行中にポールを握るという動きが加わるため、これが加齢変化による握力の低下を抑制したことが考えられる。

下肢筋力の指標である膝関節伸展筋力、膝関節屈曲筋力についても、DS群、AS群で変化は見られなかった。これまでにも歩行運動が下肢筋力に与える効果についての検討がされてきたが、歩行運動のみでは筋力向上のために必要な運動負荷に達していないことが報告されている²³⁸⁾。しかし、ノルディックウォークによる先行研究において島崎ら⁵²⁾は、生活習慣病患者に対してノルディックウォークを実施し、全身筋肉率、腕筋肉率及び脚筋肉率が増加したと報告し、井上ら¹⁵⁾は、変形性膝関節症に対する運動

療法としてノルディックウォークを行わせた結果、膝関節伸展筋力が向上したと報告している。本研究において先行研究のような十分な効果が得られなかった要因として被験者の疾患の有無が上げられる。先行研究ではいずれも疾患を有するものを対象としていたが、本研究ではノルディックウォークの講習会にすでに参加し、歩行方法にもなれた健常者であった。このことから本研究の被験者は、ノルディックウォークによる運動負荷では、筋力向上のために必要な運動負荷が得られていなかったことが推察される。また、高齢者はトレーナビリティが低いいため効果がでるのが遅く、一定の効果を得るためには長時間を要するとの報告がされている¹⁴⁾。そのため、本研究で設定した、週3回12週間のトレーニングでは、被験者の筋力を向上させることができなかったと考えられる。

歩行時体幹加速度から算出したRMSは、波形の振幅の程度を表し、動揺性の指標とされている。先行研究において、高齢者や変形性股関節症患者はRMSが有意に大きい値を示すことが報告されている¹⁹⁾。山田ら⁶²⁾は、情動の変化によってRMSの値が変化するかを検討した結果、支持物なしでは支持物がある状態と比較してRMSの値が大きくなることを報告している。ノルディックウォークは通常のウォーキングに比べてポールを突くことから2足歩行から4点支持での歩行となり、安全に歩行できるだけでなく左右のバランスや姿勢の維持も期待できるとの報告がされている²⁵⁾²¹⁾。このことから、ノルディックウォークにより歩行時のRMSの値が減少することが予想されたが、本研究では普通歩行、ノルディック歩行共に、DS群、AS群、CT群で変化はみられなかった。重心動揺は、歩行器や杖等の歩行補助具を用いることや、場合によっては歩行器内にいる等の安心感のみでも、RMSの値が変化することが報告されている⁶²⁾。ノルディックウォークは2本のポールを用いて歩行することから、ポールが歩行補助具の役割を果たしたことが推察される。そのため、本研究の被験者はノルディックウォークでの歩行に慣れていたこともあり、転倒に対する不安感や恐怖心が介入前から薄れていた可能性が考えられる。その結果、重心動揺に変化はみられなかったことが推察される。今後は初心者等異なる被験者に対して、ノルディックウォークが歩行時の重心動揺に与える効果を明らかにすることが必要であると考えられる。

心理機能の評価に用いた2次元気分尺度は、DS群、AS群、CT群で介入前後に変化は見られなかった。ノルディックウォークを通して、自身の健康の自覚や日常生活の満足度が高まることによって、心理面にも効果が表れることが予想されたが、本研究では

効果は明らかにならなかった。しかし、先行研究において、ウォーキング介入を行った結果、心理機能が向上したとの報告も存在する²⁾³⁸⁾⁶⁶⁾。しかし、これらの研究でのウォーキングの強度は、無理なく快適に感じられる快適自己ペースで行うことを課題としており、快適自己ペースでのウォーキングの継続は、身体機能よりもむしろ心理的機能に対する効果を示している。本研究でのノルディックウォークは、高強度ではないが運動強度の設定を設けた。そのため被験者の快適なペースではなかった可能性が存在し、心理機能に効果が表れなかったことが要因だと考えられる。また、運動処方⁴²⁾の常識では、運動強度的に効果が期待できる運動でも、やる気や興味に関する心理的状態が向上しないと習慣化が薄れ、効果が望めないことが明らかとなっている⁴²⁾。このため、高齢者の健康増進のための運動処方についても、今後は体力の向上のみならず、心理面についての効果についても検討し、体力面と心理面を組み合わせた運動が必要であると考えられる。

本研究では CT 群で左足での膝関節屈曲筋力、最大歩行での TUG が有意に改善する結果となった。CT 群で効果が表れてしまった理由として、CT 群は被験者の離脱が多く、最終的な人数が 4 人と少数だったことで群内の体力数値のばらつきが大きかったことが上げられる。また CT 群は 12 週間の介入期間の間、普段の日常生活を指示したのみであり、運動制限をかけたわけではなかった。そのため普段から身体活動の頻度が高い被験者が多く、数値が改善してしまったこと等があげられると考える。

第 2 節 DS 群、AS 群の介入効果の比較から

次に、DS、AS の介入効果の比較から考察する。二元配置分散分析の結果、動的バランス能力の指標である timed up and go の通常歩行ならびに最大歩行、全身持久力の指標である 6 分間歩行、歩行能力の指標である 10m 障害物歩行については、介入前後において DS 群と AS 群の間に有意な群間差は認められなかったものの、両群において時間要因による有意な主効果が認められた(図 4.5.6.7)。このことから週 3 回 12 週間の DS、AS の両スタイルにおけるノルディックウォークは、高齢者の動的バランス能力、全身持久力の維持または向上に有用であることが示唆された。また、体幹加速度の項目では、普通歩行での垂直成分(Y 軸)にスタイル要因による有意な主効果が認められ、AS 群の値が大きかった(図 8)。垂直成分の値は脊髄や下肢の運動に影響を受けるものであることが報告されている³⁰⁾。本研究でも明らかとなっているように、AS 群は DS 群と

比較して、歩行能力が向上している。これはポールを押し出すことによる歩行速度や歩幅の増大が普通歩行時にも影響を与えたことが推察され、歩行能力の向上に伴い、AS群の歩行中の下肢の動きが大きくなったことが考えられる。このことから、垂直成分(Y軸)のRMSの値において、スタイル要因による有意な主効果が存在する要因としては、歩行中における下肢の動きがDS群に比べAS群が大きいことが考えられる。

一方、歩行能力の指標である普通歩行時における通常歩行での歩幅と最大歩行時での歩行速度、ノルディック歩行における通常歩行での歩行速度と歩幅については、有意な交互作用が認められ、AS群はDS群に比べて有意な歩幅と歩行速度の増大を示した(図 9.10.11.12)。これは、特にポールを使って地面後方を押し出しながら推進力を得て歩行するASと、ポールを前方に突くことで体重をポールに分散させながら歩行するDSの両者のポールの使用方法が歩行能力に対する効果の違いとなったことが推察され、DSによるノルディックウォークは、ASによるノルディックウォークと比べ、歩行能力にはさほど効果を示さないことが明らかとなった。しかし、歩行速度や歩幅の増大は同時に、下肢への負荷も増大する。ノルディックウォークの歩調と歩幅との関係を検討した研究において、快適な歩行よりも歩幅をやや短くした方が膝への負担が軽減することが報告されている⁵⁵⁾。そのため、体力が低下している高齢者や初心者には、歩行能力にはさほど影響を受けずに体力の向上が期待できるDSによるノルディックウォークを施行するなど、対象者によってノルディックウォークによる歩行スタイルを合わせていくことが必要であると考えられる。

一般的にノルディックウォークに関する研究は、歴史的な背景や普及面により、その多くがポールを後方へ突きながら歩行するASによるものであった。そのため、歩行方法やポールの突く位置に関わらず、ノルディックウォークは通常のウォーキングと比較した際の歩行速度や歩幅の増大が特徴の1つとして挙げられていた。本研究においても、ASによるノルディックウォークは歩行能力が向上する結果となった。しかし、歩行速度や歩幅の増大は同時に下肢への負荷が増大し、体力が低下している高齢者等には、注意が必要とされてきた。一方、DSは2007年に提唱されたウォーキングスタイルであり、高齢者や歩行に障害があるものに対しても施行できるように工夫された歩行スタイルとされている。しかしその歴史が浅いことや、DSを対象とした報告も少ないことが要因となり、どちらの歩行スタイルを用いて歩行するかによって、どのような効果が得られるかについては混在して評価されているのが現状であった。

本研究においてDSによるノルディックウォークは、動的バランス能力、全身持久力に明らかな効果が得られ、高齢者の健康づくり運動として効果的であることが明らかとなった。しかし、歩行能力の指標である歩幅や歩行速度に有意な交互作用が認められたことで、DS、ASによるノルディックウォークは、歩行能力に対する効果に違いがあることが明らかとなった。以上から、DS、ASのノルディックウォークは共に高齢者の健康づくり運動として有益であることが本研究により明らかとなったが、今後ノルディックウォークを実施するにあたり、対象者の体力や目的に合わせた歩行方法を施行していくことが必要であることが推察される。

第7章 結論

本研究は、地域在住の高齢者を対象として、DSによるノルディックウォークを3日/週、30分程度/日、12週間に亘る運動指導を試み、筋力、バランス能力、歩行能力を含めた体力要素を指標として介入効果を検証した。その結果、DSは動的バランス能力、全身持久力に効果が示されたほか、比較したASとは歩幅や歩行速度に効果の違いが示された。DSによるノルディックウォークは、従来のノルディックウォークの特徴である歩行速度や歩幅の増大とは異なる結果となった。以上のことから、DSによるノルディックウォークは高齢者の健康づくり運動として有益であることが明らかとなったが、DS、ASの効果の違いを理解し、対象者の体力や目的に合わせた歩行方法を施行していくことが必要であることが推察された。

第8章 要約

本研究の目的は、ディフェンシブスタイルによるノルディックウォークが、高齢者の筋力、バランス能力、歩行能力を含めた体力に与える効果を検討することを目的とした。

本研究の実験方法としては、被験者は3つの地域でノルディックウォークの講習会に参加している高齢者、ディフェンシブスタイル群(DS群)8名、アグレッシブスタイル群(AS群)8名、コントロール群(CT群)4名、計20名を対象とした。

トレーニング方法としては、DS群、AS群に対して1回30分程度のノルディックウォークによる歩行トレーニングを週3回の頻度で12週間行い、CT群は月に1回程度開催されるノルディックウォークの講習会の他は普段の日常生活を過ごすことを指示した。

測定項目は、体力要素として筋力、静的バランス能力、動的バランス能力、全身持久力、歩行能力、心理機能の測定を行った。

本研究の結果、12週間のトレーニング終了後、DS群は動的バランス能力の指標であるTimed up and goにおいて、通常歩行、最大歩行共に有意に改善し($p<0.05$)、全身持久力の指標である6分間歩行において有意に改善した($p<0.05$)。AS群は、動的バランス能力の指標であるTimed up and goにおいて、通常歩行、最大歩行共に有意に改善し($p<0.05$)、歩行能力の指標である10m障害物歩行において有意に改善した($p<0.05$)。また、10m直線距離の普通歩行時における歩行速度、歩幅と最大歩行時の歩行速度が有意に改善し($p<0.05$)、10m直線距離のノルディック歩行では、10m歩行速度、歩幅と最大歩行時の歩幅が有意に改善した($p<0.05$)。

DS群、AS群における介入効果の比較では、普通歩行時における通常歩行での歩幅($F=15.294$, $p<0.01$)と最大歩行時での歩行速度($F=6.794$, $p<0.05$)で有意な交互作用が認められ、AS群はDS群に比べて有意な歩幅と歩行速度の増大を示した。

以上の結果から、DSによるノルディックウォークは、動的バランス能力、全身持久力及びバランス能力を含めた歩行能力に効果が示され、高齢者の健康づくり運動として有益であることが明らかとなった。しかし、比較したASとは歩幅や歩行速度に効果の違いが示された。このことから、DS、ASの効果の違いを理解し、対象者の体力や目的に合わせた歩行方法を施行していくことが必要であることが推察された。

謝辞

本論文を作成するにあたり、終始親切丁寧な御指導、御校閲を賜りました青木和浩先生には心より感謝の意を表します。

河村剛光先生には実験、データ分析にあたり、終始貴重なご指導、御助言をいただきました。心より感謝の意を表します。

涌井佐和子先生、町田修一先生にはお忙しい中、拙論の審査をしていただきました。ここに深く感謝申し上げます。

WINS 代表である田村秀人氏(全日本ノルディックウォーク連盟)には、専門分野の視点から貴重なご助言をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。また実験の被験者としてご協力いただいた WINS の定期講習会の参加者の皆様には、トレーニング実験という長期間の実験に協力して頂きました。ここに感謝の意を表します。

最後に中丸信吾先生、体力トレーニング研究室の石橋哲也氏、和田純弥氏、東中友哉氏、山崎紀春氏、スポーツ医学研究室の柳沼志帆氏、運動生理学研究室の佐藤宏亮氏には測定の協力のみならず、公私にわたり多大な御助力をいただきました。心から感謝の意を表します。

引用文献一覧

- 1) 安藤守秀, 岡澤光芝, 森厚, 榊原博樹(2007). 呼吸障害による身体障害者 3 級の認定基準として妥当な指標は何か. 日呼吸会誌, 45(2), 135-145
- 2) 新井智之, 栗原慶太, 目黒智康, 渡辺学, 藤田博暁(2011). 地域在住高齢者におけるウォーキング実施率と運動機能との関連. 理学療法科学, 26(5), 655-659
- 3) Church, T.S., Earnest, C.P., Morss, G.M. (2002). Field Testing of Physiological Responses Associated With Nordic Walking. *Res Q Exerc Sports* 73(3). 296-300
- 4) 出口直樹, 岩本久生, 金澤浩, 白川泰山(2012). バランスツールはバランスエクササイズの効果に影響を及ぼすか. 理学療法学, 27(3), 303-307
- 5) Doherty T.J. (2003). Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*, 95(4), 1717-1727
- 6) 吳婷琦(2003). 高齢女性の歩行能力と基礎的体力要因との関連. 広島大学大学院教育研究科紀要, 2(52), 279-286
- 7) 後藤亮吉, 東桃子, 永井雄太, 吉田枝布, 後藤俊介, 舟橋宏樹, 中井智博, 三橋俊高(2012). 地域在住高齢者における身体機能の加齢変化と身体活動との関係. 愛知県理学療法学会誌, 24(2), 60-65
- 8) 檜皮貴子(2011). 高齢者の転倒予防運動に関する研究. 駿河台大学論叢, 42, 149-168
- 9) 平瀬達哉, 井口茂, 塩塚順, 中原和美, 松坂誠應(2008). 高齢者におけるバランス能力と下肢筋力との関連性について—性差・年齢・老年式活動能力指標別での検討—. 理学療法科学, 23(5), 641-646
- 10) 淵元隆文(2000). 高齢者のバランス能力を評価することの意義—バイオメカニクスの視点から—. 日本生理人類学会誌, 5(2), 25-30
- 11) 猪飼哲夫, 西将則, 辰濃尚, 武原格, 宮野佐年(2007). 転倒予防に向けて—高齢者・片麻痺患者のバランス機能と歩行能力の関係—. *Osteoporosis Japan*, 15(4), 726-731
- 12) 猪飼哲夫, 辰濃尚, 宮野佐年(2006). 歩行能力とバランス機能の関係. *リハビリテーション医学*, 43, 828-833
- 13) 猪飼哲夫, 上久保毅, 武原格, 西将則, 宮野佐年(2002). 中高年者の動的バランス機能評価. *リハビリテーション医学*, 39, 311-316

- 14) 池上春夫(1987). 高齢者の生理機能の特徴と運動上の注意事項. 体育の科学, 37, 648-652
- 15) 井上千春, 青木喜満(2013). 変形性股関節症に対する運動療法としてのノルディックウォーキングの効果. 日本臨床スポーツ医学会誌, 21(1), 11-16
- 16) 厚生労働省, 平成 25 年簡易生命表
- 17) 厚生労働省, 国民生活基礎調査
- 18) 厚生労働省, 21 世紀における国民健康づくり運動-健康日本 21(第 2 次)
- 19) 香川真二, 千田廉, 木村愛子, 前田真依子, 眞淵敏, 道免和久(2009). リサーチ図形を用いた歩行加速度データの可視化評価の開発と臨床的有用性. 理学療法学, 36(1), 18-23
- 20) 川内基弘, 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. ウォーキング研究, 14, 29-33
- 21) 川内基裕, 鈴木盛史, 佐藤和久, 櫻井一平, 吉田春奈(2012). 75 歳以上 Nordic Walk 外来の経験. ウォーキング研究, 16, 33-37
- 22) 菊池邦雄, 磨井祥夫, 笹原英夫, 柳川和優(1994). 健康増進教室のトレーニングが中年婦人の体力におよぼす影響—全身持久性・筋力を目的としたグループと柔軟性・功緻性を目的としたグループの比較—. 広島大学総合科学部紀要 5 4 VI理系編, 20, 175-184
- 23) 小西英樹(2008). 要介護高齢者に対する 6 分間歩行の臨床的有用性について. 中部整災誌, 51, 1099-1100
- 24) 甲田宗嗣, 岡崎大資, 鶴見隆正, 川村博文, 辻下守弘, 宮口英樹, 加藤知可子(2002). 地域在住の健常高齢男性の歩行能力・下肢筋力に関する調査. 広島理学療法学, 11, 35-39
- 25) 幸田聡, 川初清典, 山本敬三, 三輪浩二, 下岡聡行, 晴山紫恵子, 清水孝一(2007). ノルディックウォーキング用ポールによるスリップ転倒回避の効果. 電子情報通信学会技術研究報告書, 106(592), 13-16
- 26) 忽那龍雄(2009). スポーツメディスン No107, ブックハウス・エイチディ, 48-50
- 27) L,Hansen.M,Henriksen.P.Larsen.T,Alkjaer(2007). Nordic Walking does not reduce the loading of the knee joint.Scand J Med Sci Sports, 18, 436-441
- 28) Larsson,L.G.,G.Grimby,and J.Karlsson(1979).Muscle strength and speed of

- movement in relation to age and muscle morphology. *J Appl Physiol*, 46(3), 451-456
- 29) 前川剛輝, 西野昌美, 山本正嘉(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特性の比較. *ウォーキング科学*, 4, 95-100
- 30) 牧浦大祐, 土井剛彦, 浅井剛, 山口良太, 小松稔, 小嶋麻悠子, 小野くみ子, 小野玲, 平田総一郎(2010). 歩行の安定性に性差は存在するのか?. *理学療法科学*, 25(6), 923-928
- 31) 政所和也, 村田伸, 宮崎純弥, 堀江淳, 阿波邦彦, 上城憲司(2014). 地域在住高齢者のブリッジ力と立位並びに筋力との関連. *理学療法科学*, 29(3), 405-409
- 32) 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
- 33) 宮原洋八, 竹下寿郎, 西三津代(2005). 地域在住高齢者の運動能力と生活機能 5年間の縦断変化. *理学療法科学*, 20(4), 329-333
- 34) 宮下充正(2013). *ウォーキング指導者必携 Medical Walking*. 東京, 南江堂, pp199-203
- 35) 水谷名, 分木ひとみ, 寄本明(2007). ストックウォーキングの筋電図解析—ストック使用が歩行時の筋活動に及ぼす影響—. *ウォーキング研究*, 11, 143-147
- 36) 文部科学省, *体力・スポーツに関する世論調査(平成 25 年度版)*.
- 37) 村木重之, 阿久根徹, 岡敬之, 吉村典子(2012). 高齢者における運動機能低下の危険因子および転倒との関連の解明. *健康医科学研究助成論文集*, 24, 138-147
- 38) 村田伸, 村田潤, 大田尾浩, 松永秀俊, 大山美智江, 豊田謙二(2009). 地域在住高齢者の身体・認知・心理機能に及ぼすウォーキング介入の効果判定. *理学療法科学*, 24(4), 509-515
- 39) 鍋島顕治, 高嶋渉, 吉岡利貢(2001). スポーツとしてのノルディック・ウォーキングの可能性. *ウォーキング研究*, 5, 69-73
- 40) 内閣府, *平成 26 年度版高齢社会白書 第 1 章 高齢化の状況*
- 41) 中川喜直, 服部正明(2002). ストックウォーキングの生理学的研究-傾斜変化による酸素摂取量と筋電学的検討-. *臨床スポーツ医学*, 19(6), 689-694
- 42) 中込四郎(2007). *スポーツ心理学*, 培風館, pp97-116
- 43) 中比呂志, 出村慎一, 松沢甚三朗(1997). 高齢者における体格・体力の加齢に伴う

- 変化及びその性差. 体育学研究, 42, 84-96
- 44) 中谷敏昭, 灘本雅一, 三村寛一, 廣藤千代子, 近藤純子, 鞘本佳代, 伊藤稔(2003). 30秒椅子立ち上がりテスト(CS-30テスト)成績の加齢変化と標準地の作成. 臨床スポーツ医学, 20(3), 349-354
- 45) 大杉紘徳, 村田伸, 堀江淳, 宮崎純弥, 大田尾浩, 久保温子, 八谷瑞紀, 溝田勝彦, 岩瀬弘明(2014). 地域在住高齢者の各種歩行パラメータに関連する要因分析. ヘルスプロモーション理学療法研究, 4(1), 31-35
- 46) 大高洋平, 近藤国嗣, 里宇明元(2008). 高齢者における筋肉の加齢変化. 関節外科, 27(8), 130-135
- 47) 太田進, 長谷和徳, 梶大介, 二宮彰久, 相本敬太, 上田誠(2009)中高年者を対象としたポールウォーキングの効果について—6週間の介入効果—. 臨床スポーツ医学, 26(9), 1189-1194
- 48) Porcari, J.P., Hendrickson, T.L., Walter, P.R., Terry, L., Walsko, G(1997).
The physiological responses to walking with and without Power Poles on treadmill exercise. Res Q Exerc Sports, 68, 161-166
- 49) 坂田悍教(2011). 地域在住高齢者の歩行能力に関する横断的・縦断的分析. 医学のあゆみ, 236(5), 339-344
- 50) 櫻井一平, 鈴木盛史, 佐藤和久, 氣田稔充, 橋都浩哉, 川内基弘(2011). ノルディックウォークと普通歩行の3次元動作解析における動作比較～高齢者症例における症例報告及びノルディックウォーク指導員との動作比較～. ウォーキング研究, 15, 37-39
- 51) 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
- 52) 島崎あかね, 榎村修生(2009). 3カ月間のノルディックウォーキング実施が生活習慣病罹患者の身体組成、運動能力、血液性状に及ぼす効果. 体力・栄養・免疫学雑誌, 19(2), 80-88
- 53) 島崎あかね, 榎村修生(2009). ウォーキングスタイルの違いが生理的機能に及ぼす影響. ウォーキング研究, 13, 193-199
- 54) 田井中幸司, 船倉麻衣子, 青木純一郎(2004). 在宅高齢女性の脚筋力および歩行能力の加齢変化. 理学療法学, 31(7), 385-390

- 55) 竹田正樹(2010). 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?(2010). 第 65 回日本体力医学会年次大会ワークショップ, 千葉
- 56) 竹島伸生(2001). 歩行と加齢. 理学療法, 18(4), 377-381
- 57) 竹島伸生, 仙石直子, 小泉大亮, 竹田正樹, 坂井智明(2011). 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. デサントスポーツ科学, 32, 98-109
- 58) 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, 21-32
- 59) 富岡徹(2008). ストックを使ったウォーキングの歴史と身体的効果の文学的検討. 名城論叢, 8(4), 13-30
- 60) 富田寿人, 杉山康司, 竹内宏一, 中野偉夫(2000). ポール・ウォーキングが女性高齢者の心拍数、酸素摂取量および主観的運動強度に及ぼす影響. ウォーキング科学, 4, 83-87
- 61) 渡辺美鈴, 谷本芳美, 河野令, 広田千賀, 高崎恭輔, 杉浦裕美子, 河野公一(2010). ひとりで外出できる閉じこもり高齢者の計測による歩行状態評価について. 日老医誌, 48, 170-175
- 62) 山田実, 上原稔章(2008). 情動の変化によって姿勢動揺は変化するのか?. 理学療法兵庫, 14, 35-38
- 63) 山田拓実(2007). 高齢者の平衡機能と運動療法. 理学療法ジャーナル, 41(1), 25-33
- 64) 山本敬三(2007). 初心者を対象としたノルディック・ウォーキングの運動効果の分析. 浅井学園大学生涯学習システム学部研究紀要, 7, 105-110
- 65) 山本直史, 萩裕美子(2009). 中年女性における正常体重者と肥満者の身体活動レベル, および身体活動パターンの比較. 肥満研究, 15(1), 75-79
- 66) 山内賢(2012). 高齢者が行う両ストックを用いたフィットネス・ウォーキングの心理的効果. ウォーキング研究, 16, 219-225
- 67) 横山仁志, 山崎裕司, 大森圭貢, 平木幸治, 井澤和大, 青木詩子, 青木治人(1998). 下肢筋群における 1Repetition Maximum の測定 その再現性と加齢変化について. 理学療法ジャーナル, 32(11), 875-878
- 68) 全日本ノルディックウォーク連盟.
http://www.nordic-walk.or.jp/index_info/nordic_walk_info.aspx

Abstract

The effect of Defensive style Nordic Walk on the physical fitness of the elderly

Kenta KIZAKI

【Purpose】 The purpose of this study was to determine the effects of Defensive style Nordic walk on the physical fitness of the elderly.

【Methods】 Twenty elderly (aged 68.2 ± 6.2 yr) in a class of the Nordic Walk events were divided into three groups: Defensive style group (n=8), Aggressive style group (n=8) and Control group (n=4).

Defensive and Aggressive style group performed each training program for 12 weeks, 3 days per week, for about 30 minute per day. Control group except Nordic walk events to be held about once a month, was instructed to spend living activity.

Muscle strength (Grip strength and Leg Isometric strength), Static balance ability (Functional reach: FR and Eye-opening one leg Standing test), Dynamic balance ability (Timed up and go: TUG), Physical fitness (6 minute's walk) and normal style and nordic style walking ability (10m obstacle walking, Walking pitch, Walking speed, Stride) were assessed before and after exercise intervention for the three groups.

【Result】 The Defensive style group showed significant improvements TUG ($p < 0.05$) and 6 minutes' walk ($p < 0.05$) after exercise intervention. The Aggressive style group showed significant improvements TUG ($p < 0.05$), 10m obstacle walking and each walking ability (walking speed, stride) ($p < 0.05$). However, there were no significant difference in other measurement items .

【Conclusion】 This study was concluded that Defensive style Nordic walk were effective improvement on physical fitness for elderly. But the Defensive style is a difference in the walking ability (walking speed and stride) compared with Aggressive style.

図表一覧

表 1 介入前の被験者の身体的特徴

表1:被験者の身体的特徴

Group	人数	年齢	身長(cm)	体重(kg)
DS群	8(1)	70.25±6.50	155.31±6.88	54.6±5.99
AS群	8(1)	67.88±4.76	155.94±6.34	52.88±8.19
CT群	4	64.75±8.81	152.53±4.25	56.1±10.23
Total	20(2)	68.2±6.2	155±5.9	54.2±7.3

()内:女性 n.s:統計的有意差なし Mean±SD n.s.

表 2 介入前の 3 群間における体力要素の比較

		DS群	AS群	CT群
筋力	握力(kg)	23.24±4.75	25.03±4.06	21.26±6.59
	右等尺性筋力伸展(kg)	17.00±5.27	19.59±5.50	14.78±3.74
	左等尺性筋力伸展(kg)	16.54±4.63	18.93±5.24	15.15±4.84
	右等尺性筋力屈曲(kg)	9.15±3.70	7.98±2.74	5.80±2.63
	右等尺性筋力屈曲(kg)	9.00±4.37	9.78±2.10	6.15±3.18
静的バランス能力	開眼片足立ち(秒)	86.79±34.83	79.28±43.88	96.88±46.25
	Functional Reach(cm)	35.31±6.29	33.69±8.30	44.38±10.18
動的バランス能力	Timed up and go通常(秒)	8.10±1.34	8.50±0.89	8.78±2.00
	Timed up and go最大(秒)	6.26±0.86	6.37±0.44	7.24±1.80
全身持久力	6分間歩行(m)	546.88±21.70	569.38±14.99	438.75±226.44
	10m障害物歩行(秒)	8.14±0.67	8.29±0.91	8.83±1.82
歩行能力	体幹加速度側方成分(X軸)	0.80±0.28	1.02±0.41	1.03±0.37
	体幹加速度垂直成分(Y軸)	1.35±0.31	1.71±0.56	1.66±0.51
	体幹加速度前後成分(Z軸)	1.05±0.25	1.32±0.40	1.20±0.31
	体幹加速度側方成分(X軸)	0.93±0.36	1.07±0.33	/
歩行能力(NW)	体幹加速度垂直成分(Y軸)	1.49±0.33	1.77±0.50	/
	体幹加速度前後成分(Z軸)	1.11±0.21	1.27±0.31	/
心理機能	活性度(点)	5.75±2.38	1.88±3.80	4.25±2.22
	安定度(点)	5.50±1.93	2.63±3.11	4.50±3.56
	快適度(点)	11.25±3.33	4.50±5.83	8.25±5.32
	覚醒度(点)	0.25±2.76	-0.75±3.77	0.25±2.63

n.s:統計的有意差なし Mean±SD

n.s.

表3 介入前の3群間における歩行能力(歩行率・歩行速度・歩幅)の比較

	通常歩行			最大歩行		
	DS群	AS群	CT群	DS群	AS群	CT群
歩行率(steps/s)	2.06±0.18	2.10±0.19	2.02±0.07	2.34±0.18	2.30±0.23	2.23±0.14
歩行速度(m/s)	1.55±0.16	1.43±0.17	1.38±0.26	1.91±0.13	1.88±0.15	1.61±0.29
歩幅(m)	0.75±0.04	0.70±0.04	0.68±0.12	0.82±0.06	0.82±0.05	0.76±0.12

n.s:統計的有意差なし Mean±SD

表4 DS群・AS群における介入前のDS・ASでの歩行能力(歩行率・歩行速度・歩幅)の比較

	通常歩行		最大歩行	
	DS群	AS群	DS群	AS群
歩行率(steps/s)	2.02±0.11	2.02±0.16	2.22±0.15	2.21±0.20
歩行速度(m/s)	1.55±0.12	1.54±0.10	1.80±0.18	1.85±0.12
歩幅(m)	0.77±0.06	0.76±0.04	0.81±0.04	0.84±0.05

n.s:統計的有意差なし Mean±SD

表5 介入前後の3群における動的バランス能力の群内比較

		Pre	Post	
Timed up and go①(秒)	DS群	8.10±1.34	7.14±1.04	*
	AS群	8.50±0.89	7.28±0.70	*
	CT群	8.78±2.00	7.79±1.00	
Timed up and go②(秒)	DS群	6.26±0.86	5.30±0.71	*
	AS群	6.37±0.44	5.30±0.37	*
	CT群	7.24±1.80	6.26±1.52	*

①通常歩行:②最大歩行 Mean±SD * : p<0.05

表 6 介入前後の 3 群における全身持久力の群内比較

		Pre	Post	
6分間歩行(m)	DS群	546.88±21.70	566.25±19.04	*
	AS群	569.38±14.99	576.88±24.29	
	CT群	438.75±226.44	443.75±229.40	
Mean±SD				*: p<0.05

表 7 介入前後の 3 群における歩行能力(10m 障害物歩行)の比較

		Pre	Post	
障害物歩行(秒)	DS群	8.14±0.67	7.97±0.85	
	AS群	8.29±0.91	7.40±0.44	*
	CT群	8.83±1.82	8.56±3.18	
Mean±SD				*: p<0.05

表 8 介入前後の 3 群における歩行能力(歩行率・歩行速度・歩幅)の群内比較

通常歩行		Pre	Post	
歩行率(steps/s)	DS群	2.06±0.18	2.10±0.12	
	AS群	2.10±0.19	2.10±0.06	
	CT群	2.02±0.07	2.01±0.05	
歩行速度(m/s)	DS群	1.55±0.16	1.56±0.08	
	AS群	1.43±0.17	1.61±0.10	*
	CT群	1.38±0.26	1.41±0.28	
歩幅(m)	DS群	0.75±0.04	0.74±0.03	
	AS群	0.70±0.04	0.77±0.06	*
	CT群	0.68±0.12	0.70±0.14	
最大歩行				
歩行率(steps/s)	DS群	2.34±0.18	2.31±0.18	
	AS群	2.30±0.23	2.37±0.18	
	CT群	2.23±0.14	2.19±0.13	
歩行速度(m/s)	DS群	1.91±0.13	1.86±0.12	
	AS群	1.88±0.15	1.99±0.09	*
	CT群	1.61±0.29	1.76±0.29	
歩幅(m)	DS群	0.82±0.06	0.81±0.05	
	AS群	0.82±0.05	0.84±0.05	
	CT群	0.76±0.12	0.81±0.15	
Mean±SD				*: p<0.05

表 9 介入前後の DS 群・AS 群におけるノルディック歩行での歩行能力の群内比較

NW通常歩行		Pre	Post	
歩行率(steps/s)	DS群	2.02±0.11	2.02±0.08	
	AS群	2.02±0.16	2.08±0.17	
歩行速度(m/s)	DS群	1.55±0.12	1.60±0.11	
	AS群	1.54±0.10	1.73±0.09	*
歩幅(m)	DS群	0.77±0.06	0.79±0.03	
	AS群	0.76±0.04	0.84±0.05	*
NW最大歩行				
歩行率(steps/s)	DS群	2.22±0.15	2.20±0.12	
	AS群	2.21±0.20	2.22±0.21	
歩行速度(m/s)	DS群	1.80±0.18	1.81±0.06	
	AS群	1.85±0.12	1.96±0.12	
歩幅(m)	DS群	0.81±0.04	0.83±0.04	
	AS群	0.84±0.05	0.89±0.08	*
NW:ノルディックウォーク Mean±SD				*: p<0.05

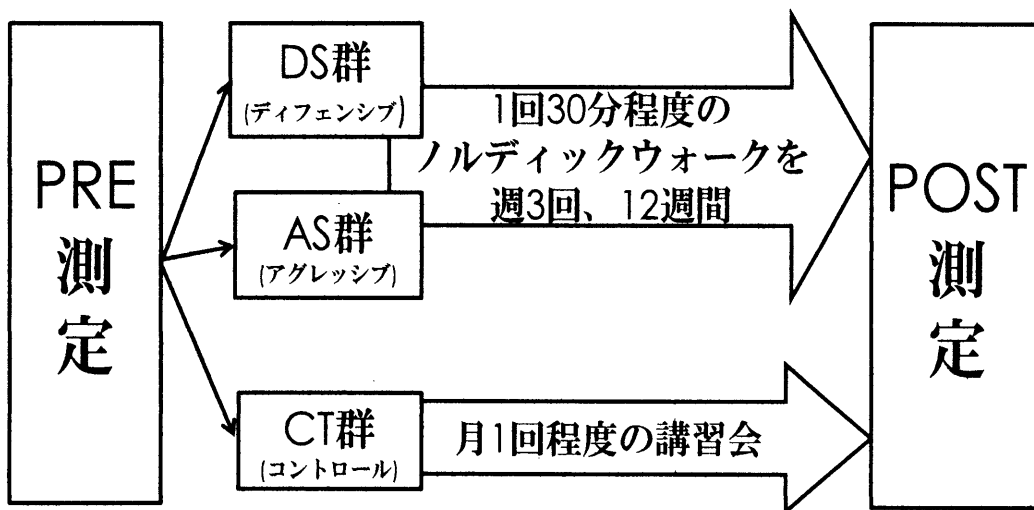


図1 研究プロトコル

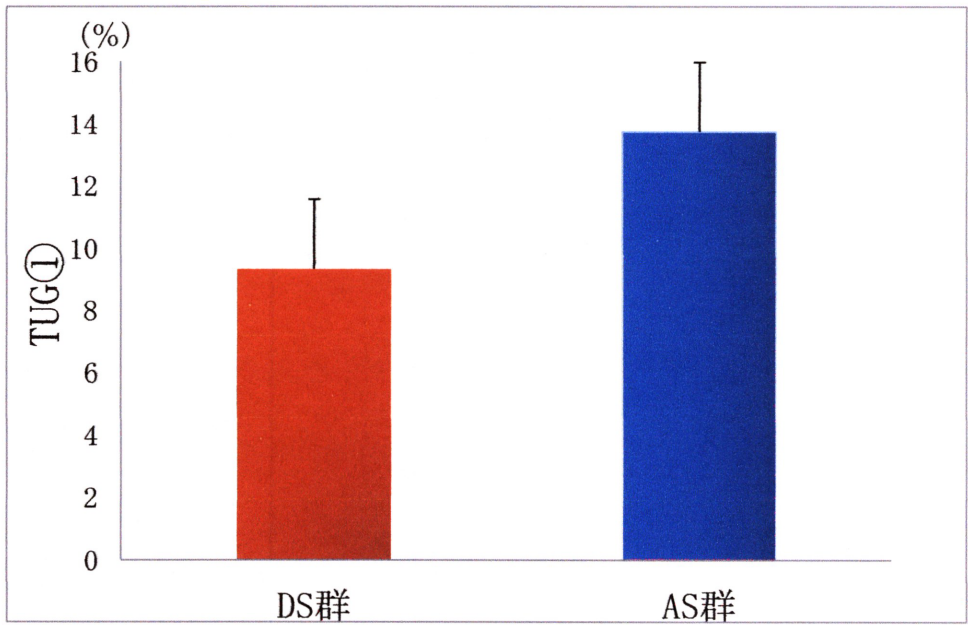


図2 通常歩行時(TUG①)の Timed up and go における DS 群 AS 群の改善率

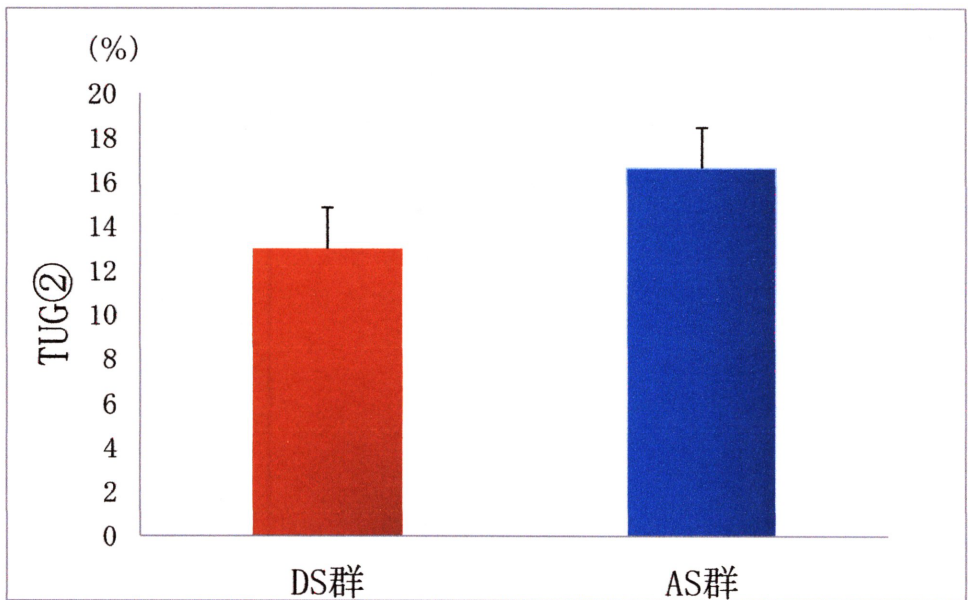


図3 最大歩行時(TUG②)の Timed up and go における DS 群 AS 群の改善率

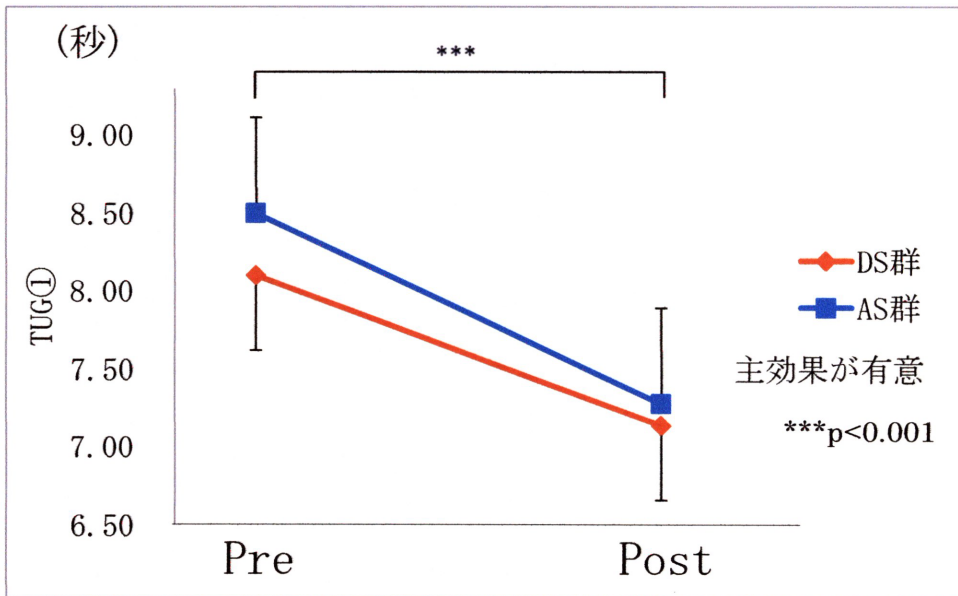


図4 DS群AS群の通常歩行時の Timed up and go(TUG①)における介入効果の比較

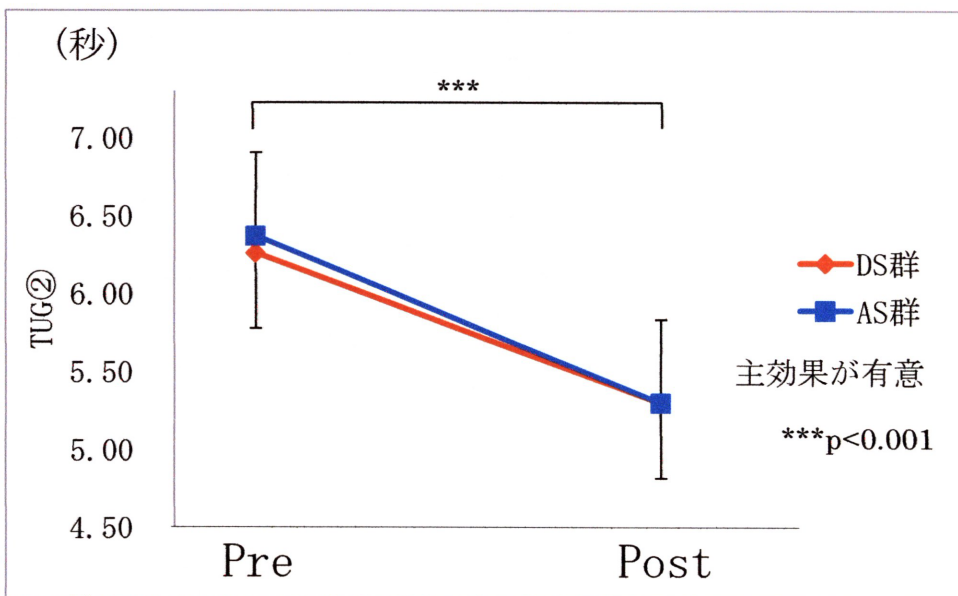


図5 DS群、AS群の最大歩行時の Timed up and go(TUG②)における介入効果の比較

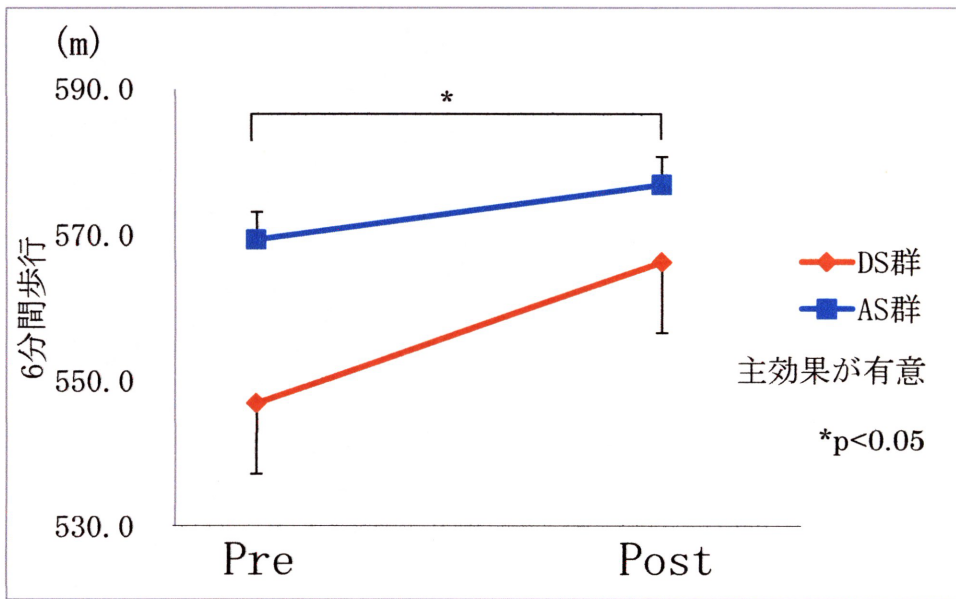


図6 DS群、AS群の6分間歩行における介入効果の比較

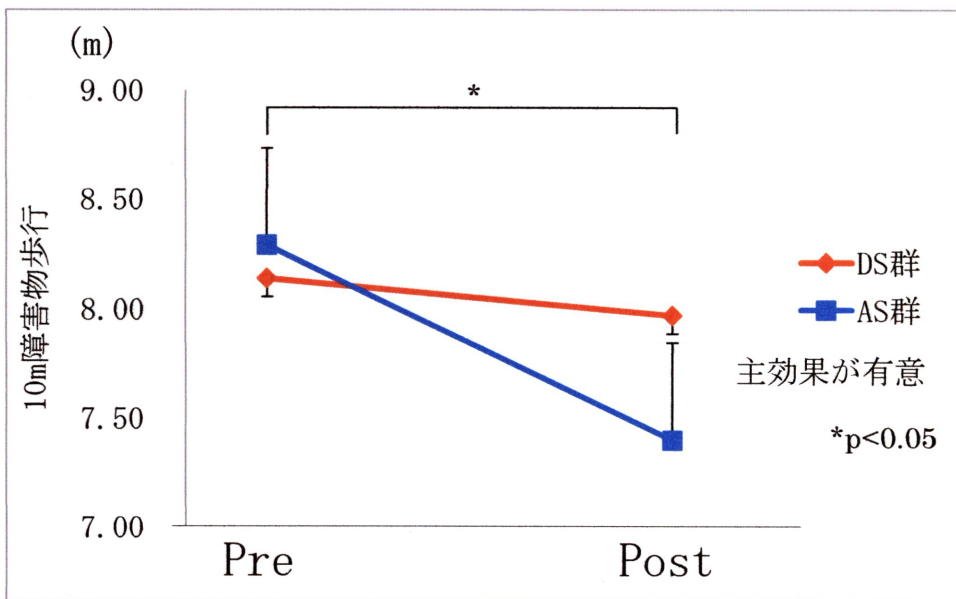


図7 DS群、AS群の10m障害物歩行における介入効果の比較

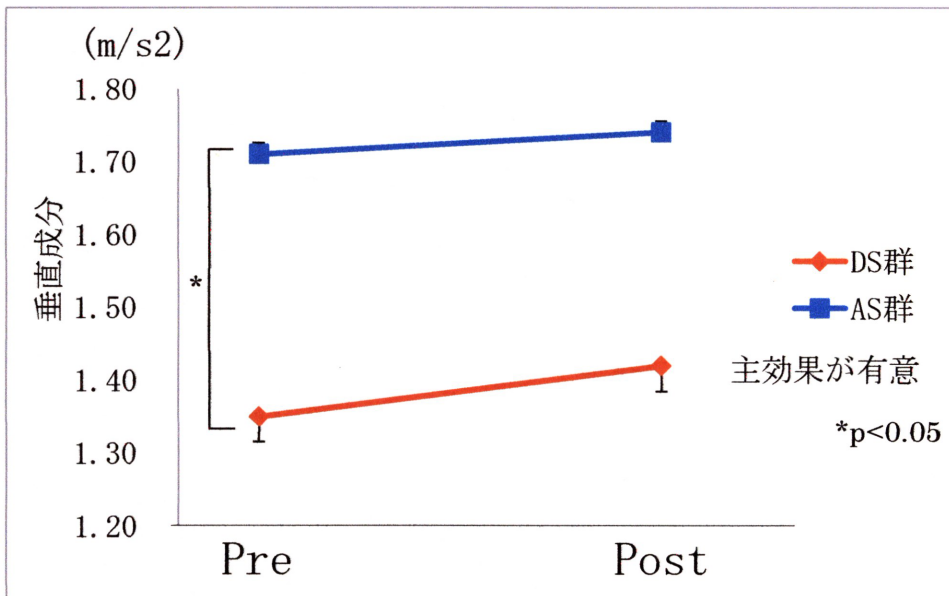


図 8 DS 群、AS 群の RMS 垂直成分における介入効果の比較

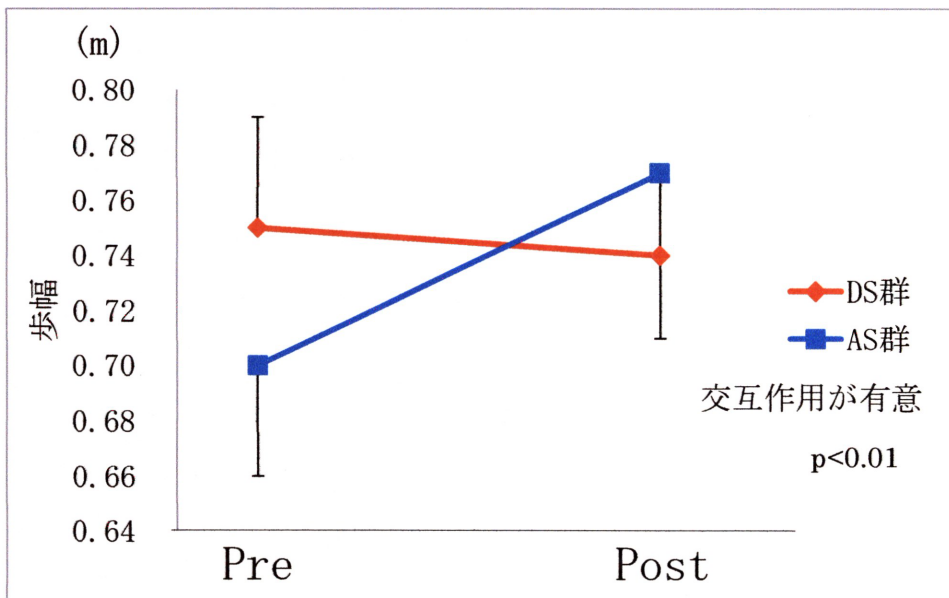


図 9 DS 群、AS 群の普通歩行時の歩幅における介入効果の比較

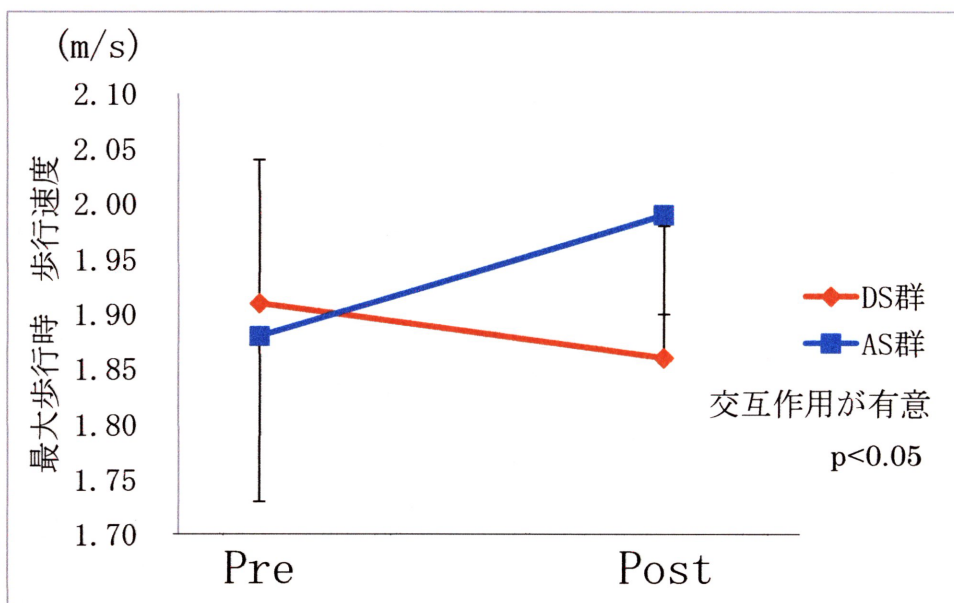


図 10 DS 群、AS 群の最大歩行時の歩行速度における介入効果の比較

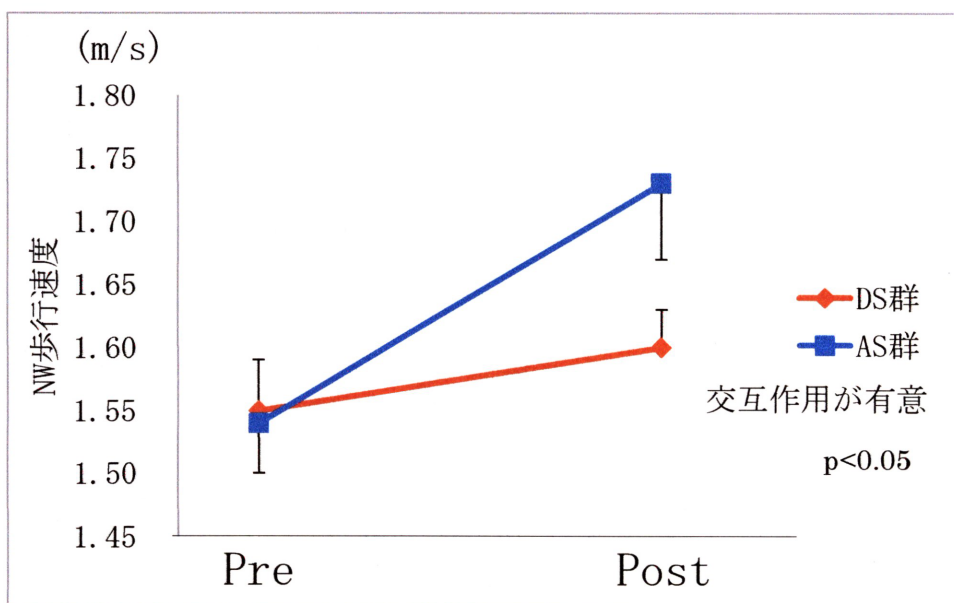


図 11 DS 群・AS 群のノルディック(NW)歩行時の歩行速度における介入効果の比較

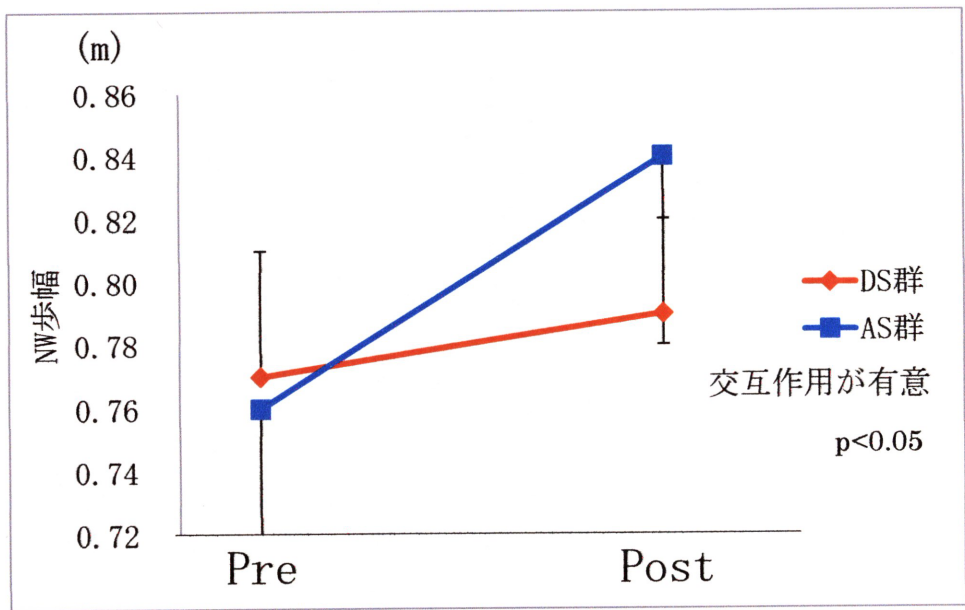


図 12 DS 群・AS 群のノルディック(NW)歩行時の歩幅における介入効果の比較