

短期減量時の形態および運動機能の変動に及ぼす 減量食組成およびコンドロイチン硫酸投与の影響

村松成司¹、服部洋兒²、射手矢味先³、重岡孝文⁴、堀安高綾⁵

¹千葉大学、²大同工業大学、³筑波大学、⁴鹿屋体育大学、⁵東京商船大学

Effects of diet composition and administration of chondroitin sulfates on the changes of physique and exercise performances due to weight reduction of short duration

Shigeji MURAMATSU¹, Yoji HATTORI², Misaki ITEYA³,
Takahumi SHIGEOKA⁴ and Takaaya HORIYASU⁵

¹Chiba University

²Daido Institute of Technology

³University of Tsukuba

⁴National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

⁵Tokyo University of Mercantile Marine

Summary The present study was planned to investigate the effects of diet composition and administration of chondroitin sulfates on the changes of physique and exercise performances due to weight reduction for 3 days to aim at about 5% weight loss. Experimental groups were H (protein diet + chondroitin sulfates), P (Protein diet), C (Carbohydrate diet) and U (Usual diet) groups. The weight losses for 3 days of weight reduction were 4.81%, 4.55% and 5.05% in H, P and C groups, respectively. There were no significant differences among above three groups. The mean weight loss of three groups was 4.81%. The girth of some parts measured this time decreased in all three weight reduction groups compared with those before weight reduction. However, the larger decrements were found in C than in H and P groups. The decrements of body fat mass (%) induced by weight reduction were ordered as H > P > C groups, on average. Peak power, grip strength and back strength decreased in all weight reduction groups, but the decrements of them were ordered as C > P > H, on average. Work capacity of anaerobic exercise, extension of upper arm and vertical jump increased after weight reduction in H and P groups. Reaction time to select directions were lengthened in all three weight reduction groups after weight reduction, but the lengthened time were ordered as C > P > H groups.

はじめに

著者らはこれまで柔道選手の減量に関する研究を実態調査と基礎的な実験の両面から行ってきた¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾²⁴⁾。そして実態調査からは減量は1週間で約5kg前後(3~4%)が多く、しかも減量開始時に一気に落しその後試合までを調整しながらもっていくパターンに強化選手の占める割合が多いことを観察した¹⁾²⁾。また減量実験からは、低エネルギー摂取と日常の練習により1週間で初期体重の約6%減少をみたが、その大部分は減量開始の3日間で減少していること¹²⁾、また除脂肪体重の維持、運動能力の低下防止に減量時の食事内容が重要であることを観察した²⁴⁾。

今回、これまでの結果をふまえ、3日間で約5%前後の減量を目標にした、より実践的な減量実験を計画した。そして、その間に与えた減量食の違いによる形態、筋力、運動能力および生体疲労の変動について検討した。

また、従来、減量時の疲労、苦痛に対する愁訴が多く、それら精神的なストレスが身体諸機能および運動能力にまで影響を及ぼしていることが考えられる¹³⁾¹⁴⁾。従ってこれら愁訴を軽減し、精神的な負担度を減少させることが減量を成功させる一つの方法とも考えられる。今回、不定愁訴の減少、間接痛および脂質代謝の改善にその効果が多く報告されているコンドロイチン硫酸²¹⁾²⁵⁾²⁶⁾(CHS)を減量開始前に投与することにより減量時の形態、運動機能および疲労度の変動に及ぼすコンドロイチン硫酸投与の影響についても併せて検討した。

実験方法

被験者はC大学現役柔道部員16名を用い、その身体的特徴を表1に示した。これら被験者をタンパク質+CHS投与群(H群)、タンパク食群(P群)、炭水化物食群(C群)、そして平常食をとり、練習および測定は他の群と同様に行った対照群(U群)の4群(各群4名)に分けた。

表1 実験群と被験者の身体的特性(柔道選手16名)

群	被験者	年齢 歳	身長 (cm)	体重 (kg)	RI	BSA (m ²)
H	A	19	169.5	67.05	137.7	1.73
	B	18	174.5	67.85	127.7	1.77
	C	19	169.8	69.55	142.1	1.76
	D	21	175.5	71.55	132.4	1.82
P	E	20	172.9	89.12	172.4	1.99
	F	21	166.0	64.29	140.5	1.67
	G	19	163.5	63.50	145.3	1.65
	H	18	173.0	75.50	145.8	1.85
C	I	20	167.7	62.28	132.1	1.66
	J	21	166.1	62.40	136.2	1.65
	K	21	170.0	69.88	142.2	1.76
	L	19	173.0	70.55	136.3	1.79
U	M	21	168.2	60.71	127.6	1.64
	N	22	174.5	69.20	130.2	1.79
	O	19	186.0	70.98	110.3	1.88
	P	21	164.0	74.10	168.0	1.77

RI ; ローレル指数 (体重/身長³ * 10⁷)

BSA ; 体表面積 (身長^{0.663} * 体重^{0.444} * 88.83)

減量期間は3日間であるが4日目の測定が終了するまでは規定食以外は摂取しないように指示した。CHS投与群であるH群の被験者には減量開始12日前より減量終了日までCHS錠(1錠中にコンドロイチン硫酸ナトリウム260mgを含む)を一回2錠、一日3回毎食後与えた。

減量食の内容を表2に示した。より実践的に摂取することを考えて日常比較的摂取し易い一般的な食品を選んで用いた。タンパク食群であるH群およびP群のタンパク質供給源としてはカロリーメイト(大塚製薬)、卵、牛乳、豆腐を用いた。炭水化物食群であるC群はその分ソーダクラッカー、マーガリン、サイダーで補った。そのほか3減量群ともに野菜サラダ(レタス、トマト、キュウリ)、こんにゃく、ところてんを一定量与えた。これら減量食によるエネルギー摂取量はH群、P群が1日1267kcal、C群が1264kcalであり、タンパク質摂取量はH群、P群が49.6g、C群24.6gであった。なお、これまでも減量時には水分摂取の制限と発

表2 実験食の内容

	H・P	C
朝食	牛乳200cc 加リ-メイト(固)2本 野菜サラダ ゆで卵 1/2	サイダー-200cc ソーダクッキー 野菜サラダ
昼食	加リ-メイト(固)2本 加リ-メイト(液)1本 トコロテン 1ケ	ソーダクッキー サイダー トコロテン 1ケ
夕食	加リ-メイト(固)2本 加リ-メイト(液)1本 刺身こんにやく 豆腐(8分の1) 野菜サラダ ゆで卵 1/2 コーヒー 1杯	食パン 2枚 マーガリン 10g 刺身こんにやく クッキー 2枚 野菜サラダ コーヒー 1杯
夜食	トコロテン 1ケ サイダー 1本	トコロテン 1ケ サイダー 1本
E P	1267kcal/day 49.6g/day	1264kcal/day 24.6g/day

E ; エネルギー P ; タンパク質

汗の促進を併用することから生体が脱水状態に追い込まれ、運動能力の低下あるいは健康そのものにも影響を及ぼすことが報告されてきている¹⁹⁾²⁰⁾。本実験では体水分不足による影響を防ぐために減量期間中水分の摂取は自由とした。

体重は毎朝完全排尿後に測定した。そして胸囲、腹囲、臀囲を測定し、さらに榮研式皮脂厚計を用いて上腕背部、肩甲骨下部、腹部の3点の皮脂厚を測定した。体脂肪率は上腕背部および肩甲骨下部の皮脂厚を用い、長嶺¹⁶⁾、Brožekら²¹⁾の式に従って算出した。減量期間中、早朝第1尿については定性試験紙を用いて、ケトン体排泄の状況を観察した。減量前日および終了日(4日目)には午前中に空腹状態で運動能力および疲労検査を行った。運動能力はハイパワーエルゴメーター(竹井機器)を用いて、30秒間の全力ペダリング(負

荷は共通に3KPとした)を行わせ、その間に発揮したピークパワーと30秒間の仕事量を測定した。また、他に背筋力、握力、垂直跳を測定した。疲労検査は全身反応時間とフリッカーテストを行った。

今回の実験は合宿の前半3日間を利用して行った。従って、練習は早朝トレーニング(1時間)、午前(2時間30分)、午後(3時間)の3回であった。各被験者は練習の個人差が出ないようにいずれも同じ練習メニューを消化するように指示した。

実験結果

減量期間中の体重減少量(初期体重に対する割合)を図1に示した。減量群はいずれも同様な減少傾向を示し、減量3日間での減少量は平均H群4.81%、P群4.55%、C群5.05%であり、3群間に有意な差はみられなかった。3群の平均では4.81%の体重減少であった。

形態の変化を図2(a~j)に、また運動能力および疲労検査の変化を図3(a~i)に示した。値はいずれも減量前と比較した減少量をその割合で示した。また、減量各群をタンパク食群(H群+P群、以下HP群とする、n=8)、および減量食群(H群+P群+C群、以下WR群とする、

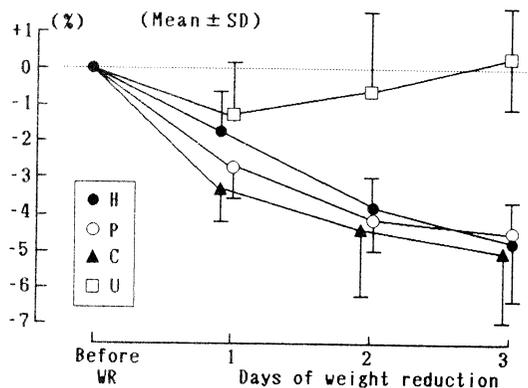


図1 減量期間中の体重の変動(%)

表2 実験食の内容

	H・P	C
朝食	牛乳200cc 加リ-メイト(固)2本 野菜サラダ ゆで卵 1/2	サイダー-200cc ソーダクッキー 野菜サラダ
昼食	加リ-メイト(固)2本 加リ-メイト(液)1本 トコロテン 1ケ	ソーダクッキー サイダー トコロテン 1ケ
夕食	加リ-メイト(固)2本 加リ-メイト(液)1本 刺身こんにやく 豆腐(8分の1) 野菜サラダ ゆで卵 1/2 コーヒー 1杯	食パン 2枚 マーガリン 10g 刺身こんにやく クッキー 2枚 野菜サラダ コーヒー 1杯
夜食	トコロテン 1ケ サイダー 1本	トコロテン 1ケ サイダー 1本
E P	1267kcal/day 49.6g/day	1264kcal/day 24.6g/day

E ; エネルギー P ; タンパク質

汗の促進を併用することから生体が脱水状態に追い込まれ、運動能力の低下あるいは健康そのものにも影響を及ぼすことが報告されてきている¹⁹⁾²⁰⁾。本実験では体水分不足による影響を防ぐために減量期間中水分の摂取は自由とした。

体重は毎朝完全排尿後に測定した。そして胸囲、腹囲、臀囲を測定し、さらに榮研式皮脂厚計を用いて上腕背部、肩甲骨下部、腹部の3点の皮脂厚を測定した。体脂肪率は上腕背部および肩甲骨下部の皮脂厚を用い、長嶺¹⁶⁾、Brožek¹⁷⁾の式に従って算出した。減量期間中、早朝第1尿については定性試験紙を用いて、ケトン体排泄の状況を観察した。減量前日および終了日(4日目)には午前中に空腹状態で運動能力および疲労検査を行った。運動能力はハイパワーエルゴメーター(竹井機器)を用いて、30秒間の全力ペダリング(負

荷は共通に3KPとした)を行わせ、その間に発揮したピークパワーと30秒間の仕事量を測定した。また、他に背筋力、握力、垂直跳を測定した。疲労検査は全身反応時間とフリッカーテストを行った。

今回の実験は合宿の前半3日間を利用して行った。従って、練習は早朝トレーニング(1時間)、午前(2時間30分)、午後(3時間)の3回であった。各被験者は練習の個人差が出ないようにいずれも同じ練習メニューを消化するように指示した。

実験結果

減量期間中の体重減少量(初期体重に対する割合)を図1に示した。減量群はいずれも同様な減少傾向を示し、減量3日間での減少量は平均H群4.81%、P群4.55%、C群5.05%であり、3群間に有意な差はみられなかった。3群の平均では4.81%の体重減少であった。

形態の変化を図2(a~j)に、また運動能力および疲労検査の変化を図3(a~i)に示した。値はいずれも減量前と比較した減少量をその割合で示した。また、減量各群をタンパク食群(H群+P群、以下HP群とする、n=8)、および減量食群(H群+P群+C群、以下WR群とする、

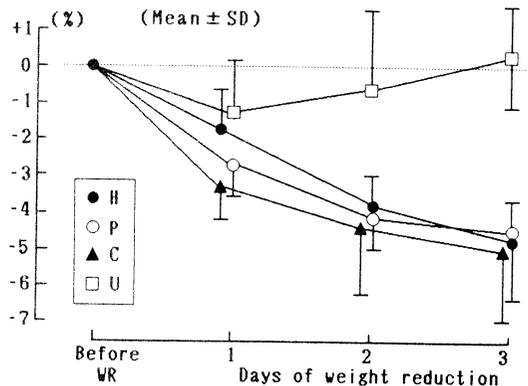


図1 減量期間中の体重の変動(%)

n=12)に分類することにより、タンパク質摂取による影響あるいは減量による影響についても図中に示した。

上腕囲(図2-a)はいずれの減量群ともに減量前の値と比較して有意に減少した。平均値ではC群の減少が最も大きく、HP群、U群に対して10%の確率ではあるが、減少傾向にあった。

胸囲(図2-b)はいずれの減量群ともに減少を示し、C群に有意差はみられなかったが他の群は有意に減少した。平均値でC群が最も大きい値を示したが、いずれの群間にも有意な差はなかった。U群においても有意な減少がみられた。

腹囲(図2-c)はいずれの群ともに減量前と比較して有意に減少した。U群に対してはH群およびWR群は有意な減少であり、C群およびHP

群では10%の確率で減少傾向にあった。

臀囲(図2-d)はいずれの減量群ともに減量前と比較して有意に減少した。平均値ではC群が最も大きな減少を示し、HP群、U群に対して有意差がみられ、H群に対しては10%の確率で大きい傾向にあった。また、U群に対してH群、HP群、WR群は有意な差がみられ、P群は10%確率で減少傾向にあった。

大腿囲(図2-e)はいずれの減量群ともに減量目前と比較して有意に減少したが、各減量群間では有意な差はみられなかった。U群に対してHP群、WR群に10%の確率で減少傾向がみられた。

皮脂厚の変化を図2-f、-g、-h、に示した。上腕背部(f)では減量前と比較してP群、C群、

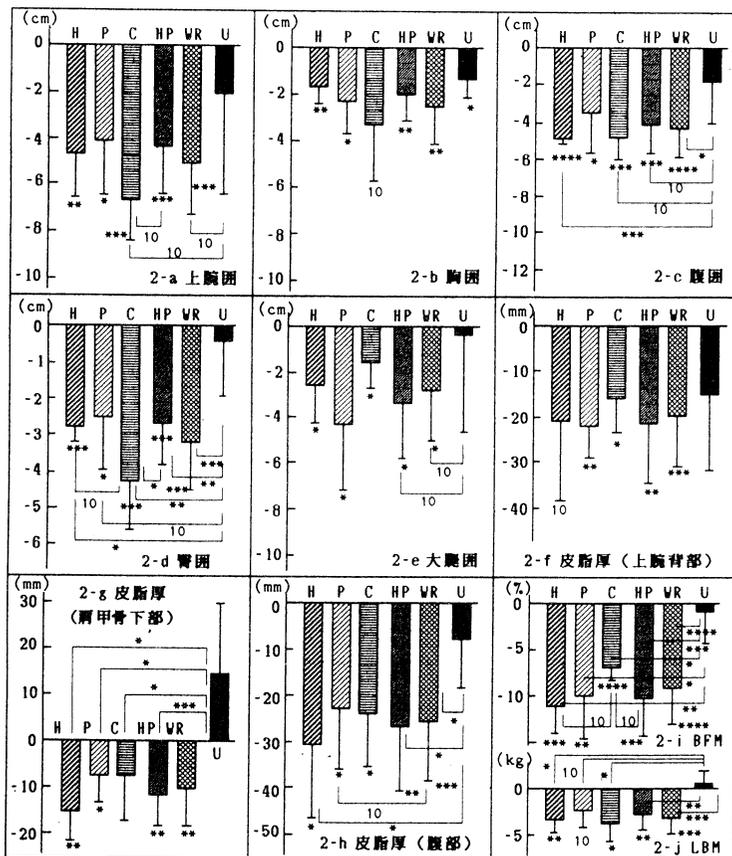


図2 形態および体組成の変化(a~i)

有意差 *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005, ****p<0.001 (10;p<0.10)

HP群、WR群は有意に減少し、H群は10%の確率で減少傾向にあった。U群は平均値では減量群とほぼ同じ減少量であったが、個人差が大きく有意な差はなかった。肩甲骨下部(g)では減量前と比較してH群、P群、HP群、WR群が有意に減少し、C群はP群とほぼ同じ減少量であったが有意な差ではなかった。U群に対してはいずれの減量群ともに有意な差を示した。腹部(h)ではいずれの減量群ともに減量前と比較して有意に減少し、平均値ではH群の減少が最も大きかった。U群に対してはH群、HP群、WR群が有意な減少を示した。

上腕背部および肩甲骨下部の皮脂厚から求めた体脂

肪率および除脂肪体重の変化を図2-i, jに示した。体脂肪率(i)はいずれの減量群ともに減量前と比較して有意に減少し、いずれもU群に対して有意であった。減量群間を比較すると平均値でH群>P群>C群の順にの減少量が大きく、H群はC群に対して10%の確率で大きい傾向がみられた。除脂肪体重(j)はH群、C群が減量前と比較して有意に減少し、P群は10%の確率で減少傾向にあった。U群に対してはP群が10%の確率で減少傾向にあり、それ以外はいずれも有意な差がみられた。

ピークパワー(図3-a)はいずれの減量群ともに減量前と比較して減少し、平均値ではC群>P群>H群の順にあったが、有意な差ではなかった。WR群として10%の確率で減少傾向がみ

れた。

仕事量(図3-b)は減量前と比較してH群、P群が増加の傾向を示し、C群がやや減少傾向を示した。各群間ではいずれの組合せにおいても有意な差はなかった。

上腕伸展力(図3-c)は、減量前と比較してH群、HP群が有意な増加を示したのに対し、他は有意な変化ではなかった。各群間ではH群とP群の間に有意な差がみられたが、他はいずれの群間にも有意な差はなかった。

握力(図3-d)はいずれの減量群ともに減量前よりも減少し、特にC群の減少は有意であった。平均値ではC群>P群>H群の順に大であった。

背筋力(図3-e)いずれの減量群ともに減量

前と比較して減少し、特にC群の減少は有意であった。WR群としてはU群と比較して10%の確率であるが減少傾向にあった。

垂直跳(図3-f)はいずれの減量群ともに減量前と比較して増加し、H群、HP群、WR群は有意であった。P群は10%の確率で増加傾向にあった。U群に対してはH群、HP群、WR群が有意に高く、P群は10%の確率で高い傾向にあった。

全身反応時間の結果を図3-g(単一方向)と図3-h(方向選択)に示した。単一方向反応時間は個人差が大きく、平均値でいずれの減量群ともに減量前と比較して変化がみられなかった。U群は有意に遅延した。

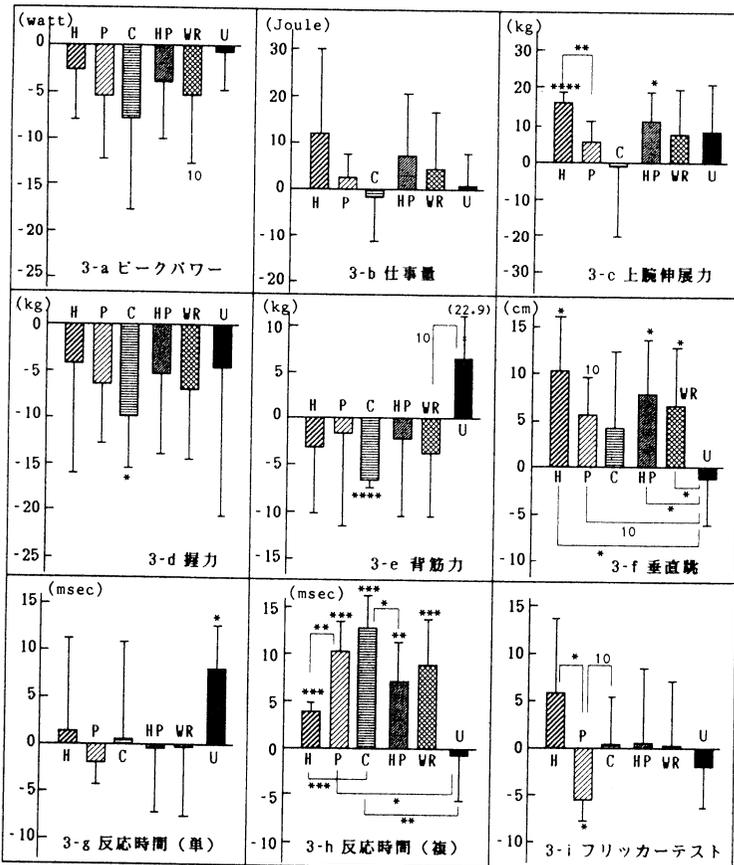


図3 運動機能および疲労検査の変化(a~i)

有意差 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.005$, **** $p < 0.001$ (10; $p < 0.10$)

方向選択反応時間はU群が減量前と比較してほとんど変化がみられなかったのに対し、いずれの減量群ともに有意に遅延した。群間の変化量を比較するとC群>P群>H群の順に反応時間が長くなる傾向がみられ、C群、P群はH群に対して有意であった。また、C群とHP群との間にも有意な差がみられた。

フリッカーテスト(図3-i)は減量前と比較してP群が有意に減少し、H群が増加傾向にあり、他はほとんど変化がみられなかった。H群とP群の間に有意な差がみられ、P群とC群の間には10%の確率であるが差がみられた。

減量期間中の早期第一尿(早朝トレーニングの前に排泄する)中のケトン体排泄量の変化を表3に示した。H群、P群は減量開始翌日の朝の尿にすでに大量のケトン体が検出され、その後も大量の排泄が続いた。C群は1名が減量後半に中量を、2名が小量を示し、他の1名はまったく検出されなかった。U群は期間中を通してまったく変化がみられなかった。

表3 尿中ケトン体排泄の変化(定性試験)

群	被	減量前	1日後	2日後	3日後
H	A	-	++	+++	+++
	B	-	-	+++	+++
	C	-	+++	+++	+++
	D	-	-	+++	+++
P	E	-	++	+++	+++
	F	-	+++	+++	+++
	G	-	+++	+++	+++
	H	-	+++	+++	+++
C	I	-	-	-	-
	J	-	-	+	+
	K	-	+	++	++
	L	-	-	+	+
U	M	-	-	-	-
	N	-	-	-	-
	O	-	-	-	-
	P	-	-	-	-

-検出されず +小量 ++中量 +++大量
(被:被験者)

考 察

本実験では3日間の減食と合宿練習を併用することにより体重は平均4.81%減少した。これは先の実験¹⁾²⁾⁴⁾の減量を開始してから3日間の体重減少量とほぼ同じ値であり、ほぼ目標とした値であった。エネルギー摂取量は先の実験¹⁾²⁾⁴⁾では1日500kcalとしたのに対し、今回は1日1240kcalと約2.5倍に増加させた。これは先の報告では1日1回の平常の練習期間中に実験を行ったのに対し、今回は合宿期間中(1日3回の練習)に実験を行ったので、練習量が多いことを配慮したものである。このことが結果として体重減少量が先の実験とほぼ同程度となった原因と考えられる。

減量することによって周径囲および皮脂厚が減少すること、特に腹囲と腹部の皮脂厚の減少が大きいたことがすでに多くの報告によって観察されている³⁾⁵⁾⁶⁾¹⁸⁾²¹⁾。本実験においても周径囲および皮脂厚は減量することにより有意に減少し、なかでも腹囲および腹部の皮脂厚の減少の割合が他の部位よりも大きい傾向にあることを観察した。減量群間でみると周径囲では大腿囲を除いてC群が他の群よりも減少が大きい傾向にあり、特にC群とHP群を比較した場合C群が大きいことから、タンパク質摂取量の違いによる影響と考えられる。皮脂厚においてはC群とHP群を比較するとC群の減少が少ない傾向にあった。肩甲骨下部および腹部ではP群の減少がC群の減少とほぼ同じであった。このことは皮脂厚においてはタンパク質摂取レベルによる影響とともにCHS投与による影響も示唆されたものと考えられる。

減量することにより体脂肪率および除脂肪体重が減少することはこれまでも多く報告されている事実である。しかしながら、スポーツ選手の減量では体脂肪率の減少はより大きく、除脂肪体重の減少はより少なくしなければならない。今回、体脂肪率の減少はC群に比べHP群で多く、逆に除脂肪体重の減少はC群がHP群よりも多いことから、

体脂肪の減少、除脂肪体重の維持にタンパク質摂取の効果が示されたものと考えられる。これは炭水化物食群よりもタンパク食群の方が体脂肪の分解、エネルギーとしての利用が促進されたためと考えられる。表3に示した尿中レトン体排泄の変動はそのことを支持するものである。また、先の実験⁽²²⁾においても同様な結果を観察している。タンパク食群においてもH群とP群の体脂肪率を比較するとH群の減少がやや大きい傾向にあることからCHS投与の影響がうかがわれるが有意ではなかった。除脂肪体重に関して今回は絶対量の減少を比較した。従って、いずれの減量群ともに減量前と比較して減少を示したが、体脂肪率との相対的な割合の変化ではいずれの減量群ともに減量後で有意に増加しており、中でもH群、P群よりも高い傾向にあった。このことは減量によって除脂肪体重(kg)は減少するものの、減量後の体組成(%)ではタンパク食摂取群の方がより改善されたと考えられる。

運動能力では全体的に個人差が大きく、有意な差が得られた項目は少なかった。ピークパワー、握力、背筋力は減量によって全体的に低下する傾向にあり、中でもC群の低下がH群、P群よりも大きい傾向にあった。仕事量、上腕伸展力は平均値でC群が減量前とほとんど差がみられず、H群、P群は向上する傾向にあった。特に上腕伸展力ではH群が有意に増加した。垂直跳はいずれの減量群ともに向上し、HP群、WR群では有意であった。垂直跳に関しては軽度の減量の場合にはむしろ減量前よりも向上することが観察されており²²⁾、また、片岡らはバレーボールの選手の垂直跳は体重減量により高まることを観察している⁷⁾。今回の結果はこれらの報告⁷⁾²²⁾と一致するところである。この原因の一つとして体重が軽くなることがあげられるが、同時に、持久的な能力と異なり瞬発的な能力特に筋力に関しては精神的な要因も関係していることが指摘されている⁴⁾。本実験の運動能力テストはおもに瞬発的な能力を示すものであり、

C群よりはHP群が、またP群よりはH群が低下はより少なく、また向上するものはより大きく向上する傾向にあることは精神的な集中力に関してタンパク質投与、およびCHS投与の効果が示唆されたものと考えられる。

単一方向反応時間は減量群では個人差はあったが平均値では減量前後でほとんど変化がみられなかった。しかしながら、方向選択反応時間ではいずれの減量群ともに減量前と比較して有意に遅延化し、特にH群と比較してP群、C群は有意に遅くなった。また、C群とHP群ではC群が有意に遅くなった。これらのことは、単一方向反応のように認知→移動の場合にはみられなかった減量の影響が方向を選択するという認知→判断→移動の場合に観察されること、また、その影響が炭水化物摂取時に比べタンパク質摂取に、またタンパク質摂取に比べCHS投与により軽減されることを示唆するものと考えられる。

フリッカー値はH群が増加の傾向にあり、P群が有意に減少した。H群の増加傾向はCHC投与の影響を示唆するものと思われるが、P群の減少の原因については明らかでない。

コンドロチン硫酸(CHS)投与が生体の疲労発現の防止、不定愁訴の減少および関節痛、脂質代謝の改善に効果が認められることはすでに報告されてきている⁽²³⁾⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾。我々もさきにバスケットボール選手を対象に2週間の投与実験を行い、運動能力、体組成および血液成分の変化を検討し、体組成の改善、抗動脈硬化指数の低下に効果があったこと、また、運動能力では自転車エルゴメーターによる運動持続時間がより延長されることを観察した⁽¹⁵⁾。本実験では、さきに述べたとおりCHS投与群が他群と比較して運動能力ではピークパワー、仕事量、上腕伸展力、握力、垂直跳、疲労検査では方向選択反応時間、フリッカーテストなどで好影響を認めた。これらのことは、今回の減量実験においても被験者の運動能力および疲労感などにCHS投与が好影響をもたらしたものと考え

られる。

減量を効果的にかつ危険の少ないものにするために減量時の食事の管理が重要であることはすでに多くに研究者らにより指摘されてきている⁸⁾¹⁷⁾¹⁹⁾²⁷⁾。我々のこれまでの実験あるいは調査等¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾²⁴⁾から柔道選手の減量においても減量期間中の食事の工夫および管理が重要であることを観察した。今後、栄養学的な面からの検討がさらに必要と思われる。

要 約

3日間で約5%前後の減量を目標にした減量実験を行い、その間に与えた減量食の違いおよびコンドロチン硫酸 (CHS) 投与による形態、筋力、運動能力および生体疲労の変動について検討した。実験群はタンパク食+CHS投与群 (H群)、タンパク食群 (P群)、炭水化物食群 (C群) および対照群 (U群) の4群とした。

得られた結果は以下のとおりである。

1. 減量期間中の体重減少量はいずれの減量群も同様な傾向を示し、減量3日間で減少量は平均H群4.81%、P群4.55%、C群5.05%であり、3群間に有意な差はみられなかった。3群の平均では4.81%の体重減少であった。
2. 上腕囲はいずれの減量群ともに減量前の値と比較して有意に減少した。平均値ではC群の減少が最も大きかった。胸囲はいずれの減量群ともに減少を示し、C群に有意差はみられなかったが他の群は有意に減少した。平均値でC群が最も大きい値を示したが、いずれの群間にも有意な差はなかった。腹囲はいずれの群ともに減量前と比較して有意に減少した。臀囲はいずれの減量群ともに減量前と比較して有意に減少した。平均値ではC群が最も大きな減少を示し、HP群、U群に対して有意差がみられた。大腿囲はいずれの減量群ともに減量前と比較して有意に減少したが、各減量群間では有意な差はみられなかった。

3. 上腕背部の皮脂厚は減量前と比較してP群、C群、HP群、WR群は有意に減少し、H群は10%の確率で減少傾向にあった。肩甲骨下部では減量前と比較してH群、P群、HP群、WR群が有意に減少し、C群はP群とほぼ同じ減少量であったが有意な差ではなかった。腹部ではいずれの減量群ともに減量前と比較して有意に減少し、平均値ではH群の減少が最も大きかった。体脂肪率はいずれの減量群ともに減量前と比較して有意に減少し、いずれもU群に対して有意であった。減量群間を比較すると平均値でH群>P群>C群の順にの減少量が大きかった。除脂肪体重はH群、C群が減量前と比較して有意に減少し、P群は10%の確率で減少傾向にあった。
4. ピークパワーではいずれの減量群ともに減量前と比較して減少し、平均値ではC群>P群>H群の順であったが、有意な差ではなかった。仕事量は減量前と比較してH群、P群が増加の傾向を示し、C群がやや減少傾向を示した。上腕伸展力は、減量前と比較してH群、HP群が有意な増加を示したのに対し、他は有意な変化ではなかった。握力はいずれの減量群ともに減量前よりも減少し、特にC群の減少は有意であった。平均値ではC群>P群>H群の順に大であった。背筋力はいずれの減量群ともに減量前と比較して減少し、特にC群の減少は有意であった。垂直跳はいずれの減量群ともに減量前と比較して増加し、H群、HP群、WR群は有意であった。
5. 単一方向反応時間は個人差が大きく、平均値でいずれの減量群ともに減量前と比較して変化がみられなかった。方向選択反応時間はいずれの減量群ともに有意に遅延した。群間の変化量を比較するとC群>P群>H群の順に反応時間が長くなる傾向がみられた。フリッカーテストは減量前と比較してP群が有意に減少し、H群が増加傾向にあり、他はほとんど変化がみられ

なかった。H群とP群の間に有意な差がみられた。

本実験に際し多大なるご支援をいただいたゼリア新薬工業株式会社ならびに大塚製薬株式会社に感謝の意を表します。

文 献

- 1) Basco, J. S., Greenleaf, J. E., Bernauer, E. M. and Card, D. H.: Effect of acute dehydration and starvation on muscular strength and endurance. *Acta. Physiologica Polonica*, 25, 411-421(1974)
- 2) Brožek, J., Grande, F., Anderson, J. T. and Keys, A.: Densitometric analysis of body composition, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 110, 113-140(1963)
- 3) 服部洋児、村松成司、三矢勝巳、中村良三、高橋徹三: 柔道選手の減量時の形態変化に及ぼす減量食組成の影響、*武道学研究*、21(1)、21-30(1988)
- 4) 猪飼道夫: 体力の生理的限界と心理的限界に関する実験的研究、*東京大学教育学部紀要*、5, 1-18(1960)
- 5) 岩見悦真: レスリング選手の体力に関する研究(第3報)減量の問題について、*体育学研究*、10、194(1966)
- 6) 片岡幸雄: 階級性スポーツにおける急速減量に関する研究(1)レスリング選手の呼吸・循環機能および筋力に及ぼす影響、*東京大学教養学部体育学紀要*、7、29-40(1972)
- 7) 片岡幸雄、新堀道夫、徳山郁夫、村松成司、松永敏、野口盛雄: 女子バレーボール選手の体力管理(1) -筋力及び無酸素パワーに及ぼす体重減量の影響-、*千葉体育学研究*、9、1-9(1986)
- 8) 北川薫、松岡弘記: 女子機械体操選手の身体組成と運動諸機能へ及ぼす減量食の影響、*体力科学*、33、119-129(1984)
- 9) Klinzing, J. E. and Karpowicz, W.: The effects of rapid weight loss and rehydration on a wrestling performance test. *J. Sports Med.*, 26, 149-156(1986)
- 10) 村松成司、服部洋児、柳沢久、尾形敬史、秋田武: 女子柔道選手の減量調査(1)、*千葉体育学研究*、9、21-28(1986)
- 11) 村松成司、服部洋児、柳沢久、尾形敬史、秋田武: 女子柔道選手の減量調査(2)、*千葉体育学研究*、10、7-16(1987)
- 12) 村松成司、服部洋児、三矢勝巳、松坂晃、堀安高綾、高橋徹三: 柔道選手の減量死におけるガス代謝および運動能力の変化に及ぼす減量食組成の影響、*千葉大学教養部研究報告*、B-20、213-222(1987)
- 13) 村松成司、服部洋児、三矢勝巳: 柔道選手の減量に関する研究(第1報)第31回関東甲信越国公立大学体育大会柔道競技参加選手の減量方法に関する調査、*武道学研究*、19(3)、20-27(1987)
- 14) 村松成司、服部洋児、三矢勝巳: 柔道選手の減量に関する研究(第2報)第31回関東甲信越国公立大学体育大会柔道競技参加選手の減量時の形態、体組成および血液性状の変化について、*武道学研究*、20(1)、32-40(1987)
- 15) 村松成司、徳山郁夫、片岡幸雄、新堀道夫、日高哲朗、山田哲雄、高橋徹三: 運動選手の運動能力、血液性状および疲労度に及ぼすコンドロイチン硫酸投与の影響、*基礎と臨床*、21、347-360(1987)
- 16) 長嶺晋吉: 皮下脂肪厚からの肥満の判定、*日本医師会誌*、68、919-924(1972)
- 17) 小野三嗣: 急速減量によって見出された2、3の問題点、*体力科学*、16、111(1967)
- 18) 太田章、道明博、中野昭一: レスリング選手の減量に関する研究(I) -国際試合前後における諸形態の変化-、*早稲田大学体育研究紀要*、16、9-17(1984)

- 19) 太田富貴雄: 減量時における運動と高蛋白食の生体機能に及ぼす影響、栄養学雑誌、32,187-197(1974)
- 20) Ribisl, P. M. and Herbert, W. G. : Effects of rapid weight reduction and subsequent rehydration upon the physical working capacity of wrestlers. Res. Quart., 41, 536-541 (1970)
- 21) Singer, R. M. and Weiss, S. A. : Effects of weight reduction on selected anthropometric, physical and performance measures of wrestlers. Res. Quart., 39(2), 361-369(1968)
- 22) 白井伊三郎: 体重調整が体力に及ぼす影響について、Olympia、20,9-12(1963)
- 23) 鈴木正康: 外科領域における各種不定愁訴患者に対するコンドロイチン硫酸の臨床効果、基礎と臨床、20(16),8333-8342(1986)
- 24) 高橋徹三、村松成司、山田哲雄、服部洋児: 減量時の体組成、血液性状およびエネルギー利用状況に及ぼす食質の影響、筑波大学体育科学系紀要、9,255-264(1986)
- 25) 田村豊幸、藤井彰、小林寿美; コンドロイチン硫酸の抗疲労効果、薬理と治療、9(2),541-546(1981)
- 26) 立野育郎、多田明、高仲強: 各種不定愁訴に対するコンドロイチン硫酸の臨床的効果・基礎と臨床、20(14),7424-7432(1986)
- 27) Young, C. M., Scalan, S. S., Im, H. S. and Lutwak, L. : Effect on body composition and other parameters in obese young men of carbohydrate fuel of reduction diet. Am. J. Clin. Nutr., 24,290-296(1971)