

ノルディックウォーキングにおける有酸素運動強度に関する研究 —高齢者男性を対象として—

三浦 望慶 尹 鶴峰 竹村 英和 関矢 貴秋 佐藤 佑

Study on aerobic training intensity during Nordic Walking

— In the case of elderly males —

Mochiyoshi MIURA Kakuhou IN Hidekazu TAKEMURA Takaaki SEKIYA

Tasuku SATO

The purpose of this study to compare changes in the heart rate, oxygen intake, and rating of perceived exertion (RPE) related to an increase in walking speed between regular and Nordic walking, and examined aerobic training intensity during Nordic walking in individual males with respect to the walking speed, heart rate, and RPE.

The subjects were 7 healthy elderly males (mean age: 63.3 years). For regular or Nordic walking, the progressive exercise test was employed using a treadmill. Initially, the walking speed was established as 50 m/min, and increased by 10 m/min every minute until walking became impossible (110 to 120 m/min). Oxygen intake and ventilation were measured using a respiratory measurement system. Furthermore, the heart rate and RPE were determined. The aerobic training intensity during Nordic walking was evaluated based on the ventilatory threshold.

The results of regular walking were compared with those of Nordic walking. The heart rate was slightly higher during Nordic walking; at 80 and 90 m/min, the values were significantly higher during Nordic walking. Oxygen intake was significantly higher during Nordic walking regardless of the walking speed. This result suggests that energy consumption during Nordic is greater than during regular walking.

We reviewed the walking speed, heart rate, and RPE with respect to aerobic training intensity. When the intensity was light, the 3 parameters were 70 to 80 m/min, 109 to 134 beats/min, and 11 to 13, respectively. When it was moderate, they were 80 to 90 m/min, 109 to 139 beats/min, and 11 to 14, respectively. When it was heavy, they were 90 to 100 m/min, 124 to 148 beats/min, and 12 to 15, respectively, indicating the relationship among the walking speed as physical intensity, heart rate as physiological intensity, and RPE as psychological intensity in individual persons.

Key words : Aerobic training intensity, Nordic walking, Elderly males

I. 研究目的

現在、わが国では高齢社会が急速に進行している。団塊の世代と言われる戦後のベビーブームに生まれた人々が高齢期を迎えており、

2015年には65才以上の高齢者人口が総人口の27.3%に増加すると予測されている。こうした高齢者の増加は要介護者の増加をもたらし、要介護者は現在の約2倍の750万人に増加すると

推定されている。日本人の平均寿命は2007年に、女性は86才で世界第1位であり、男性も79才で第4位と高い。しかし、単に長寿であるだけでなく、健康で、自立して活動的に生活ができる健康活動寿命 (Functional Life Span) が重要である。

1996年に当時の厚生省は、それまでの成人病を生活習慣病と改めて、食生活の改良や運動不足の解消など生活習慣の改善を提唱してきた。2006年には厚生労働省によって、40～74才の日本人男性の2人に1人、女性は5人に1人が予備軍を含めた内臓脂肪型肥満 (メタボリックシンドローム) であることが発表された。そして、2008年からはメタボリックシンドロームの特定検診・特定保健指導が義務づけられている⁹⁾。こうした生活習慣病、メタボリックシンドロームは日本人の死因の第2位である心臓病、第3位の脳血管障害の発症原因であり、これらの疾病予防および高齢者が寝たきり生活にならないためにも身体運動の実践や食生活の改善などが必要である。

加齢にともなって身体機能は低下するが、積極的に運動をおこなうことにより、体力の低下を遅らせたり、維持向上できることが知られている。Pate¹⁶⁾ は健康関連体力要素として、1) 全身持久力 2) 筋力/筋持久力 3) 柔軟性 および 4) 身体組成をあげている。これらのうち、生活習慣病、メタボリックシンドロームの予防には全身持久力を向上させる有酸素運動が効果的であることが確かめられている¹³⁾。

笹川スポーツ財団の調査では¹⁸⁾ 我が国で65才以上の人々が行なっている運動種目別実施率は、第1位 ウォーキング・散歩 23.3%、第2位 体操 (ラジオ体操など) 15.0% 第3位 ハイキング 5.8%である。これらのうち、ウォーキングとハイキングは歩行運動であることから、両種目を合計すると、およそ1/3の人が歩行運動をしていることとなる。

近年、歩行運動の一つとして、ノルディックウォーキングが注目され、普及している。

ノルディックウォーキングとは2本のポール

を両手に握り、その技術を用いて地面を押しながらかく運動である。

歴史的にみると北欧のクロスカンリースキー選手はノルディック用のポールを持って歩いたり、走ったりするトレーニングを1930年代から行っていた。1997年にフィンランド政府、野外レクリエーション協会、およびスポーツ研究所が健康づくりの運動として、ポールを使った運動を「ノルディックウォーキング」として一般の人々への普及を始めた。そして、2000年にはヘルシンキに国際ノルディックウォーキング協会 (INWA: International Nordic Walking Association) が設立された。日本では2007年にINWAの第18番目の承認国として、日本ノルディックフィットネス協会 (JNFA: Japan Nordic Fitness Association) が仙台市に設立された。現在では世界40カ国以上の国で、約800万人以上の人々が行っており、日本でも全国的に急速な普及がなされている。

ノルディックウォーキングについての研究として、通常歩行に比べてノルディックウォーキングは、同じ歩行速度でも心拍数が有意に高いこと^{2) 5) 10) 19)}、酸素摂取量が多いこと^{2) 6) 8) 13)}、エネルギー消費が多いが^{2) 5) 12)}、主観的強度には差がないこと^{2) 10) 19)}、歩幅が大きく^{10) 21)} 上肢の筋活動が多いこと¹³⁾、脂肪代謝に効果があり¹⁴⁾、トレーニングにより腹囲が減少したこと¹⁷⁾ などが明らかにされている。しかし、高齢者を対象とした研究は見られない。

こうした健康運動としてのノルディックウォーキングを効果的に、しかも安全に行うためには各個人に適した運動処方を行うことが重要である⁴⁾。運動処方は各人の性別、年齢、健康状態、体力水準、運動実施状態などに応じて、適切な運動負荷 (運動強度、運動時間および実施頻度) を決定することである。運動負荷のうち、運動強度は安全に、また効果を得るためには最も重要な要因であるとされている⁴⁾。

本研究の目的は、高齢者男性を対象として、①歩行速度増加に伴う通常歩行とノルディックウォーキングの心拍数、酸素摂取量および主

観的強度を比較することと、②ノルディックウォーキングにおける有酸素運動強度を各個人について、物理的強度としての歩行速度、生理的強度としての心拍数、酸素摂取量、および心理的強度としての主観的強度との対応関係で明らかにすることである。

II. 研究方法

被験者は健康な高齢者男性7名である。表1は被験者の身体的特徴を示した。平均年齢は63.3才で、61才から67才の範囲である。表1に示す身長、体重、BMIの平均値は同年齢の日本人の体力標準値²⁰⁾と比較すると、ほぼ同じ値であった。したがって、本研究の被験者は同年代の日本人の標準的な体格であるといえる。また、これらの被験者はノルディックウォーキングの講習会などに参加したことがあり、ノルディックウォーキングの技術にある程度習熟している。実験の実施にあたっては、実験の主旨、安全性などを説明し、実験に協力することの同意を得た。

表1 被験者の身体的特徴

| 被験者 | 年齢(才) | 身長(cm) | 体重(kg) | BMI |
|------|-------|--------|--------|------|
| T.T | 67 | 172.3 | 67.6 | 22.8 |
| M.M | 66 | 171.0 | 70.0 | 23.9 |
| A.M | 63 | 165.3 | 62.7 | 22.9 |
| S.Y | 62 | 163.5 | 70.0 | 26.2 |
| S.K | 62 | 163.1 | 65.0 | 24.2 |
| O.K | 62 | 167.8 | 59.5 | 21.1 |
| A.T | 61 | 172.2 | 73.1 | 24.7 |
| 平均値 | 63.3 | 167.9 | 66.8 | 23.7 |
| 標準偏差 | 2.1 | 3.7 | 4.4 | 1.5 |

運動様式は通常歩行とノルディックウォーキングとした。歩行中の負荷はトレッドミルでの速度漸増法とした。プロトコールはウォーミングアップとして、50m/minの歩行速度で3分間歩き、続いて測定を50m/minから10m/minづつ速度を増加して、歩けなくなる速度(110

～120m/min)まで行った。

測定した項目は歩行速度、心拍数、酸素摂取量、呼気ガスパラメーター、主観的強度および歩数である。酸素摂取量、換気量などの測定はブレスバイブレスによる呼吸代謝分析装置(ミナト医科学社エアロモニターAE300)により測定した。心拍数は胸部双極誘導により心電計(ミナト医科学社製)により測定した。主観的強度はボルグスケール¹⁾の小野寺らの方法¹⁵⁾により、各速度で40秒経過した後に問診をした。歩行測定中の歩数は歩数計を腰部に装着して、測定開始から終了までの全歩数を計測した。

ノルディックウォーキングにおける有酸素運動強度の決定は換気性作業域値を用いた⁷⁾¹¹⁾²²⁾。換気性作業域値の決定は、換気量、および二酸化炭素の急速な増加を中心に決定し、終末期CO₂分圧(PETCO₂)に変化がなく、終末期O₂分圧(PETO₂)が増加する点、およびCO₂換気当量(VE/VCO₂)がプラトーで、O₂換気当量(VE/VO₂)が上昇する点を参考にした。

有酸素運動強度は各人のデータに基づいて、軽い強度、中程度の強度および強い強度の3段階に分けた。図1は運動強度決定の例として、歩行速度の増加にともなう換気量増加について、被験者T.S.の一例を示した。

図1 有酸素運動強度の決定(例)

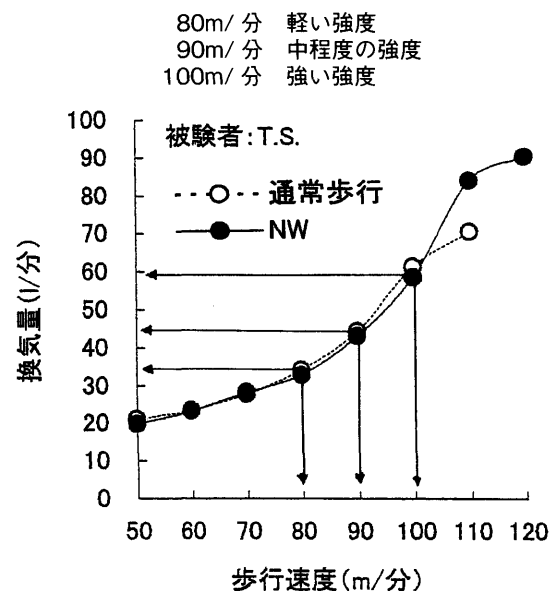


図1では歩行速度が速くなると換気量も増加をする。軽い負荷の決定は換気量が最初に急な増加を始める80m/minの速度とし、強い強度はさらに急激に増加を始める100m/minとし、それらの中間の90m/minを中程度の強度と決定した。

得られた測定値の統計処理は平均値および標準偏差を算出した。通常歩行とノルディックウォーキングとの有意差検定は対応のあるt検定を用いて、有意水準は5%未満 ($p < 0.05$) とした。

Ⅲ. 結果および考察

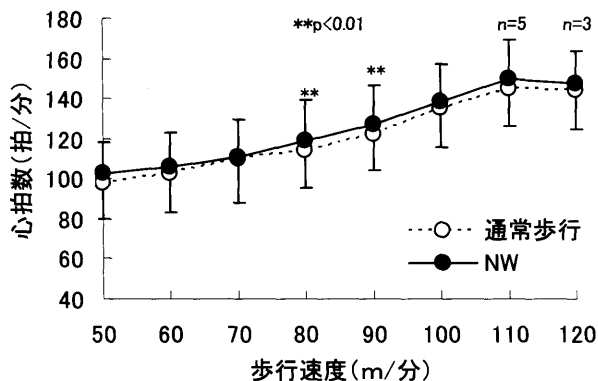
1. 通常歩行とノルディックウォーキングとの比較

1) 心拍数

図2は通常歩行とノルディックウォーキングにおける歩行速度と心拍数の結果を示した

歩行速度100 m/minまでは7名の被験者全員が歩いたが、110m/minでは5名、120m/minまで歩いたのは3名であった。心拍数は歩行速度が速くなるにつれて増加をするが、その増加傾向は、50m/minから70m/minまではわずかな増加である。しかし、70m/minから110m/minまではやや大きな増加傾向を示した。

図2 通常歩行とノルディックウォーキングにおける心拍数の比較



歩行において最もエネルギー消費量が少ない速度は70m/minであるとされている³⁾。この速度は経済速度でもある。本実験結果で心拍数の上昇傾向が70m/minまでは少なく、70m/min以上ではより増加することは、経済速度までとそれ以上の速度で増加傾向が異なっている。このことから、高齢者男性のオーバーロードとしての有酸素運動強度は心拍数からみると70m/min以上の歩行速度であるといえる。

通常歩行とノルディックウォーキングの心拍数を比較すると、ノルディックウォーキングの方が高い傾向を示した。しかし、両者に有意差がみられたのは80と90m/minの歩行速度のみであった。運動中の平均心拍数は通常歩行では121.6 ± 19.5 拍/分、ノルディックウォーキングでは125 ± 18.4 拍/分であり、ノルディックウォーキングが約4拍/分、2.9% ($p < 0.01$) と有意に高い結果であった。

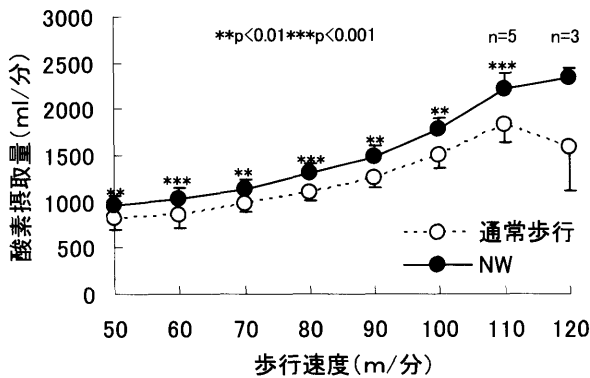
これまでの報告では通常歩行に比較して、ノルディックウォーキングの心拍数は有意に高いことが報告されている^{2) 10) 19) 21)}。本研究での高齢者男性でも有意に高い結果であったが、

成人男性よりも増加の割合は低い結果である。このようにノルディックウォーキングの心拍数が高い理由は両腕を使ってストックを押して歩くことから、中川¹³⁾らの筋電図による上肢の筋群を使うことで運動への参加筋群が多いことや前川¹⁰⁾の腰(大転子)の上下動が大きいことによるとみられる。

2) 酸素摂取量

図3は通常歩行とノルディックウォーキングでの歩行速度増加に伴う酸素摂取量の結果を示した。酸素摂取量は速度の増加にともなって増加をする。その増加の程度は、心拍数と同様な傾向である。すなわち、経済速度である70m/minまでの緩やかな増加と、それ以降の直線的なやや大きな増加である。

図3 通常歩行とノルディックウォーキングにおける酸素摂取量の比較



これらの結果は心拍数で考察したと同様に、酸素摂取量においても、経済速度である70m/min以上では、速度の増加に伴って酸素摂取量の増加がより大きいことから、70m/min以上がオーバーロードとしての有酸素運動強度であるといえる。

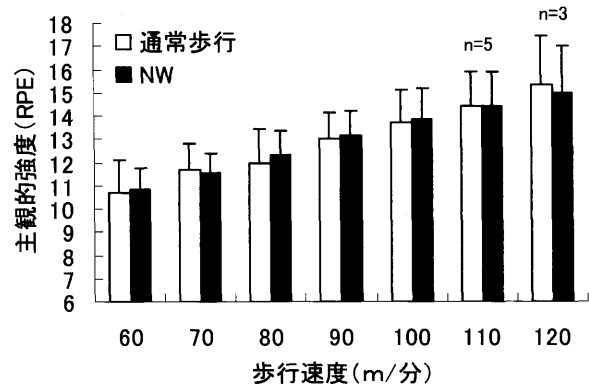
通常歩行とノルディックウォーキングの酸素摂取量を比較すると、いずれの速度でもノルディックウォーキングの酸素摂取量が有意に高く、それらの値は $1241.2 \pm 166.4 \text{ ml/min}$ 、 $1532.7 \pm 119.8 \text{ ml/min}$ であった。これらの値の平均値はノルディックウォーキングが約 291.5 ml/min 、23%高い結果であった。

これらの結果は先行研究でもほぼ同様の傾向であった^{2) 10) 12)}。このことは、同一速度での歩行ではノルディックウォーキングのエネルギー消費が多いこと示している^{5) 6) 8) 12)}。また、この結果は通常歩行に比べてノルディックウォーキングが酸素運搬系（呼吸器系+循環器系+筋系）²²⁾の働きが高い結果を示しているといえる。

3) 主観的強度

図4は各歩行速度における通常歩行とノルディックウォーキングとの主観的強度の結果を示した。各速度での主観的強度は両者の間には有意差がみられなかった。この結果は心理的な負荷は両者についてほぼ同じ程度であることを示している。

図4 通常歩行とノルディックウォーキングにおける主観的強度の比較

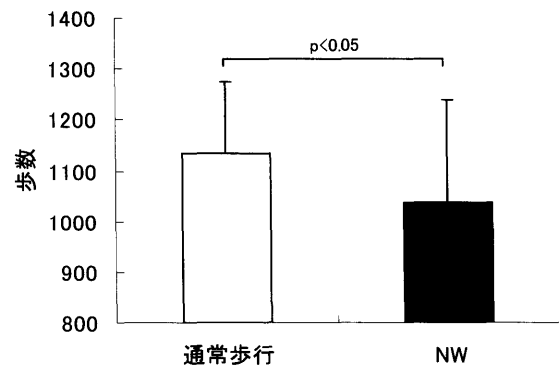


この結果はノルディックウォーキングが上肢の筋活動は多いものの、ポールを使うことにより推進力を得ていることから、主観的強度に差がないと考えられる¹⁴⁾。また、主観的強度に関する本研究結果は、これまでの先行研究^{2) 10) 19)}とほぼ同様に通常歩行とノルディックウォーキングでの有意差が見られなかった。

4) 測定時間中の歩数

歩数の測定はトレッドミル上での測定開始から終了までの全歩数を歩数計で計測した。図5は測定中の歩数を通常歩行とノルディックウォーキングで比較した結果である。通常歩行の歩数は11,300歩であり、ノルディックウォーキングでは10,400歩と1,100歩少なかった。これらの値は5%水準で有意であった。この結果は、ノルディックウォーキングでは歩数が少なく、歩幅が広いことを示している。

図5 通常歩行とノルディックウォーキングにおける歩数の比較



先行研究においてもノルディックウォーキングでは通常歩行と比較して歩幅が大きいことが確かめられている²⁾。この歩幅が広いことは、主動筋の筋活動が活発であるとされている⁸⁾¹⁰⁾。

高齢者の歩行の特徴として、歩数（ピッチ）は変化しないが、歩幅の減少が大きいことが報告されている³⁾¹⁰⁾。この歩幅の減少は脚筋力の低下が原因であり、ノルディックウォーキングでの歩行は歩幅が広いことから、脚筋力の低下を防ぎ、加齢が進んでも、ストライドの広さを保つことになり、脚筋の筋力および筋持久力の維持、向上が期待できる。

2. ノルディックウォーキングにおける有酸素運動強度

1) 歩行速度からみた運動強度

表2は各被験者の有酸素運動強度の結果を、歩行速度、心拍数、および主観的強度について示した。体力には個人差があるが、その個人差は、年令とともに大きくなると考えられる⁴⁾。本来、運動処方、各個人について行うことから、本研究では各個人についての有酸素運動強度を決定した。

表2は有酸素運動強度としての歩行速度を軽い強度、中程度の強度および、強い強度の3

つについて示した。歩行速度では3つの強度が70, 80, 90m/minであった被験者が4名であり、3つの強度が80, 90, 100m/minが3名であった。時速にすると70m/minは4.2km/時、80m/minは4.8km/時、90m/minでは5.4km/時、100m/minでは6km/時である。

軽い強度が80m/minであった3名は定期的に運動をしている被験者であった。一方、軽い強度が70m/minであった4名は定期的には運動を行っていない被験者であり、日常生活での運動実施が運動強度の差となって現れているとみられる。

歩行速度は物理的運動強度であり、通常歩行の平均速度は男性で70m/minである³⁾。これらの歩行速度を歩き方との関連で見ると、中程度の歩行では歩幅を大きくして歩く速歩であり、強い強度の歩行速度は歩幅を大きくし、ピッチを速くする急歩に相当する。

2) 心拍数からみた運動強度

表2に示す心拍数による運動強度をみると、被験者7名の値は軽い強度では103から134拍/分の範囲であり、中程度の強度では、120から139拍/分、強い強度では124から148拍/分と、それぞれの強度でかなり大きな個人差がみられた。

表2 ノルディックウォーキングにおける三つの有酸素運動強度

| 被験者 | 歩行速度 (m/分) | | | 心拍数 (拍/分) | | | 主観的強度 | | |
|-----|------------|----|-----|-----------|-----|-----|-------|----|----|
| | 軽い | 中 | 強い | 軽い | 中 | 強い | 軽い | 中 | 強い |
| T.T | 80 | 90 | 100 | 134 | 139 | 148 | 11 | 12 | 12 |
| M.M | 80 | 90 | 100 | 103 | 109 | 124 | 12 | 14 | 15 |
| A.M | 70 | 80 | 90 | 109 | 120 | 127 | 12 | 13 | 13 |
| S.Y | 80 | 90 | 100 | 110 | 121 | 128 | 11 | 12 | 13 |
| S.K | 70 | 80 | 90 | 123 | 128 | 140 | 11 | 11 | 12 |
| O.K | 70 | 80 | 90 | 125 | 132 | 147 | 13 | 14 | 15 |
| A.T | 70 | 80 | 90 | 120 | 123 | 133 | 12 | 12 | 13 |

心拍数は生理的な運動強度であり、手軽に測定できることから運動処方強度の指標としてよく用いられるが、個人差が大きい。したがって、心拍数で運動強度を設定する場合、各個人の心拍反応に基づいて設定する必要があることから、これらのデータの有用性が指摘できる。

3) 主観的強度による運動強度

表2には主観的強度の軽い、中程度、強い運動強度での結果を示した。被験者7名の各強度での範囲は、軽い強度は11から13、中程度は11から14、強い強度は12から15であった。

主観的強度は身体運動負荷の心理的強度を示すものであり、各個人についてみれば運動強度が高くなれば主観的強度の値もそれに比例して高くなる傾向を示しており、各個人内であれば、主観的強度での運動強度の判定が可能であるといえる。この主観的強度はBorg¹⁾が指摘する主観的強度判定による簡便性が運動強度決定に役立つとみられる。

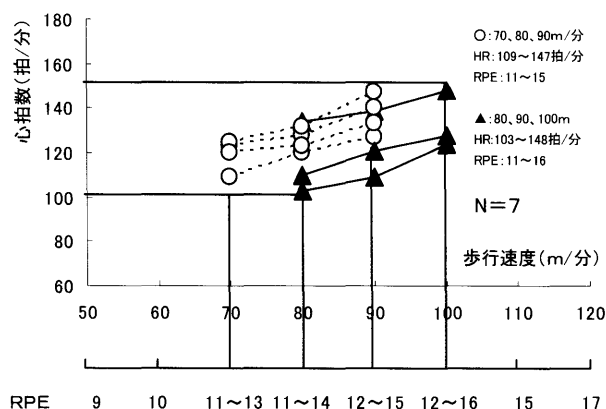


図6 ノルディックウォーキングにおける歩行速度（物理的強度）心拍数（生理的強度）および主観的強度（心理的強度）の対応関係

4) 歩行速度、心拍数および主観的強度の対応関係

図6はノルディックウォーキングにおける歩行強度、心拍数、および主観的強度の対応関係を示した。被験者4名の歩行速度は70, 80,

90m/minであり、3名は80, 90, 100m/minであった。これらの値と各個人差に基づく心拍数は直線関係がみられる。また、主観強度との対応関係が認められる。これら、3つの指標での運動強度の対応関係を各個人について明らかにすることは運動処方を行う際に有効な資料であるといえる。

IV. 結論

本研究は高齢者男性を対象に 1. 歩行速度増加に伴う通常歩行とノルディックウォーキングの心拍数、酸素摂取量および主観強度を同一速度で比較することと、 2. ノルディックウォーキングにおける有酸素運動強度を各個人について、物理的強度としての歩行速度、生理的強度としての心拍数、および心理的強度としての主観的強度との対応関係で明らかにした。

1. 通常歩行とノルディックウォーキングとの比較

- 1) 歩行速度の増加にともない心拍数はノルディックウォーキングが高い傾向を示したが、有意差が見られたのは、80と90m/minの歩行速度であった。運動中の平均心拍数は通常歩行では121.6 ± 19.5拍/分、ノルディックウォーキングでは125 ± 18.4拍/分であり、高齢者男性でもノルディックウォーキングが約4拍/分、2.9% (p<0.01) 有意に多い結果であった。
- 2) 酸素摂取量はいずれの歩行速度でもノルディックウォーキングが有意に高い値であり、それらの値は1241.2 ± 166.4ml/min、1532.7 ± 119.8ml/minであった。これらの値の平均値はノルディックウォーキングが約291.5ml/min、23%有意に高い結果であった。
- 3) 主観的強度は通常歩行とノルディックウォーキングでは各歩行速度での差はみられなかった。ノルディックウォーキングは生理的には高い運動強度であるが、心理的にはほぼ同じ程度の運動強度であるといえる。

4) 測定中の歩数計測から、ノルディックウォーキングは通常歩行に比べて、有意に歩数が少なく、歩幅が広い結果が得られた。高齢者の歩行は歩幅が減少することから、歩幅を広くするための歩行に効果的である。

2. ノルディックウォーキングにおける 有酸素運動強度について

- 1) 高齢男性におけるオーバーロードとしての有酸素運動強度は70m/min以上の歩行速度である。この結果は心拍数、酸素摂取量とも70m/minからの増加がより大きい結果による。
- 2) 歩行速度での軽い、中程度、および強い強度は、70, 80, 90m/minが4名、80, 90, 100m/minが3名であった。
- 3) 心拍数による運動強度は、軽い強度では103から134拍/分、中程度の強度では、120から139拍/分の範囲、強い強度では、124から148拍/分の範囲であり、それぞれの強度でかなり大きな個人差がみられた。
- 4) 主観的運動強度については、軽い強度で11から13、中程度では11から14、強い強度では12から15の範囲であった。
- 5) 物理的強度としての歩行速度、生理的強度としての心拍数、および心理的強度としての主観的強度の対応関係が、各個人について明らかとなった。これらの運動強度は運動処方を行う際の有効な資料といえる。

文 献

- 1) Borg, Gunner (1998) Borg's perceived exertion and pain scales. Human Kinetics Publisher.
- 2) Church, E., C.P. Earnest, and G.M. Moss (2002) Field testing of physiological responses associated with Nordic walking. Res. Quart Exerc Sports 73:296-300.
- 3) Hatano, Y., T. Kato, H. Kobayashi and S. Kitahora (1984) Relation between pedometer recording and energy expenditure. 教育医学 (30):1:48-63.
- 4) 池上晴夫 (1982) 運動処方 理論と実際 朝倉書店.
- 5) Jacobson, B.H., T. Wright, B.J. Dugan (2000) Load carriage energy expenditure with and without hiking poles during inclined walking. Int. J. Sports Med. 21(5):356-359.
- 6) Jordan, Olson, Earnest, Morss, Church (2001) Metabolic cost of high intensity poling while Nordic Walking versus normal walking. Med. Scie. Sports Exerc. 33(5):86.
- 7) Kinderman, W., G. Simon and J. Keul (1979) The significance of the aerobic - anaerobic transition for the determination of work load intensities. Eur. J. Appl. Physiol. 42, 25-34.
- 8) Knight, C.A. and G.E. Caldwell (2006) Muscular and metabolic costs of backpacking : are hiking poles beneficial? Med. Sci. Sports Exerc. 32(12):2903-2101.
- 9) 小堀悦考 (2008) 特定検診および特定保健指導とはなにか. 体育の科学 58(7):444-449.
- 10) 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・力学的特性の比較. Research J. of Walking (4):95-100.
- 11) Miura, M., S. Kohda, Y. Mino, H. Aoyama (1995) Training intensities for aerobic exercise determined on untrained healthy men. Acta. Med. Okayama. 49(2): 107-112.
- 12) Morss, Church, Earnest, Jordan (2001) Field test comparing the metabolic costs of normal walking verses walking with Nordic Walking. Med. Sci. Sports Exerc. 33(5) :23.
- 13) 中川喜直・服部正明・浅沼義英 (2002) ストックウォーキングの生理学的研究 一傾斜変化による酸素摂取量と筋電学的検討一. 臨床スポーツ医学 19(6):2002-6.
- 14) 中川喜直 (2003) 中高齢者のストックウォーキングが糖・脂質代謝および健康関連体力に与える影響. Walking Research 7:63-73.
- 15) 小野寺孝一・宮下充正 (1976) 全身持久性における主観的強度と客観的強度の対応性 - Rating of perceived exertion の観点から - 体育学研究 21(4) :191-203.
- 16) Pate, R.R. (1983) A new definition of youth fitness. Physician Sports Med. 11(4):77-83.
- 17) 佐々木巖 (2008) 生活習慣病、メタボリックシ

- ンドロームを有する高齢患者の運動療法
ーノルディックウォーキングを加えた運動プログラム
の有用性に関する考察ー. 臨床スポーツ
医学 (25) : 271 ~ 276.
- 18) 笹川スポーツ財団 (1998) スポーツライフに
関する調査. 笹川スポーツ財団報告書.
 - 19) 佐藤 久・竹村 英和・山野 英伯 (2006)
ノルディックウォーキング初心者における運動
中の心拍数と主観的強度. 仙台大学紀要 38 (1):
40-46.
 - 20) 首都大学東京体力標準値研究会編 (2007) 新・
日本人の体力標準値Ⅱ 不昧堂.
 - 21) 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.
Research J. of Walking. 4:83-87.
 - 22) Wasserman, K., Whipple J.B., Koyal N.S. and
L. W. Beaver(1973) Anaerobic threshold and
respiratory gas exchange during exercise. J.
Appl. Physiol. 35,236-243.