

〔論文〕

傾斜角度の変化に伴うノルディックウォーキングの運動強度

高橋 篤志*・池島 明子**・友金 明香**・豊岡 示朗**

体力レベルの高い男子大学生 10 名（平均年齢 21 歳）を被験者として、種々の傾斜角度でのノルディックウォーキングと通常のウォーキングを実施し、酸素摂取量、METs と心拍数を測定して運動強度を比較検討した。角度 0% でのノルディックウォーキングの酸素摂取量、METs、心拍数は、ウォーキングに比べ、約 6% 有意に高くなった。その時のノルディックウォーキングの運動強度は、 $37\%\dot{V}O_{2max}$ と $53\%HR_{max}$ に相当し、心肺系能力を高める minimal threshold に達しないことが分かった。METs の尺度から見ると、角度 6% 以上でアメリカスポーツ医学会（American College of Sports Medicine）による強度分類表の「Vigorous」に相当した。ノルディックウォーキングで心肺系とカロリー消費系に効果的な負荷を課すには、6% 以上の傾斜角度で、4 ～ 5km（40 ～ 50 分）のトレーニング距離／時間の実践が必要と示唆された。

キーワード：ノルディックウォーキング、METs、 $\%HR_{max}$ 、 $\%\dot{V}O_{2max}$ 、カロリー消費量

緒言

近年、国内の各市町村のスポーツ振興課や教育委員会では、中高年者をターゲットとした住民サービスの一貫としてノルディックウォーキングの指導講習を実施しているところが増えている（阪南市・熊取町公報、2014）。その実施の狙いは、手軽に取り組めて、住民の体力向上や健康の保持増進に効果的であり、その結果、医療費の抑制にも繋がると考えられているからである（三浦ら、2012、Parkatti ら、2012、Tschentscher ら、2013、Ota ら、2014）。

ノルディックウォーキング（以下 NW）とウォーキング（以下 W）の生理学的特徴を調べた比較研究によると、NW は W と同じ速度で実施した場合、酸素摂取量が 7 ～ 20% 高くなり、心拍数も 3 ～ 8% ほどの増加を示している（前川、2000、Church、2002、Schiffer、2006、田中ら、2012）。これら先行研究の被験者は、男女の若者から中高齢者まで幅広く、各年齢層で心肺系能力（Cardio Respiratory Fitness）の改善が可能なことを示唆している。しかしながら、これら NW の強度は、心拍数から見た場合、毎分約 100 ～ 150 拍程であり、心肺機能を高める運動様式としてどの年齢層にも応用できるのか、あるいは、体力レベルの高い若者に対して効果的な強度を得られるかなどについては明確でない点も多い。大学生を被験者にして NW を課した鍋倉らの研究は（2001）、少数例であるが、傾

*大阪総合保育大学 児童保育学部

**大阪体育大学

斜角度 15% 負荷で心拍数が 177 拍／分に達し、かつ楽しめる運動にもなることを指摘している。また Porcari らは (1997)、比較的体力レベルの高い平均 23 歳の男女に各自のペースで歩く NW をトレッドミルで 20 分課したところ、最大心拍数の 65 ～ 69% に高まったことから、心肺系能力を高める minimal threshold (American College of Sports Medicine, アメリカスポーツ医学会、以下、ACSM, 2006) に達することを報告している。これらの研究は、NW と W の比較研究であり、一過性の NW による心拍数への影響を調べたものである。

本研究の目的は、アクティブな男子大学生に傾斜角度をつけたトレッドミルを用いて NW を課し、W との比較から心肺系への負荷の強さを明らかにすることにある。

方法

1) 被験者

被験者は体育学部に所属する男子大学生 10 名 (年齢、18 ～ 22 歳、平均 21 歳) であり、軟式テニス部 (5 名) とサッカー部 (5 名) に所属していた。表 1 に被験者の身体的特徴を示した。実験を開始するにあたり、すべての被験者に本研究の目的、方法、危険性を十分に説明し、参加の同意を得た。また、本研究は大阪総合保育大学においてヒトを対象とした研究に関する倫理審査委員会による承認を得て実施した。

2) 実験内容、方法と測定項目

被験者は 3 回実験室に来室し、1) NW, 2) ポールを保持しない通常 W、さらに 3) 最大酸素摂取量の測定をそれぞれ別の日にトレッドミルを用いて実施した。実験順はランダムとし、2 - 3 日空けて実施した。各実験前に身長は自動身長計 (YKH-230P, ヤガミ社製) で、体重および体脂肪率は体組成計 (BC-118E, タニタ社製) を用いて測定した。被験者には実験前に 2 日間、約 10 分間にわたり、NW の技術習得のためトレッドミル上で練習

表 1. 被験者の身体的特徴

被験者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	$\dot{V}O_2\text{max}$ (ml/kg/min)	HRmax (拍/分)
a	18	175.0	62.6	8.4	48.1	166
b	19	175.0	66.1	9.1	49.8	198
c	20	178.0	63.7	7.6	48.1	202
d	20	171.0	72.0	13.8	44.4	210
e	21	174.0	64.2	10.3	52.6	187
f	21	158.0	51.5	11.4	56.8	182
g	21	181.0	62.0	4.7	52.3	189
h	21	168.0	63.5	13.2	50.5	190
i	22	170.0	61.8	14.8	61.9	192
j	22	178.0	70.3	12.3	57.8	188
平均値	21	172.8	63.8	10.6	52.2	190
標準偏差	1.3	6.5	5.5	3.1	5.3	12

n=10

を行わせた。なお、実験に用いたポールは、ナイト工芸社製のツーポール 16（重量約 225 g／本）であり、使用した長さは身長に 0.7 を乗じたものを基準とした。全実験とも O 体育大学人工気候室内（気温 $20.0^{\circ}\text{C} \pm 1.0$ ）に設置されたトレッドミルを用いて実施した。NW と W の速度は毎分 100m に固定し、スタートから 3 分までを傾斜角 0%、以後 3 分ごとに角度を 2% ずつ増加して角度 10% まで連続して行い、1 回当たり 18 分間のトライヤルを実施した。その際、運動開始から終了まで、毎分当たりの酸素摂取量と心拍数を連続測定した。各角度での酸素摂取量は、3 分間の運動時間のラスト 2 分間を平均して求めた。それら酸素摂取量を最大酸素摂取量で除して $\% \dot{V}O_{2\text{max}}$ （運動中の酸素摂取量 ÷ 最大酸素摂取量 × 100）を算出した。METs は、各角度での酸素摂取量を安静時酸素摂取量（3.5ml/kg/min、ACSM: 2006）で除して算出した。さらに、その酸素摂取量を 1km 当たりのカロリー消費量（kcal/kg/km）に換算した。算出式は、カロリー消費量 = 体重当たり酸素摂取量（ml/kg/min）× 5cal × 10 分（1km を歩くのに必要な時間）であり、酸素摂取量 1 ml を 5cal とし算出した（McArdle ら：2001）。例えば、傾斜 0% のカロリー消費量は、 $19.2 \text{ ml/kg/min} \times 5\text{cal} \times 10\text{min/km}$ より、 960cal/kg/km の値が得られ、Kcal 当たりに換えて 0.96kcal/kg/km として表した。

最大酸素摂取量は、速度漸増負荷法（傾斜角：5%）にて被験者を疲労困憊に追い込み、運動中に得られた酸素摂取量の最大値とした。最大値の出現判断は 1）運動強度が増加しても酸素摂取量が高まらない（2ml/kg/min 以下）、2）予測最大心拍数（ $220 - \text{年齢}$ ）の 10 拍／分以内、3）呼吸交換比が 1.05 以上という 3 項目のうち、2 つ以上が見られた場合とした。酸素摂取量は、ミナト医科学社製のエアロモニタ AE-280 と MG-360 により毎分自動的に求めた。呼気ガス分析器は、各実験前に化学的方法で予め分析された濃度の標準ガスを用いて較正した。心拍数は電極を胸部に装着し、毎分の拍動数を受信するテレメーター方式の VANTAGE-XL（ポラール社製）にて求めた。 $\%HR_{\text{max}}$ は、運動時心拍数を最大酸素摂取量の測定時に得た最大心拍数により除して算出した。

〈統計処理〉

結果はすべて平均値と標準偏差で示した。統計解析には SPSS 2010 を用い、2 要因混合計画による分散分析を行った。2 変数間の相関性は、Pearson の積率相関係数（r）を用いて検討した。なお、統計的有意水準は $p < 0.05$ とした。

結果

被験者は、体育学部所属し、スポーツ活動に取り組む男子学生 10 名（平均年齢、21 歳、18 ～ 22 歳）であった（表 1）。体脂肪率と最大酸素摂取量は、平均でそれぞれ 10.6%（4.7% ～ 14.8%）、 52.2 ml/kg/min （ $44.4 \sim 61.9\text{ml/kg/min}$ ）であり、細身で持久力レベルは 7 段階の 5（very good）に相当した（小林：1990）。

表 2 にトレッドミルの角度変化に伴う NW と W の生理学的反応を示した。角度 0% では、NW の酸素摂取量、METs および心拍数が W より高く、NW と W の間で有意差（ $p < 0.05$ ）が認められた。一方、その際の両者の $\% \dot{V}O_{2\text{max}}$ と $\%HR_{\text{max}}$ の間には、有意差は見られなかった。以後、角度 2% から角度 10% まで NW の酸素摂取量と METs は、W より高値を示し、傾斜 6% まで、両者の間に有意差が認められた。

心拍数も同様の傾向 (NW>W) を示したが、角度 2% の反応を除き、どの傾斜角度においても有意差が認められた。なお、 $\dot{V}O_2\max$ と %HRmax 強度は、どの角度においても NW が W より高い傾向を示したが、2 群の間に有意差は認められなかった。図 1 に NW と W における傾斜角度とカロリー消費量 (kcal/kg/km) の関係を示した。角度の増加に伴い NW と W のカロリー消費量は、比例的に増加し、両者を比較すると、角度 4% まで有意差が見られた。角度 0% のカロリー消費量は、NW で 0.96 kcal/kg/km、W の場合、0.85 kcal/kg/km であった。NW の場合、傾斜角度とカロリー消費量の間に、有意な相関関係 ($r=0.72$, $P<0.001$) が認められ、 $Y=6.28 X + 0.95$ なる回帰式が得られた。このことから 2% の角度上昇ごとにカロリー消費量が約 0.09 kcal/kg/km 増加することが明らかになっ

表 2. トレッドミルの傾斜角度変化に伴うノルディックウォーキングとウォーキングの生理学的反応

種類	項目	傾斜角度 (%)					
		0 (%)	2 (%)	4 (%)	6 (%)	8 (%)	10 (%)
ノルディック ウォーキング n=10	$\dot{V}O_2$ (ml / kg / min)	19.2 ± 2.0	21.6 ± 2.3*	23.6 ± 1.7*	26.5 ± 2.2*	29.3 ± 2.1	31.6 ± 2.3
	% $\dot{V}O_2\max$	37.8 ± 4.6	43.1 ± 5.9	46.8 ± 5.2	51.5 ± 5.9	58.1 ± 6.2	62.7 ± 5.6
	METs	5.5 ± 0.6*	6.2 ± 0.7*	6.7 ± 0.5*	7.6 ± 0.6*	8.4 ± 0.6	9.0 ± 0.7
	心拍数 (拍/分)	100.5 ± 12.0*	107.0 ± 13.0	113.5 ± 13.2*	121.0 ± 12.1*	127.6 ± 14.8	139.5 ± 13.2
	%HRmax	53.5 ± 6.9*	57.0 ± 7.9*	60.3 ± 7.0*	64.2 ± 6.2*	67.5 ± 7.3	73.8 ± 4.8
ウォーキング n=10	$\dot{V}O_2$ (ml / kg / min)	18.1 ± 1.9	19.7 ± 1.7	21.7 ± 1.9	24.4 ± 2.4	27.8 ± 3.0	30.7 ± 2.3
	% $\dot{V}O_2\max$	36.4 ± 5.0	39.7 ± 5.0	43.7 ± 5.7	48.6 ± 6.4	57.8 ± 8.3	61.7 ± 7.6
	METs	5.2 ± 0.5	5.6 ± 0.5	6.2 ± 0.5	7.0 ± 0.7	7.9 ± 0.8	8.8 ± 0.7
	心拍数 (拍/分)	93.4 ± 10.3	102.3 ± 11.1	105.5 ± 9.5	114.6 ± 10.0	122.1 ± 10.4	134.0 ± 12.0
	%HRmax	49.5 ± 7.2	53.4 ± 7.4	55.9 ± 6.5	60.4 ± 6.1	64.9 ± 6.1	70.9 ± 6.8

2種類のウォーキングに有意差あり *: $p < 0.05$

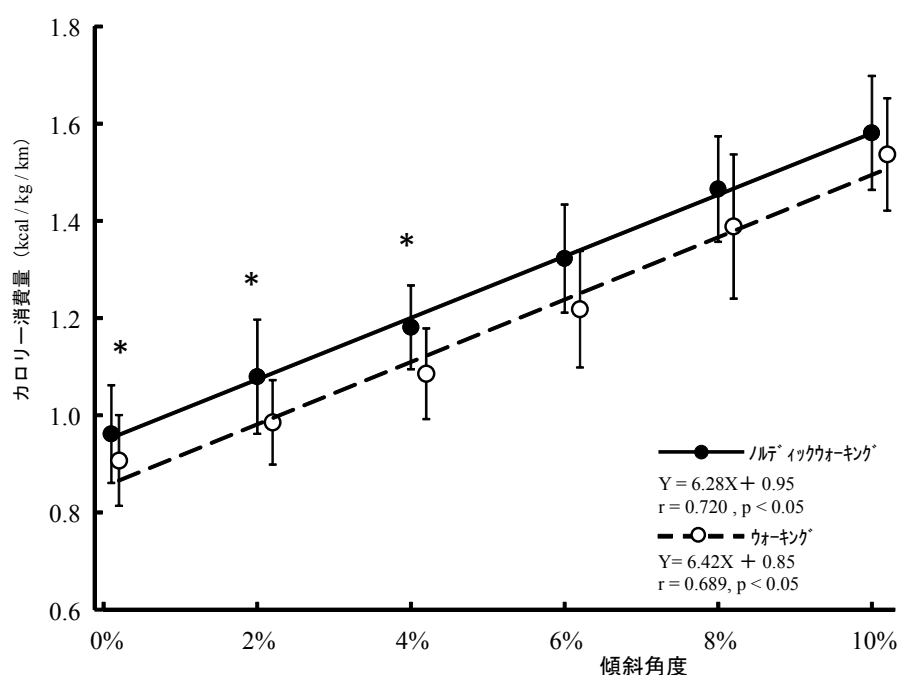


図 1. ノルディックウォーキングとウォーキングにおける傾斜角度とカロリー消費量の関係 (2 種類のウォーキングに有意差あり * $p < 0.05$)

た。なお、角度 10% の NW では、1km 歩くと体重 1kg 当たり 1.58 kcal と算出され、角度 0 % に比べ、約 66% もの増加が認められた。W の場合、NW より各角度でのカロリー消費量は低いものの、その変化は NW とほぼ同様の傾向を示した。

考察

本研究では、体力レベルの高い男子大学生が、傾斜角度をつけたトレッドミルを用いて NW と W を実施した場合の生理学的反応を把握し、心肺持久力向上を意図した強度設定などの可能性の有無を検討した。そのため、毎分の速度は速歩に相当する 100m (時速 6km) とした (宮下、2006)。これ以上の速度での NW や W は、トライラルは出来るものの、エネルギー消費量の急激な増加が起こり、フォームを保って 10 分間以上持続することは、若い学生でも難しいからである (Margaria, 1963a, 宮下：2006)。それ故、角度を 0% ～ 10% まで増加して酸素摂取量と心拍数、および、それに関連する強度尺度の反応を調べ、2006 年と 2014 年の ACSM の運動強度分類表 (表 3、一部省略) と体育科学センター資料から、運動の強さを求めた。

平地 (0%) での酸素摂取量と心拍数の応答は、W に比べ NW の場合に約 6 ～ 7% 有意に高くなり、同年齢の被験者の報告 (Rodgers ら、1995：前川ら、2000：中川ら、2002) に類似した。この 6% の酸素摂取量の増加で、NW は W に比べ、METs で 0.3、1km 当たりのカロリー消費量で約 12% の増加を示したが、心拍数は 100 拍/分、%HRmax で 53.5%、 $\dot{V}O_{2\max}$ は 37.8% であり、予想以上に低い強度と示唆された。これらの数値は、アメリカスポーツ医学会の身体活動強度分類表 (American College of Sports Medicine：ACSM、2006, 2014) によると、 $\dot{V}O_{2\max}$ 、%HRmax の強度尺度は「Light」のレベルを示し、METs だけが、「Moderate」に相当した。しかし、NW で得られた 5.5METs は、5.48METs と算出された数値を四捨五入で 5.5 として表したものである。

この数値は、「Light」から「Moderate」に変わる境目にあり、わずか 0.1METs 違いで「Moderate」に評価されたものであった。測定された他の強度尺度レベルを考慮すると、平地での NW は、体力レベルの高い男子学生にとって心肺持久力を高める強度として不十分であると解釈される。

表 3 心肺持久力を高める強度分類 (ACSM 2006, 2014 より作表)

強度	相対強度		絶対強度	
	%HRmax	% $\dot{V}O_{2\max}$	12MET $\dot{V}O_{2\max}$	young(20-39yr)
Light	57- $<$ 64	37- $<$ 45	3.2-5.3	$<$ 4.8
Moderate	64- $<$ 76	46- $<$ 64	5.4-7.5	4.8- $<$ 7.2
Vigorous	76- $<$ 96	64- $<$ 91	7.6-10.2	7.2- $<$ 10.2
Near maximal to maximal	\geq 96	\geq 91		\geq 10.2

また、傾斜角度増に伴う NW の METs は、角度の上昇に伴って高まり、2% で 6.2 METs、6% で 7.6 METs、10% では 9METs に増加した。この値を ACSM の評価表(2014)の若者(Young: 20 ~ 39 歳)に適用すると、傾斜角度 0% ~ 4% までが「Moderate」、6% ~ 10% の角度で「Vigorous」に相当した。しかしながら、「Moderate」に相当した角度 2 ~ 4% においても、他の強度尺度が、「Moderate」レベルに達しない例も生じた。傾斜角度 2% の場合において、前述の強度尺度は、すべて「Light」に相当し、加えて、心拍数は 107 拍/分と低く、角度 2% 条件は、心肺持久力を高める minimal threshold (ACSM, 2006) に達しないと考えられた。角度 4% 条件は、心拍数だけが 114 拍/分と低い値を示し強度の閾値に達しなかった(体育科学センター、1976)。それ以外は、ACSM 表の「Moderate」の範囲に入る結果を示した。また、得られた全強度尺度が「Moderate」以上を示した傾斜角度は、6% からであり、角度 10% では、METs のみが「Vigorous」で、他の強度尺度は、「Moderate」に相当した。ACSM (2014) が推奨している有酸素運動の強度は、「Moderate」から「Vigorous」の範囲である。心肺持久力を高める効果的な強度尺度を文献よりまとめると、対象者の体力水準にも依るが、本研究の被験者では、 $\dot{V}O_{2max}$ の 50 ~ 70% 以上、 $\%HR_{max}$ の 60 ~ 90%、7 ~ 10 METs、心拍数で 120 ~ 130 拍/分以上が必要と考えられる(体育科学センター、1976 : ACSM, 2006, 2014)。得られた強度尺度と傾斜角度の関係から、本研究の被験者が NW を実施して心肺持久力を高める場合、トレッドミルの傾斜角度は、6% 以上が必要と考えられ、この角度を含む強度設定が必須であると示唆された。

本研究よりさらに傾斜角度を上げた NW 研究では、速度 100m / 分、角度 15% において、終末心拍数が、推定で 87% HR_{max} まで上昇したことを明らかにしている(鍋倉ら、2001)。また、中川ら(2010)は、速度 73m / 分で 4 分ごとに 5% ずつ角度を 20 % まで漸増すると、角度 5% の増加ごとに酸素摂取量が約 4 ~ 5ml/kg/min 高まると述べている。これらの報告からは、さらに角度を 5% 上げた 15% 角度での試行を取り入れると、ACSM 分類表(2014)では、「Near maximal」に近い強度を得られるかもしれない。

本研究では NW と同様の傾斜角度で W を実施した。傾斜を付けた W の生理学的応答は、NW より低いものの、角度 4% までは、「Light」、角度 6% で「Moderate」を示す強度尺度が多くなった(ACSM, 2014)。角度 8% では NW の酸素摂取量との有意差がなくなり、全尺度が NW と同じ範ちゅうの強度を示した。

このことは、傾斜角を用いた W は、かなりの強度までの運動が可能であることを示している。傾斜角度の増加に伴う両者の強度尺度が接近してきた要因として 1) 傾斜角度をつけたトレッドミルによる NW と W の筋電図比較研究で、W は NW に比べて、筋放電量が、外側広筋において高い傾向にあること(中川ら、2002) 2) 傾斜角漸増負荷における下肢の自覚的運動強度は、W が NW より 2 ポイント高い(鍋倉ら、2001) ことなどから、NW に比べて、W は腕でポールを後方へ押せない分、傾斜地でより下肢筋群の動員が高まっている可能性が高いと考えられる。

心肺持久力向上を目的とした運動処方、強度レベルの重みが大いと思われるが、Haskell らによると(1994)、健康への恩恵やトレーニングに対する適応は、実施されたトレーニング総量に関連していると述べている。ACSM の Position Stand (2001) では、心肺持久力向上とウェイトロスセットとして取り組む場合、1 日当たりの運動によるカロリー消費量として、300 ~ 400kcal の必要性を強調している。本研究では、NW と W のカ

ロリー消費量の単位を Margaria ら (1963a) に倣い kcal/kg/km で表した。NW の 1km 当たりのカロリー消費量は、角度増に伴い、ジョギングやランニングで報告されているカロリー消費量 (1kcal/kg/km, Margaria ら, 1963a) を上回った。強度尺度が全て「Moderate」以上の分類に入った角度 6% では、1km の NW で、体重 1 kg 当たり、1.33 kcal 消費すると算出され、平地での NW 1km に比べ、エネルギー消費量が 40% 多くなることが分った。例えば、この角度の NW で上述した 300 ~ 400 kcal/day を消費するには、4km 歩くと、 $4\text{km} \times 1.33 \text{ kcal} \times 63.8\text{kg}$ (被験者の平均体重) = 339 kcal、5km では 424 kcal と算出され、心肺系とカロリー消費系に対する処方として、強度と距離 (時間) 条件が十分に満たされることになる。なお、4km と 5km の所用時間は、実験速度が毎分 100m なので、それぞれ、40 分と 50 分になる。

また、短期、長期のウエイトコントロールに必要な消費カロリーについて、ACSM はこれまでの見解 (1000kcal / 週,) を変えて、週 2000kcal 以上の運動が望まれると 2006 年のガイドラインで言及している。角度 6% に固定した NW で週当たり 2000kcal を消費するには、約 5 ~ 6 日 / 週のトレーニングの実施が必要であろう。本研究で得られたデータからは、傾斜角 6% 以上で強度条件が満足されることから、6% から 10% まで、あるいは、それ以上の傾斜角度と距離 (時間) を組み入れた多くの負荷設定法が作成できると考えられる。例えば、本研究の被験者が、角度 6% → 角度 8% → 角度 10% をそれぞれ 1km ずつ NW すると、約 278kcal と予測される。それを 2 セット行くと、カロリー消費量は約 556kcal となり、1 回当たりのトレーニングで、心肺系、カロリー消費系に十分な負荷を与えられと考えられる。これらのことから、トレッドミルの速度を毎分 100m、傾斜角度を 6% 以上に設定した多種類のノルディックウォーキングプログラムを考案することによって、体力レベルの高い男子大学生の心肺持久力を高める強度設定が可能であり、ウエイトロスへの処方にも応用できることが示唆された。上述したノルディックウォーキングの結果から、個人でトレッドミルの傾斜角度を操作しながらのトレーニングや集団での大学の授業において、傾斜地を用いるノルディックウォーキングのトレーニングプログラムは、心肺機能を高める手段として有用であると考えられた。

(引用文献)

- American College of Sports Medicine. Position Stand: Appropriate Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. Med Sci Sports Exerc., 2001, 33, pp2145-2156.
- American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines For Exercise Testing and Prescription, seventh edition. 2006, pp133-173, pp286-299
- American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines For Exercise Testing and Prescription, ninth edition. 2014, pp2-18, pp162-193
- Church, T.S. C.P.Earnest, and G.M.Morss. Field Testing of Physiological Responses Associated With Nordic Walking. Research Quarterly for Exercise and Sport. 2002, Vol.73, No3, pp296-300.
- Haskell WL., J.B. Wolfe. Memorial Lecture. Health Consequences of Physical Activity: understanding and challenges regarding dose-response, Med. Sci. Sport Exerc., 1994, 26, pp649-660.
- 小林寛道. 日本人のエアロビック パワー、- 加齢による体力推移とトレーニングの影響 -, 1982, 杏林書院, pp125-156, pp265-266,
- Margaria R, Cerretelli P, Aghemo P and Sassi G. Energy Cost of Running. J. Appl. Physiol., 1963a, 18, pp367-

370.

前川剛輝、西野昌美、山本正嘉ら ノルディックウォーキングと通常ウォーキングの生理学的／力学的特性の比較 ウォーキング研究, 2000, No4, pp95-100

McArdle W.D., F.I. Katch, V.L. Katch. Essential of Exercise Physiology. Measurement of human energy expenditure, 2001, pp142-153.

三浦望慶ら. 中高年女性におけるノルディックウォーキングの有酸素運動強度 ウォーキング研究, 2012, No16, pp53-57

宮下充正, ウォーキングブック, 2006, ブックハウス HD, 東京

鍋倉賢治、高島 渉、吉岡利貢. 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, 2001, No5, pp69-73

中川喜直、服部正明、浅沼義英. 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図学的検討— 臨床スポーツ医学, 2002, Vol.19 No.6 pp689-694

Parkatti T., J. Perttunen, and P. Wacker. Improvements in Functional Capacity From Nordic Walking: a Randomized Controlled Trial Among Older Adults . Journal of aging and physical activity, 2012, Vol.20 , pp93-105

Porcari J.P et al. The Physiological Responses to Walking With and Without Power Poles on Treadmill Exercise. Research Quarterly for Exercise and Sport, 1997, Vol.68, No2, pp161-166

Rodgers, C.D., VanHeest, J.L. and Schacher, C.L. Energy Expenditure during Submaximal Walking with Exerstriders. Med Sci Sports Exerc. 1995, vol.27, pp607-611

Schiffer, T., K.A., Hoffman, et al. Physiological responses to Nordic Walking, Walking and Jogging. European Journal of Applied Physiology.

体育科学センター編 健康づくり運動カルテ, 1976, pp49-73, 講談社

Tschentscher M, Niederseer D. and Niebauer J. Health benefits of Nordic walking : a systematic review. Am. J. Prev. Med., 2013, vol 44, pp76-84

(参考文献)

阪南市公報 No9 2014

熊取町公報 No5 2014

田中ひかる、新野弘美、田邊 智ら. 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, 2012, 57, 21-32

Ota Susumu, H.Goto, et al. Application of Pole Walking to Day Service Centers for Use by community-dwelling Frail Elderly People. International Journal of Gerontology, 2014, Vol8 (No1), 6-11

Exercise Intensity of Nordic Walking with the Change of Inclination Angles

Atsushi Takahashi*, Akiko Ikeshima**, Sayaka Tomokane**, Jiro Toyooka**

**Osaka University of Comprehensive Children Education*

***Osaka University of Health and Sports Sciences*

English abstract

For 10 college boys (mean age: 21) with higher physical fitness level who performed Nordic walking and normal walking on a treadmill by various inclination angles, we measured oxygen intake, METs and heart rate and examined the exercise intensity of the both walking styles. As a result of comparison in oxygen intake, METs and heart rate between Nordic walking and normal walking by an angle of 0%, all items were significantly higher in Nordic walking by 6 to 7%. In this setting, the exercise intensity of Nordic walking corresponded to 37% of $\dot{V}O_2\text{max}$ and 53% of HRmax, being unable to the minimal threshold. According to METs scale, it was corresponded to Vigorous in ACSM classification table by an angle of 6% or higher. It has been suggested that intensity of Nordic walking is required for 4 to 5km of training distance by an angle of 6% or larger to enhance cardiorespiratory and calorie expenditure systems.

Key words : Nordic walking, METs, %HRmax, % $\dot{V}O_2\text{max}$, Calorie expenditure