

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 16 日現在

機関番号：37116

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500830

研究課題名(和文)短時間刺激型インターバル運動の生活習慣病予防効果

研究課題名(英文)Effects of transitory stimulation interval exercise on prevention of lifestyle-related diseases

研究代表者

江口 泰正(EGUCHI, Yasumasa)

産業医科大学・産業生態科学研究所・助教

研究者番号：70512185

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円、(間接経費) 780,000円

研究成果の概要(和文)：生活習慣病の予防・改善のための運動として、インターバルトレーニングの高強度運動の時間を縮め、中強度運動(45%強度)×2分30秒+高強度運動(75%強度)×30秒を繰り返す「短時間刺激型インターバル運動(TSIE)」を考案した。その効果を12週間の介入によって調べたところ、何もしない非運動群と比較して、BMI、最大酸素摂取量、HbA1cの項目で、相対的变化において有意な改善が見られたが、50%強度で同じ運動量の一定負荷運動群との間には有意な差は認められなかった。一方、酸化ストレス関連項目では、TSIEよりむしろ一定負荷運動の方が改善効果がある可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Exercise performed on a routine bases is critical for the prevention of lifestyle-related diseases. We developed a transitory stimulation interval exercise (TSIE) in which the duration of strenuous exertion was reduced to 30 seconds at 75% V02max of intensity, followed by 2 minutes and 30 seconds at 45% of V02max. After completing 12 weeks of intervention, significant positive changes were observed in the TSIE group compared with the Non-exercise group in the relative change ratio from baseline in BMI, V02max and HbA1c. However, when compared with same volume continuous moderate exercise of 50% V02max, no significant differences were observed. With respect to measurements of oxidative stress, continuous moderate exercise may be more effective for positive changes compared to the TSIE.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学 応用健康科学

キーワード：ヘルスプロモーション 働く人の健康づくり 運動 インターバル 生活習慣病 心血管リスク 酸化ストレス

1. 研究開始当初の背景

生活習慣病の予防・改善のためには、運動の総量を増やしてエネルギー消費量を増加させることが大切である。可処分時間に余裕のない人々にとって、少しでも多くのエネルギーを消費するためには、運動強度を上げることがその手段の一つであり、また老化に伴うサルコペニアなどの防止も大切であることから、強度の高い運動への認識も高まってきている。

しかしながら、中高齢者にとって強すぎる運動が長くなれば、循環系へ過度な負荷により、かえって健康を損ねる原因ともなりかねない。そこで、近年古くから有酸素トレーニングとして親しまれてきたインターバルトレーニング(強い運動と弱い運動の繰り返し運動)が注目されてきている。これらインターバルトレーニング研究のほとんどは、心拍数予備能(HRR: Heart Rate Reserve)の70%(最大心拍数の85%)前後、もしくはそれを超える高強度のインターバルを3分程度繰り返すパターンで行われている。そのためインターバルといえども、中強度の一定負荷運動と比較して循環器への負担は決して低いとは言えない。

そこで、高強度のインターバルの時間を3分ではなく30秒に縮め、中強度運動(45%HRR)×2分30秒+高強度運動(75%HRR)×30秒を繰り返す「短時間刺激型インターバル運動(Transitory Stimulation Interval Exercises: TSIE)」を考案した。このようなパターンの運動効果に関する報告は皆無である。

2. 研究の目的

本研究の主たる課題は、TSIE(短時間刺激型インターバル運動)の継続が、エネルギー消費量の同じ50%HRR強度の「一定負荷運動(Continuous Moderate Exercise: CME)」や何も運動をしない場合と比較して、

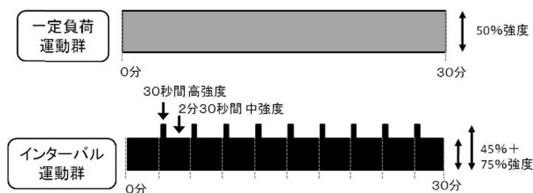
- (1) 有酸素能力(最大酸素摂取量)の向上効果が優れているか。
 - (2) 心血管系危険因子の改善効果が優れているか。
 - (3) 酸化ストレスとその防御系への影響に差があるか。
 - (4) 心理的作用への改善効果が優れているか。
 - (5) 筋力向上効果に優れているか。
 - (6) 継続実施率が優れているか。
- 以上を明らかにすることにあった。

3. 研究の方法

対象: 普段運動をしていない肥満傾向の成人で、本研究への参加を希望し同意を得た38名のうち、介入前の運動負荷テストにおいて心電図等に異常がなく、12週間の介入期間を途中離脱せず継続した女性30名(1名しかいなかった男性は対比者がいないため分析から除外)

方法: 被験者を無作為に「TSIE群」、「CME群」

「非運動(No exercise: NE)群」の3群に振り分け、2種類の運動群には12週間、民間のメディカルフィットネスクラブで週3回の運動を継続してもらった。なお運動以外の生活は変化させないように求めた。



12週間の介入前後に、運動負荷テストによる最大酸素摂取量の測定、形態、血圧、採尿、採血等の検査とともに、POMS等の問診に回答してもらった。なお、運動実施達成率が67%以下であった一定負荷運動群の2名のデータは未達成者として分析から除外した。

4. 研究成果

介入前における被験者の年齢や形態の項目において群間で有意な差は認められなかった。また運動以外の生活習慣に変化は見られなかった。12週間の介入前後における各データの変化を表1に示した。

表1 介入前後における各データの変化

Measurements		TSIE group	CME group	NE group
		n=10	n=8	n=10
Weight (kg)	pre	62.9 ± 10.7	62.0 ± 10.6	62.0 ± 13.8
	post	61.6 ± 9.6	61.1 ± 8.6	62.9 ± 14.5
BMI (kg/m ²)	pre	25.1 ± 3.7	25.0 ± 4.0	25.4 ± 4.6
	post	24.6 ± 3.3	24.6 ± 3.4	25.7 ± 4.8
Body fat (%)	pre	35.9 ± 6.1	36.4 ± 5.6	36.7 ± 5.9
	post	35.4 ± 5.2	36.1 ± 5.8	38.0 ± 6.9
SBP (mmHg)	pre	126.5 ± 21.9	123.8 ± 21.7	128.1 ± 21.2
	post	116.5 ± 19.5 **	113.3 ± 17.7 **	122.3 ± 15.7
DBP (mmHg)	pre	78.4 ± 12.7	78.1 ± 11.2	78.1 ± 12.9
	post	73.4 ± 11.9 *	73.1 ± 9.5 *	74.1 ± 10.3
V _{o2max} /Weight (ml/kg/min)	pre	23.4 ± 3.7	23.0 ± 3.1	22.5 ± 3.7
	post	25.9 ± 3.0 **	25.3 ± 3.8 **	22.4 ± 4.5
V _{o2max} (l/min)	pre	1.47 ± 0.31	1.42 ± 0.26	1.37 ± 0.25
	post	1.59 ± 0.23 *	1.53 ± 0.26 *	1.39 ± 0.30
Peak workload (W)	pre	93.4 ± 23.9	89.9 ± 18.8	84.8 ± 17.2
	post	104.8 ± 17.0 **	100.5 ± 20.7 **	85.6 ± 22.2
FPG (mg/dl)	pre	99.1 ± 5.8	96.9 ± 8.2	99.7 ± 10.2
	post	98.5 ± 5.2	97.6 ± 10.5	97.8 ± 9.6
HbA1c (%)	pre	5.32 ± 0.36	5.33 ± 0.30	5.16 ± 0.43
	post	5.21 ± 0.26	5.21 ± 0.30 *	5.19 ± 0.46
T-cho (mg/dl)	pre	206.6 ± 27.8	225.4 ± 21.1	219.3 ± 30.4
	post	203.8 ± 24.8	214.3 ± 26.9 *	218.4 ± 34.3
LDL (mg/dl)	pre	126.6 ± 35.6	128.9 ± 33.1	130.7 ± 19.0
	post	117.0 ± 28.3	124.0 ± 25.5	128.6 ± 25.8
HDL (mg/dl)	pre	55.9 ± 10.6	62.1 ± 16.8	64.5 ± 11.9
	post	53.0 ± 9.9 **	58.5 ± 11.8	62.3 ± 8.5
TG (mg/dl) §	pre	158.8 ± 216.5	206.1 ± 244.4	130.4 ± 84.5
	post	189.4 ± 264.7	135.0 ± 92.0	132.1 ± 77.0

Values: Mean ± SD. **, P < 0.01, *, P < 0.05 significant differences between pre- and post-intervention measurements in each group (repeated measures ANOVAs). V_{o2max} mean estimated values for V_{o2max} calculated from peak workload. Note: Participants in the exercise groups were included in the analysis if they completed more than two-thirds of the targeted amount of exercise. §: We found TG values substantially higher than 700 mg/dl for one person in the CME group at pre-intervention and for another person in the TSIE group at both pre- and post-intervention. These data should be taken into account.

Eguchi Y, et al (2012): J UOEH 34(4): 297-308 より

介入前後で有意に改善した項目は、TSIE群で、血圧(SBP: p < 0.01, DBP: p < 0.05)、最大酸素摂取量(VO_{2max}: p < 0.05, VO_{2max}/Weight: p < 0.01)、ピーク時自転車負荷(p < 0.01)であった。CME群でもTSIE群と同様に血圧(SBP: p < 0.01, DBP: p < 0.05)、最大酸素摂取量(VO_{2max}: p < 0.05, VO_{2max}/Weight: p < 0.01)、ピーク時自転車負荷(p < 0.01)の項目で改善が認められ、加えて糖代謝機能(HbA1c: p < 0.05)、総コレステロール(T-cho: p < 0.05)でも改善が見られた。非運動群では、どの項目にお

いても介入前後で有意な変化は認められなかった。

次に、介入前の値を 100%とした時の相対変化を比較したものが表 2 である。

表 2 介入前後における相対変化の群間差

Measurements (%)	TSIE group n=10	CME group n=8	NE group n=10	
Weight	98.2 ± 3.2	98.8 ± 3.7	101.4 ± 2.1	b*
BMI	98.2 ± 3.1	98.8 ± 3.7	101.4 ± 2.1	b**
Body fat	99.1 ± 4.4	99.1 ± 3.8	101.4 ± 2.5	
SBP	92.4 ± 7.2	91.9 ± 5.6	96.5 ± 10.4	
DBP	93.8 ± 6.3	93.9 ± 5.8	95.7 ± 8.4	
VO ₂ max/Weight	111.5 ± 8.8	109.6 ± 7.1	100.0 ± 13.2	b*
VO ₂ max	109.5 ± 10.0	108.2 ± 6.6	101.2 ± 12.4	
Peak workload	115.1 ± 14.4	112.5 ± 10.4	101.3 ± 18.8	
FPG	99.5 ± 5.4	100.7 ± 5.0	98.2 ± 4.7	
HbA1c	98.0 ± 3.2	97.9 ± 1.9	100.5 ± 1.3	b*, c**
T-cho	99.0 ± 7.0	94.9 ± 6.1	99.6 ± 8.3	
LDL	94.4 ± 12.6	99 ± 18.9	98.0 ± 9.9	
HDL	94.9 ± 4.1	96.5 ± 11.9	100.8 ± 9.5	
TG	120.7 ± 36.1	82.7 ± 25.0	106.5 ± 23.7	a*, c*, §

Values: Mean ± SD. After adjusting pre-intervention values to 100%, the relative change ratio of each value over the 12-week study period was calculated. ** P<0.01, * P<0.05 significant differences between groups analyzed by interaction effects. a: TSIE vs. CME, b: TSIE vs. NE, c: CME vs. NE. VO₂max mean estimated values for VO₂max calculated from peak workload. Note: Participants in the exercise groups were included in the analysis if they completed more than two-thirds of the targeted amount of exercise. §: We found TG values substantially higher than 700 mg/dl for one person in the CME group at pre-intervention and for another person in the TSIE group at both pre- and post-intervention. These data should be taken into account

Eguchi Y, et al (2012): J UOEH 34(4): 297-308 より

TSIE 群では、体重 (p<0.05)、BMI (p<0.01)、最大酸素摂取量 (VO₂max/Weight: p<0.05)、HbA1c (p<0.05) の項目で非運動群と比較して有意な差が見られ、介入による改善効果が認められたが、CME 群との間には有意な差が認められなかった。

また、心理的变化として POMS の T-A (緊張-不安)、D (抑うつ、落ち込み)、A-H (怒り-敵意)、F (疲労)、C (混乱)、V (活気) の各尺度の T-スコア、及び TMD (総合点) を分析した結果、どの項目においても介入前後で有意な変化や群間差は認められなかった。

さらに、高強度の運動を含む「インターバル運動」では、短時間とはいえ相対的に酸化ストレスへ強く晒されている可能性が考えられたため、酸化ストレスとその防御系に関する分析 [尿中窒素酸化物 (NO_x)、尿中 8-OHdG、尿中 8-イソプラスタン、血中窒素酸化物 (NO_x)、SOD 活性] を実施した。

血管内皮機能の指標を表す血中 NO_x においては、「一定負荷運動群」で介入後に大きく上昇しており、「非運動群」との間に有意な差 (p<0.05) が認められた。一方、脂質過酸化の指標である 8-イソプラスタンにおいて、「非運動群」で上昇していたのに対し、「一定負荷運動群」では低下しており両群の間に有意な差 (p<0.05) が認められた。「インターバル運動群」では、どの項目においても他の群との間に有意な差は認められなかった。

以上のような結果から、酸化ストレスとその防御系に関しては「インターバル運動」よりも「一定負荷運動」の方が身体に良い影響を及ぼす可能性が示唆された。

以上の結果をまとめると

(1) 有酸素能力 (最大酸素摂取量) の向上効果が CME より優れているか。

NE と比較すると有意な向上効果が認められたが、CME と比較した場合、平均値ではやや TSIE の方が多く向上していたものの、統計的には優れているとは言えなかった。

(2) 心血管系危険因子の改善効果が優れているか。

血圧や糖代謝機能の変化比較から見ると、NE と比較して有意な向上効果が認められたが、CME と比較した場合、有意な差はなかった。

(3) 酸化ストレスとその防御系への影響に差があるか。

TSIE よりむしろ CME の方が良い効果がある可能性が示唆された。

(4) 心理的作用への改善効果が優れているか。

いずれの運動パターンでも変化はなかった。

(5) 筋力向上効果に優れているか。

CME と比較した場合、ピーク時の自転車負荷の平均値ではやや TSIE の方が多く向上していたものの、統計的には有意差はなく優れているとは言えなかった。

(6) 継続実施率が優れているか。

両群に有意な差は認められなかったものの、CME 群では 2 名の未達成者が出たのに対し、TSIE 群の方では 0 名で、しかも所定の運動実施回数 100% であったことから総合的に考察すると、継続性が良い可能性がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

— Eguchi Y, Ohta M, Inoue T, Honda T, Morita Y, Konno Y, Yamato H: Effects of transitory stimulation interval exercise on physical function: a randomized controlled pilot study among Japanese Subjects. J UOEH 34(4): 297-308, 2012

[学会発表] (計 2 件)

— Yasumasa Eguchi, Masanori Ohta, Hiroshi Yamato, Tomohiro Inoue, Toru Honda, Yusaku Morita, Yoshimasa Konno: Effects of Transitory Stimulation Interval Exercises on Physical Function. The 2nd Asia-Pacific Conference on Health Promotion and Education, Taiwan, 2012

— 江口泰正, 太田雅規, 大和 浩, 井上智博, 本多 融, 守田祐作, 今野由将, 尾前知代: 短時間刺激型インターバル運動

が身体諸機能に及ぼす影響. 第85回日本
産業衛生学会, 名古屋, 2012

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

研究会演題：短時間刺激型インターバル運動
の効果 - 12 週間の RCT 介入研究の結果から
- . 健康とスポーツを科学する談話会 第 56
回談話会, 福岡, 2013

講演会にて結果紹介 多数

6. 研究組織

(1) 研究代表者

江口泰正 (EGUCHI Yasumasa)
産業医科大学 産業生態科学研究所・助教
研究者番号：70512185

(2) 研究分担者

大和 浩 (YAMATO Hiroshi)
産業医科大学 産業生態科学研究所・教授
研究者番号：90248592

(3) 研究分担者

太田雅規 (OHTA Masanori)
産業医科大学 産業生態科学研究所・准教授
研究者番号：70341526