

女子器械体操競技者の試合前の減食が尿および血液成分ならびに背筋力におよぼす影響

谷 由美子 ・ 青 木 み か

Effect of Reduction Diet before Match on Components of Urine and Blood and on Muscle Strength in Female Gymnasts

Y. TANI and M. AOKI

器械体操，ボクシング，レスリング，重量あげなどの競技者は，試合前の比較的短期間に体重調整を行なって試合に臨むが，その時の減量方法すなわち栄養素の摂取状態が，運動能力や試合成績に影響すると考えられる．減量の目的は体脂肪の減少にあるが，1カ月程度の短期間における体重減少を目的とした減食が，血液成分・窒素代謝・背筋力などにどのように影響するかは興味深い．しかし，井上ら¹⁾の女子学生について水泳合宿訓練期の栄養摂取状況と血液成分を測定した報告以外に，運動ならびに摂取栄養の体成分と生理機能への影響を追求した研究はほとんどみられないため，著者らは試合前の減食期における女子器械体操競技者を被験者として，栄養摂取状況を調査し，以上の点を究明するとともに，一般女子学生と尿および血液成分とくに脂質成分の比較を行なったので報告する．

実験方法

表1 栄養調査用紙記入例

6月 1日	料理名	材料名	食品使用量(1人分) グラム数またはめやす量
夕食	ごはん すまし汁	ごはん とうふ ねぎ しょうゆ	小茶わん 1杯 1/10丁 10g 小さじ1 1/2 杯
	じゃがいもの 煮つけ	じゃがいも ひき肉(とり) しょうゆ さとう	80g 25g 小さじ1杯 小さじ1杯
間食	ドーナッツ オレンジジュース アイスクリーム すいか	ドーナッツ オレンジジュース アイスクリーム すいか	1コ 1かん 30円のもの1コ 1/8きれ

年齢18～21歳(平均19.7歳)の大学の女子器械体操部員5名を被験者として，試合前約40日の減食期間を実験期間とした．減食方法は自由であったが，被験者は寮生で夕食のみ給食制だった．栄養調査は減食開始前，減食5週経過時，減食6週経過時の3回，各3日間ずつ献立名，材料食品名および摂

取量（調理された状態における目安量）を例（表1）にならって記入させ、毎回面接して確認した。これをグラム換算し、栄養計算は三訂補日本食品成分表にもとづいて行ない、3日間の平均値を1日当りの栄養摂取量とした。採尿も減食開始前、減食5週経過時、減食6週経過時の3期行なった。被験者は毎日午後5時より午後9時頃まで約4時間練習を行なったが、各期の練習前と練習後に採尿し、各々尿量と膀胱貯留時間を記録し、これより1時間当りの尿量を求めて以下の実験に供した。採血は減食開始前と減食6週経過時のいずれも早朝空腹時に行ない、血清を分離して血液成分の測定に供した。体重、体脂肪および背筋力の測定も採血と同様に、減食開始前と減食6週経過時の2回行なった。体重は早朝空腹時の排便排尿後、神戸衡機社製体重計で測定し、背筋力はヤガミの背筋力計を使用して測定し、体脂肪は密度法²⁾によって求めた。すなわち大気中の体重、水中体重および残気量（Rahnらの酸素再呼吸法）を測定し、プロゼックらの式より算出した。

$$\text{身体密度} = \frac{\text{体 重}}{\frac{\text{体 重} - \text{水中体重}}{\text{測定時の水温での水の密度}} - \text{残気量}}$$

$$\text{脂肪 \%} = (4.570 \div \text{身体密度} - 4.142) \times 100$$

$$\text{脂肪量 (kg)} = \text{体重 (kg)} \times \text{脂肪 \%} / 100$$

1. 血液成分の測定

ヘモグロビン量（Hb）はシアンメトヘモグロビン法、ヘマトクリット値（Ht）は毛細管法、血清蛋白質とアルブミンは第1化学薬品KKのダイテストを用いて、各々ビューレット法とBCG法で測定し、A/Gは血清蛋白質よりアルブミン量を差引いた値をグロブリン量として求めた。血糖はグルコースオキシダーゼ法、HDL-コレステロール（HDL-CH）はデキストラン硫酸-MgCl₂沈殿法³⁾、総コレステロール（T-CH）と中性脂肪（TG）はワコーキットによる比色法、遊離脂肪酸（NEFA）は日本商事KK研究所のNEFAキット-Kを用いてAcyl-CoA synthetase・Acyl-CoA oxidase 酵素法、TBA価は八木式蛍光法⁴⁾によって測定し、マロンジアルデヒド（MDA）濃度で表示し、ビタミンEは阿部ら⁵⁾の蛍光法、 α -リポプロテイン（ α -LP）、 β -リポプロテイン（ β -LP）の分画はセルロースアセテート電気泳動法によって測定した。また乳酸脱水素酵素（LDH）は第1化学薬品KKのダイテストを使用して、ポリEゲルフィルムシステムを用いたUV-endpoint法で、クレアチンキナーゼ（CPK）はベーリンガー・マンハイム山之内KKのLKB 2086を用いて、紫外部吸光度測定・Rate法で測定した。

2. 尿中成分の測定

総窒素はマイクロケルダール法、クレアチニンはやッフェ反応による比色法、ビタミンB₁はチオクローム法で測定し、これらの1時間当りの排泄量を求め、総窒素とビタミンB₁はクレアチニンに対する比率（Cr比）も表示した。

以上の項目の測定を一般女子学生（年齢22歳）6名についても同様に実施し、比較した。

実 験 結 果

1. 栄養摂取状況

減食開始前、減食5週経過時および減食6週経過時における1日当りの栄養摂取量のM \pm SDを表2に示した。熱量素およびビタミンCは減食5週経過時に最低値を示し、エネルギー1393 \pm 415 kcal、蛋白質36 \pm 10 gであった。蛋白質、Ca、ビタミンA摂取量は減食開始前より減食6週経過時の方が増加傾向がみられた。そしてFe、ビタミンB₁およびビタミンB₂摂取量は減

表2 減食期間中の栄養摂取状況

(M ± SD)

期 間	エネルギー (kcal)	蛋白質 (g)	脂質 (g)	糖質 (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	ビタミン A (I.U.)	ビタミン B ₁ (mg)	ビタミン B ₂ (mg)	ビタミン C (mg)
減食開始前	2,004	48	66	306	244	7.9	804	1.0	0.9	179
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
減食5週経過	446	12	14	94	86	2.9	726	0.3	0.2	226
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
減食6週経過	1,393	36	53	195	293	8.1	1,270	0.8	0.9	79
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
減食6週経過	415	10	14	89	105	3.4	1,603	0.4	0.4	34
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
減食6週経過	1,588	52	64	201	388	8.3	944	0.8	1.0	119
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
減食6週経過	314	15	17	41	115	1.2	1,097	0.2	0.2	71
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±

食期間中ほとんど変動がなかった。普通労作の20歳女子栄養所要量(昭和54年改訂)に対する充足率を図1に示した。Ca, FeおよびビタミンAの不足が著しく、栄養摂取量最低の減食5週経過時には、充足率が蛋白質60%, Ca49%, Fe68%, ビタミンA71%と著しく低かった。また1日の朝, 昼, 夕食におけるエネルギー摂取比率を上記の3回の測定結果より算出し, その平均値を表3に示した。個人別には被験者O.Y.が夕食に, 被験者U.Y.が昼食に, エネルギー摂取量が少ないが, 全体の平均は夕食に片よることなく, 3食がほぼ平均的に摂取されていた。

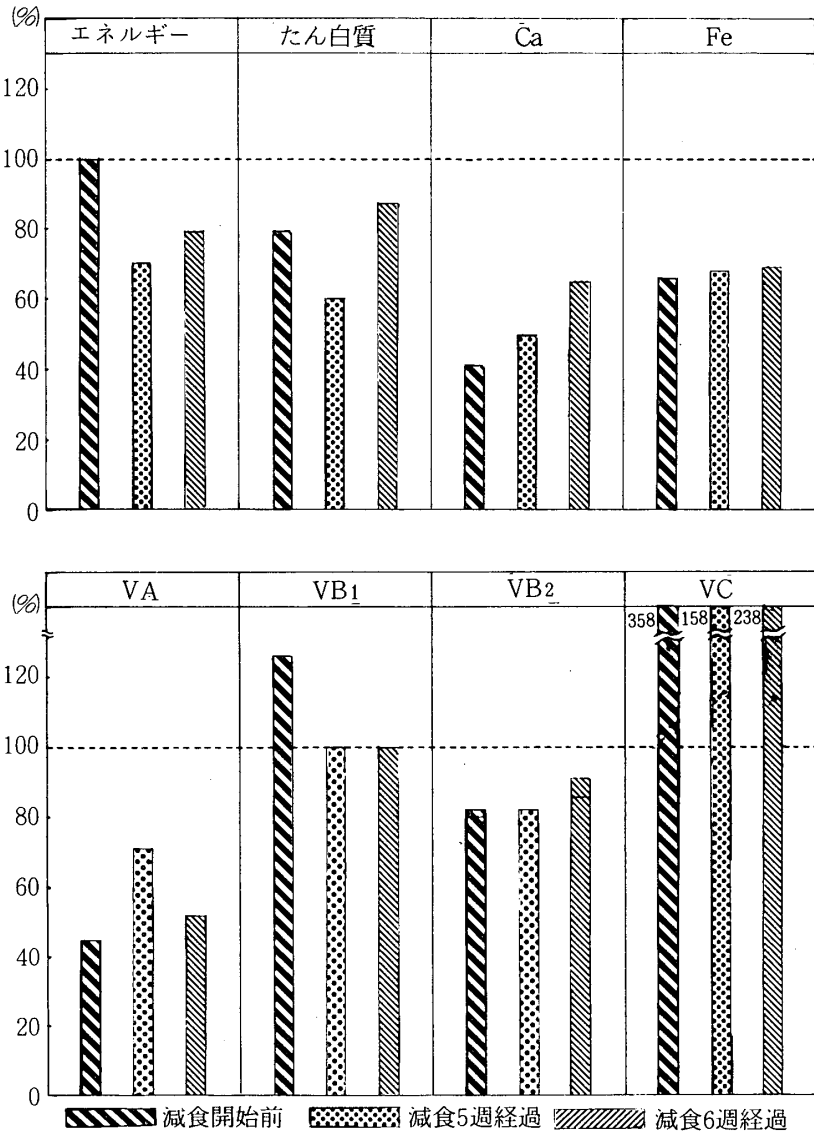


図1 20歳女子栄養所要量に対する充足率

表3 1日のエネルギー摂取比率 (%)

被験者	朝食	昼食	夕食
I.S.	34	44	22
I.T.	24	37	39
O.Y.	39	44	17
U.Y.	42	18	40
N.R.	46	26	28
平均	37	34	29

2. 女子器械体操競技者の体重・体脂肪・背筋力へおよぼす減食の影響

減食開始前と減食6週経過時を比較すると表4に示す通り、体重は平均52.56 kgから51.32 kgへ1.24 kg減少し、体脂肪量は8.56 kgから7.52 kgへ1.04 kg減少、体脂肪の比率は16.2%から14.5%へ1.7%減少した。一方背筋力は109 kgから123 kgへ増加傾向がみられた。

表4 女子体操選手の体重・体脂肪・背筋力および血液成分におよぼす減食の影響 (M ± SD)

期間	体脂肪 (kg)	体脂肪 (%)	背筋力 (kg)	Hb (g/dl)	Ht (g/dl)	血清蛋白 (g/dl)	アルブミン (g/dl)	A/G	LDH (U)	CPK (U)
減食開始前	8.56	16.2	109	13.2	37.5	7.0	4.6	1.87	335	54
	± 2.23	± 2.5	± 16	± 1.0	± 2.2	± 0.3	± 0.2	± 0.14	± 38	± 20
減食6週経過	7.52	14.5	123	13.0	37.1	7.1	4.5	1.75	383	120
	± 2.58	± 3.1	± 11	± 1.0	± 2.1	± 0.5	± 0.4	± 0.24	± 60	± 77

期間	体重 (kg)	HDL-CH (mg/dl)	T-CH (mg/dl)	TBA値 (nmol/ml)	ビタミンE (mg/dl)	TG (mg/dl)	α-LP (%)	β-LP (%)	α-LP/β-LP	NEFA (mEq/l)	血糖 (mg/dl)
減食開始前	52.56	71.7	197.2	4.91	1.66	90 ^{a)}	47.9	45.1	1.08	0.28	85
	± 5.78	± 14.3	± 11.2	± 1.08	± 0.42	± 37	± 4.6	± 4.9	± 0.20	± 0.06	± 9
減食6週経過	51.32	99.3	204.2 ^{b)}	5.09	1.94	43 ^{a)}	49.2 ^{b)}	42.7 ^{b)}	1.16 ^{b)}	0.41	77 ^{a)}
	± 6.15	± 40.4	± 13.2	± 1.44	± 1.15	± 7	± 1.1	± 3.4	± 0.12	± 0.17	± 11
一般女子学生	52.9	63.7	163.9 ^{b)}	6.40	1.46	129 ^{a)}	42.9 ^{b)}	49.1 ^{b)}	0.88 ^{b)}		94 ^{a)}
	± 5.6	± 7.4	± 20.0	± 2.20	± 0.35	± 61	± 4.7	± 2.9	± 0.12		± 14

LDH: 乳酸脱水素酵素
a, α: p < 0.05

CPK: クレアチンキナーゼ
b: p < 0.01

3. 減食が女子器械体操競技者の血液成分へおよぼす影響

減食開始前と減食6週経過時を比較すると表4に示す通り、Hb量、Ht値、血清蛋白質およびアルブミンはほとんど差を認めないが、A/Gは減食によってわずかに低下し、血糖は著しく低下した。またLDHおよびCPKの活性は顕著に亢進した。一方、血液中の脂質成分についてみると、減食によってTGは有意に (p < 0.05) 減少し、HDL-CH, T-CH, TBA値, ビタミンE, NEFAは増加傾向がみられた。HDLを多く含むα-LPの比率は増加して、LDLを多く含むβ-LPの比率は減少傾向がみられるためα-LP/β-LPは増加の傾向がみられた。

4. 女子器械体操競技者と一般女子学生における血清脂質成分の比較

表4に示す通り血糖は一般学生より体操競技者の方が低く、特に減食6週経過時については有意差 ($p < 0.05$) を認めた。TG, β -LPおよびTBA値は一般学生の方が高く、TGは体操競技者の減食開始前に対して $p < 0.05$, 減食6週経過時に対して $p < 0.01$ で、 β -LPは減食6週経過時に対して $p < 0.01$ でいずれも有意差を認めた。一方、HDL-CH, T-CH, α -LP, α -LP/ β -LP およびビタミンEは一般学生の方が低く、T-CH, α -LP, α -LP/ β -LPは体操競技者の減食6週経過時に対して、いずれも $p < 0.01$ で有意差を認めた。

表5 減食期間中の尿中成分の変動 (M \pm S.D)

期間	練習前						練習後					
	尿量 ml/h	ビタミンB ₁ μ g/h (Cr比) $\times 10^{-3}$	クレアチニン mg/h	総窒素 mg/h (Cr比)	尿量 ml/h	ビタミンB ₁ μ g/h (Cr比) $\times 10^{-3}$	クレアチニン mg/h	総窒素 mg/h (Cr比)				
減食開始前	37 ^{a₁)}	3.9	15 ^{a₈)}	77 ^{a₅)} b ₄)	380	5.1 ^{a₁₀)} b ₁)	17 ^{a₁)}	1.7	13	91	221	2.8 ^{a₆)} b ₁)
	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm
	16	6.1	7	15	70	1.3	7	2.1	10	54	73	0.8
減食5週経過	51 ^{a₂)} a ₇)	6.2	100	64 ^{b₅)}	465	7.3 ^{b₂)} b ₃)	20 ^{a₂)}	1.9	51	56	237	4.2 ^{b₂)}
	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm
	21	7.9	118	11	94	0.8	8	2.4	81	15	75	0.8
減食6週経過	36 ^{a₃)}	3.9	68	56 ^{a₅)} a ₉)	392	7.2 ^{a₄)}	18 ^{a₃)}	1.9	32	58	272	4.6 ^{a₄)} a ₆)
	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm
	19	6.0	98	15	136	2.2	5	2.2	37	4	93	1.4
一般女子学生	30 ^{a₇)}	7.7	172 ^{a₈)}	44 ^{a₉)} b ₄)	301	6.8 ^{a₁₀)}						
	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm						
	7	6.8	151	2	70	1.4						

a₁ ~ a₁₀ : $p < 0.05$ b₁ ~ b₅ : $p < 0.01$

5. 女子器械体操競技者の尿中成分におよぼす減食の影響

表5に示す通り、1時間当りの尿量は、練習前、練習後とも減食5週経過時が最も多く、ビタミンB₁排泄量(Cr比)は練習前、練習後とも減食開始前が最も少なく、減食5週経過時で増加した。クレアチニン排泄量は練習前、練習後とも減食開始前が最高で減食とともに減少し、練習前のクレアチニン排泄量は減食開始前に比して減食6週経過時において有意に ($p < 0.05$) 減少した。総窒素排泄量(Cr比)は減食によって増加し、練習前の減食5週経過時において $p < 0.01$ で、練習後の減食6週経過時において $p < 0.05$ で有意差を認めた。

また運動負荷の影響として練習前と練習後の尿を比較すると、1時間当りの尿量、ビタミンB₁および総窒素排泄量は練習前に比して練習後に減少する傾向がみられ、尿量は、減食開始前、減食5週経過時、減食6週経過時とも $p < 0.05$ で有意差を認め、総窒素排泄量(Cr比)は減食開始前と減食5週経過時が $p < 0.01$, 減食6週経過時は $p < 0.05$ で有意差を認めた。

6. 女子器械体操競技者と一般女子学生における尿中成分の比較

1時間当りの尿量およびクレアチニンは体操競技者より一般学生の方が少なく、尿量は体操競技者の減食5週経過時に比して $p < 0.05$ で有意に一般学生の方が少なく、クレアチニン排泄

量は減食開始前と減食5週経過時に $p < 0.01$ で、減食6週経過時は $p < 0.05$ でいずれも有意に一般学生の方が少なかった。総窒素排泄量(Cr比)は減食開始前に比して $p < 0.05$ で有意に一般学生の方が多く、減食期間中は体操競技者の方が多い傾向がみられた。ビタミンB₁排泄量(Cr比)は一般学生の方が多く、減食開始前に比して $p < 0.05$ で有意差を認めた。

考 察

大学の女子器械体操部員5名が、試合前に約40日間減食を行なった結果、1日のエネルギー摂取量は減食開始前が2,004 kcalに対して、減食5週経過時が1,393 kcal、減食6週経過時は1,588 kcalとなり、熱量素のエネルギー比は減食開始前、減食5週経過時、減食6週経過時において、それぞれ蛋白質9.6, 10.3, 13.1%, 脂質29.6, 34.2, 36.3%であった。これよりエネルギーの摂取制限を糖質の減少で行なったことが明らかであるが、エネルギーの摂取量が少ないため、脂質のエネルギー比を20%位まで下げて、糖質を増加させる方が食物容積が増加し、減食による空腹感を緩和するとともに、筋肉グリコーゲンの増加にもよい影響を与え、ひいては運動能力にプラスになると考えられる。すなわち筋肉グリコーゲン量と運動能力の関係は複雑であり、必ずしも直接的関連はないとの意見があるが⁶⁾⁷⁾、筋肉運動の持続能力の重要な決定因子とする考えも多く^{8)~10)}、Bergströmら⁹⁾¹¹⁾¹²⁾は高炭水化物食によって、筋肉グリコーゲン量の増加を認めている。また蛋白質はその不足が運動性貧血を招くことは広く知られており、20歳女子の栄養所要量である1日60gまで増加する必要がある。その他の栄養素の減食期間中の摂取量を、20歳女子の栄養所要量と比較してみると、Ca, FeおよびビタミンAが著しく少なく(図1)、Keulら¹³⁾は1時間継続するクロスカントリースキー競技前6日間に多量のビタミンと電解質を与えることによって、スピード増加など競技内容の改良を認めており、ビタミン、ミネラルなどは少なくとも20歳女子の栄養所要量を満たす必要がある。

女子器械体操競技者の血液成分におよぼす減食の影響については、蛋白質摂取量が少ないにもかかわらず、A/Gがわずかに低下したのみで、Hb量、Ht値、アルブミン量および血清蛋白質の変動はほとんどなかった、井上ら¹⁾は夏季水泳合宿訓練期で栄養摂取状況の悪い条件下では、Hb量、Ht値、血清蛋白質の有意の低下を認めているが、本研究とは運動量が相違するためと思われる。血糖値の著しい低下は熱量摂取量の不足を示唆しているものと考えられる。またLDH活性の亢進はChinら¹⁴⁾も運動後12時間がピークで、24時間後も対照区より有意に高いことを認めているが、本研究におけるLDH活性の亢進は、試合の接近による練習量の増加のために、筋肉における解糖過程亢進による乳酸生成の増加と、減食によるエネルギー不足のために乳酸より糖の新生過程が亢進したため、および筋肉組織の損傷が原因と推察される。

脂質代謝に関する運動負荷の影響については多くの報告^{15)~18)}があり、いずれも運動負荷によって血清T-CHおよびTGの減少を認めているが、減食を伴った本研究においては、血清TGは有意に($p < 0.05$)減少したが、血清T-CHとHDL-CHは増加し、LDLを多く含む β -LPの比率は減少傾向を示した。Weltmanら¹⁹⁾は平均47歳の男性を被験者とした実験で、対照群に比して、軽い運動負荷群と、エネルギー摂取制限を伴う軽い運動負荷群の両群において、LDL-CHは減少し、HDL-CHは変化せず、エネルギー摂取制限のみの群ではHDL-CHの有意の減少を認めており、Nikkilaら²⁰⁾はエネルギー摂取を必要量の1/3に減少させて、体重を減少させた長距離ランナーのHDL-CHが減少したことを報告している。従ってHDL-CHはエネルギー摂取制限によって減少し、運動負荷でその減少が抑制されるものと推察されるため、本研究の場合、減食より試合に向かった運動量の増加が、HDL-CH、 α -LPおよ

び β -LPの増減に影響したものと思われる。運動負荷時のおもなエネルギー源は血漿NEFA、血糖および筋肉と肝臓グリコーゲンである。運動負荷によってリポプロテインリパーゼ活性が上昇して血漿NEFAが増加することは広く知られているが、Polandら²¹⁾は運動負荷も絶食も血清NEFAを増加したと報告しており、本研究の減食中の体操競技者についても減食開始前に比べて、減食6週経過時の方が血清NEFAは増加傾向がみられた。

女子器械体操競技者の尿中成分におよぼす減食の影響については、減食とともに尿中総窒素排泄量(Cr比)は増加傾向を示し、特に蛋白質摂取量が36gと最低の減食5週経過時(練習前)において、減食開始前(練習前)より有意に($p < 0.01$)増加しており、体蛋白質の異化作用の亢進が考えられる。

一方、毎日4時間にわたる練習の尿成分への影響をみるため練習前と練習後の比較をすると、1時間当りの尿量は減少しており、運動中の腎糸球体濾過機能の低下と発汗の影響等が考えられる。尿中総窒素排泄量(Cr比)は練習後減少傾向がみられ、運動による蛋白質の同化能の促進も考えられる。山地ら²²⁾²³⁾も労働による蛋白質の異化亢進が刺激となって同化能が亢進するのであろうと述べている。尿中クレアチニン排泄量は、一般に筋肉の発達と深い関係があるといわれており、小郷ら²⁴⁾²⁶⁾は運動後増加することを認めているが、辻ら²²⁾²⁷⁾は運動による影響はほとんどないと報告しており一致していない。本研究においては、練習による影響は明確に認められなかった。ビタミンB₁排泄量(Cr比)は練習前に比べて練習後に明らかに減少しており、運動によるビタミンB₁の消耗が考えられる。高木²⁸⁾も本研究と同様、運動によるビタミンB₁の体内消費が増加することを認めている。

次に女子器械体操競技者と一般女子学生の血液および尿中成分を比較すると、一般に運動負荷によって血清TGが低下することが認められているように、体操競技者の方が一般学生より有意に低かった。HDL-CHは動脈硬化予防因子の1つとして注目をあびており、運動負荷はHDL-CHを増加し、動脈硬化の増悪因子であるLDL-CHを減少させるといわれているが、LDL-CHについては運動の影響が現われやすく¹⁷⁾¹⁹⁾、本研究においても β -LPの比率は、体操競技者の方が低かった。HDL-CHを増加させるためには、かなり長期間にわたってある程度強い運動負荷が必要といわれており²⁹⁾、短期間の運動負荷では効果はないようであるが¹⁷⁾¹⁹⁾、本研究の体操競技者は一般学生よりHDL-CHおよび α -LPの比率が高く、減食6週経過時の α -LPは一般学生に比して有意に($p < 0.01$)高かった。また血清TBA価については、前回の著者らの研究³⁰⁾と同様、体操競技者の方が低い傾向がみられた。

1時間当りの尿中クレアチニン排泄量は、体操競技者の方が有意に多く、練習による筋肉の発達が推察できる。尿中総窒素排泄量(Cr比)は、体操競技者が減食期間中蛋白質摂取量が少ないにもかかわらず一般学生より多いことより体蛋白質の異化促進が、また体操競技者の方がビタミンB₁排泄量が少ないことより、運動によるビタミンB₁の消耗が想像される。

以上女子器械体操競技者が試合前約40日間減食した結果、体重1.24kgの減少は大部分体脂肪の減少によることが明らかだが、酸素が不足するほどの過度の運動では、エネルギー源として糖質が利用され、適度の運動ではエネルギー源として主に脂質が利用されるといわれており¹²⁾³¹⁾、被験者の体操競技者の練習は適度な運動であったと考えられる。減食または絶食は、肝臓または筋肉グリコーゲンの蓄積を促進することがJamesら諸氏³²⁾³⁴⁾²¹⁾によって報告され、本研究において減食期間中に背筋力の増加がみられたことより考えて、試合前の体重調整を目的とした減食が必ずしも試合内容に悪影響をおよぼすとは限らないと思われる。しかし本研究においては、減食による血液値の変動はほとんどみられなかったが、減食とともに尿中総窒素排泄量

(Cr比)の増加することにより、体蛋白質の異化亢進が考えられるため、蛋白質摂取量を20歳女子の栄養所要量まで増加し、その他ミネラルおよびビタミン類も栄養所要量を充足するようにし、主に脂質でエネルギー摂取量を調整することが望ましいと考察した。今回は減食方法を自由にしたため、体重の減量が少なかったが、今後は運動強度の測定と生活時間調査による正確な消費エネルギーを算出し、摂取栄養素のバランスを考慮した適切な献立を作成し、体力の増強と減量の実施を検討したい。

要 約

体操競技者の試合前短期間の減食が、背筋力ならびに体成分などへおよぼす影響について検討するため、平均年齢19.7歳の大学の女子器械体操部員5名(1日練習時間約4時間)を被験者として実験を行なった。減食期間は試合前約40日で減食方法は自由とし、この間採血2回、採尿3日(各練習前と練習後に計6回採尿)、栄養調査3回行ない、血液および尿中成分の測定ならびに栄養摂取量の算出を行なった。

- 1) 栄養摂取量は、減食5週経過時が最低で、エネルギー $1,393 \pm 415$ kcal, 蛋白質 36 ± 10 g となり、20歳女子栄養所要量と比べて、Ca, FeおよびビタミンAが著しく少なかった。減食6週経過時における熱量素のエネルギー比は、蛋白質 13.1%, 脂質 36.3%, 糖質 50.6%であった。
- 2) 減食によって体重は1.24kg, 体脂肪もほぼ同じ1.04kg減少し、背筋力は増加した。
- 3) 減食によって血清蛋白質, Hb量, Ht値, アルブミン量はほとんど変動なく、血糖は著しく低下した。LDHおよびCPK活性は顕著に亢進した。血液中の脂質成分については、HDL-CH, T-CH, NEFA, ビタミンEは増加し、TGは有意に($p < 0.05$)減少した。 α -LPの比率は増加し、 β -LPの比率は減少したため、 α -LP/ β -LPは増加傾向がみられた。HDL-CHについては、減食よりむしろ試合に向かっての練習量の増加の影響がより大であったと考える。
- 4) 1時間当りのクレアチニン排泄量は減食とともに減少傾向がみられ、総窒素排泄量は増加し、体蛋白質の異化亢進が考えられる。
- 5) 血液および尿中成分について、女子器械体操競技者と一般女子学生を比較すると、体操競技者の方が血糖, TBA値, TG ($p < 0.05$)は低く、HDL-CH, T-CH, α -LPは高く、脂質成分に運動の影響が顕著にみられた。また尿中成分については、クレアチニン ($p < 0.05$)は体操競技者の方が多く、総窒素排泄量 (Cr比, $p < 0.05$) およびビタミンB₁排泄量 (Cr比, $p < 0.05$) は一般学生の方が多く、体操競技者は蛋白質およびビタミンB₁摂取量が不足傾向である反面、一般学生より練習による筋肉の発達が著しいと考えられる。

終りに本研究にあたり実験の一部を担当して下さった中京大学運動生理研究室の北川薫助教授、松岡弘記氏ならびに栄養調査のご指導をいただいた本学栄養指導研究室の熊沢昭子教授、酒井映子講師および被験者としてご協力いただいた中京大学体育学部の学生諸姉に深謝します。

文 献

- 1) 井上寿子, 中村正: 栄養と食糧, 29, 383 (1976)
- 2) 体育科教育研究会編: 体育学実験演習概説, 42 (1979) 大修館書店
- 3) 川出真坂: 臨床病理, 総会号, 26, 202 (1978)
- 4) 八木国夫: ビタミン, 49, 403 (1975)
- 5) 阿部皓一, 勝井五一郎: 栄養と食糧, 28, 277 (1975)

- 6) 堤達也他 : 体力研究, **38**, 13 (1978)
- 7) Costill D. L. et al : J. Appl. Physiol., **31**, 353 (1971)
- 8) Bergström J. et al : Acta Physiol. Scand., **71**, 140 (1967)
- 9) Bergström J. and E. Hultman : Scand. J. Clin. Lab. Invest., **19**, 218 (1967)
- 10) Rennie M. J. and R. H. Jonson : J. Appl. Physiol., **37**, 821 (1974)
- 11) Kots Ya. M. et al : Fiziol. Chel., **6**, 612 (1980)
- 12) L. Jean Bogert et al : Nutrition and Physical Fitness, 481 (1973), W.B. Saunders Company
- 13) Keul J. G. et al : Dtsch. Z. Sportmed., **30**, 65 (1979)
- 14) Chin Chun Jo and Nahm Sook Hyun : Koryo Taehakkyo Uikwa Taehak Chapchi, **17**, 319 (1980)
- 15) Yashiro M. and Kimura S. : J. Nutr. Sci. Vitaminol., **25**, 213 (1979)
- 16) 鈴木正成他 : 脂質生化学研究, **22**, 208 (1980)
- 17) 屋代正範, 木村修一 : 脂質生化学研究, **22**, 211 (1980)
- 18) 福田巨博, 菅野道廣 : 農化, **50**, 247 (1976)
- 19) Weltman Arthur et al : Am. J. Clin. Nutr., **33**, 1002 (1980)
- 20) Nikkila Esko A. et al : Atherosclerosis 5th, 387 (1980)
- 21) Poland James L. et al : Can. J. Physiol. Pharmacol., **58**, 1229 (1980)
- 22) 山地廉平 : 日本生理学雑誌, **13**, 491 (1951)
- 23) 吉村寿人 : 栄養と食糧, **7**, 199 (1954)
- 24) 小郷克敏他 : 体質医学研究所報告, **29**, 149 (1978)
- 25) 小郷克敏他 : 体質医学研究所報告, **29**, 171 (1978)
- 26) 杉本精二, 竹屋晁 : 医学と生物学, **18**, 53 (1951)
- 27) 辻悦子 : 栄養学雑誌, **27**, 267 (1969)
- 28) 高木和男 : 労働科学, **25**, 193 (1949)
- 29) Christie Richard J. et al : N. Z. Med. J., **91**, 39 (1980)
- 30) 谷由美子, 青木みか : 栄養と食糧, **34**, 59 (1981)
- 31) Karvinen Esko et al : Scand. Symp. Lipids, [Proc.] 9th 377 (1977)
- 32) James D. Yager Jr. et al : J. Nutr., **104**, 273 (1974)
- 33) Albert W. Taylor et al : J. Nutr., **104**, 218 (1974)
- 34) Rogozkin V. A. and Chaikovskii V. S. : Nutr. Diet, Sport., 113 (1976)