
減量時の熱量摂取パターンの違いがガス代謝および運動能力に およぼす影響について

服部洋児¹ 村松成司² 服部祐児³ 斉藤 仁⁴ 越野忠則⁵

¹大同工業大学 ²千葉大学 ³筑波大学 ⁴国土館大学 ⁵国際武道大学

Effect of various calorie intake patterns on gas metabolism and motor abilities
during a weight reduction program

Yoji Hattori¹ Shigeji Muramatsu² Yuji Hattori³ Hitoshi Saito⁴ Tadanori Koshino⁵

¹ Daido Institute of Technology ² Chiba University ³ University of Tsukuba

⁴ Kokushikan University ⁵ International Budo University

Abstract

The effect of energy intake patterns on changes in gas metabolism and motor abilities due to 6 days-weight reduction(WR) was examined in 9 Judo wrestlers. All subjects were trained 3-4 hours per day. Subjects were divided into 3 groups, energy-up diet group(UPD), energy-down diet group(DD) and usual diet group(UD). Two types of experimental diets was prepared in this study, one was 1000kcal/day-diet and the other was 2000kcal/day-diet. The subjects in UPD group took 1000kcal/day-diet for the first three days and 2000kcal/day-diet for the last three days. On the other hand, in DD group, the order of the experimental diet was reversed. Water was taken freely during WR.

Main results obtained in this study was as follows;

1. Body weight was reduced by about 6% in both WR groups.
2. Basal metabolism and respiratory quotient significantly decreased after WR, compared with those before WR, respectively.
3. Body fat mass after WR decreased in order as DD<UPD and lean body mass decreased in order as UPD<DD.
4. Oxygen intake decreased at rest, at submaximal exercise and at maximal exercise, with significant differences except at rest condition. Heart rate decreased at rest, but did not change under the other conditions between before WR and after.
5. Oxygen debt during 45seconds-maximal exercise after WR decreased in both WR groups (DD>UPD), especially with significant difference in oxygen debt.
6. Blood lactate after 45seconds-maximal exercise also decreased in both WR groups.
7. Peak power and average power during 45seconds-maximal exercise decreased after WR, but the rate of the decrease was in order as DD>UPD. Based on the changes per body weight, same tendencies was obtained in average power, but peak power increased in both WR groups (UPD>DD).

I はじめに

スポーツ選手の主たる減量方法は水分摂取の制限および体水分損失によるもの、運動訓練を増やすことによるエネルギー消費量の増大によるもの、減食法等による摂取エネルギー量の制限によるものがほとんどである。しかしながら、体水分の損失による減量は脱水症状の発覚が十分に考えられ医学的な面からもその危険性が伺える。エネルギー

消費量増大による減量は試合のことを考えれば試合当日に疲労が残り十分な力が出し切れないことが予想される。これらのことから、減食法を用いて減量することが妥当と考えられるが、いかに体力を落とさずに減量するかが重要な問題である。

この見地に立って我々はこれまで食事内容に注目して検討を重ね、分岐鎖アミノ酸の効果について報告^{6, 11, 20)}してきた。またアンケート調査⁵⁾

^{12, 13)}を実施し減量前半に極端にエネルギー摂取量を制限し後半に少し緩和する選手が最も多いことを、また逆の選手もかなりいることを観察した。

本報告では、この摂取パターンの違いが減量時にどのような影響を与えるかを調査するために、高校柔道選手を対象に水分摂取を自由として1日約1000kcalと約2000kcalの食事とを途中で入れ替えることにより、8日間の合宿スタイルの減量実験を行った。その際の自転車エルゴメーターを使用している作業能テストについて報告する。

II 実験方法

被験者はS高等学校現役柔道部員9名であり、いずれも毎日3～4時間の練習をしている、2段以上の熟練者である。各被験者の身体特性を表1に示した。表1に示したように被験者を3群に分け、減量群においては体重差が出ないようにした。被験者およびその父兄には、事前に実験の主旨およびその内容を説明し、informed consentをとった。また、実験に先立ち医師による健康上の聞き取りを行い、いずれの被験者とも内科的、整形外科的異常な所見は見られなかった。

各群は前半3日間を約1000kcal、後半3日間を約2000kcalとした群 (Up diet group; 以下UPD群と略す)、UPD群とは逆の前半3日間を約2000kcal、後半3日間を約1000kcalとした群 (Down diet

Table 1. Physical characteristics of subjects.

Group	Sub.	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Rohrer's index
UPD	A	17	167	65.7	141.1
	B	17	172	68.8	135.2
	C	17	168	83.9	176.9
DD	D	17	172	62.7	123.2
	E	17	179	71.4	125.4
	F	17	162	80.8	189.9
UD	G	17	179	86.5	150.8
	H	16	178	69.5	123.2
	I	16	172	73.5	144.4

UPD; UP diet group on one's way, DD; Down diet group on one's way, UD; Usual diet group.

group; 以下DD群と略す)、そして対照群 (Usual diet group; 以下UD群と略す)の3群である。

実験食の摂取熱量、タンパク質量および脂肪量について表2に示した。摂取熱量については、UPD群は実験食1→6の順に前半3日間の摂取熱量が約1000kcal、後半3日間の摂取熱量が約2000kcalとなっている。食事の中に含まれているタンパク質量は、前半3日間は約45g、後半3日間は約63gである。脂肪量は、前半3日間は約38g、後半3日間は約62gである。DD群においては、実験食4→6、1→3の順に、前半3日間にUPD群の後半3日間の食事を、後半3日間に前半の3日間の食事を取り、全体の摂取熱量を同じとした。これらはすべて四訂日本食品成分表²⁾、栄養と料理³⁾により算出した。そして、これらの実験食を2回に分け朝食兼昼食と夕食とした。食事時間は朝食兼昼食が午前7:00～8:00、夕食は午後5:30～6:30とした。またビタミン類の欠乏を防ぐためにビタミン剤 (パンピタンハイ; 武田薬品工業)を毎日1錠与えた。尚、水分摂取は自由とした。UD群は普段と同じ食事を取るよう指示した。

Table 2. Diet composition

Ingredient	1000 kcal diet			2000 kcal diet		
	1	2	3	4	5	6
Energy(kcal)	998	986	983	1990	1993	1985
Protein(g)	45.8	42.8	45.9	63.3	61.3	61.6
Fat(g)	41.1	36.4	37.2	64.0	59.7	62.2

Intake order :UPD 1→2→3→4→5→6,
:DD 4→5→6→1→2→3

実験期間中毎日、食事前に体重及び栄養キヤリパーを使用して肩甲骨下部、上腕背部の皮脂厚を測定した。皮脂厚より求めた肩甲骨下部および上腕背部の測定値を長嶺⁴⁾およびBrozek²⁾の式に代入して体脂肪率および除脂肪体重を算出した。合宿スタイルで行われた実験期間は、8日間としたが減量前後の形態および体力の変化を検討するために初日 (減量0日) および最終日を測定日と

した。従って実際の減量期間は6日間である。測定日には午前7時より、5分間ダグラスバック法により仰臥状態で基礎代謝を測定し、その後自転車エルゴメーター（コンビ製：ハイパワーエルゴメーターV）を用いてテストを行った。

テストの概要を図1に示した。まず安静状態で5分間呼気ガスを採取した。続いて有酸素的運動として3kp, 50rpmの強度で6分間こがせて最後の1分間の呼気ガスを採取した。有酸素的運動終了後正確に5分後に5kp, 50rpmの強度で45秒間の全力ペダリングを行わせた。その際に発揮した平均パワーと最高回転数を自転車エルゴメーターに内蔵された自動計測器により測定した。そして45秒間の全力ペダリング時およびその後20分間の呼気ガスを採取した。これら採取した呼気ガスは、ただちに日本電気三栄製自動ガス分析器を用いて分析し、酸素摂取量、呼吸商および酸素負債量を求めた。さらに安静時ガス採取前、有酸素的運動後1分後および45秒全力ペダリング終了後2.5, 5, 7.5, 10, 12.5分後に前腕部の静脈より採血し、Roche社のラクテートアナライザーを用いて乳酸濃度を測定した。

III 実験結果

実験期間中の体重の変動を実験初日（減量0日）を基準にして減少率を図2に示した。UPD, DD群とも減量前に比べ減量後に有意な減少を示し, UPD

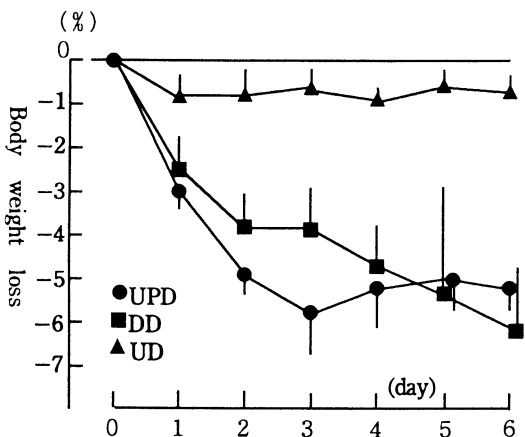


Fig. 2. Changes in body weight loss

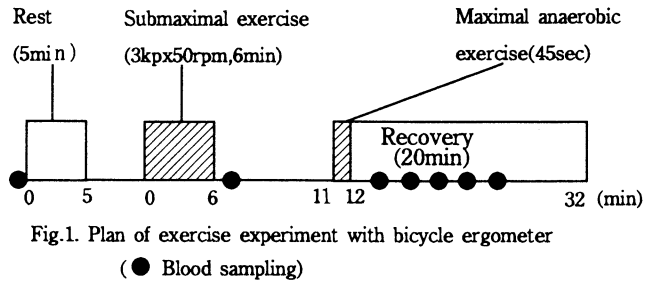


Fig.1. Plan of exercise experiment with bicycle ergometer (● Blood sampling)

群では減量3日目までに大幅に減少し続け約6%、その後はほぼ維持されていた。DD群においては減量2日目迄に約4%、その後も徐々に減少を続け、最終的には約6%の減少であった。なお、減量後にはUPD群とDD群の間には有意な差はみられなかった。一方UD群においては実験1日目に僅かに減少を示し、その後は横ばい状態が続いた。

基礎代謝およびその際の呼吸商（以下RQ）の変化を図3に示した。基礎代謝はUPD群、DD群とも有意に減少した(P<0.05)。RQにおいても同様に有意に低下した(P<0.05)。

実験期間中の1日あたりの水分摂取量はUPD群が1886±389.4ml, DD群が2000±405ml, そして対照群のUD群が2033±306mlであり、各群間には有意な差はみられなかった。1日あたりの尿量におい

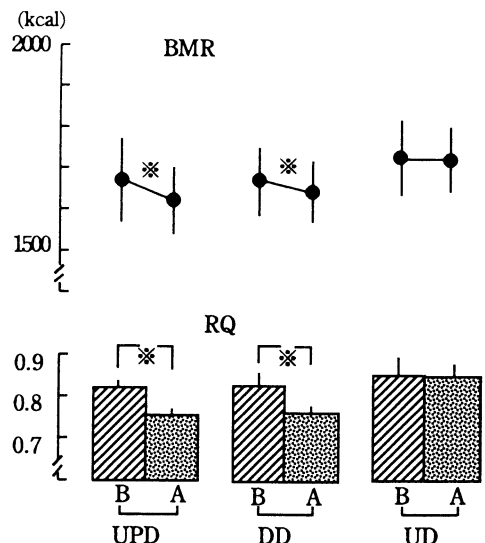


Fig.3. Changes in basal metabolism rate(BMR) and RQ between before(B) and after(A) weight reduction. *P<0.05

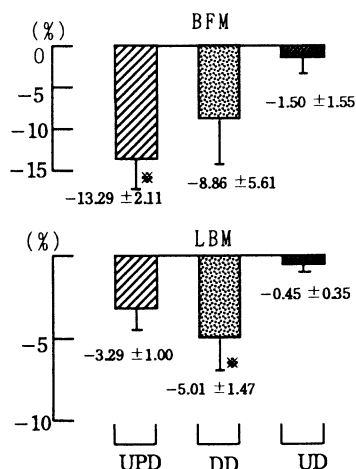


Fig. 4 Changes in body fat mass (BFM) and lean body mass (LBM) after weight reduction compared to before weight reduction. * $P < 0.05$

ではUPD, DD群よりUD群が僅かに多かった。

体脂肪量および除脂肪体重の変化を図4に示した。減量前の値を基準にして減量後の変化量で示した。体脂肪量はUPD, DD群とも減少したが、その割合はDD群が8.86%の減少に対し、UPD群が有意な12.29%減少と大きかった ($P < 0.05$)。UD群においては僅か1.5%の減少であった。除脂肪体重においても両減量群とも減少したが、その割合はUPD群が3.29%の減少に対して、DD群では5.29%の有意な減少であった ($P < 0.05$)。

安静時、有酸素的運動時、最大無酸素的運動時の単位時間当りの酸素摂取量、RQ、心拍数の変化を表3に示した。安静時の酸素摂取量は減量前に比較して、減量後にUD群が変化を示さなかったのに対し、UPD, DD群とも減少する傾向を示した。RQはUPD, DD群とも有意な低下であった ($P < 0.05$)。心拍数はUD群がほとんど変化しなかったのに対してUPD, DD群が減少傾向を示したが、そのなかでもDD群は有意な低下であった ($p < 0.01$)。

有酸素的運動時の酸素摂取量は減量前に比較して、減量後にUPD, DD群が減少の割合が大きかったが、そのなかでもDD群は有意な低下であった ($p < 0.05$)。RQはUPD, DD群とも減少した。心拍数は各群とも減量前後でほとんど変化を示さなかった。

最大無酸素的運動時の酸素摂取量、RQおよび

Table.3. Changes in VO_2 , RQ, and heart rate (HR) during rest, submaximal exercise and maximal exercise before (B) and after (A) weight reduction (Mean \pm SD).

Group		Rest					
		VO_2 (l/min)		RQ		HR(b/min)	
		B	A	B	A	B	A
UPD	M	0.36	0.29	0.88	*0.67	66.67	58.67
n=3	SD	0.03	0.04	0.04	0.04	0.56	4.93
DD	M	0.39	0.26	0.87	*0.72	58.67**	53.00
n=3	SD	0.04	0.02	0.03	0.03	4.16	4.36
UD	M	0.42	0.36	0.86	0.85	63.33	64.00
n=3	SD	0.01	0.02	0.02	0.02	3.06	3.61
Group		Submaximal exercise					
		VO_2 (l/min)		RQ		HR(b/min)	
		B	A	B	A	B	A
UPD	M	2.21	2.04	0.96	0.86	131.67	129.67
n=3	SD	0.06	0.17	0.03	0.03	3.51	2.89
DD	M	2.21	*2.03	0.97	0.92	128.00	125.67
n=3	SD	0.12	0.11	0.04	0.02	4.58	0.58
UD	M	2.16	2.05	0.96	0.96	127.67	127.00
n=3	SD	0.04	0.05	0.03	0.04	2.65	5.00
Group		Maximal exercise					
		VO_2 (l/45s)		RQ		HR(b/min)	
		B	A	B	A	B	A
UPD	M	2.71	2.39	1.25	1.14	160.67	159.00
n=3	SD	0.01	0.08	0.06	0.02	7.57	4.36
DD	M	2.74	*2.39	1.23	1.12	154.00	150.50
n=3	SD	0.01	0.04	0.08	0.02	7.21	4.50
UD	M	2.61	2.35	1.21	1.23	166.00	164.67
n=3	SD	0.09	0.12	0.10	0.05	2.00	4.16

(Significance *; $p < 0.05$ **; $p < 0.01$)

心拍数についても有酸素的運動時と全く同様の傾向を示した。

最大無酸素的運動後の酸素負荷量の結果を図5に示した。UPD, DD群とも減量前に比較して、減量後に減少した。その割合はUPD<DDの傾向を示し、

Table 4. Changes of power and peak power during 45 sec maximal anaerobic exercise between before(B) and after(A) weight reduction(Mean±SD).

Group		Power (watt)			Power(watt/kg)			Peak power(watt)			Peak power(watt/kg)		
		B	A	D(%)	B	A	D(%)	B	A	D(%)	B	A	D(%)
UPD n=3	M	578.0	544.33	- 5.80	7.94	7.88	- 0.76	718.33	*684.27	- 4.63	9.91	9.95	1.55
	SD	28.84	23.59	1.58	1.09	1.18	1.54	80.71	75.82	0.16	0.92	0.97	2.42
DD n=3	M	559.5	517.5	- 7.51	7.81	7.69	-1.50	737.91	**698.70	- 5.31	10.30	10.38	0.85
	SD	25.11	16.26	2.94	0.75	0.94	2.40	41.57	41.58	0.23	1.51	1.67	1.23
UD n=3	M	529.7	528.76	- 0.12	6.96	7.05	0.53	726.47	744.87	2.46	9.52	9.83	3.13
	SD	27.79	56.01	10.72	0.50	0.47	10.65	71.64	85.48	4.05	0.61	1.00	3.82

D(%): Difference between before(B) and after(A) weight reduction(%) **: P<0.01, *: P<0.05

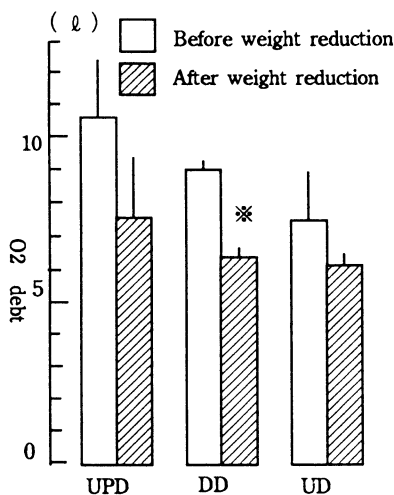


Fig.5. Changes in O₂ debt between before(B) and after(A) weight reduction. *;p<0.05

そのなかでもDD群は有意な低下(P<0.05)であった。

安静時前、有酸素的運動後5分後および最大無酸素的運動後に測定した乳酸の結果を図6に示した。最大無酸素的運動後の値は測定した2.5,5,7,5,10,12.5分後のうちの最高値を採用した。各群の全ての測定値とも減量前に比較して、減量後に低下傾向を示し、特にDD群の安静時は有意な低下(p<0.05)であった。低下の割合が大きかったのは、DD群の最大無酸素的運動時であった。

45秒間の最大無酸素的運動時の平均パワーおよびピークパワーを表4に示した。パワーにおいては、減量前に比較して減量後にUD群で変化しな

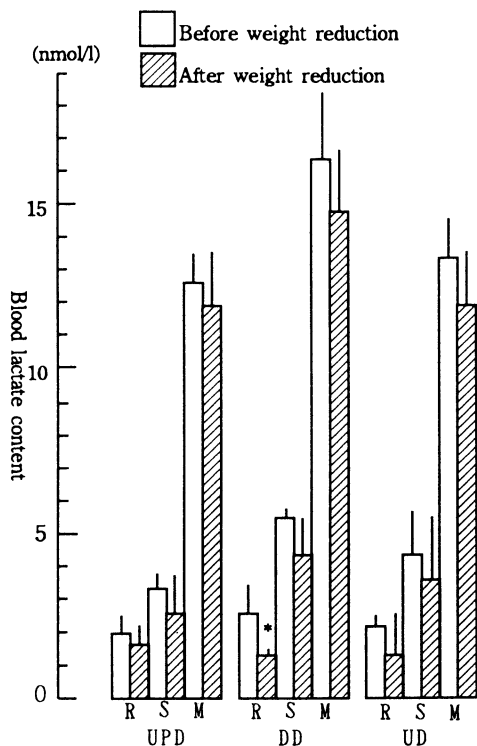


Fig.6. Comparison of blood lactate content in each exercise condition between before and after weight reduction. (R;Rest,S;Submaximal exercise,M;Maximal exercise) *;p<0.05

ったのに対し、UPD, DD群ではUPD<DDの順で減少傾向を示した。これを体重当たりで比較してみてもUPD<DDの順に減少傾向を示した。ピークパワーにおいては、UPD, DD群ともに有意な低下を示し、

UPD<DDの順であった。これを体重当たりで比較してみるとUPD>DDの順で増加傾向を示した。

IV 考 察

減量期間中の体重減少の割合はUPD群では前半3日間で約6%、その後は維持され、わずかに上昇傾向を示した。DD群においては減量2日目までに急激に減少し約4%、その後も徐々に減少を続け最終的には約6%の減少を示した。基礎代謝量も減量前に比べ減量後に有意に低下したことから、減量前半はエネルギー摂取量の減少と練習によるエネルギー消費量増大により、著しく体重が減少した。しかし、後半は生体がエネルギー消費量を下げようとして基礎代謝自体を下げ、全体のエネルギー収支を維持しようとする機構が働いたと考えられる。また、基礎代謝測定時のRQは減量前に比べ減量後に、両減量群とも有意に減少し、生体のエネルギー産生が脂肪酸利用に傾いていることが伺われる。運動能力（競技成績）を考えた場合の体重減少量は個人の体質や減量期間あるいは種目の特性等によることから一概に論じることは出来ないが、これまでの報告によればSinger¹⁹⁾らは7%、小野らは5%¹⁵⁾、Ribisl¹⁷⁾、Saltin¹⁸⁾らは4%が限界と報告している。これらのことを考え合わせると本実験における体重減少は非常に強度であり、被験者にとっては身体的、精神的に限界に近いものと推察することが出来る。

水分摂取の制限および体水分の損失による減量は程度が極端に少ない場合には有効で苦痛も少ないと考えられる。しかし、強度の減量の場合は生体のバランスが崩れ、心拍数の増加をひきおこし、ひいては体熱の発散が停止し、脱水症状をひきおこすこととなり競技成績に好結果をもたらさないことが報告^{9, 17, 18)}されてきており、有効性は少ない。これらのことから本実験では水分摂取を自由とした。本実験の水分摂取量および尿量の動態から推察すると、本実験における体重減少は体水分の損失によってなされた割合は少ないと考えられる。

減量時には除脂肪体重を維持し、体脂肪を減少

させることが重要である。これは除脂肪体重の減少が競技能力の低下に直接影響する可能性が大きい⁷⁾からである。従来の報告では北川ら⁸⁾は女子器械体操選手の3日間の減量では除脂肪体重の有意な低下がみられなかったことを、芳賀ら⁴⁾は柔道選手の場合には体脂肪量の変化が大きく除脂肪体重の変化が少ないことを報告している。しかし、本実験においてはUPD群、DD群とも体脂肪率および除脂肪体重が減少した。これは北川、芳賀の実験に比べ本実験の減量の程度が強度であり期間的にも短いこと、普段と同じように1日3~4時間の練習を行ったことから除脂肪体重が減りやすい状況になっていたこと推察される。熱量摂取パターンの違いについてみると、体脂肪率においてはUPD群が有意(P<0.05)に減少し、その割合もDD群の8.86%に比べ大きく、13.29%の減少し、除脂肪体重においては体脂肪率とは逆にDD群が有意に減少し(P<0.05)、その割合はUPD群3.29%に比べ大きく、5.01%であり、後半に熱量摂取を増やすパターンの方がより効果的であることが認められた。

安静時におけるUPD、DD群の酸素摂取量および心拍数の変化は減量後に減少傾向を示したが、これは基礎代謝の動態と非常によく似ており、基礎代謝同様に生体がエネルギー自体を下げ全体のエネルギー収支を維持してしているためと考えられる。そのなかでもDD群の低下の割合が大きく、生体への負担が大きいこと伺える。有酸素的運動時および最大無酸素的運動時には酸素摂取量は低下の傾向を、心拍数はほとんど変化を示さなかった。これはこれまでの報告^{1, 16, 17)}の酸素摂取量が低下するという点では一致したが、心拍数は上昇傾向を示し、循環機能の変化をもたらすという点では一致しなかった。これは従来の減量の多くが水分摂取の制限を課したり、体水分の損失による減量をはかっていたためであると考えられ、本実験においては水分摂取を自由としたための効果であると考えられる。また、パターンの違いについてみると、DD群の酸素摂取量が有意に低下していることから、安静時同様生体への負担が伺え、

後半にエネルギー摂取量を増やすパターンの方が効果的であるといえる。

無酸素的運動時の作業能の指標でもある酸素負債はUPD群で28.03%, DD群で28.13%減少し、減量による無酸素的エネルギーが減少することが示された。その中でもDD群では有意な減少であったことや、エネルギー産生の際の疲労代謝産物である乳酸値の減少の割合をみても、最大無酸素的運動後の値はDD>UPD群の順に大きかったことから考え合わせてみると、摂取熱量を後半に増やすパターンの有効性が示されたと考えられる。

柔道の場合一本を追求するためには瞬発力が非常に重要であると思われる。そのため、最大無酸素的運動時の平均パワーについて検討してみると、減量後にUD群が変化しなかったのに対し、減量群では減少傾向を示し、その割合はDD群7.51%, UPD群5.80%でありDD>UPDの順に減少を示した。これを体重あたりで比較してみても減量後に減少傾向を示し、その割合はDD群1.50%, UPD0.76%の順に減少を示した。ピークパワーも減少傾向を示し、その割合はUPD群4.63%、DD群5.31%であった。これは北川ら⁹⁾の減量によりパワーが低下するという報告と一致した。平均パワーおよびピークパワーについては筋肉量と深い関係にあることが指摘されており¹⁰⁾、その意味では減量に伴う除脂肪体重の減少を最小限にとどめることが重要である。本実験における除脂肪体重の変化については、前述した通り、DD>UPD群の順に減少の割合が大きく、しかもDD群では有意であったことからも、DD群の平均パワーおよびピークパワーの低下が、体組成の面からもUPD群に比べ大きかったことが裏付けられ、無酸素的運動時には摂取熱量を後半に増やすパターンの方が効果的であると考えられる。

V まとめ

減量時の熱量摂取パターンの違いがガス代謝および運動能力におよぼす影響について検討した。

摂取パターンは前半3日間を約1000kcal、後半3日間を約2000kcalとしたUPD群と前後半の熱量を入れ替えたDD群の2群とし、対照群として普段の食事を取るUD群を設け8日間の減量実験を行い

検討した。なお練習は普段と同じように3~4時間行い、水分摂取は自由とした。

結果は次の通りである。

- 1) 体重はUPD群では前半3日間に大幅に減少し約6%その後は維持された。DD群においては前半2日間で大幅に減少し、その後も減少を続け、最終的に約6%の減少となった。
- 2) 基礎代謝および呼吸商はUPD, DD群とも有意に減少した。
- 3) 体脂肪量、除脂肪体重はUPD, DD群とも減少したが、体脂肪では特にUPD群が、除脂肪体重ではDD群が有意な減少であった。
- 4) 安静時、有酸素的運動時、最大無酸素的運動時とも酸素摂取量はUPD, DD群とも減少傾向を示したが、特にDD群の最大下運動時、最大無酸素的運動時は有意な低下であった。心拍数は安静時のみ減少し、他の場合は変化しなかった。
- 5) 酸素負債は減量後にUPD, DD群とも減少したが、その中でもDD群は有意であり、その割合はDD>UPD群の順であった。
- 6) 血中乳酸値は全ての測定時に減量後に減少傾向を示した。その割合はDD>UPD群の順であった。
- 7) 平均パワーおよびピークパワーは減量後に低下した。その割合はDD>UPD群の順に大きかった。体重当たりの変化量では平均パワーは同様な傾向を示したが、ピークパワーは逆に増加傾向を示した。その割合はUPD>DD群の順であった。

本研究は平成5年度科学研究費補助金、奨励研究Aによるものである。

参考文献

- 1) Ahlman, k. and Karvonen, M.J.: weight reduction by sweating in wrestlers and its effect on physical fitness. J. Sport Med. Phys. Fit. 1: 58-62. 1961.
- 2) Brozek et. al.: Desitmetric analysis of body composition. Am. N.Y. Acad. Sci., 110, 113-140, 1963.
- 3) 栄養と料理~食品のエネルギー早わかり~, 女子栄養大出版部, 東京. 1988.
- 4) 芳賀修光ほか: 柔道選手の減量に関する一考

- 察軽度の減量が身体組成と呼吸循環機能に及ぼす影響について, 武道学研究, 9, 29-35, 1977.
- 5) 服部洋兒ほか: 高等学校柔道選手の減量に関する調査, 武道学研究, 21(3):67-74.1989.
- 6) 服部洋兒ほか: 柔道選手の減量時の形態の変化に及ぼす減量食組成の影響, 武道学研究, 21(3) :21-30.1988.
- 7) Jensen,R. and Fisher,A.:Scientific basis of athletic conditioning. Philadelphia,1979.
- 8) 北川薫ほか: 女子器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) 松井秀治: 運動と水分摂取について, コーチングクリニック, 3 :67-69.1988.
- 10) 宮下充正ほか: 新訂運動生理学概論, 大修館, :62-80.1984.
- 11) 村松成司ほか: 柔道選手の減量時におけるガス代謝及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.
- 12) 村松成司ほか: 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.
- 13) 村松成司ほか: 女子柔道選手の減量調査(1), 千葉体育学研究, 9 :21-28.1986.
- 14) 長嶺晋吉: 皮下脂肪からの肥満判定, 日本医師会誌, 68,919-924(1972)
- 15) 小野三嗣: 重量拳選手調査報告(第6報) 体重減量について, 日本体育協会研究報告集, :1-8.1962.
- 16) 小野三嗣他: 体重減量に関する研究~第2次報告~昭和51年度日本体育協会スポーツ科学研究報告N〇II .1976.
- 17) Palmer,W.K. : Selected physiological response of normal young men following dehydration and rehydration. Res.Quart.39 :1054-1059.1968.
- 18) Saltin,B.:Aerobic and anaerobic work capacity after dehydration. J.Appl.Physiol.,19 :1114-1118.1964.
- 19) Singer, R.N. and Weiss, S. A. : Effects of weight reduction on selected anthropometric physical and performances of wrestlers. Res.Quart., 39(2): 361-369. 1968
- 20) 高橋徹三ほか: 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.
- 21) 四訂日本食品成分表, 医歯薬出版, 東京, 1988.

(平成5年11月25日受付)