

原 著

# 速歩とスロージョギングの組み合わせはエネルギー消費量を増加させる

山口寛基\*<sup>1)</sup>, 持田顕人\*<sup>2)</sup>, 青木拓巳\*<sup>1)</sup>, 大石 寛\*<sup>1)</sup>, 野村友哉\*<sup>1)</sup>, 石井好二郎\*<sup>2)</sup>

## 要 旨

【目的】速歩とスロージョギングの組み合わせはエネルギー消費量を増加させるかを検討すること。

【方法】大学体育会陸上競技部男子 10 名を対象とし、普通歩行 - 速歩条件 (N + 速歩) 先行群と、普通歩行部分をスロージョギングとする条件 (S + 速歩) 先行群のクロスオーバー法にて実施した。本研究は IRB の承認を得ており、個人情報の取扱いに十分配慮した。

【結果】エネルギー消費量は S + 速歩 185.0 ± 41.5 kcal/30min, N + 速歩 165.0 ± 40.3 kcal/30min であり, S + 速歩が有意に高値を示した。RPE では 0 ~ 3・6 ~ 9 分後を除いて両条件で有意差は認められなかった。

【結論】スロージョギングと速歩を組み合わせたトレーニングは普通歩行 - 速歩に比べて、主観的な運動強度は変わらないが、酸素摂取量を上昇させ、エネルギー消費量を増加させる。

Key words : 酸素摂取量, 炭水化物酸化量, 脂質酸化量, 心拍数, 主観的運動強度

## I. はじめに

生活習慣病とは、運動習慣や食生活、休養、喫煙、飲酒などの生活習慣によって引き起こされる病気の総称である<sup>1)</sup>。現在、わが国の死因別死亡率の 6 割を生活習慣病が占めており<sup>1)</sup>、生活習慣病予防は喫緊の課題と言える。運動習慣によって体力の維持・増進をすることは生活習慣病を予防する 1 つの対策と考えられており、多くの研究において運動を習慣化することでこれらの発症や発現を予防できると報告されている<sup>1)</sup>。

こうした背景をふまえて、健康日本 21 が施策され、身体活動の数値目標として歩数 (20 ~ 64 歳男性 : 9200 歩, 20 ~ 64 歳女性 : 8300 歩, 65 歳以上男女 : 7000 歩) が用いられている<sup>1)</sup>。しかし、現状の歩数は男女年齢関係なく増加傾向にはあるが目標値には届いていない<sup>1)</sup>。また、酒井らは歩数の増加だけでは体力向上を示さないことを明らかにしている<sup>2)</sup>。米国スポーツ医学会が示す体力向上の国際基準では、個人の体力を測定し、その 70% 以上の負荷の運動を 30 分 / 日以上、4 日 / 週以上実施すれば、6 ヶ月で体力が 10% 向上、生活習慣病の症状も 10 ~ 20% 改善することを示している<sup>3)</sup>。歩行の運動強度は体力の 40%

に満たない<sup>4)</sup>とされており、運動強度が低いため効果が出にくいと考えられる。

そこで近年謳われているのが、普通歩行と速歩を交互に繰り返す運動 (以下、普通歩行 - 速歩) である。普通歩行 - 速歩とは、個人の最大歩行速度を決定し、その 40% 以下の速度 (普通歩行) と 70% の速度 (速歩) で 3 分ずつ 5 セット行うトレーニングである<sup>5)</sup>。Morikawa ら<sup>6)</sup> は同運動を 5 ヶ月間行った結果、体力、生活習慣病指数 (生活習慣病になる確率を示す指数)、関節痛などの症状がいずれも改善したことを報告している。また、継続率も高く、持続可能性の観点からも効果的な運動処方である<sup>7)</sup>。

他方、歩行より運動強度が高いトレーニングとして、「スロージョギング」がある。スロージョギングとは、歩く速度で走る方法を指す。北嶋ら<sup>8)</sup> は、3 ~ 8 km/h でのウォーキングとスロージョギングを比較し、6 km/h 以下ではウォーキングに比べスロージョギングはエネルギー消費量が多いにも関わらず、主観的運動強度 (Rate of Perceived Exertion : RPE) には差が無いことを示した。すなわち、スロージョギングは主観的な「きつさ」を増加させることなく、エネルギー消費量を増やすことのできる運動であるといえる。したがって、普通歩行 - 速歩の普通

\*<sup>1)</sup> 同志社大学大学院スポーツ健康科学研究科, \*<sup>2)</sup> 同志社大学スポーツ健康科学部

歩行部分をスロージョギングとすることで、運動に対する「きつさ」を変化させることなく、エネルギー消費量を増加させる可能性がある。しかしながら、普通歩行-速歩は普通歩行と速歩を交互に実施することにより、速歩時の負荷増大を可能としているとも考えられる。

そこで本研究は、従来の普通歩行と速歩を交互に繰り返す運動プログラムと、スロージョギングと速歩を交互に繰り返す運動プログラムとの酸素摂取量、エネルギー消費量、心拍数、主観的運動強度を比較し、スロージョギングと速歩を組み合わせた運動の有効性について明らかにすることを目的とした。

## II. 対象及び方法

### 1. 被験者

大学体育会陸上競技部の長距離パートに所属する男子大学生 10 名 (年齢:  $21.2 \pm 1.0$  歳, 身長:  $174.1 \pm 4.9$  cm, 体重:  $60.3 \pm 5.7$  kg, BMI:  $19.9 \pm 1.1$  kg/m<sup>2</sup>) を被験者とした。なお、長距離パートには競歩を専門種目とする部員も含まれるが、本研究では被験者より除外した。

本研究は、同志社大学「人を対象とする研究」に関する倫理審査委員会 (申請番号 19014) の承認を取得し、ヘルシンキ宣言に基づく倫理的原則に則って実施された。

### 2. 研究デザイン

#### 1) 漸増運動負荷試験

各被験者の本実験での速度を決定するため、トレッドミル (ウェルロード 200E, 竹井機器工業, 新潟) による漸増運動負荷試験を実施した。被験者は実験室入室後 15 分間以上の安静を取り、実験を開始し、運動中の心拍数 (heart rate: HR) は HR モニター (RS100, Polar Electro, Kempele, Finland) を用いて測定した。運動中の酸素摂取量は呼気ガス分析器 (エアロモニタ AE-310S, ミナト医科学, 大阪) を用いてプレス・バイ・プレス法により 10 秒ごとに測定した。

##### i) 最大歩行速度の測定

トレッドミルのプロトコルは、3 分間のウォーミングアップを 3.5 km/h で行った後、20 秒毎に 0.3 km/h ずつ速度を増加させた。8 km/h 到達後は 20 秒毎に速度を 0.4 km/h ずつ増加させた。傾斜は 0% とした。被験者にはできるだけ歩行を維持するよう指示し、歩行を維持できなくなった時点の速度を個人の最大歩行速度とした。

##### ii) 最大酸素摂取量の測定

最大歩行速度到達後は走行に切り替え最大酸素摂取量を測定した。18 km/h 到達後は 20 秒毎に速度を 0.1 km/h ずつ、傾斜を 0.5% ずつ漸増させた。20 km/h 到達後は傾斜のみ 0.5% ずつ漸増させた。最大酸素摂取量の出現の確認は、①酸素摂取量のレベリングオフが確認されること、②

年齢から推定される最高心拍数 ( $220 - \text{年齢}$ ) に達していること、③呼吸交換比が 1.10 以上であること、④ RPE が 19 または 20 であることの 4 項目のうち 2 項目以上満たしている場合とした。

### 2) 本実験

漸増運動負荷試験終了後 10 日以内に、普通歩行-速歩の普通歩行部分を、最大歩行速度の 40% での速度で歩行を行う条件 (Normal + 速歩: N + 速歩) と、スロージョギングとする条件 (Slow jogging + 速歩: S + 速歩) を実施の順番が偏らないよう N + 速歩先行群, S + 速歩先行群に分け、クロスオーバー法にて行った。なお、普通歩行-速歩については、NPO 法人熟年体育大学リサーチセンターの方法<sup>9)</sup>に基づき、速歩部分は最大歩行速度の 70% の速度に統一した (図 1)。スロージョギングについてはスロージョギング協会の方法<sup>10)</sup>にしたがって実施した。傾斜はいずれの条件も 0% とした。被験者は実験室入室後 15 分間以上の安静を取り、実験を開始し、運動中の HR は HR モニター (RS100, Polar Electro, Kempele, Finland) を用いて測定した。運動中の酸素摂取量は呼気ガス分析器 (エアロモニタ AE-310S, ミナト医科学, 大阪) を用いてプレス・バイ・プレス法により 10 秒ごとに測定した。また、3 分毎に RPE の一覧表を掲示し、該当する数字を示すよう指示した。

なお、すべての実験中の室温は約 24°C に設定した。また、サーカディアンリズムを考慮し、N + 速歩と S + 速歩の試行は被験者内で別日に同時刻で実施した。さらに、すべての実験の前日、及び当日はカフェインやアルコールの摂取を禁止し、食事は実験開始 3 時間前から摂取しないよう指示した。

### 3. 分析項目

分析項目は、酸素摂取量、エネルギー消費量、炭水化物酸化量、脂質酸化量、心拍数、RPE である。なお、エネルギー消費量は Weir<sup>11)</sup> の次式、

$$\text{エネルギー消費量} = 3.9 \cdot \dot{V}O_2 + 1.1 \cdot \dot{V}CO_2$$

炭水化物酸化量、脂質酸化量については Peronnet & Massicotte<sup>12)</sup> の次式、

$$\text{炭水化物酸化量} = 4.585 \cdot \dot{V}CO_2 - 3.226 \cdot \dot{V}O_2$$

$$\text{脂質酸化量} = 1.695 \cdot \dot{V}O_2 - 1.701 \cdot \dot{V}CO_2$$

をそれぞれ用いた。

### 4. 統計処理

統計データは平均 ± 標準偏差で示し、解析には SPSS 25.0 for Windows (IBM, New York, USA) を使用した。有意水準はいずれも危険率 5% 未満とした。酸素摂取量、エネルギー消費量、脂質酸化量、炭水化物酸化量、心拍数の分析に先立ち、Kolmogorov-Smirnov 検定を用いて正規性の検定を行なったところ、いずれの項目においても正規

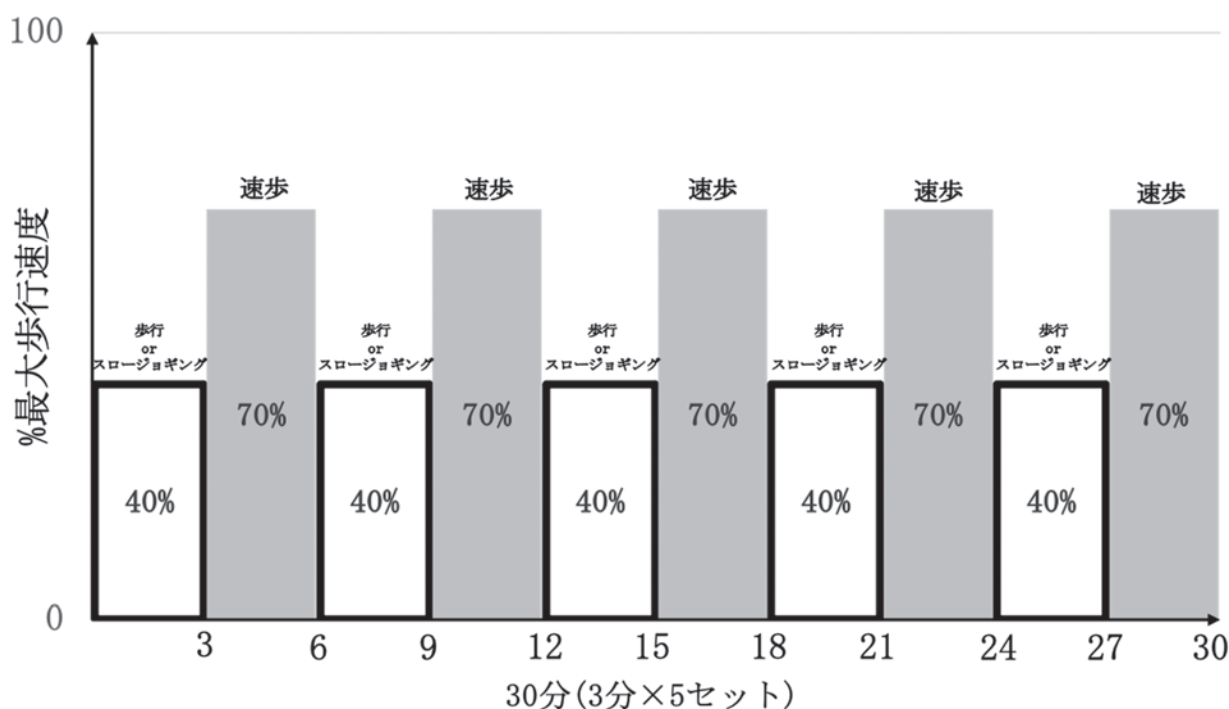


図1 本実験のプロトコール

性が確認されたため、群間比較には対応のある t 検定を行った。RPE の群間比較には、Wilcoxon の符号付順位検定を用いた。

### Ⅲ. 結果

漸増運動負荷試験の結果、最大歩行速度は  $10.6 \pm 2.0$  km/h、最大歩行速度の 70% に該当する速度は  $7.4 \pm 1.4$  km/h、40% に該当する速度は  $4.3 \pm 0.7$  km/h であった。また、最大酸素摂取量は  $67.2 \pm 4.4$  ml/kg/min、最大歩行速度時の最大酸素摂取量は  $55.8\% \dot{V}O_{2max}$ 、70% 最大歩行速度時の平均  $\dot{V}O_{2max}$  は S + 速歩  $35.0\% \dot{V}O_{2max}$ 、N + 速歩  $34.3\% \dot{V}O_{2max}$ 、40% 最大歩行速度時の平均  $\dot{V}O_{2max}$  は S + 速歩  $27.3\% \dot{V}O_{2max}$ 、N + 速歩  $21.5\% \dot{V}O_{2max}$  であった。

運動中の酸素摂取量の推移を図2に示した。3, 9, 15, 21, 27分においてS + 速歩がN + 速歩に比べて有意に高値を示した。また、運動中30分間のエネルギー消費量はS + 速歩  $185.0 \pm 41.5$  kcal/30min、N + 速歩  $165.0 \pm 40.3$  kcal/30minであり、S + 速歩が有意に高かった(図3)。炭水化物酸化量はS + 速歩  $1.3 \pm 0.5$  g/30min、N + 速歩  $1.1 \pm 0.3$  g/30min、脂質酸化量ではS + 速歩  $0.2 \pm 0.1$  g/30min、N + 速歩  $0.2 \pm 0.1$  g/30minであり、両条件に有意差は認められなかった。心拍数では3, 9, 15, 21, 27分においてS + 速歩がN + 速歩に比べて有意に高かった(図4)。RPEでは0 ~ 3・6 ~ 9分後を除いてS + 速歩とN + 速歩で有意差が認められなかった(図5)。

### Ⅳ. 考察

同速度における歩行と走行のエネルギー消費量を比較した先行研究では、約7 km/h前後を境に、低速では歩行が、高速では走行が、それぞれ少ないエネルギー消費量となることが報告されている<sup>8)</sup>。本研究の両条件の低速部分である、最大歩行速度の40%に該当する速度は  $4.3 \pm 0.7$  km/hであった。したがって、約4 km/hの速度で走行するスロージョギングは普通歩行より多くのエネルギー消費量を示したものと考えられる。

一方、RPEは0 ~ 3・6 ~ 9分後を除いてS + 速歩とN + 速歩で有意差が認められなかった。Sakamotoら<sup>13)</sup>は同じ心拍数、血中乳酸濃度時の歩行と走行のRPEを比較し、走行の方が歩行よりRPEが低いことを報告している。本研究では血中乳酸濃度は測定していないが、スロージョギング時の心拍数は普通歩行より有意に高値を示した。すなわち、普通歩行に比べスロージョギングは強度が高い運動であるが、走行であることからRPEは低く感じられた可能性がある。このため、0 ~ 3・6 ~ 9分後を除き普通歩行時とスロージョギング時に有意差が生じなかったものと示唆される。

では、何故、0 ~ 3・6 ~ 9分後のみスロージョギングのRPEが高値を示したのであろうか。運動を開始すると安静時より酸素需要量は増加する。運動開始初期には酸素需要量と酸素供給量との間に差(酸素借)が生じ、酸素借の多寡は運動の「きつさ」を反映する。しかし、最大酸素

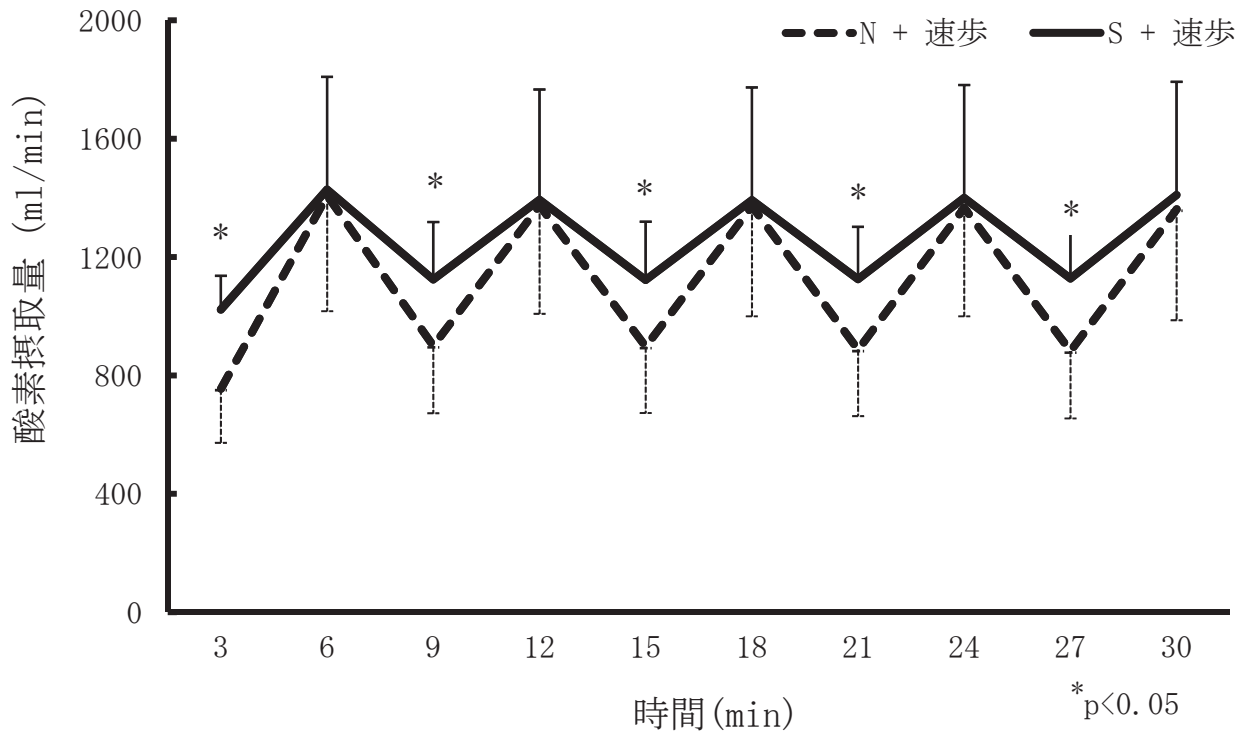


図2 両条件の時間経過に伴う酸素摂取量の推移

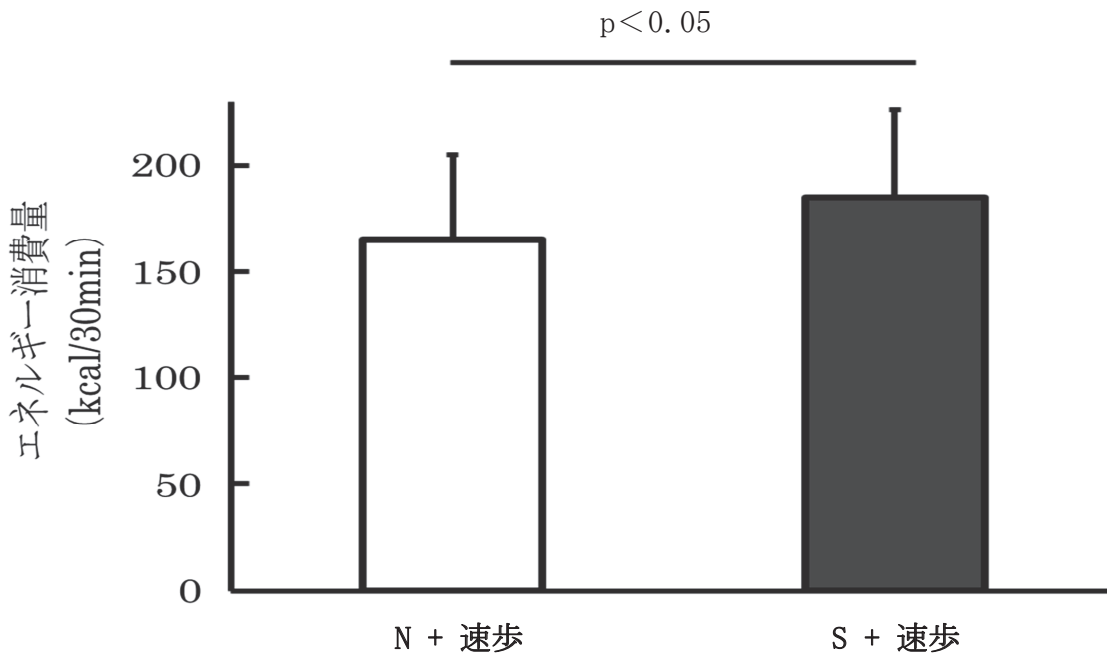


図3 両条件のエネルギー消費量

摂取量より低強度である最大下運動では、時間経過と共に酸素供給量が酸素需要量とほぼ同程度になる。すなわち、運動の初期である0～3・6～9分後では酸素摂取量の高いスロージョギング条件のRPEが高値を示したものの、時間経過に伴い酸素需要量に酸素摂取量が追いつき、普通

歩行条件との有意差が消失したものと推察される。

継続的な身体活動を増やすことで、生活習慣病危険因子が改善されることが報告されている<sup>14)</sup>。運動習慣は頻度、時間、強度、期間の4要素から定義され<sup>14)</sup>、日本においては、「健康づくりのための身体活動基準2013」により身

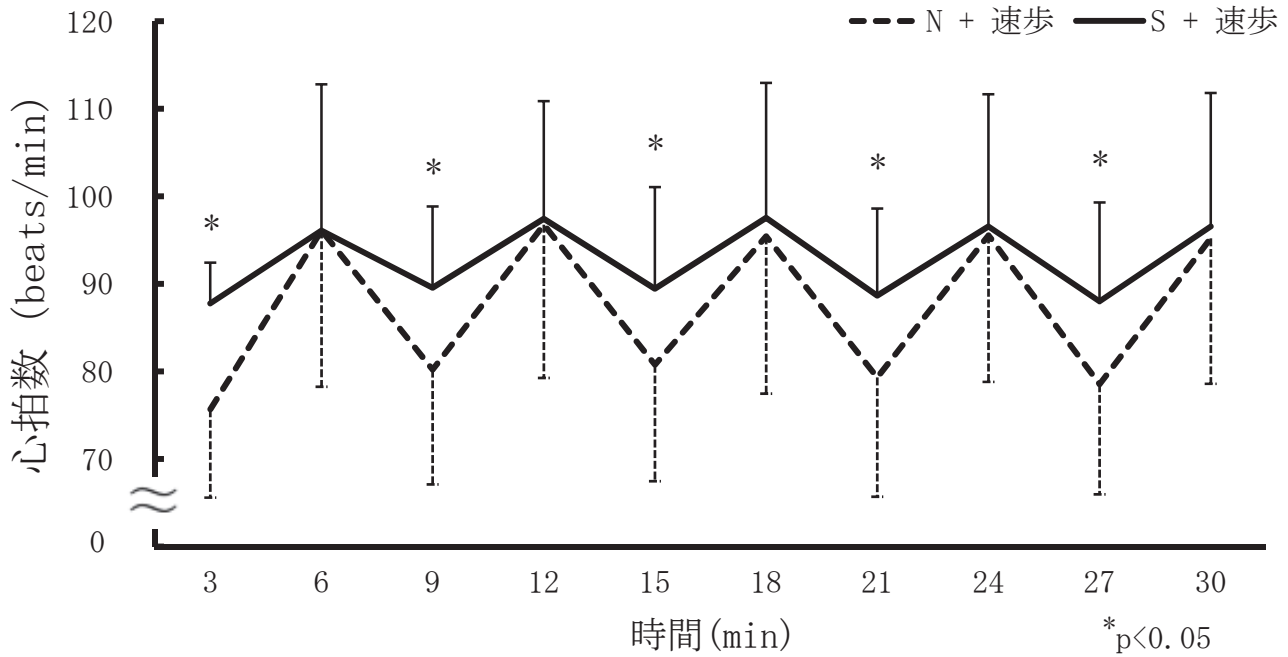


図4 両条件の時間経過に伴う心拍数の推移

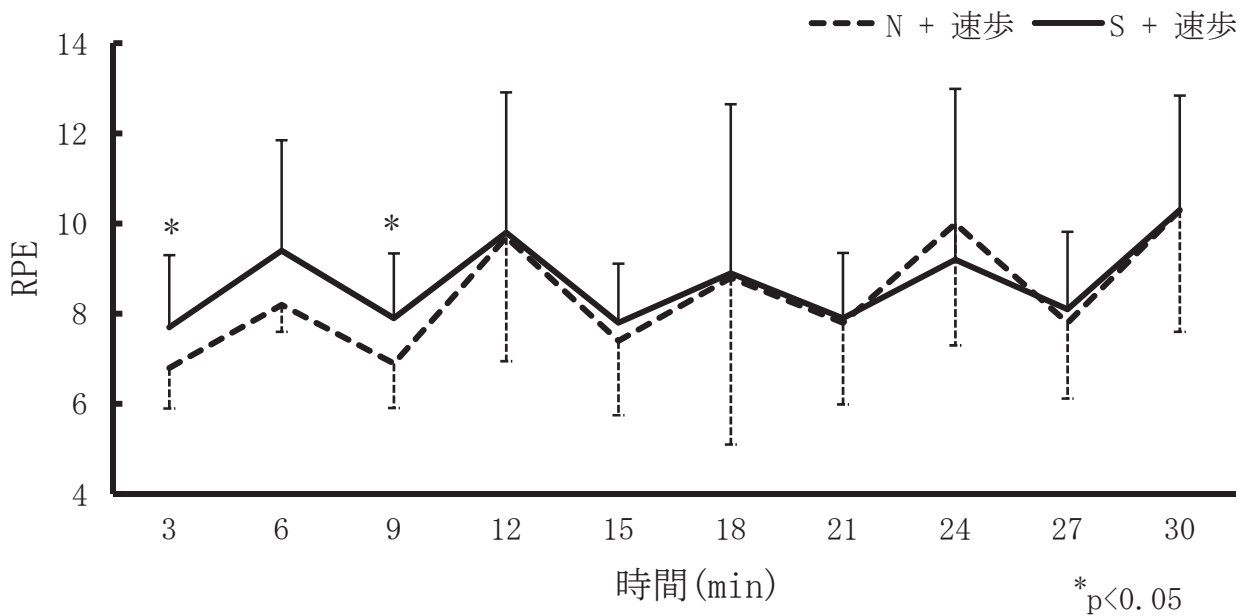


図5 両条件の時間経過に伴う主観的運動強度の推移

体活動量の基準として週 23METs・時が提唱されている<sup>1)</sup>。具体的には、歩行又は同等の運動強度の身体活動を毎日 60 分行くと示されている。しかし、スポーツ白書 2017 では週 2 回以上、1 回 30 分以上の運動を行っている人は 19.6%<sup>15)</sup>、また、運動をしない人の理由 1 位が「仕事が忙しい」<sup>16)</sup>であり、健康づくりのための運動には比較的高強度の運動を短時間実施することが求められていると考えられる。スロージョギングは歩行の 1.7 倍のエネルギーを

消費する<sup>8)</sup>が、きつさは変わらないため運動はしたいが時間がない人にとって有効であると示唆される。また、スロージョギングに速歩を組み合わせることで運動習慣のない低体力者でも比較的楽に運動強度を高められる可能性がある。

本研究では最大酸素摂取量を求める漸増運動負荷試験をはじめとした運動負荷試験を複数回実施することから、被験者を陸上競技部長距離部員とした。普通歩行 - 速歩の速



歩部分は70% $\dot{V}O_{2max}$ 以上にするを前提としているが<sup>5)</sup>、本研究の被験者の速歩では70% $\dot{V}O_{2max}$ には達することなく、速度の決定は普通歩行-速歩の普及・展開を実施している「NPO法人熟年体育大学リサーチセンター」の方法に準じて行った(最大歩行速度の70%と40%の速度)<sup>9)</sup>。したがって、高齢者や低体力者を対象とした場合に本研究の結果が適応されるかは、再検討の必要があり、本研究の限界でもある。

## V. 結論

本研究は、スロージョギングと速歩を組み合わせたトレーニング(S+速歩)と普通歩行-速歩(N+速歩)を酸素摂取量、エネルギー消費量、炭水化物酸化量、脂質酸化量、心拍数、RPEの項目で比較した。その結果、S+速歩はN+速歩と比較して、有意に高いエネルギー消費量および酸素摂取量を示した。また、3、9、15、21、27分の心拍数においても、S+速歩の方が有意に高値であった。一方で、RPEは0~3・6~9分後を除いて両条件に有意差は見られなかった。

以上の結果から、スロージョギングと速歩を組み合わせたトレーニングは普通歩行-速歩に比べて、主観的な運動強度は変わらないが、酸素摂取量を上昇させ、エネルギー消費量を増加させることのできる運動であることが示唆された。したがって、スロージョギングと速歩を組み合わせた運動プログラムは従来の普通歩行と速歩を交互に繰り返す運動プログラムから大きく「きつさ」を変えることなく高い運動効果を得られる可能性がある。しかしながら、最大歩行速度の70%が、70% $\dot{V}O_{2max}$ 以上である高齢者や低体力者を対象とした場合に、本研究の結果が適用されるかは、再検討の必要がある。

## 参考文献

- 1) 厚生労働省：健康づくりのための身体活動基準2013, 2013. [https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xp1e-att/2r9852000002xpqt.pdf] (最終検索日:2021年1月23日)
- 2) 酒井秋男ら：「松本市熟年体育大学」実施による体力医学的効果. 信州医学雑誌2000;48(2):89-96.
- 3) American College of Sports Medicine: ACSM's

guidelines for exercise testing and prescription. 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2009;152-182.

- 4) 金海燕ら：高齢者の任意速度歩行における運動強度の評価. 日生理人類会誌2007;12(3):161-164.
- 5) Nemoto K et al.: Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. *Mayo Clin Proc.* 2007; 82(7):803-811.
- 6) Morikawa et al.: Physical fitness and indices of life-style related diseases before and after interval walking training in middle-aged and older males and females. *Br J of Sports Med* 2011;45(3):216-224.
- 7) 能勢博：メリハリをつけて歩くインターバル速歩-その方法と効果のエビデンス-. 頸機能紙2012;19(1):1-9.
- 8) 北嶋康雄ら：スロージョギングの有効性に関する研究-低速走行と歩行の生理学的データの比較から-. ランニング学研究2014;25:19-27.
- 9) NPO法人熟年体育大学リサーチセンター(JTRC)：インターバル速歩とは？ [https://www.jtrc.or.jp/interval/] (最終検索日:2021年1月23日)
- 10) 日本スロージョギング協会：スロージョギングとは. [http://slowjogging.org/about] (最終検索日:2021年1月18日)
- 11) Weir JB: New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949;109(1-2):1-9.
- 12) Peronnet F et al.: Table of nonprotein respiratory quotient an update. *Can J of Sport Sci* 1991;16(1):23-29.
- 13) Sakamoto M et al.: Perceived exertion is lower in running than walking at the same heart and lactate level. *Arch of Sports Med* 2017;1(2):44-47.
- 14) 厚生労働省：身体活動・運動 [https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21\_11/b2.html] (最終検索日:2021年1月23日)
- 15) 笹川スポーツ財団：スポーツ白書2017 スポーツによるソーシャルイノベーション, 笹川スポーツ財団, 2017, 東京, 84.
- 16) 笹川スポーツ財団：スポーツライフデータ2018 スポーツライフに関する報告書2018, 笹川スポーツ財団, 2018, 東京, 82-97.