

研究題目 柔道女子重量級選手の減量が身体組成および健康上のリスクに及ぼす影響

研究代表者名 村田浩子

目 次

要約	1
緒言	2
方法	3
研究デザイン	
検討 1 の方法	
検討 2 の方法	
結果	6
検討 1 の結果	
検討 2 の結果	
考察	8
まとめ	11
謝辞	11
参考文献	12
図表	15

研究題目 柔道女子重量級選手の減量が身体組成および健康上のリスクに及ぼす影響

村田浩子(早稲田大学)*
田口素子(早稲田大学)
森脇保彦(国士舘大学)
高田和子(国立健康・栄養研究所)

要約

柔道女子重量級選手 12 名を対象者として身体組成および生理的特性を明らかにし、健康上のリスクを有するかを検討することを目的とした。その結果、対象者は高い体脂肪率を有し、肝機能異常、脂質代謝異常および糖代謝異常を認めるものが多く、特にインスリン抵抗性を示すものの割合が多いなど健康上のリスクを有することが明らかとなった。

さらに、減量介入に対して同意を得られた 10 名を対象者として減量介入を実施し、体脂肪量の減少が健康上のリスクに及ぼす影響について検討することを目的とした。

さらに 12 週間の食事による指導的介入を実施したところ、体重は約 5%、体脂肪量は約 10%それぞれ減少し、骨格筋量は維持した。これに伴い減量前に認められた健康上のリスクおよび体力面の諸指標に改善が見られた。

以上より、過剰な体脂肪量を有し健康上のリスクを有する体格の大きい女性競技者においては、5%程度の減量は健康上のリスクを改善し、競技力を維持できる可能性が示唆された。

*代表者所属:

早稲田大学スポーツ科学学術院

〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15

緒言

柔道は体重階級制競技である。試合の出場条件には試合前の計量が課されることが多く、柔道競技者の多くは体重管理に十分配慮しなければならない¹⁾。しかし、一番重い階級である超級（現在の区分では女子は 78kg を超えることが条件）では、試合前の計量において体重の上限に関する規定はなく、過剰な体脂肪蓄積による体重過多の競技者がみられる²⁾。先行研究において、柔道など体重階級制競技の重量級、あるいはラグビーやアメリカンフットボールなど一部の球技や相撲では、体重が多いことが競技を行う上で有利な条件であると報告されている³⁾⁴⁾。その一方で、これら体重過多の競技者の中には、過剰な体脂肪を有する例や健康障害を引き起こしているケースがあることが報告されている。アメリカンフットボール選手においては肥満とメタボリックシンドロームおよびインスリン抵抗性との間には強い関係が認められ、ラインマンは他のポジションより体脂肪率が高く、メタボリックシンドロームやインスリン抵抗性のリスクを有意に認められると報告されている⁵⁾。また、体脂肪量が多いことが必ずしも健康障害を引き起こしているわけではないという報告もある⁶⁾。Berglund らは、体重過多や肥満の競技者は、一般の体重過多の人々と同様に血圧や血中脂質の異常、心血管系疾患のリスクを持っていると考えられるが、現在のところ知見が不十分であり、今後さらなる研究が必要であると述べている³⁾。

これら体重過多の競技者に関する先行研究の多くは、男性競技者を対象としたものである。女性競技者における健康上のリスクとして、痩せや低い体脂肪率の身体組成を要求されるスポーツにおいて摂食障害や骨障害、月経異常など女性選手の三主徴（Female Athlete Triad : FAT）の問題があることが広く知られている⁷⁾。女性重量級競技者においても月経異常が見られるが、FAT と同様な作用機序で起こっているとは考えにくく、先行研究は見あたらない。男性重量級競技者と同様に肝機能異常や、糖代謝および脂質代謝異常、さらに心血管系疾患のリスクなどの健康リスクを有する可能性が考えられるが、女性重量級競技者において、このような健康リスクに関する先行研究は見あたらない。多くの場合、女性競技者は男性競技者とは異なる身体組成を持ち、一般的には女性競技者の方が体脂肪率は高い傾向にある²⁾。しかし、生体インピーダンス法などの従来の身体組成測定方法の多くは、女性重量級競技者を測定するには精度が十分ではなく、身体組成の傾向を把握するためのデータが不足している。さらに一般成人において生活習慣病における性差⁸⁾に関する報告があり、男性競技者の先行研究を女性競技者

にあてはめることは困難であると考えられる。

一般成人を対象とした肥満関連の先行研究では、中高年成人において、肥満の程度が上昇すると高血圧、高脂血症、糖尿病などの合併頻度が上昇することや⁹⁾、肥満は心疾患の単独危険因子となることが報告されており¹⁰⁾、肥満は健康上の危険因子であると言える。体重過多の女性競技者は高い体脂肪率を有することが予想され、肥満者と同様のリスクを有する可能性は十分に考えられる。しかし、柔道競技者として競技生活を送る若年女性については、メタボリックシンドロームや高血圧、脂質異常症および糖尿病など生活習慣病の有病率やリスクは全年代層の男女において最も低い結果を示す報告がある¹¹⁾。

以上より女性重量級競技者の身体組成、エネルギー代謝および健康リスクに関する知見は、競技者としてのコンディショニングにおいて必要であり、それは競技生活を送る間だけでなく、競技生活後の健康管理の上でも必要とされるものであると考えられる。また、一般人の先行研究では、減量介入により、腹部内臓脂肪が減少し、メタボリックシンドロームのリスクが改善するとの報告があるが¹²⁾、競技者に関する先行研究は見あたらない。

そこで本研究では、検討1として柔道女子重量級競技者における身体組成、エネルギー代謝および生理的特性を明らかにするとともに健康上のリスクを有するかどうかについて検討し、検討2として柔道女子重量級競技者の体脂肪量の減少を目的とした減量が健康上のリスクに及ぼす影響について検討することを目的とした。

方法

1. 研究デザイン

本研究は以下2つの検討により構成されている。

検討1：柔道女子重量級競技者における身体組成、エネルギー代謝および生理的特性を明らかにするとともに健康上のリスクを有するかどうかについて検討する。

検討2：柔道女子重量級競技者の体脂肪量の減少を目的とした減量介入を実施し、健康上のリスクに及ぼす影響について検討する。

2. 検討1の方法

2-1. 対象者

大学柔道部に所属する柔道女子重量級競技者 12 名を対象とした。対象者の内訳は 78 kg 級 6 名および 78 kg 超級 6 名であった。

本研究は、日本女子体育大学の「人を対象とする実験・調査等に関する倫理委員会」の承認（申請番号 2010-11）を得た後、調査・測定に先立ち、研究の目的、測定方法および項目、安全性などについて対象者と指導者に十分に説明を行い、書面にて同意を得て実施した。

2-2. 測定および調査項目と方法

(1) 身体計測および身体組成の測定

A. 身長および体重

身長は、早朝空腹時排尿後に立位姿勢をとらせ、眼窩下縁と耳角上縁を結ぶ線が水平となるよう保ち、身長計を用いて計測を行った。体重 (BW) は A&D 体重計 (UC-321; A&D 社製) を用いて、早朝空腹時に測定した。さらに、これらの測定値より Body Mass index (BMI: kg/m²) を算出した。

B. 身体組成の測定

身体組成は、体脂肪率、骨塩量 (BMC) および四肢の除脂肪軟組織量を二重エネルギー X 線吸収法 (DXA 法) (Hologic QDR-4500 DXA scanner; Hologic 社製) を用いて測定した。また体重から体脂肪量 (FM) を差し引いて除脂肪量 (FFM) を算出した。

さらに DXA 法により得られた測定値を用い、先行研究により報告されている方法¹³⁾で全身を 4 つの構成組織重量である骨量 (BM)、脂肪組織量 (AT)、骨格筋量 (SM)、および残余組織量 (RM) に分けて重量を推定した。計算式は次のとおりである。

$$BM = \text{骨塩量 (kg)} \times 1.85$$

$$AT = \text{体脂肪量 (kg)} \times 1.18$$

$$SM = 1.13 \times \text{四肢の除脂肪軟組織量の合計 (kg)} - 0.02 \times \text{年齢 (年)} + 0.97$$

$$RM = BW - (BM + AT + SM)$$

(2) 血液生化学検査

早朝空腹時に肘静脈より約 15 ml 採血を行った。肝機能関連の項目として、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (AST) およびアラニンアミノトランスアミナーゼ (ALT) を分析した。脂質関連項目として総コレステロール (T-cho)、高比重リポタンパクコレステロール (HDL-C) および中性脂肪 (TG)

を分析した。糖代謝関連項目として血漿グルコース濃度（グルコース）および血清インスリン濃度（インスリン）の分析を行い、さらにその値からインスリン抵抗性を示す Homeostasis Model Assessment insulin resistance (HOMA-IR) を下記の式より算出した¹⁴⁾。

$$\text{HOMA-IR} = \text{空腹時グルコース} \times \text{空腹時インスリン} / 405$$

先行研究より本研究におけるインスリン抵抗性の判断基準を HOMA-IR が 1.73 以上とした¹⁵⁾。分析は(株) SRL に依頼した。

(3) 栄養摂取状況調査

対象者による自己記入式の食事調査票、デジタルスケールおよびデジタルカメラを配布し、記入上の注意を説明した。喫食したものすべてをできるだけ細かく秤量した上で記録させ、同時に写真撮影を依頼した。調査日は血液検査日前の 3 日間とした。調査用紙を回収する時点で管理栄養士が記録内容の十分な聞き取りを行い、記録内容の確認を行った。栄養計算は「五訂増補日本食品標準成分表」¹⁶⁾に準拠した栄養計算ソフト「WELLNESS 21」（(株)トップビジネスシステム製）を用いて行った。一部の加工食品は、各メーカーのホームページ等に記載されている栄養価および食品パッケージに記載されている栄養成分表示を用いて分析を行った。

(4) 体力測定

先行研究で柔道女子の体力測定として実施されている項目^{17,18,19)}のうち、筋力に関する指標として握力および背筋力、全身持久力に関する指標として 20 m シャトルランを実施した。握力および 20 m シャトルランは新体力テスト実施要項²⁰⁾に従って実施した。背筋力は新・日本人の体力標準値Ⅱ（2007）²¹⁾に示されている方法により実施した。

(5) 統計処理

本研究で得られたデータはすべて平均値±標準偏差で表し、統計処理は SPSS Ver. 16.0 (SPSS Inc.) を用いて行った。血液生化学検査値と身体組成測定から得られた測定値の 2 変数間の関係性については Pearson 相関係数を用いた。すべての統計処理について危険率 5%未満を有意水準とした。

3. 検討 2 の方法

3-1. 対象者

検討1の対象者のうち、減量介入に対して同意を得られた柔道女子重量級競技者10名を対象とした。内訳は78 kg級6名および78 kg超級4名であった。

3-2. 測定および調査項目と方法

(1) 減量介入

検討1の結果をもとに管理栄養士が対象者ごとに状況に応じて体脂肪量減少のための指導による介入を行った。この指導による介入においては、対象者に一律の食事提供は実施せず、個別に過剰な体脂肪量を減少させるために効果的な食事摂取の改善方法を提示し、指導内容に沿った食事内容になっているかを電話やメールなどを用いて適宜確認した。体重のモニタリングと合わせて、実施内容の見直しを必要に応じて行った。本研究と同様に、食事介入による体脂肪量の減少を検討した先行研究²²⁾と同様に本研究においても介入期間は12週間とした。検討1の測定終了時点から減量介入を実施した。減量期間中は早朝空腹の起床時排尿後に毎日体重測定をさせ、健康状態を記録させた。

(2) 減量中の栄養摂取状況調査

検討1の栄養摂取状況調査と同様の方法で実施した。尚、調査日は減量介入後の血液検査実施前の3日間とした。

(3) 減量介入後の身体計測および身体組成の測定、体力測定、健康リスク改善の評価

減量介入後に身体計測、身体組成、血液生化学検査および体力諸指標の測定を検討1と同様の方法で実施した。

(4) 統計処理

検討2で得られた各データは平均値±標準偏差で表し、統計処理は検討1と同様にSPSS Ver. 16.0 (SPSS Inc.) を用いて行った。減量介入前後の血液生化学検査値および身体組成測定から得られた測定値の有意差検定には対応のあるt検定を用いた。さらに検討1で得られた血液生化学検査値および身体組成測定値から減量介入後の測定で得られた値をそれぞれ差し引いた変化量との2変数間の関係性についてはPearson相関係数を用いて分析を行った。すべての統計処理について危険率5%未満を有意水準とした。

結果

1. 検討1の結果

対象者の身体計測、身体組成および生理的特性を表 1 に示した。体脂肪率 $31.3 \pm 6.2\%$ 、体脂肪量 30.4 ± 10.4 kg、除脂肪体重 64.2 ± 6.8 kg であった。さらに身体を 4 つの構成組織重量に分けた結果、骨量 5.3kg、脂肪組織量 35.8kg、骨格筋量 30.3kg および残余組織量は 23.1kg であった。

対象者の血液生化学検査結果を表 2 に示した。表中には株式会社 SRL2011 総合検査案内²³⁾に記載されている基準値を併記し、その基準値外であった対象者の割合を示した。対象者の平均値においてインスリンおよび HOMA-IR で基準値を超える値を示し、それぞれの指標において基準値外の値を示す対象者がいた。また、対象者の栄養摂取状況を表 3 に示した。1 日あたりの摂取量はエネルギーが 3157 ± 755 kcal、たんぱく質が 100.0 ± 21.8 g、脂質が 101.3 ± 26.5 g、炭水化物が 447.2 ± 119.3 g であった。対象者の体力測定結果を表 4 に示した。筋力指標として、握力は 40.8 ± 5.5 kg および背筋力は 104.8 ± 12.6 kg であった。全身持久力の指標として、20m シャトルランは 42 ± 18 回であった。さらに身体組成と血液生化学検査値との関係を検討したところ、体脂肪量と ALT との間には有意な正の相関関係が認められた ($r=0.76$, $p<0.01$) (図 1)。また体脂肪量とインスリン ($r=0.82$, $p<0.01$)、体脂肪量と HOMA-IR ($r=0.75$, $p<0.01$)、体脂肪量とレプチン ($r=0.82$, $p<0.01$) との間にも、いずれも正の相関関係が認められた。

2. 検討 2 の結果

対象者 10 名の減量介入前および減量介入中の栄養摂取状況を表 5 に示した。1 日あたりのエネルギー摂取量は減量前が 3024 ± 757 kcal および減量中が 2546 ± 882 kcal であった。減量中のエネルギー比率はたんぱく質が $13.0 \pm 1.3\%$ 、脂質が $26.3 \pm 6.8\%$ 、炭水化物が $60.7 \pm 7.6\%$ であり、脂質は減少傾向、炭水化物は増加傾向にあるものの減量前と比較して有意差は認められなかった。減量前後の身体的および生理的特性の変化を表 6 に示した。体重は減量前の 92.1 ± 16.7 kg、から 87.6 ± 16.4 kg へと有意に減少した ($p<0.01$)。体脂肪率は減量前の $30.3 \pm 6.2\%$ から $29.0 \pm 7.2\%$ へと有意に減少した ($p<0.05$)。体脂肪量も有意に減少し ($p<0.01$)、変化率は $10.0 \pm 7.6\%$ であった。

また除脂肪体重は、減量前が 63.4 ± 7.2 kg、減量後が 61.3 ± 7.1 kg であり、減量前と比較して有意に減少した ($p<0.01$)。

身体を 4 つの構成組織重量に分けて検討したところ、AT は減量前の 33.9 ± 12.3 kg から 31.0 ± 12.2 kg

へと有意に減少したが ($p < 0.01$)、BM、SM および RM は、いずれも減量前後で有意差は認められなかった。減量前後の血液生化学検査値の変化を表 7 に示した。AST、ALT、T-cho、グルコースおよび HOMA-IR は減量後に有意に減少した ($p < 0.05$)。HDL - C、TG、インスリンおよびレプチンは減量前後で有意差は認められなかった。インスリンおよび HOMA-IR 以外の項目の平均値は減量前後において基準値内の変動であったが、基準値外の測定値を示した対象者はすべて基準値内へと改善が見られた。対象者の減量前後の体力指標の変化を表 8 に示した。筋力指標には減少傾向が認められた項目があったが、有意差は認められなかった。20 m シャトルランの折り返し回数は、減量後に有意に増加した ($p < 0.01$)。減量前後の体脂肪変化量と血液生化学検査値変化量との関係では、体脂肪変化量と GOT 変化量との間には有意な正の相関関係が認められ ($r = 0.70$, $p < 0.05$)、GPT 変化量との間にも有意な正の相関関係が認められた ($r = 0.68$, $p < 0.05$)。

考察

本研究では、柔道女子重量級競技者における身体組成および生理的特性を明らかにし、健康リスクを有するかを検討した。その結果、柔道女子重量級競技者は高い体脂肪率を有し、肝機能異常、脂質代謝異常および糖代謝異常など、健康上のリスクを有することが明らかとなった。さらに、体脂肪量の減少が健康リスクに及ぼす影響について検討することを目的とし、対象者に対して 12 週間の食事指導による介入を行い、体重の 5%の減量を実施したところ、体脂肪量を減少させ、健康上のリスクを改善できることがわかった。

本研究の対象者である柔道女子重量級競技者は、体脂肪率は $31.3 \pm 6.2\%$ 、体脂肪量 $30.4 \pm 10.4\text{kg}$ 、除脂肪量 $64.2 \pm 6.8\text{kg}$ であり、他種目の女性競技者の先行研究¹³⁾や中量級以下の女性柔道競技者の先行研究²⁶⁾と比較して体重、体脂肪量および除脂肪量のいずれも高値であった。また、体重が同程度の一般肥満女性の先行研究²⁶⁾²⁷⁾と比較して、体脂肪量は少なく除脂肪体重は多かった。体力測定の結果においては、本研究における対象者の体力諸指標のうち、筋力および敏捷性は同年代の女子の平均値と比較して優れていたが、持久力は大差がなかった²⁰⁾²¹⁾。体重過多は持久力を低下させる要因と考えられており²⁸⁾、本研究の対象者は日々トレーニングを行っているものの、体重過多が持久力に影響を及ぼしていることが考えられた。

一般の肥満女性は体脂肪量が多いことによる体重過多が問題とされており、肥満の程度と糖尿病、高血圧、高脂血症の危険因子とは関連があると示されている²⁹⁾。柔道女子重量級競技者においてこれら健康問題を有するかどうか検討したところ、インスリンは $13.47 \pm 7.52 \mu \text{IU/ml}$ であり、基準値上限の $12.2 \mu \text{IU/ml}$ を超えていた。さらに、肝機能、脂質代謝および糖代謝指標の平均値は基準値内にあるものの、基準値を超えた対象者が認められた。本研究の対象者では、インスリン抵抗性を含む糖代謝異常の問題を有していることが考えられた。また ALT、インスリン、HOMA-IR およびレプチンと体脂肪量との間には、いずれも正の相関関係が認められた。肝機能では AST は体脂肪量と正の相関関係が認められず、ALT のみに体脂肪量との正の相関関係が認められ、これは対象者の過剰な体脂肪量との関連が考えられた。

インスリンとレプチンは一般の肥満者で抵抗性が生じることが報告されている³⁰⁾³¹⁾。本研究の対象者は高い体脂肪率を有していることから、一般の肥満者と同様に抵抗性を生じている可能性が高いと考えられる。以上より、本研究の対象者は競技者として日々トレーニングを行っている競技者でありながら高い体脂肪率を有する身体組成であり、その過剰な体脂肪量が健康上の問題に大きく影響を及ぼしていることが示唆された。

なお、本研究の対象者の栄養摂取状況と身体組成測定値および血液生化学検査値との間には関係は認められなかった。これは本研究の栄養摂取状況調査から得られた直近かつ短期間の栄養摂取状況が、身体組成や血液生化学検査値に大きく影響する可能性が低いためであると考えられた。

本研究の検討 2 では、12 週間の減量介入により柔道女子重量級競技者の体重は平均 $4.5 \pm 2.1 \text{ kg}$ 減少し、変化率は $5.4 \pm 2.4\%$ であった。体脂肪量は平均で $2.5 \pm 1.2 \text{ kg}$ 減少し、その変化率は約 10% であった。また減量介入後に除脂肪体重は有意に減少した結果となったが、4 つの構成組織重量を推定して検討したところ、脂肪組織重量のみが有意に減少し、骨量、骨格筋量、残余組織量はいずれも有意差が認められなかった。減量介入前後の体力測定結果を比較検討した結果においても筋力は維持し、持久力は向上するなど体力諸指標に改善が認められ、減量介入による体脂肪の減少が影響したと考えられた。

次に減量介入前の生化学検査値において基準値外の数値を示した項目である AST、ALT、T-cho、TG および Glu について、減量介入後は基準値外の検査値を示した対象者は認められなくなった。これら検査項目において改善が見られたのは、減量介入による体脂肪量の減少の効果であると考えられた。

さらに減量介入により改善が認められた検査項目と身体組成との関係について検討した。減量介入前

後での体脂肪変化量と AST および ALT 変化量との間に正の相関関係があったことから、体脂肪量の減少が検査値の改善に影響したと考えられた。しかし、それ以外の T-cho、TG、Glu の各検査値の変化量に関しては体脂肪変化量との間に関係が認められなかった。この理由として、生活習慣病は遺伝素因や環境因子などの複雑な相互作用により発症する代表的な多因子疾患であると考えられている点が挙げられる³²⁾。これら検査値は生活習慣病のスクリーニングとして広く健康診断で検査されてきた項目である³³⁾。そのため、減量介入前にこれらの検査値が基準値外の測定値を示したのは、多くの要因が関与した結果であり、必ずしも体脂肪量が多いことだけが原因だと限定することはできないと考えられた。本研究では、体脂肪量が多いにもかかわらず血液検査値が基準値内である対象者が認められた。しかし、減量介入前のこれらの検査値が高値であった対象者は、減量介入後に体脂肪量が減少し、検査値が基準値内へ改善したことから、減量介入による体脂肪量の減少が数値の改善に影響を及ぼしたと考えられた。また、介入前後のインスリンおよびレプチン変化量と体脂肪量変化量との間には関係が見られなかった。糖代謝指標のうち、減量介入後に基準値外を示した対象者が認められなくなったのはグルコースのみであり、インスリン濃度および HOMA-IR は改善傾向にあるものの、依然基準値外の検査値を示した対象者が認められた。レプチンも同様であった。血液中のインスリンとレプチン濃度は、減量介入前の測定で体脂肪量との間に正の相関関係が認められた。さらに減量後に基準値内への数値の改善が見られたのは一部の対象者に限られ、減量介入前後の体脂肪変化量と検査値の変化量との間には関係は認められなかった。この理由として、減量介入後も平均で約 29%という比較的高い体脂肪率を有していたことが考えられる。インスリンおよびレプチンは肥満者において抵抗性が認められることから³¹⁾、これら2つの検査値が体脂肪量の減少に伴う量的な変動の他に、抵抗性の改善も変動要因として血中濃度に影響し、関係を複雑にしたと考えられた。先行研究において、勝川はメタボリックシンドロームに関する代謝指標の改善には 20~30%の内臓脂肪の減少が必要であり、この場合、体重では 7~10%程度の減量に相当すると報告している¹²⁾。本研究では内臓脂肪の減少に関しては不明であるが、インスリンやレプチンなど代謝指標の確実な改善を促すには、減量幅が少なかった可能性がある。この点も体脂肪量との関係が認められなかった理由に挙げられると考えた。しかし本研究の対象者は現役の柔道競技者であり、減量実施による不利益や階級内での競技力の低下をきたさないための配慮も重要である。したがって現実には重量級競技者に 10%の減量の実施は困難である。本研究では減量介入後に有意な筋力の減少は見ら

れず、持久力は改善したことから、減量幅は大きな体格の競技者に適したものであったと考えられる。

女性は男性と比較して生活習慣病のリスクファクターの出現率が低いとする報告もあるが⁸⁾³⁴⁾、すでに男性競技者で明らかとなっている健康問題⁵⁾を予防するためには、女子重量級競技者もメタボリックシンドロームの初期段階からリスクを回避する必要がある。そのためには、からだづくりの段階から計画的に身体組成の評価を実施し、過剰な体脂肪を蓄積させることは慎むべきである。

本研究の対象者である柔道女子重量級競技者に見られた特性のように、過剰な体脂肪量を有し健康上のリスクを有する体格の大きい女性競技者においては、5%程度の減量は健康上のリスクを改善し、競技力を維持できる可能性が示唆された。

まとめ

柔道女子重量級選手 12 名を対象者として身体組成および生理的特性を明らかにし、健康上のリスクを有するかどうかについて検討したところ、対象者は高い体脂肪率を有し、肝機能異常、脂質代謝異常および糖代謝異常を認めるものが多く、特にインスリン抵抗性を示すものの割合が多いなど健康上のリスクを有することが明らかとなった。

さらに減量介入に対して同意を得られた 10 名を対象者として減量介入を実施し、体脂肪量の減少が健康上のリスクに及ぼす影響について検討したところ、12 週間の食事指導による介入により、体重は約 5%、体脂肪量は約 10%それぞれ減少し、骨格筋量は維持した。これに伴い減量前に認められた健康上のリスクおよび体力面の諸指標に改善が見られた。

以上より、過剰な体脂肪量を有し健康上のリスクを有する体格の大きい女性競技者においては、5%程度の減量は健康上のリスクを改善し、競技力を維持できる可能性が示唆された。

謝辞

本研究の測定に快く参加して下さった柔道女子重量級競技者の皆さん、所属チームの監督、コーチ、保護者の皆様に深く御礼を申し上げます。

本研究は、第 8 回(2010 年度)上月スポーツ・教育財団「スポーツ研究助成事業」の助成を受けて実施されたことを付記し、謝意を表します。

参考文献

- 1) 目崎 登：女子柔道における医学的諸問題，女子柔道論（中村良三編），174－184（2006），創文企画，東京
- 2) 独立行政法人 日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター．国立スポーツ科学センター形態・体力測定データ集 2007，p4（2008）
- 3) Berglund, L. et al. : Adipositas Athletica : a group of neglected conditions associated with medical risks, Scandinavian Journal of Medicine & Science in sports, **21**, 617-624 (2011)
- 4) 桑森真介ほか：相撲競技者における身体への荷重装着が「出足」パワーに及ぼす影響－脂肪増量をシミュレートして－，武道学研究，30(3)，1-9，1998
- 5) Borchers, J.R. et al. : Metabolic syndrome and insulin resistance in division 1 collegiate football players, Medicine&Science in sports & exercise, **41**, 2105-2110 (2009)
- 6) 斎藤一雄ほか：大学柔道選手における血清脂質値と体脂肪との関連性の特徴，日本体育大学紀要，**29**, 51-55 (1999)
- 7) Nattiv, A. et al.: The Female Athlete Triad (Posotion Stand), Med. Sci. Sports Exerc., 39(10), 1867-1882, 2007
- 8) 櫻井晃洋：生活習慣病における性差，診断と治療，98(7)，75-81，2010
- 9) Pi-Sunyer, FX : Health implication of obesity, The American Journal of Clinical Nutrition, **53**, 1595-1603 (1991)
- 10) Eckel, R. H., Krauss, R. M. : American Heart Association Call to Action : Obesity as a Major Risk Factor for Coronary Heart Disease, Circulation , **97**, 2099-2100 (1998)
- 11) 厚生労働省：平成 21 年度国民健康・栄養調査報告，[http:// www.mhlw.go.jp/bunya/kouhou/eiyou/h21-houkoku.html](http://www.mhlw.go.jp/bunya/kouhou/eiyou/h21-houkoku.html)（平成 23 年 10 月）
- 12) 勝川史憲：介入試験における内臓脂肪減少に伴う代謝指標の改善効果，肥満研究，**15**(2)，162-169（2009）
- 13) Taguchi, M., Ishikawa-Takata, K., Tatsuta, W., Katsuragi, C., Usui, C., Sakamoto, S., Higuchi, M: Resting Energy Expenditure Can Be Assessed by Fat-Free Mass in Female Athletes Regardless

- of Body Size, Journal of nutritional Science and vitaminology, **57**, 22-29 (2011)
- 14) 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)
 - 15) Ohnishi, H., Saitoh, S., Takagi, S., Ohata, J., Isobe, T., Kikuchi, Y., Takeuchi, H., Shimamoto, K., :
Relationship between insulin - resistance and remnant - like particle cholesterol ,
Atherosclerosis, **164**, 167-170 (2002)
 - 16) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会編：五訂増補日本食品成分表（2006），第一出版，
東京
 - 17) 森脇康彦，中島たけし，山内直人，矢崎利加，田辺陽子，三宅 仁，稲田 明，山本洋祐，田辺 勝，
藤田主一，飯田颯男：大学女子柔道選手の基礎体力の構造，国士舘大学 体育・スポーツ科学研究，
7, 47-54 (2007)
 - 18) 森脇康彦，大泉佳子，飯田颯男，矢崎利加，稲田 明，乙黒靖雄，中島たけし，松浦義行：大学女
子柔道選手の基礎体力の構造，国士舘大学体育研究所報，**18**, 67-73 (1999)
 - 19) 松浦義行著：筋力の測定，現代の体育・スポーツ科学 体力測定法，180-186，朝倉書店，東京
 - 20) 文部科学省編：新体力テスト 有意義な活用のために（2000），ぎょうせい，東京
 - 21) 首都大学東京体力標準値研究会編：新・日本人の体力標準値Ⅱ（2007），不昧堂出版，東京
 - 22) 日本産科婦人科学会編：産科婦人科用語集・用語解説集（改訂第2版），p344（2011）
 - 23) Treyzon, L., Chen, S., Hong, K., Yan, E., Carpenter, C. L., Thames, G., Bowerman, S., Wang, H. -J.,
Elashoff, R., Li, Z. :A controlled trial of protein enrichment of meal replacements for weight
reduction with retention of lean body mass, Nutrition Journal, **7**(1), art.no.23 (2008)
 - 24) (株) エスアールエル：総合検査案内（2010）
 - 25) Koury, J. C., De Oliveira, K. D. J. F., Lopes, G. C., De Oliveira Jr., A. V., Portella, E. S., De
Moura, E. G., Donangelo, C. M., Plasma zinc, copper, leptin, and body composition are associated
in elite female judo athletes, Biological Trace Element Research, **115**, 23-30 (2007)
 - 26) Prouteau, S., Pelle, A., Collomp, K., Benhamou, L., Courteix, D. : Bone density in elite

- judoists and effects of weight cycling on bone metabolic balance, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **38** (4), 694-700 (2005)
- 27) Maki, K. C. , Reeves, M. S. , Farmer, M. , Yasunaga, K. , Matsuo, N. , Katsuragi, Y. , Komikado, M. , Tokimitsu, I. , Wilder, D. , Jones, F. , Blumberg, J. B. , Cartwright, Y. : Green tea catechin consumption enhances exercise-induced abdominal fat loss in overweight and obese adults, *The journal of nutrition*, **139** (2), 264-270 (2009)
- 28) Dempsy, J. A. , Reddan, W. , Balke, B. , Rankin, J. : Work capacity determinants and physiologic cost of weight-supported work in obesity, *Journal of applied physiology*, **21** (6), 1815-1820 (1966)
- 29) 吉池信男, 西 信雄, 松島松翠, 伊藤千賀子, 池田義雄, 檜原英俊, 吉永英世, 小倉 浩, 小峰慎吾, 佐藤祐造, 佐藤則之, 佐々木陽, 藤岡滋典, 奥 淳治, 雨宮禎子, 坂田利家, 井上修二 : Body mass index に基づく肥満の程度と糖尿病, 高血圧, 高脂血症の危険因子との関連－多施設共同研究による疫学的検討－, *肥満研究*, **6**(1), 4-17 (2000)
- 30) 吉村昭彦, 佐藤直一 : レプチン抵抗性の分子機構－SOCS3 の解析を中心として, *医学の歩み*, **217**, 95-100 (2006)
- 31) P. Zimmet, E. J. Boyko, G. R. Collier and M. de Courten : Etiology of Metabolic Syndrome: Potential role of insulin resistance, leptin resistance, and other players, *Annals of the New York Academy of Science*, **892**, 25-44 (1999)
- 32) 亀井康富, 小川佳宏 : エピジェネティクスと生活習慣病, *医学の歩み*, **225** (7) , 585-587 (2008)
- 33) 中村治雄, 山門 実, 後藤吉夫 : 健診判定基準ガイドライン (後藤吉夫, 奈良昌治編集) , 62-73 (2003) , 文光堂, 東京
- 34) 磯博康, 崔仁哲, 野田博之, 大平哲也 : メタボリックシンドローム (第 2 版) 基礎・臨床の最新知見 疫学 我が国におけるメタボリックシンドロームの疫学 有病率・予後・性差など, *日本臨床*, **69** 増刊 1 メタボリックシンドローム, 40-46 (2011)

表1 対象者の身体的及び生理的特性

	n=12
年齢 (歳)	20.3±1.7
身長 (cm)	167.0±4.1
体重 (kg)	94.6±16.5
BMI (kg/m ²)	33.8±5.2
体脂肪率 (%)	31.3±6.2
体脂肪量 (kg)	30.4±10.4
除脂肪量 (kg)	64.2±6.8
収縮期血圧 (mmHg)	117±14
拡張期血圧 (mmHg)	64±11

平均値±標準偏差

BMI : body mass index

表2 対象者の血液生化学検査結果-1

	n=12	基準値外 対象者割合 (%)	基準値
AST (U/l)	27±10	8.3	10-40
ALT (U/l)	30±16	33.3	5-40
T-cho (mg/dl)	195±37	33.3	150-219
HDL-C (mg/dl)	59±10	0.0	40-96
TG (mg/dl)	114±62	16.7	50-149
Glu (mg/dl)	92±9	8.3	70-109
インスリン (μIU/ml)	13.47±7.52	41.7	1.84-12.2
HOMA-IR	3.11±1.86	75.0	<1.73
レプチン (ng/ml)	18.27±10.32	25.0	2.5-21.8

平均値±標準偏差

HOMA-IR=空腹時血糖値(mg/dl)×空腹時インスリン(μIU/ml)/405

表3 対象者の栄養摂取状況

項目	n=12
エネルギー (kcal)	3157±755
たんぱく質 (g)	100.0±21.8
脂質 (g)	101.3±26.5
炭水化物 (g)	447.2±119.3
エネルギー比率 たんぱく質 (%)	12.9±2.1
脂質 (%)	29.0±4.3
炭水化物 (%)	58.1±5.5

平均値±標準偏差

表4 対象者の体力測定結果

項目	n=12	20歳女子平均値 [§]
握力 (kg)	40.8±5.5	28.6±5.3
背筋力 (kg)	104.8±12.6	90.2±18.9
20mシャトルラン (回) [#]	42±18	40.8±14.0

平均値±標準偏差

[#]故障者を除く(n=11)

[§]新・日本人の体力標準値Ⅱ²²⁾より

表5 減量介入前及び減量介入中の栄養摂取状況

項目	減量介入前	減量介入中
エネルギー (kcal)	3024±757	2546±882
たんぱく質 (g)	98.2±23.6	84.2±33.4
脂質 (g)	95.6±24.5	78.6±38.3
炭水化物 (g)	428.3±118.5	363.8±107.6*
エネルギー比率 たんぱく質 (%)	13.2±2.2	13.0±1.3
脂質 (%)	28.6±4.2	26.3±6.8
炭水化物 (%)	58.2±5.7	60.7±7.6

n=10, 平均値±標準偏差

減量前と比較して有意差あり *p<0.05

表6 減量介入前後の身体的及び生理的特性の変化

	減量介入前	減量介入後	変化量	変化率(%)
年齢 (歳)	20.3±1.9			
身長 (cm)	166.4±4.1	166.5±4.3		
体重 (kg)	92.1±16.7	87.6±16.4**	4.5±2.1	5.4±2.4
BMI (kg/m ²)	33.2±5.4	31.6±5.4**	1.6±0.7	5.0±2.6
体脂肪率 (%)	30.3±6.2	29.0±7.2*	1.4±1.4	5.3±6.2
体脂肪量 (kg)	28.7±10.3	26.2±10.3**	2.5±1.2	10.0±7.6
除脂肪体重 (kg)	63.4±7.2	61.3±7.1**	2.1±1.2	3.2±1.9
収縮期血圧 (mmHg)	112±9	110±10	2.0±6.3	1.8±5.6
拡張期血圧 (mmHg)	62±9	63±10	-0.6±11.0	2.4±17.5

n=10, 平均値±標準偏差

BMI : body mass index

減量介入前と比較して有意差あり *p<0.05, **p<0.01

表7 減量介入前後の生化学検査値の変化

	減量介入前	基準値外 対象者割合(%)	減量介入後	基準値外 対象者割合(%)	基準値
AST (U/l)	26±11	10	18±5*	0	10-40
ALT (U/l)	29±17	40	17±5*	0	5-40
T-cho (mg/dl)	194±29	30	176±21*	0	150-219
HDL-C (mg/dl)	59±11	0	52±5	0	40-96
TG (mg/dl)	120±46	20	97±30	0	50-149
Glu (mg/dl)	92±10	10	87±9*	0	70-109
インスリン (μIU/ml)	14.26±8.00	50	11.93±9.36	30	1.84-12.2
HOMA-IR	3.29±1.99	80	2.59±2.08*	50	<1.73
レプチン (ng/ml)	15.76±7.05	20	14.27±9.58	30	2.5-21.8

n=10, 平均値±標準偏差

減量介入前と比較して有意差あり *p<0.05

表8 減量介入前後の体力指標の変化

項目	介入前	介入後
握力 (kg)	40.4±5.8	38.5±5.3
背筋力(kg)	106.2±13.4	111.2±19.1
20 mシャトルラン(回) [#]	42±20	58±23**

n=10, 平均値±標準偏差

[#]故障者を除く(n=9)

減量介入前と比較して有意差あり **p<0.01

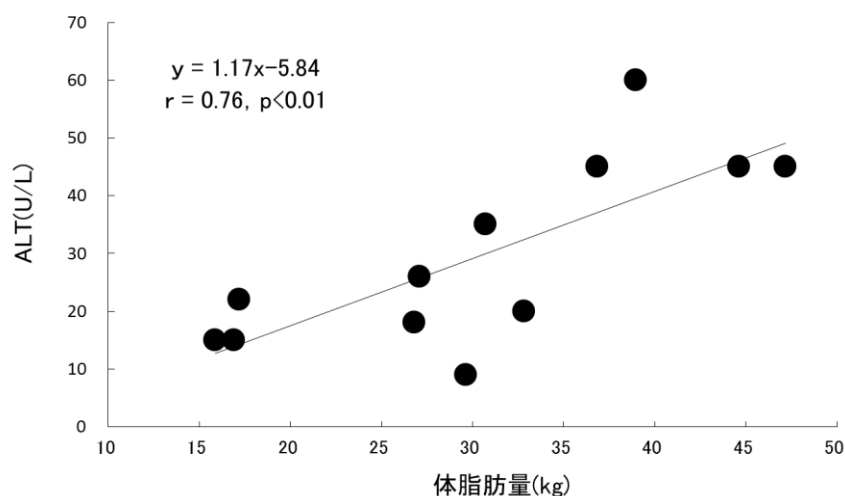


図1 体脂肪量とALTとの関係