

減量方法の差異から評価したウェイトサイクリング経験者の の身体特性と身体活動量増進の効果

島根大学 原 丈 貴

Influence of Weight Cycling Assessed by a Way of Weight Loss, and Effects of Habitual Exercise Practice in Weight-Cyclers

by

Taketaka Hara
*Faculty of Education,
Department of Health and Sports Education,
Shimane University*

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the influence of weight cycling (WC) which accompanied energy intake restriction or exercise in Japanese young non-obese women (study 1), and the effect of habitual exercise practice during three months in weight-cyclers (study 2). 『WC was defined that subjects experienced four times or more weight fluctuation (5% or more change (gain or loss) of body weight per fluctuation) in last one year.』 Past weight fluctuation and a way of weight loss was researched with questionnaire. Twenty-four young non-obese women (BMI: 21.1 ± 1.3) participated in study 1. Subjects were divided into three groups based on a way of weight loss (with energy intake restriction alone [WC-ER: n=7], with exercise [WC-Ex: n=7], no weight fluctuation [Control: n=7]). WC-ER and Control did not have exercise custom in last one year. In study 1, percent body fat was significantly low in WC-Ex ($p < 0.05$). Metabolic parameters in plasma (Total-, LDL-, HDL-cholesterol, TG, Glucose, Insulin, HbA1c and Adiponectin) were not different between groups, but resting energy expenditure (REE) was significantly decreased in WC-ER (3.17 ± 0.29 , WC-Ex: 3.60 ± 0.20 , Control:

3.54 ± 0.31ml/kg/min, $p < 0.05$). Moreover, REE per lean body mass was also decreased in WC-ER ($p < 0.05$). In study 2 ($n=5$), REE was significantly increased (pre: 3.10 ± 0.27, post: 3.63 ± 0.21ml/kg/min, $p < 0.01$) after three months though body composition was not changed. These results suggest that WC with exercise has no negative effects, but WC through energy restriction alone decreases REE without changing metabolic parameters in young non-obese women. In addition, habitual exercise practice in weight-cyclers increases REE.

要 旨

体重減少と増加をくり返す weight cycling (WC) 経験者を対象に、減量をエネルギー制限のみで行う WC と、減量期に運動を伴う WC の影響について検討し (研究1)、さらに、運動習慣を持たない WC 経験者に対する3ヶ月間の運動実践の効果についても検討した (研究2)。本研究では、過去1年間に1回あたり体重の5%以上の増加および減少を交互に4回以上経験したことがある者を「WC 歴有り」とした。研究1の対象は、摂取エネルギー制限のみで減量を行った群 (WC-ER 群: $n=8$)、運動を実践しながら減量を行った群 (WC-Ex 群: $n=8$)、WC 非経験者 (Control 群: $n=8$) である。血液検査では各群間に有意な差は認められなかったが、安静時代謝量 (ml/kg/min) は WC-ER 群が他の2群よりも有意 ($p < 0.05$) に低く、さらに除脂肪量 (LBM) あたりでみた安静時代謝量 (ml/LBM/min) も WC-ER 群において有意 ($p < 0.05$) に低いことが認められた。研究2 ($n=5$) では、運動実践による体組成の改善はみられなかったが、安静時代謝量の有意 ($p < 0.05$) な増加が認められた。以上より、運動を伴う WC については負の影響は認められなかったが、摂取エネルギー制限を伴う WC は安静時代謝量を低下させ、その低下は運動習慣の獲得により改善されることが示唆された。

緒 言

現代の若年女性には、痩せる必要が無いにもかかわらず不必要な減量を行い、減量後に再び元の体重に戻るリバウンドを経験する者も多い。このような体重の増減を繰り返すことを「Weight Cycling (WC)」と呼び、疫学的な調査により、WC が心疾患^{1,2)} や高血圧^{3,4)} のリスク増加に関連していることや死亡率の増加に繋がることが報告されている⁵⁾。

体重減少が負のエネルギーバランスによりもたらされることは周知の事実であり、負のエネルギーバランスをつくり出すには、食事によるエネルギー摂取量あるいは身体活動 (運動) によるエネルギー消費量をコントロールする必要がある。WC の体重減少期についてもこの2つの要因によって負のエネルギーバランスがつくられていると考えられるため、WC の影響について詳細に検討する際には、単に体重変動に着目するのではなく、減量方法の差異からも検討する必要がある。

体重による階級制が用いられている競技では選手に減量が求められるケースがある。レスリング選手のように短期間に急激な体重減少を摂取エネルギーの制限によって引き起こす場合は、運動を行いながらであっても基礎代謝量は減少することが報告⁶⁾ されている。このような例は通常よりも厳しい減量を実施した結果であるが、体育系の課外活動団体に所属し日頃から運動を行っている

者でも、トレーニング期とオフ期の運動量の差により体重の増減を経験する者が少なくない。一般的に運動を実践しながら体重を減少させることは、除脂肪量や骨量維持の観点からも推奨されており、減量指導の現場でも広く運動が実践されている。しかし、運動を実践しながら減量を行ったとしても、短期間にそのような減量をくり返した場合の影響については明らかにされていないことから、減量期に運動を伴うWCの影響についても検討する必要があると考えられる。

一方で、運動を伴わない摂取エネルギー制限中心の減量は、除脂肪量の減少⁷⁾や交感神経活動の低下⁸⁾を引き起こすことが指摘されていることから、摂取エネルギー制限のみでWCを経験した者については、運動能力や交感神経活動の低下に伴う安静時代謝量の低下が予想されるため、運動を習慣化させることによって体組成や体質の改善が期待できる。しかし、摂取エネルギー制限によるWC経験者に対する運動実践の効果についても、十分に検討されてこなかった。

そこで本研究では、研究Iとして若年非肥満女性を対象に減量期における運動実践の有無の観点からWCの影響について横断的に検討し、さらに研究IIとして摂取エネルギー制限によって減量を行ったWC経験者に対する運動実践の効果について縦断的に検討することを目的とした。

1. 方法

1. 1 研究I：減量方法の差異によるWCの影響（横断的検討）

1. 1. 1 対象

過去の体重変動および減量方法についてはアンケートを用いて調査した。本研究では、現在のBMIが適正範囲 ($18.5 \leq \text{BMI} < 25.0$) でありながら、過去1年間に1回あたり体重の5%以上の増加あるいは減少を交互に4回以上経験したことがある者を「WC歴有り」とした。大学1年生女子195名を対象に行ったアンケート調査からWC経験者を抽出し、定期的な運動習慣を持たずに食事制限 (Energy restriction) のみで減量した者をWC-ER群 (n=8) とした。さらに、体育系の課外活動団体に所属する2年生以上の女子学生を対象にした同様のアンケート調査で、減量期に運動を実践しながらWCを経験したことがある者をWC-Ex群 (n=8) とした。また、BMIは適正範囲であり過去1年間にWCの経験が無く、且つ特別な運動習慣を持たなかった者をControl群 (n=8) とし、計24名を研究Iの対象とした。対象の身体特性については表1に示した。尚、研究2も含め対象には事前に直接研究の目的および検査内容について十分に説明し、本人の希望によりいつでも研究への参加を辞退できることを通知し参加への同意を得た。

1. 1. 2 測定項目

検査項目として体組成、体力、安静時代謝量、血液成分の測定を行った。体組成 (体重, BMI,

表1 Physical characteristics of subjects in study 1

		WC-ER (n=8)	WC-Ex (n=8)	Control (n=8)
Age	yrs	18.5 ± 0.5	19.9 ± 0.8	19.9 ± 1.6
Height	cm	159.2 ± 4.9	161.1 ± 3.3 *	155.8 ± 2.3
Weight	kg	54.9 ± 4.6	53.8 ± 2.5	51.3 ± 3.4
Body mass index	kg/m ²	21.6 ± 1.7	20.7 ± 1.0	21.1 ± 1.2
Percent body fat	%	24.3 ± 3.8	22.0 ± 1.9	24.7 ± 2.5
Lean body mass	kg	41.4 ± 2.3	41.9 ± 1.8 *	38.6 ± 2.6

Values are given as mean ± S.D. *, p<0.05 (WC-Ex vs Control)

体脂肪率, 除脂肪量) の測定は体重体組成測定機 HBF-361 (OMRON) を用いてインピーダンス法 (BI法) により実施した. BI法は簡便で安価に測定が可能であり測定の妥当性も認められているが^{9, 10)}, 測定条件によって値が安定しないデメリットも有するため, 本研究では絶食状況や運動実施状況 (未運動であること) などの条件を一定にし, 且つ同一時間帯に測定を行うよう配慮した. 体力テストは文部科学省の新体力テストの方法に準じて実施した. 安静時代謝量は仰臥位での酸素摂取量の測定から評価した. 酸素摂取量は呼気ガス分析機 AE-310s (ミナト医科学) を用いて仰臥位安静状態で20分間測定し, 終了前3分間の値を平均したものを安静時代謝量の結果として採用した. 食事誘発性熱産生の影響を省くため, 前日21時以降からの絶食 (水のみ摂取可) 状態で測定を行った. また, 測定は対象が測定会場に来てから十分な安静状態を保った後に開始した. 血液検査も安静時代謝量の測定と同様に, 前日21時以降から絶食の状態で行った. 検査項目は中性脂肪, HDLコレステロール, 総コレステロール, グルコース, インスリン, ヘモグロビンA1c, アディポネクチンである. 測定結果をもとに Friedewald W. T. et al.の式¹¹⁾ より LDLコレステロール値を算出し, また, インスリンとグルコースから HOMA 指数¹²⁾ もあわせて算出した.

1. 2 研究II: 摂取エネルギー制限によって減量を行ったWC経験者に対する継続的な運動実践の効果 (縦断的検討)

1. 2. 1 対象

研究IのWC-ER群の中から協力が得られた5名を対象とした.

1. 2. 2 運動実践および測定項目

各対象はそれぞれ体育系の課外活動団体に所属し, 週2~3回, 1回あたり約2時間の運動を3ヶ月間継続して行った. 運動量の確保を確認するため, 対象には1ヶ月毎に1週間の活動量の測定を行った. 活動量の測定はアクティマーカー (Panasonic 電工) を用いて行った. 運動実践後には, 研究Iで示した方法で体組成および安静時代謝量の測定を再度行った.

1. 3 統計処理

全てのデータは平均値±標準偏差 (Mean ± S.D.) で示した. 研究Iでは, 3群間の比較に一元配置の分散分析を用い, 有意差が認められた項目については事後検定 (post-hoc test) として Bonferroni法を用いた. 研究IIの運動実践前後の比較には paired t-testを用いた. 尚, 有意水準の判定は $p < 0.05$ とした.

2. 結果

2. 1 研究I

体力テストの結果を表2に示した. WC-Ex群

表2 Results of physical fitness test in each group

		WC-ER (n=8)	WC-Ex (n=8)	Control (n=8)
Grip strength	kg	30.6 ± 3.6	31.6 ± 2.8	28.1 ± 3.8
Sit-up	reps/30s	27.3 ± 4.8	29.5 ± 2.4 #	23.0 ± 2.7
Sit and reach	cm	50.8 ± 7.9	51.3 ± 6.5	50.1 ± 11.9
Side stepping	reps/20s	52.6 ± 3.9	55.5 ± 2.9 #	49.4 ± 2.4
1000m running	sec	273.5 ± 15.1*	248.1 ± 11.8 ##	283.6 ± 12.3
50m running	sec	8.4 ± 0.6 *	7.7 ± 0.4 ##	8.8 ± 0.4
Standing long jump	cm	188.9 ± 18.7	206.6 ± 17.5 #	173.5 ± 18.7
Handball throwing	m	17.3 ± 2.0 *	22.3 ± 3.1 #	16.1 ± 3.0

Values are given as mean ± S.D. *, $p < 0.01$ (WC-ER vs WC-Ex). #, $p < 0.01$, ##, $p < 0.001$ (WC-Ex vs Control)

表3 Clinical parameters in each group

		WC-ER (n=8)	WC-Ex (n=8)	Control (n=8)
T-cho	mg/dl	175.8 ± 13.4	166.8 ± 15.6	167.1 ± 12.3
HDL-cho	mg/dl	66.5 ± 12.2	64.4 ± 10.7	62.4 ± 10.3
LDL-cho	mg/dl	98.3 ± 16.3	91.4 ± 13.5	93.7 ± 13.1
TG	mg/dl	54.8 ± 37.8	54.8 ± 22.0	55.3 ± 21.7
Glucose	mg/dl	84.1 ± 8.0	84.3 ± 5.6	83.1 ± 6.3
Insulin	μU/ml	5.9 ± 2.7	5.7 ± 2.3	5.7 ± 2.6
HOMA		1.26 ± 0.63	1.20 ± 0.47	1.18 ± 0.58
HbA1C	%	4.8 ± 0.2	4.8 ± 0.1	4.8 ± 0.3
Adiponectin	μg/ml	15.1 ± 3.7	11.6 ± 5.1	10.9 ± 3.3

Values are given as mean ± S.D.

が1000m走, 50m走, ハンドボール投げにおいて他の2群よりも有意に優れた記録を示し, また, 上体起こし, 反復横跳び, 立ち幅跳びではControl群よりも有意に高い値を示した. WC-ER群とControl群には何れの項目においても有意な差はみられなかった. 血液検査項目については, 全ての項目において各群間に差はみられなかった(表3). 安静時代謝量については, WC-ER群 3.17 ± 0.29 , WC-Ex群 3.60 ± 0.20 , Control群 3.54 ± 0.31 ml/kg/minであり, WC-ER群が他の2群に比べて有意に低下していることが認められた(図1). さらに, 安静時代謝量を除脂肪量(LBM)あたりで評価した場合においても, 体重あたりの評価と同様にWC-ER群では他の2群よ

りも有意に低い結果であった(WC-ER群 4.20 ± 0.47 , WC-Ex群 4.62 ± 0.25 , Control群 4.70 ± 0.34 ml/kg/min).

2. 2 研究II

3ヶ月間の運動実践期間中, 1ヶ月毎に1週間(計3回)行った活動量の測定結果を表4に示した. 3回の測定結果の平均では1日あたりの歩数が10380歩, 活動量は36.6Exであり, 測定期間中においてはエクササイズガイド2006¹³⁾に示された1日あたりに必要な活動量である23Exよりも十分に多い活動量が確保されていた. しかし, 体組成の変化をみると何れの項目においても有意な変化はみられなかった(表5). 一方, 安静時代謝量については運動実施後に有意な増加が認められ(pre: 3.10 ± 0.27 ml/kg/min, post: 3.63 ± 0.21 ml/kg/min, $p < 0.05$)(図2), さらにLBMあたりで評価した場合においても有意な増加が認められた(pre: 4.00 ± 0.43 ml/kg/min, post: 4.73 ± 0.22 ml/kg/min, $p < 0.05$).

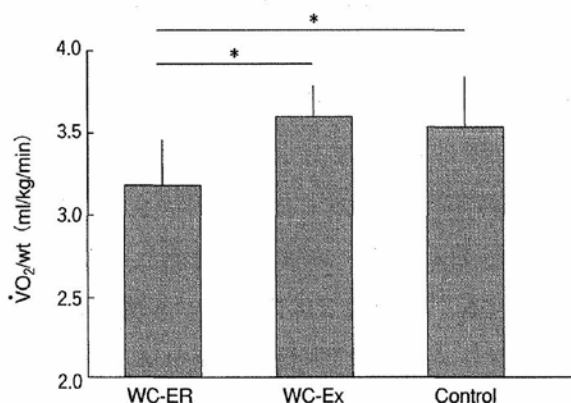


図1 Resting metabolic rate in three groups (* $p < 0.05$)

表4 The number of daily steps and physical activity during exercise intervention

	daily steps	physical activity (Ex)
1st month	9858 ± 1777	34.5 ± 9.9
2nd month	10514 ± 1811	36.7 ± 10.0
3rd month	10768 ± 1972	38.4 ± 12.5

Values are given as mean ± S.D.

表5 Physical characteristics of subjects in study 2 (n=5)

		pre	post
Age	yrs	18.6 ± 0.5	—
Height	cm	159.0 ± 5.1	—
Weight	kg	53.6 ± 3.4	54.4 ± 3.1
Body mass index	kg/m ²	21.2 ± 1.5	21.5 ± 1.5
Percent body fat	%	22.4 ± 3.4	23.1 ± 3.0
Lean body mass	kg	41.5 ± 1.5	41.7 ± 1.2

Values are given as mean ± S.D.

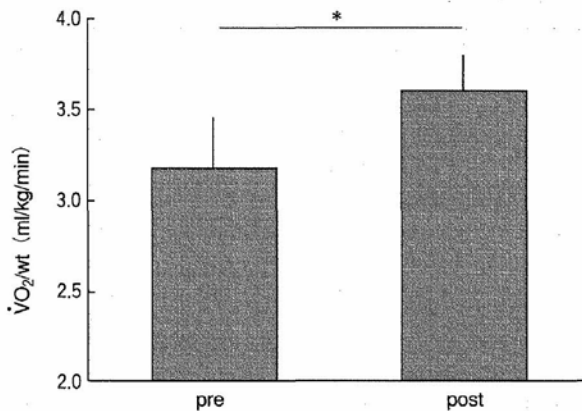


図2 Resting metabolic rate before and after exercise intervention (* p<0.05)

3. 考 察

若年非肥満女性を対象に、減量方法の差異によるWCの影響について検討した結果、運動を実践しながら減量したWCについては安静時代謝量および血液性状において負の影響は認められなかった。しかし、摂取エネルギー制限によって減量したWC経験者では、Control群と比べて体力に差はみられなかったものの安静時代謝量は有意に低下していることが示され、また、その低下した安静時代謝量は、運動を習慣化させることで改善されることが認められた。

WC-ER群はControl群よりも体力テストの結果は低いであろうと推察していたが、本研究ではWC-ER群とControl群に体力差は認められなかった。WC-RE群は過去1年以上に渡って定期的な運動を実施していない者ばかりであったが、中学校や高校での部活動経験者が含まれており、その影響がWC-ER群とControl群の差を打ち消す要因として作用したのかもしれない。WCと体力の関係について明らかにするためには、過去に全く運動習慣が無い者を対象にして検討する必要があると考えられる。

血液検査ではWC-ER群において何らかの代謝異常の兆候が示されるのではないかと推察していたが、体力テストと同様に全ての項目において

WC-ER群とControl群に差は認められなかった。Guagnano et al.⁴⁾も肥満女性のWC経験者と非経験者を対象にした研究において、血中の総コレステロールやHDLコレステロール、血糖値に差を認めていない。一方でWCが心疾患のリスクを高めることや^{1,2)}、ラットを用いた研究結果であるが、WCが脂質代謝能を低下させるとする報告¹⁴⁾もみられる。本研究では各群の対象者数が8名ずつと少人数であったことから、WCと血液性状の関連性についてはさらに検討していく必要がある。

安静時代謝量（酸素摂取量）についてみると、WC-ER群において有意な低下が認められ、さらに、酸素摂取量をLBMあたりで評価しても同様に有意な低下が認められた。WC-ER群とWC-Ex群のLBMに殆ど差はなく、また、安静時代謝量と体組成の各項目との関係についても検討したが、何れの項目とも関係性が認められなかったことから、本研究で観察されたWC-ER群の安静時代謝量の低下は筋量の差ではなく筋の質的な問題であると考えられる。また、今回は過去の体重変動をアンケート（セルフレポート）により調査するものであったが、Kajioka et al.¹⁵⁾は若年の非肥満女性を対象に、摂取エネルギー制限によるWCの影響について監視下で検討しており、摂取エネルギーの制限によるWCによって、血圧の上昇に加えて安静時酸素摂取量と血中の甲状腺ホルモンレベル（T3およびT4）が有意に低下したことを報告している。本研究では体組成の評価をBI法で行っており、また、除脂肪量（LBM）あたりで酸素摂取量を評価しているため、筋そのものの量や質的な変化を正確に捉えるには方法上の限界があるものの、Kajioka et al.¹⁵⁾と同じ結果を得たことから、本研究によって非肥満女性のWCは全身の代謝量を低下させる要因であることが改めて明確に示された。加えて、中年女性のWC経験者においては骨密度の低下も指摘されていることから

16), 生涯を通じて骨量のピーク値をむかえる若年期に摂取エネルギー制限によるWCを経験することは, 健康管理上決して勧められないものである。摂取エネルギーの制限によるWCの弊害について, 若年層の女性を中心に理解を広げていくための取り組みが求められる。

運動実践を伴ったWCについては本研究で負の影響を見出すことはできなかった。しかし, 若年アスリートのWC経験が20歳の時点での体重に関わらず中年期における肥満の要因なり得ることを指摘する報告¹⁷⁾もみられることから, 若年期にはできるだけ体重は維持するよう努めた方が良いのかもしれない。

摂取エネルギー制限によるWC経験者が定期的な運動を3ヶ月間実施することにより, 安静時代謝量の増加が認められた。運動実施前後で体組成の各項目に変化はみられなかったことから, 本研究でみられた安静時代謝量の増加は, 除脂肪量の増加によるものではなく筋の質の改善によるものではないだろうか。安静時代謝量と交感神経の活動レベルは深く関わっており^{18, 19)}, 肥満者を対象にした運動介入において交感神経の活動レベルの亢進が認められている²⁰⁾。本研究では対象者数が5名と少数であることから, 追加検討の余地はあるが, 習慣的な運動実践が摂取エネルギー制限による減量に伴って低下した交感神経の活動レベルを亢進させて, 安静時代謝量を増加させたのではないかと考えられる。研究IでWC-Ex群が, WC-ER群に比べて高い安静時代謝量を示したことも, 運動実践が交感神経活動に影響を与えることを示唆する結果である。しかし, 過去に特別な運動習慣を持たないControl群とWC-Ex群には安静時代謝量に差はみられなかったことから, 運動不足だけが交感神経の活動レベルを低下させるとは考えにくい。小橋ら⁸⁾は交感神経の活動レベルの低下の要因として, 摂取エネルギーを制限したダイエット経験が関係していることを指摘して

デサントスポーツ科学 Vol. 31

いる。本研究のWC-ER群も過去に摂取エネルギー制限による減量を行っていることから, 運動不足にあわせて摂取エネルギーを制限したことが交感神経の活動レベルを低下させ, 安静時代謝量の低下を引き起こしたのではないかと考えられる。

研究IIでは, エクササイズガイド2006¹³⁾に示された基準(23Ex以上/週)を満たす活動量が確保されていることは観察できたが, 安静時代謝量の改善にどの程度の活動量が必要なのかについては明らかにすることができなかった。若年女性を中心に痩せ願望が広く蔓延した現代社会では, 摂取エネルギー制限によるWCを経験している者は少なくないと考えられることから, この層に対する有効な運動介入方法を確立させるためにも, 必要な運動量や運動のタイプについてさらに検討を進めていく必要がある。

4. まとめ

若年非肥満女性における摂取エネルギーの制限を伴うWCは, 安静時代謝量を低下させることが示唆され, また, その低下した安静時代謝量は3ヶ月間の継続的な運動実践により増加することが示された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり, 研究助成を賜りました財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に厚くお礼申し上げます。また, 本研究の実施にあたりご協力頂きました, のつ内科クリニックの野津和巳先生ならびに対象者の皆様に深謝いたします。

文 献

- 1) Hamm P., Shekelle, R.B., Stamler J., Large fluctuations in body weight during young adulthood and twenty-five-year risk of coronary death in men., *Am. J. Epidemiol.*, 129: 312-328 (1989)

- 2) Lissner L., Odell P.M., D'Agostino R.B., Stokes J. 3rd., Kreger B.E., Belanger A.J., Brownell K.D., Variability of body weight and health outcomes in the Framingham population., *N. Engl. J. Med.*, 324: 1839-1844 (1991)
- 3) Guagnano M.T., Ballone E., Pace-Palitti V., Vecchia R.D., D'Orazio N., Manigrasso M.R., Merlitti D., Sensi S., Risk factors for hypertension in obese women. The role of weight cycling., *Eur. J. Clin. Nutr.*, 54: 356-60 (2000)
- 4) Guagnano M.T., Pace-Palitti V., Carrabs C., Merlitti D., Sensi S., Weight fluctuations could increase blood pressure in android obese women., *Clin. Sci. (Lond.)*, 96: 677-80 (1999)
- 5) Rzehak P., Meisinger C., Woelke G., Brasche S., Strube G., Heinrich J. Weight change, weight cycling and mortality in the ERFORT Male Cohort Study., *Eur. J. Epidemiol.*, 22: 665-73 (2007)
- 6) Melby C.L., Schmidt W.D., Corrigan D., Resting metabolic rate in weight-cycling collegiate wrestlers compared with physically active, noncycling control subjects., *Am. J. Clin. Nutr.*, 52: 409-14 (1990)
- 7) Donnelly J.E., Jakicic J., Gunderson S., Diet and body composition. Effect of very low calorie diets and exercise., *Sports Med.*, 12: 237-49 (1991)
- 8) 小橋理代, 脇坂しおり, 林 直樹, 坂根直樹, 森谷敏夫, 永井成美, ダイエット経験が若年女性の自律神経活動に及ぼす影響, *肥満研究*, 15: 179-184 (2009)
- 9) Lukaski H.C., Johnson P.E., Bolonchuk W.W., Lykken G.I., Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body., *Am. J. Clin. Nutr.*, 41: 810-817 (1985)
- 10) Segal K.R., Gutin B., Presta E., Wang J., Van Itallie T.B., Estimation of human body composition by electrical impedance methods: a comparative study., *J. Appl. Physiol.*, 58: 1565-1571 (1985)
- 11) Friedewald W.T., Levy R.I., Fredrickson D.S., Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge., *Clin. Chem.*, 18: 499-502 (1972)
- 12) Matthews D.R., Hosker J.P., Rudenski A.S., Naylor B.A., Treacher D.F., Turner R.C., Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man., *Diabetologia*, 28: 412-419 (1985)
- 13) 運動所要量・運動指針の策定検討会, 健康づくりのための運動指針2006～生活習慣病予防のために～エクササイズガイド2006, (2006)
- 14) Sea M.M., Fong W.P., Huang Y., Chen Z.Y., Weight cycling-induced alteration in fatty acid metabolism., *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 279: R1145-1155 (2000)
- 15) Kajioaka T., Tsuzuku S., Shimokata H., Sato Y., Effects of intentional weight cycling on non-obese young women., *Metabolism*, 51: 149-54 (2002)
- 16) Saami S.E., Rissanen A., Sarna S., Koskenvuo M., Kaprio J., Weight cycling of athletes and subsequent weight gain in middleage., *Int. J. Obes. (Lond.)*, 30: 1639-1644 (2006)
- 17) Fogelholm M., Sievänen H., Heinonen A., Virtanen M., Uusi-Rasi K., Pasanen M., Vuori I., Association between weight cycling history and bone mineral density in premenopausal women., *Osteoporos. Int.*, 7: 354-8 (1997)
- 18) Saris W.H., Effects of energy restriction and exercise on the sympathetic nervous system. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 19, Suppl 7: S17-23 (1995)
- 19) Bray G.A., Obesity, a disorder of nutrient partitioning: the MONA LISA hypothesis. *J. Nutr.* 121: 1146-62 (1991)
- 20) Amano M., Kanda T., Ue H., Moritani T., Exercise training and autonomic nervous system activity in obese individuals. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 33: 1287-1291 (2001)