

高校サッカー選手の夏合宿における コンディショニングについて

—— 血液生化学検査による検討 ——

樹 森 大 介 ・ 上 條 隆
高 橋 章

Conditioning in the Summer Camp of the High School Footballer

Kimori Daisuke · Kamijo Takashi · Takahashi Akira

はじめに

最近のオリンピックにおいて、日本選手が幾つかの競技で好成績を残している。女子マラソン、柔道、シンクロ、水泳など、メダルを獲得したのは、多くのサポートスタッフの協力があつたからだと考えられる。その一つに栄養サポートが挙げられる（鈴木正成：1993）。また、プロスポーツなどにも、専門の栄養サポートスタッフがついている例も多く、「スポーツ」と「栄養」という分野が近年注目されてきた。しかし、一般的なアマチュアスポーツ選手については、栄養知識は乏しいうえに、過度なトレーニングやテクニックを優先させることが多く、体調不良を訴える者も少なくない（藤澤いずみ：1995）（松田芳子：1997）。競技力向上にはトレーニングに加えて適切なタイミングで必要な栄養を摂ることが鍵となり、特に成長期の子どもたちの身体づくりにとっては適切な運動と栄養のバランスが重要である（嶋崎考ら：2001）。

本研究の高校サッカーについて見ると、国民体育大会（5日間で5試合）、夏のインターハイ（7日間で6試合）、冬の高校サッカー選手権（10日間前後で6試合）など、全国大会では連日連戦の試合日程となっている。このような過酷な状況の中で、高いパフォーマンスを発揮していくためには、選手のコンディションを十分に整え、試合に臨まなくてはならない。一般的にプロサッカーチームの選手は自己の体調管理や栄養管理をトレーナー、専属栄養士やコーチなどの指導のもと行っている（菊田敬子：1993）。一方、高校サッカーにおいては、このような体制で試合に臨むことができるチームはごく一部にすぎない（浦上千晶：1999）。指導者の助言や保護者の協力があるとは言うものの、選手が各自の知識でコンディションを整えているのが現状である（小林修平：1992）。

そこで本研究では、高校サッカーチームの選手の連戦試合におけるコンディションを把握するた

めに、血液生化学検査を行い、また同時に短期間合宿での食事内容の調査に基づく各栄養素の充足率を調べ、血液生化学検査が表すコンディションの悪化を、食事により改善することが出来ているのかどうかを検討し、コンディションの維持に役立つ栄養摂取を計画する際に必要な知見を、今後のコンディショニング指導に還元するとともに、高校サッカーチームの選手指導の一助としたい。

先行研究

1. 運動負荷前後における血液生化学的検査値の変動について

運動が身体に及ぼす効果は、十分熟知されてきている。すなわち、人の行動体力や防衛体力を増強することや、心臓や高血圧、肥満、糖尿病などの生活習慣病に対しても予防的、治療的な効果があることが知られている（朝比奈一男：1993）。

しかしながら、激しい運動を実施した場合、必ずしもプラスの効果のみがあるとは限らないことも事実として知られている。

サッカー部員に対して20項目にわたる血液生化学的検査を練習の（運動負荷）前後に実施した結果、前例において運動負荷後検査値の上昇がみられたのは、乳酸脱水素酵素（LDH）、尿素窒素（BUN）、クレアチン（CRE）、尿酸（UA）、クレアチンフォスフォキナーゼ（CPK）、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ（GOT）などであったが、他の検査項目ではほぼ正常範囲内にあり、明らかな一定の傾向が認められた。また CPK、LDH、UA では、運動負荷後明らかに異常高値の出現頻度が高かったが、中でも CPK は全例にて運動負荷前から異常高値を示しており、連日の練習負荷の結果によるものと推察された。また、完全休養日を2日間設けて検討した結果、LDH、UA では正常範囲内に復帰するのに1日で十分であったが、CPK では2日間でもやや高値を呈するようであった。以上のような血液生化学的検査成績から考慮すると、過激な運動を実施する場合、連日強度の運動負荷を加えるよりも、完全休養日を設けたり、運動負荷に強弱をつけるなど、練習方法に工夫すべき余地が残っているものと考えられた（朝井均ら：1989）。

2. 血液検査結果からみる運動および栄養と身体的愁訴の関連

栄養の裏付けなしにトレーニングをすると、細胞は過労に陥り、かえって運動能力を低下させ、健康障害を招く結果となる。この点から、食事の充実をはじめとする栄養面の管理がトレーニング効果をあげるためには不可欠である（トレーニング科学研究会：2001）。

食事によって摂取される栄養素は、糖質、脂質（脂肪）、タンパク質、ビタミン、ミネラル（無機塩類）に分類される。糖質は、最も燃焼しやすい物質であり、筋運動に際しエネルギー源として容易に、そして多量に利用される（主婦と生活社：2000）。また、主として肝臓や筋肉にグリコーゲンとして貯蔵され、必要に応じて血液中に動員されてくる。糖質を摂取した場合には、肝グリコーゲンは増加するが、筋内グリコーゲンはほぼ一定の値を保持している。運動時には筋内グリコー

ゲンは減少してくるが、運動後に速やかに血糖より補充され、さらに血糖は肝グリコーゲンによって補給される（鈴木正成：1989）。血糖と肝および筋肉グリコーゲンとの間には、動的平衡が存在している。脂質が、エネルギー源として動員されるのは、糖質の蓄えがなくなった場合に、それを補充するために利用されるものとされている。糖質の摂取が過剰の際には体内で脂質に転換され、これがエネルギーとして貯蔵される。この貯蔵はおもに皮下の脂肪組織となるが、脂肪組織は筋のように直接作業を行う組織ではなく、糖質のようにその動員が急速でもないので、過剰になると、スポーツなどの筋運動では不利になることが多い。このような欠点を持つ一方で、脂肪は糖質やタンパク質に比べてはるかに高カロリー物質であるから、比較的少量でエネルギー補給ができる点で有利である。脂質は熱発生効率が高く、栄養補給の点で利点があり、胃腸の負担が軽い。また、長時間にわたって大きなエネルギーを必要とする場合には、胃滞留時間が長いこと空腹感が少なく済む。タンパク質は、糖質や脂質のように筋運動のエネルギー源としての働きはあまりないが、身体の構成成分として重要な意義をもつ。細胞の主成分はタンパクであり、身体の成長発育には必須の成分である。さらにトレーニングによって筋の発達を促すためには、特に多量に摂取しなければならない（松枝秀二ら：1995）。ビタミンは生体にとって直接のエネルギー源となる物質ではないが、物質代謝の円滑な進行をつかさどる触媒の役割を担っている。ビタミン類の不足は、円滑な物質代謝の進行を妨げ、運動能力を低下させ、疲労の出現を速め、その回復を遅らせる。また、長期にわたるビタミン不足では、種々の病的症状が現れる。ミネラルはビタミン同様、代謝過程の潤滑剤として働く作用がある。スポーツや肉体作業で筋運動が持続され大量の発汗があるときには、水分と同時に多量の塩分が失われる。このような時には、意図的に水分と同時に塩分を補給することが、身体の疲労を回復させ、生体の正常な活動を取り戻すのに必須の条件となる（吉川珠美：2003）。

以上が5大栄養素と運動の関係であるが、この中で特に、細胞の主成分であり、筋肉・骨の補強に重要なタンパク質は、また貧血にも大きく関係している。

貧血とは、赤血球数あるいはヘモグロビン量が減少した状態をさし、その原因は赤血球の生成と崩壊のバランスが壊れたときに起こるといわれている。

運動を行うと血液循環が速くなる。そのため心臓から出た血液は、毛細血管を無理やり急いで通り抜けるために、赤血球が破壊され、減少し、貧血を起こす。これを運動性貧血という（小澤滯司ら：2005）。

この場合、身体がタンパク欠乏状態にあれば、貧血はより高度に現れてくる。運動をしている人はしてない人に比べ、相当多量のタンパクを摂取しないと、皮膚の蒼白化、動悸、息切れ、めまいなどの症状が出てくる。また、軽症の場合も全身倦怠感、易疲労といった症状が出てくるが多く、これが運動障害の始まりとなる（道山京子：1989）。

3. 勝つためのスポーツコンディショニング

身体が傷んだときや最高のプレーが出来なくなったときに、いかに普段から専門の医師とコミュニケーションを図って、最大限の力を試合に発揮できるようにするかというように変わりつつある。

ケガのためだけでなく、もっと強くなるために、まさにコンディショニングのために医師の助言に従おうと考えるようになってきたのである。ケガをして何週間も休むよりは、ケガを予知して未然に防げば、その選手にとってもチームにとっても良いことである（菅野淳：2001）。

その手段として、まず初めに血液検査を行い、最初のうちは、検査結果をもとに栄養摂取や休息の取り方を指導し、栄養摂取の重要性を身につけてもらう。選手自身も選手生活の中で、薄々気づいていることなので血液データを見せることが裏付けとなる。競技するうえでの意識改革を行うことが大切である。

グリコーゲンローディングやウォーターローディングなどの基礎知識を取得させることはもとより、自己管理ができるようにするのも大切である（奥恒行ら：1994）。

次に、強化訓練中のサポートについてである。陸上競技の長距離では、走り込みの時期になると選手は毎日40kmくらい走る。学生選手の食事の取り方ではエネルギーが不足している。その時期には、血液データにより、GOT、GPT（グルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ）値増加にみる筋疲労度（筋膜炎症状）、CPK 値増加にみる組織細胞の障害や筋の炎症、MCHC（平均赤血球ヘモグロビン濃度）の低下が発見できる。このようなときには、グリコーゲンや鉄分の補給を行う必要がある。こうしたデータを定期的に収集することは大切であるが、選手から身体に関する不安な情報をもらったときに、迅速に治療できる環境が大切であり、勝ちを意識するなら、なおさらである（平石貴久ら：1998）。

研究方法

対象者

対象者は、G県代表としてインターハイ出場したM高校サッカー部の15から16歳の男子高校一年生のフィールドプレーヤー17名とした。被験者の身体的特徴は表1の如くである。

調査は、群馬県草津町で行われた全国レベルの1年生24チームによる『U-16草津フイスティバル』の合宿（8月15日～18日）とした。

1日3試合（35分ハーフ）最終日のみ2試合が行われ、1人平均2試合、最終日は1試合の出場時間となっている。全試合の開始前にはウォーミングアップを行った。その他にダッシュやランニングなどの運動を行った。

試合時間は、表2に示した。

表-1 被験者の身長、体重、体脂肪率、ポジション

被験者No.	イニシャル	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	ポジション
1	S. K	165	46.2	3.0	MF
2	K. I	177	67.0	9.8	DF
3	Y. I	167	60.0	6.8	MF
4	F. S	171	65.2	11.6	FW
5	Y. K	177	62.4	7.7	MF
6	Y. O	171	55.3	6.3	MF
7	H. S	182	64.5	5.6	DF
8	R. T	176	64.4	7.7	DF
9	H. N	175	57.0	4.4	FW
10	T. M	166	59.8	9.3	MF
11	H. I	174	57.3	5.7	FW
12	Y. M	173	56.4	5.0	DF
13	D. H	172	62.6	6.9	DF
14	K. H	180	67.0	4.4	DF
15	S. Y	166	48.0	3.3	MF
16	T. H	165	58.0	7.4	DF
17	T. I	176	51.4	3.2	MF

表-2 試合日程表

	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
測定	6:00	5:00	5:00	5:00
朝食		6:00	6:00	6:00
試合 1	11:00	9:00	9:00	9:00
昼食	12:30	11:00	11:00	11:00
試合 2	14:30	12:00	12:00	12:00
試合 3	16:30	15:00	15:00	
夕食	19:00	19:00	19:00	

血液生化学検査方法

1. 血液採取

採血は、毎朝、起床直後、空腹時に帯同医師が行った。

2. 血液（血算）検査

測定項目は、赤血球数（RBC：103/ul：基準値4.3-5.7）、ヘモグロビン（Hb：g/dl：基準値13.5-17.6）、ヘマトクリット（Ht：%：基準値40.0-52.0）とした。

3. 生化学検査検討項目

測定項目は、総タンパク質 (g/dl：基準値6.7-8.3)、尿素窒素 (mg/dl：基準値8.0-20.0)、Na (mEq/l：基準値135-146)、K (mEq/l：基準値3.5-5.0)、Cl (mEq/l：基準値96-108)、Ca (mg/dl：基準値8.8-10.4)、AST (IU/l：基準値13-33)、LDH (IU/l：基準値119-229)、CPK (IU/l62-287)、総コレステロール (mg/dl：基準値130-219)、HDLコレステロール (mg/dl：基準値40-77)、LDLコレステロール (mg/dl：基準値70-139)、鉄 (ug/dl：基準値54-181) とした。

4. 酸化ストレス度・抗酸化力検査

測定項目は、酸化ストレス度 (U.CARR：基準値300以内)、抗酸化力 (mmol/l：基準値2200以上) とした。

5. アミノ酸分画測定

測定項目は、尿素 (Urea：基準値2.1-5.6)、アスパラギン酸 (Asp：基準値2.8以下)、セリン (Ser：基準値71-120)、フォスフォセリン (P-Ser：基準値2.1-4.8)、タウリン (Tau：基準値34-62)、バリン (Val：基準値160-280)、シスチン (Cys：基準値34-58)、イソロイシン (Ile：基準値42-100)、ロイシン (Leu：基準値85-160)、フェニルアラニン (Phe：基準値47-73)、トリプトファン (Trp：基準値32-53)、エタノールアミン (EOH₂NH₂：基準値3.7-8.1)、オルニチン (Orn42-99)、ヒスチジン (His：基準値53-79)、カルノシン (Car：基準値0、検出されない)、ヒドロキシプロリン (Hypro：基準値0、検出されない) とした。

6. 分析場所

予防医学総合研究所にて分析を行った。

結 果

以下の表は4日間の値を示し、表中の斜字は、基準値以上を、*印は基準値以下を表している。

血液（血算）検査（表-3、4）

表-3 血算（1）：全体の平均および標準偏差（SD）

【血算】	1日目		2日目		3日目		4日目	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
RBC(103/ul)	4.8	0.2	4.8	0.2	4.7	0.3	4.5	0.3
Hb (g/dl)	14.8	0.8	14.7	0.8	14.7	1.0	13.9	0.9
Ht(%)	42.4	2.2	42.1	2.2	41.8	2.7	39.9	2.6

平均値はいずれも異常値を示すことはなかった。

表-4 血算（2）：基準値以下の例

No.1	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
RBC (103/ul)	4.6	4.6	4.4	* 4.3
Hb (g/dl)	14.1	14.1	* 13.3	* 13.0
Ht (%)	40.2	40.3	* 38.5	* 37.6
No.3	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
Ht (%)	* 39.7	40.9	41.9	* 38.6
No.6	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
Ht (%)	42.7	41.3	40.9	* 37.8
No.7	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
RBC (103/ul)	4.9	4.7	4.5	* 4.3
Ht (%)	43.9	41.4	40.1	* 38.9
No.8	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
RBC (103/ul)	4.7	4.4	4.3	* 4.0
Hb (g/dl)	14.1	* 13.0	* 13.1	* 12.3
Ht (%)	40.9	* 38.1	* 37.8	* 35.5
No.10	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
RBC (103/ul)	4.5	4.4	4.5	* 4.1
Hb (g/dl)	14.2	14.3	14.3	* 13.2
Ht (%)	40.7	40.4	40.7	* 37.4
No.13	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
RBC (103/ul)	4.9	4.6	—	* 4.3
Ht (%)	44.8	42.0	—	* 39.3
No.18	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
Hb (g/dl)	13.5	13.7	—	* 12.6
Ht (%)	* 39.2	* 39.1	—	* 36.3

17人中8人が貧血傾向を示した。

生化学検査 (表 5 -18)

表- 5 生化学検査：全体の平均および標準偏差 (SD)

【生化学】	1 日目		2 日目		3 日目		4 日目	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
TP (g/dl)	7.1	0.5	7.4	0.5	7.4	0.4	6.8	0.4
BUN (mg/dl)	12.5	3.4	16	2.5	17.6	2.1	17.1	2.9
Na (mEq/l)	138.5	9.9	144.3	1.7	145.2	1.2	145.1	1.7
K (mEq/l)	4.4	0.5	4.5	0.3	4.7	0.3	4.4	0.3
Cl (mEq/l)	101.1	8.2	105.0	2.1	106.0	1.4	107.8	1.9
Ca (mg/dl)	9.1	0.8	9.6	0.4	9.6	0.3	9.1	0.4
AST (IU/l)	25.1	7.5	35.6	9.0	44.3	17.7	48.6	20.3
LDH (IU/l)	230.6	52.6	249.2	43.8	279.1	45.3	297.2	61.0
CPK (IU/l)	248.5	113.8	612.7	346.8	1036.7	528.3	1165.4	615.9
TC (mg/dl)	161.9	29.8	162.1	26.3	152.1	41.1	147.5	23.9
HDL-C (mg/dl)	69.8	21.0	73.8	17.8	75.4	16.3	72.6	14.2
LDL-C (mg/dl)	83.1	19.3	81.9	21.7	79.7	22.4	71.8	20.3
Fe (ug/dl)	* 52.8	15.2	99.6	35.5	106.6	27.5	84.7	29.2

TC：総コレステロール、HDL-C：HDLコレステロール、LDL-C：LDLコレステロール

AST、LDH、CPKの平均値が基準値を上回っていた。Feは一日目のみ平均値が基準値を下回った。

以降の表は、基準値以上及び以下の例を示す。

表- 6 総タンパク質 (g/dl)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	7.0	6.7	* 6.3	* 6.0
9	7.4	7.0	7.5	* 6.6
10	7.3	7.5	7.0	* 6.3
12	* 6.6	7.8	7.6	6.8
15	* 6.1	6.9	6.9	* 6.4
18	7.3	7.4	7.3	* 6.3

17人中 6 人が基準値を下回った。

表-7 尿素窒素 (mg/dl)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	18.1	<i>21.1</i>	<i>22.9</i>	<i>21.2</i>
9	11.4	15.0	18.7	<i>21.7</i>
10	15.4	16.3	19.0	<i>20.1</i>
15	—	13.4	17.4	15.2

2 日目以降、3 人が基準値を上回った。

表-8 Na (mEq/l)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	<i>147.1</i>	145.4	145.3	144.0
2	<i>153.5</i>	144.8	144.6	144.4
4	* 129.2	145.2	<i>147.2</i>	<i>147.0</i>
6	* 133.7	140.1	145.3	144.1
9	144.2	144.3	145.8	<i>146.8</i>
10	145.6	145.0	144.4	<i>147.3</i>
12	* 125.1	143.1	144.8	143.6
13	* 114.9	143.2	143.5	144.7
15	* 128.0	<i>146.2</i>	145.9	<i>147.5</i>
17	144.3	145.1	145.9	<i>147.9</i>

1 日目は17人中2 人が上回り、5 人が下回り、2 日目以降は5 人が基準値を上回った。

表-9 K (mEq/l)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	4.8	4.9	<i>5.2</i>	4.5
3	4.5	4.8	4.9	<i>5.2</i>
8	<i>5.5</i>	4.5	<i>5.1</i>	4.1
14	4.8	4.9	<i>5.3</i>	4.8

17人中4 人が基準値を上回った。

表-10 Cl (mEq/l)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
2	110.8	103.5	103.0	106.7
3	109.6	105.8	105.6	109.0
4	* 95.1	107.1	106.0	107.9
7	—	—	108.3	109.5
10	107.4	105.2	106.3	111.2
12	* 90.3	103.6	104.5	104.9
13	* 79.5	101.7	105.6	105.6
15	* 92.4	107.7	107.5	111.5
17	105.3	106.5	106.5	111.4

1日目は17人中2人が上回り、4人が下回った。また3日目以降は5人が基準値を上回った。

表-11 Ca (mg/dl)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
1	9.7	9.6	9.4	* 8.7
12	* 8.4	9.8	10.1	9.5
13	* 7.8	10.4	9.5	9.2
15	* 8.1	9.1	9.3	8.6
18	9.2	9.7	9.3	* 8.4

17人中5人が基準値を下回った。

表-12 AST (IU/l)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
1	43	56	63	78
2	35	36	52	69
3	37	44	53	56
4	17	23	32	43
6	22	33	36	38
7	—	—	72	77
8	25	31	50	56
9	22	29	45	46
10	23	39	—	38
11	25	45	63	71
12	20	44	55	58
13	21	30	63	40
14	30	47	70	81
15	23	27	32	38
16	21	30	28	34
17	25	33	24	35
18	26	33	38	37

17人中17人（全員）が基準値を上回った。

表-13 LDH (IU/l)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	370	339	392	426
2	319	255	289	320
3	230	261	306	293
4	162	198	234	268
6	195	216	242	267
7	—	—	302	428
8	248	245	245	272
9	242	228	277	307
10	224	238	282	269
11	238	317	319	348
12	205	304	331	328
13	176	224	319	253
14	259	306	323	382
15	199	216	243	248
16	189	224	229	236
17	264	256	279	268
18	215	225	246	240

17人中17人（全員）が基準値を上回った。

表-14 CPK (IU/l)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	384	1069	1289	1519
2	280	534	1081	1636
3	477	775	1008	1178
4	237	442	816	1235
6	167	428	517	557
7	—	—	1913	2090
8	240	527	1270	1357
9	137	414	953	1094
10	364	—	945	773
11	290	927	1583	1893
12	282	1155	1607	1702
13	131	269	1583	611
14	424	1309	2156	2447
15	152	268	430	645
16	91	269	244	397
17	275	574	603	648
18	140	357	414	491

17人中17人（全員）が基準値を上回った。

表-15 総コレステロール (mg/dl)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
1	224	208	197	187
7	—	—	* 119	* 109
15	* 121	134	132	* 126
18	* 124	* 126	* 118	* 101

17人中1人が基準値を上回り、3人が下回った。

表-16 HDLコレステロール (mg/dl)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
1	75	* 66	* 62	* 59
3	83	80	80	* 69
6	130	140	142	128
7	—	—	* 48	* 38
8	* 64	* 55	* 57	* 59
10	* 69	* 67	* 66	* 60
15	* 55	* 60	* 59	* 55
18	* 55	* 55	* 50	* 40

17人中6人が基準値を上回った。

表-17 LDLコレステロール (mg/dl)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
1	* 44	* 40	* 45	* 28
3	71	110	70	* 43
4	* 40	149	124	80
8	* 39	* 46	95	127
10	* 44	88	128	57
12	* 47	151	116	143
13	* 50	105	115	79
16	* 37	105	156	102
17	* 32	* 46	71	* 48

17人中1人が基準値を上回り、7人が下回った。

表-18 鉄 (ug/dl)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	* 44	* 40	* 45	* 28
3	71	110	70	* 43
4	* 40	149	124	80
8	* 39	* 46	95	127
10	* 44	88	128	57
12	* 47	151	116	143
13	* 50	105	115	79
16	* 37	105	156	102
17	* 32	* 46	71	* 48

17人中 9 人が基準値を下回った。

酸化ストレス度・抗酸化力検査（表19、20）

表-19 酸化ストレス度 (U.CARR)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	396	387	359	323
2	341	301	280	264
3	379	341	352	290
4	310	266	274	244
6	355	316	297	275
7	352	—	286	244
8	342	271	260	233
9	311	271	256	261
10	332	295	296	275
12	337	322	283	277
13	436	354	270	266
14	368	319	271	311
17	378	341	291	266
18	304	254	242	188

17人中14人が基準値を上回った。

表-20 抗酸化力 (mmol/l)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	2770	* 2067	* 1888	2265
2	3384	* 780	2449	2386
3	2681	* 2021	2344	2695
4	3181	2222	* 2042	2645
6	3132	2431	* 2058	2819
13	3508	2301	* 2117	2471
18	3439	2650	* 2128	2224

17人中 7 人が基準値を下回った。

アミノ酸分画測定（表21-36）

表-21 尿素（mmol/ml）

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	5542.3	7113.4	6860.1	6990.6
4	6314.0	5923.2	5862.7	6197.6
6	3067.9	4237.7	5715.0	4689.3
9	3786.8	4678.8	6265.7	6591.2
10	4736.9	5535.2	6960.1	6418.4
11	3626.0	5556.3	6208.5	5719.7
12	4568.1	5021.2	6986.2	7651.0
14	4048.0	6339.0	5792.2	6691.8
15	2933.9	4077.3	5738.5	5013.4
16	2723.0	5016.8	6011.9	5985.2
17	6165.7	4972.2	4429.1	5516.8
18	5676.5	5551.9	5551.8	5088.5

17人中12人が基準値を上回った。

表-22 アスパラギン酸（mmol/ml）

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	5.9	4.0	10.0	4.7
2	5.7	3.4	2.8	8.7
3	—	—	—	5.3
4	6.4	2.7	2.9	5.9
6	5.6	3.7	4.4	4.4
7	5.5	—	2.9	4.2
8	8.3	—	4.2	2.2
9	6.0	5.4	5.2	5.0
10	4.8	—	5.2	3.8
11	4.3	—	4.3	3.6
12	4.8	—	3.9	3.7
13	6.4	3.5	4.2	2.0
14	4.4	5.0	3.3	4.2
15	3.9	3.0	4.4	4.2
16	3.9	—	4.6	4.0
17	4.3	2.7	4.6	5.8
18	5.6	9.6	7.2	5.7

17人中17人（全員）が基準値を上回った。

表-23 セリン (mmol/ml)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	133.3	127.9	113.7	87.9
2	132.2	124.3	120.9	115.9
3	122.8	119.0	130.9	119.9
4	126.9	121.5	125.3	118.7
6	124.7	111.1	126.7	94.9
8	137.9	112.7	139.7	112.5
9	111.5	103.6	121.6	105.9
11	125.3	111.2	131.8	124.1
12	138.0	106.8	138.0	139.2
13	127.3	132.2	152.1	99.2
14	154.0	128.5	131.7	120.5
15	125.7	99.7	95.3	101.2
16	132.1	120.5	143.6	149.1
18	121.0	116.2	138.1	116.1

17人中14人が基準値を上回った。

表-24 フォスフォセリン (mmol/ml)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	13.2	9.8	11.8	31.9
2	15.7	11.9	11.8	15.8
3	11.5	15.0	10.2	14.6
4	13.3	14.5	11.1	15.8
6	11.6	11.8	14.4	8.3
7	13.7	—	16.5	10.7
8	11.6	14.6	13.6	9.8
9	13.4	18.6	15.7	11.7
10	11.3	12.7	13.0	9.9
11	10.3	7.2	8.8	16.5
12	12.8	7.5	12.8	23.4
13	12.7	9.2	12.8	8.1
14	10.5	14.2	12.8	18.6
15	11.4	12.7	13.2	14.5
16	10.7	11.4	11.2	12.1
17	9.8	14.5	10.3	14.0
18	12.6	14.1	10.7	12.8

17人中17人（全員）が基準値を上回った。

表-25 タウリン (mmol/ml)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
2	80.3	75.5	64.0	98.6
3	69.3	72.3	64.2	55.0
4	85.0	68.0	61.7	53.8
6	69.7	67.7	61.0	40.9
7	71.5	—	53.0	43.5
8	77.3	57.5	54.7	45.2
9	67.2	61.1	59.9	42.6
10	69.9	87.3	63.9	52.4
11	54.8	65.7	45.4	40.8
12	61.2	54.1	62.2	63.3
13	76.1	57.8	61.4	* 32.9
14	63.8	76.1	57.7	58.6
15	68.6	59.6	69.4	55.6
16	49.0	62.2	57.8	56.9
18	52.5	62.8	60.6	44.2

17人中15人が上回り、4日目は1人が基準値を下回った。

表-26 バリン (mmol/ml)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
1	218.8	222.2	214.4	* 156.7
4	296.8	234.1	246.8	215.6
12	295.0	208.4	280.8	302.4
13	214.2	193.9	228.2	* 158.0

17人中2人が基準値を上回り、2人が下回った。

表-27 シスチン (mmol/ml)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	* 12.5	* 5.4	* 5.6	—
2	* 20.9	* 10.5	* 8.9	* 2.9
3	* 17.8	* 7.8	* 6.6	—
4	* 14.5	* 9.8	* 6.4	—
6	* 22.9	* 13.2	* 7.2	—
7	* 23.4	—	* 5.2	
8	* 20.2	* 12.1	* 5.6	—
9	* 18.8	* 13.9	* 6.0	—
10	* 22.9	* 9.4	—	—
11	* 25.5	* 13.9	* 3.3	—
12	* 14.8	* 8.7	—	—
13	* 20.3	* 12.9	—	—
14	* 18.2	* 8.4	—	—
15	* 21.2	* 12	—	—
16	* 21.3	* 16.1	—	—
17	* 14.3	* 11.6	—	—
18	* 16.5	* 8.3	—	—

17人中17人（全員）が基準値を下回った。

表-28 イソロイシン (mmol/ml)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	56.3	64.9	61.4	* 41.4

17人中 1 人が基準値を下回った。

表-29 ロイシン (mmol/ml)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	116.4	129.0	126.8	* 81.9
12	153.8	112.0	159.4	178.2
16	125.4	135.2	160.6	164.1

17人中 2 人が基準値を上回り、2 人が上回った。

表-30 フェニルアラニン (mmol/ml)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
1	66.9	82.1	76.0	90.7
2	62.4	76.2	69.6	77.7
4	62.0	64.2	74.9	73.1
7	60.9	—	74.2	78.2
8	59.4	68.5	77.9	77.8
10	94.7	128.6	125.3	131
11	54.5	81.2	75.1	73.2
12	73.5	74.7	90.4	105
13	57.1	72.0	78.6	61.7
14	57.5	72.2	77.1	83.7
15	64.2	63.2	66.4	74.7
16	48.2	70.2	71.5	81.7

17人中12人が基準値を上回った。

表-31 トリプトファン (mmol/ml)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
1	84.7	71.5	63.8	67.4
2	89.9	94.9	81.9	65.2
3	70.7	64.6	60.9	54.7
4	81.8	64.6	78.0	62.4
6	62.8	61.1	66.3	38.3
7	88.6	—	82.5	65.1
8	80.7	75.4	66.6	50.9
9	82.5	78.2	83.2	48.1
10	77.9	85.4	64.3	59.4
11	58.8	75.2	72.2	58.5
12	95.4	70.3	80.4	71.1
13	87.9	82.4	86.9	52.5
14	64.8	82.5	77.5	61.8
15	94.7	72.1	74.1	62.7
16	84.8	82.0	78.8	69.4
17	73.7	80.4	55.4	63.6
18	73.0	64.6	72.7	57.9

17人中17人（全員）が基準値を上回った。

表-32 エタノールアミン (mmol/ml)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
1	9.3	18.1	9.8	14.1
2	7.7	16.5	8.7	12.7
3	6.0	14	10.2	11.8
4	8.9	8.7	10.7	11.9
6	9.7	9.3	15.8	11.2
7	11.3	—	13.9	10.9
8	11.0	8.6	9.5	11.8
9	13.6	10.9	14.1	7.6
10	14.7	14.3	7.0	11.3
11	7.3	16.3	14.7	12.8
12	12.2	8.1	17.6	16.1
13	16.8	14.0	18.2	10.4
14	8.6	15.0	17.1	14.6
15	12.1	13.7	13.6	12.1
16	12.7	8.8	9.9	17.3
17	14.0	15.7	8.4	13.8
18	10.7	16.4	12.6	13.9

17人中17人（全員）が基準値を上回った。

表-33 オルニチン (mmol/ml)

被験者No.	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目
2	135.9	101.1	92.6	76.5
4	134.4	91.8	113.3	84.0
7	111.2	—	80.2	66.3
8	106.5	79.8	82.6	55.7
9	127.1	108.6	101.0	82.6
10	118.7	103.4	80.5	75.0
11	115.8	91.4	94.7	81.3
12	147.6	81	98.4	87.6
13	106.2	66.7	79.3	43.5
14	121.4	114.6	86.2	93.8
15	126.8	108.2	93.2	106.2
17	113.3	105.4	97.7	84.6

17人中12人が基準値を上回った。

表-34 ヒスチジン (mmol/ml)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
1	78.3	80.1	76.8	74.4
2	94.1	94.3	87.5	91.0
3	81.0	84.6	88.1	91.6
4	82.0	86.2	92.5	88.9
6	80.0	88.5	97.2	78.8
7	84.2	—	88.5	92.2
8	85.4	86.0	89.7	79.6
9	83.7	91.9	98.3	100.1
10	84.5	95.7	107.5	98.7
11	85.3	89.5	93.6	85.1
12	100.5	93.3	116.4	124.8
13	99.5	97.6	106.1	79.2
14	99.5	101.2	100.3	106.1
15	85.9	78.8	76.7	90.0
16	81.0	84.9	96.8	102.0
17	75.4	78.1	74.8	84.1
18	89.8	83.1	82.1	84.6

17人中17人（全員）が基準値を上回った。

表-35 カルノシン (mmol/ml)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
1	6.8	8.2	15.7	—
2	6.4	8.7	8.9	7.2
3	7.2	7.8	10.0	8.2
4	6.9	8.0	7.4	8.5
6	7.7	8.4	7.4	7.3
7	6.5	—	6.9	4.3
10	6.1	8.5	9.8	—
11	5.0	—	10.7	7.5
12	7.6	7.1	9.0	10.1
13	7.1	7.0	9.3	6.5
14	6.1	8.2	10.6	8.7
15	7.0	7.4	10.8	7.9
16	7.3	8.8	10.7	7.5
17	6.9	7.0	10.3	9.0
18	6.1	7.6	10.2	—

17人中15人が基準値を上回った。

表-36 ヒドロキシプロリン (mmol/ml)

被験者No.	1日目	2日目	3日目	4日目
1	37.3	35.7	41.2	—
2	21.7	25.6	33.0	19.7
3	15.0	18.5	20.1	19.2
4	17.8	—	22.2	23.9
6	19.6	—	27.4	15.2
7	23.7	—	36.8	17.3
8	28.2	—	24.2	16.0
9	21.4	28.2	30.9	32.0
10	30.6	20.8	27.5	19.6
11	—	25.0	21.9	22.6
12	30.4	—	30.0	28.4
13	19.2	31.7	19.4	13.5
14	24.7	17.1	23.8	19.5
15	29.1	25.3	27.8	25.8
16	31.0	21.8	32.0	35.2
17	31.5	17.9	23.7	24.8
18	40.3	25.2	35.9	—

17人中17人（全員）が基準値を上回った。

考 察

尿素窒素

尿素窒素とは、血液のなかの尿素に含まれる窒素成分のことで、タンパク質が利用された後に生産される。通常は腎臓でろ過されて尿中へ排出されるが、腎臓の働きが低下すると、ろ過しきれない分が血液の中に残ってしまう。つまり、尿素窒素の数値が高くなるほど、腎臓の機能が低下していることを表している。一般的な成人男性においては、基準値が8.0-20.0 (mg/dl) であると考えられている（阿部正和ら：1997）。

本研究結果においては、2日目以降、3人が基準値を上回った。したがって、少ない人数（3人）ではあるが、本研究の運動により腎機能異常を来した者が出現した事となる。過酷な運動下において軽度の腎機能低下は、しばしば経験される事であるが、腎機能の低下が高度となり急性腎不全を来せば、死亡事故を来したしかねない。今回の研究対象者における異常値は、いずれも軽度の上昇であるため大きな問題はないと言えるが、脱水状態も腎機能異常の一因となる事から、水分補給を含め十分な注意が必要である。

AST

AST は肝臓、心筋、骨格筋に多く含まれている酵素で、これらの臓器や組織が障害（破壊）さ

れた場合、血液中の AST の値が異常に上昇する。臓器や組織の種類、障害の程度によって AST の上昇度に差があり、障害の程度が強いほど数値が高くなる。一般的な成人男性においては、基準値が13-33 (IU/l) であると考えられている (阿部正和ら：1997)。

本研究結果においては、17人中17人 (全員) が基準値を上回った。AST は一般的には肝機能障害の指標として有名であるが、上述のごとく各種臓器の障害により上昇する。本研究においては、ALT、 γ GTP といった肝機能異常を示すデータに異常が見られなかったことから、筋障害による上昇と考えられる。過酷なトレーニングにより筋肉が非常に破壊されていることが伺える。

LDH

LDH とは細胞内で糖がエネルギーに変わるときに働く酵素で肝細胞、心筋、骨格筋、血球など全身のあらゆる細胞に含まれている。よって、それらの細胞が障害 (破壊) を受けると細胞外に出てくるため血液中の LDH は高値になる。一般的な成人男性においては、基準値が119-229 (IU/l) であると考えられている (阿部正和ら：1997)。

本研究結果においては、17人中17人 (全員) が基準値を上回った。LDH も AST と同様、筋肉の破壊により上昇したものと考えられる。

CPK

CPK (クレアチンフォスホキナーゼ) は心臓をはじめ骨格筋、平滑筋など筋肉のなかにある酵素で、これらの細胞に異常があると、CPK が血液中に流れ出すため、高い数値を示す。一般的な成人男性においては、基準値が162-287 (IU/l) であると考えられている (阿部正和ら：1997)。

本研究結果においては、17人中17人 (全員) が基準値を上回った。CPK も AST、LDH と同様、筋肉の破壊により上昇したものと考えられる。

総コレステロール・HDLコレステロール・LDLコレステロール

コレステロールは脂質の一種で、中性脂肪やリン脂質の仲間で、血液中だけでなく、脳や内臓、筋肉、脂肪細胞など全身に広く分布しており、細胞膜を維持するという役割を持っている。そのほかにも、筋肉や性機能を高めるホルモンや、食物の消化・吸収を助ける胆汁の材料にもなっている。

脂質の1つであるコレステロールは、そのままでは血液に溶けないため、「リポタンパク」という球状の粒子に包まれて、血液中を移動し、HDL に積まれたコレステロールは「HDL コレステロール」、LDL に積まれたコレステロールは「LDL コレステロール」と呼ばれている。

HDL も LDL も、どちらもコレステロールを運ぶという大切な役割を担っているが、その運び方の違いから、一般に HDL は「善玉」、LDL は「悪玉」と呼ばれている。HDL には、全身の細胞で余ったコレステロールを回収し、肝臓に運ぶ機能があり、ここが「善玉」と呼ばれるゆえんである。

一方 LDL は、コレステロールを各細胞に運ぶのみで、余分なコレステロールを回収する機能を持たないため、余分なコレステロールが血液中にたまり、それが酸化すると動脈硬化を促すので、「悪玉」とされている。一般的な成人男性においては、総コレステロールの基準値が130-219 (mg/dl)、HDL コレステロールが基準値40-77 (mg/dl)、LDL コレステロールが基準値70-139 (mg/dl) であると考えられている（阿部正和ら：1997）。

本研究結果においては、総コレステロールは、17人中1人が基準値を上回り、3人が下回った。HDL コレステロールは、17人中6人が基準値を上回った。LDL コレステロールは、17人中1人が基準値を上回り、7人が下回った。総コレステロールが上昇した被験者No.1は HDL コレステロールが高く、LDL コレステロールが低いタイプであり、非常に健康的である。LDL 低値で、HDL 高値という全体的な傾向は理想的と考えられる。

酸化ストレス度

血液における活性酸素・フリーラジカルによる代謝物（ヒドロペルオキシド）を分析測定し数値化したもので、それを6段階で判定している。活性酸素・フリーラジカルによる酸化作用での細胞や分子の損傷の程度が確認できる。一般的な成人男性においては、基準値が300以内（U.CARR）であると考えられている。

本研究結果においては、17人中14人が基準値を上回った。全体的な傾向として1日目の数値が高く、4日目に向かうにつれて数値が低くなっている。これは調査期間が長引くにつれて酸化ストレスが高くなるとの予想を、大きくくつがえした結果となった。強度運動の持続に伴い酸化ストレス度が軽減していくのである。今回の研究では十分なメカニズムの検討は不可能であるが、今後の課題としては大変興味深い結果である。

抗酸化力

血液中の還元力（酸化に対抗する力）を分析測定し、数値化し、それを6段階で判定している。過剰な活性酸素・フリーラジカルを打ち消す能力を確認できる。一般的な成人男性においては、基準値が2200以上（mmol/l）であると考えられている。

本研究結果においては、17人中7人が基準値を下回った。しかしながら、非常に大きく下回ったのは被験者 No.2 の2日目のみであり、残りは軽度の低下に留まっており、4日目にはいずれも基準値を上回っている。したがって、強度運動の持続は抗酸化力に大きな影響を与えないと考えられる。酸化ストレス度と同様、今後の課題としては大変興味深い結果である。

尿素

ヒトがタンパク質などから取り入れた窒素のうち、過剰分が尿の中に尿素の形で排泄される。（尿には尿素が含まれており、成人は尿素を1日30gほど排泄する。）一般的な成人男性において

は、基準値が2.1-5.6であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中12人が基準値を上回った。異常値を示したものの傾向として、1日目の数値よりも4日目の数値が高くなる傾向が見られた。筋肉の破壊により多量に代謝されたタンパク質の代謝産物である尿素が増加し、また、腎機能もその過機能の許容量を超え、血中に尿素が堆積していったものと考えられる。

アスパラギン酸

アスパラガスに多く含まれるアミノ酸で、エネルギー源として最も利用され易いアミノ酸のひとつであり、栄養剤などの成分として利用されている。アスパラギン酸はエネルギー生産の場であるカラダのTCA回路の最も近くに位置するアミノ酸のひとつである。一般的な成人男性においては、基準値が2.8以下であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中17人（全員）が基準値を上回った。エネルギーを生み出すTCA回路に近いアミノ酸が十分血中に存在しているということは、より効率的にエネルギーを生み出せるということを想起させる。研究対象のいずれもが基準値を超えていたということは良い結果と言える。しかしながら、血中のアスパラギン酸量と運動パフォーマンスとの関係を示した研究は無く、その意味付けについては今後の課題といえる。

セリン

セリンは、細胞膜の構成成分であるホスファチジルセリンの原料として重要なアミノ酸で、角質層では最も多いアミノ酸成分である。セリンはグリシンの原料となり、脳細胞の構造を保つために必要な神経細胞の栄養成分として重要である。一般的な成人男性においては、基準値が71-120であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中14人が最高基準値を上回った。絶対的な傾向とは言い難いが、1日目に比べて4日目の数値が低い傾向が見られる。十分に摂取されたアミノ酸であるが、運動により消費されていくと考えられる。

フォスフォセリン

フォスフォセリンからシスチンが合成されており、ビタミンB6摂取により増加する。一般的な成人男性においては、基準値が2.1-4.8であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中17人（全員）が最高基準値を上回った。したがって、栄養摂取により十分に摂取されているアミノ酸であると言える。また、食事調査においてもビタミンB6の摂取は十分であり、これもフォスフォセリンの増加に寄与しているものと考えられる。

タウリン

心臓から出て行く血液の量を増やしたり、心筋の収縮力を高めて、うっ血性心不全を防ぐ働きがある。交感神経を抑制する作用のあるタウリンは、塩分などが原因で起きる高血圧を改善し、血圧を安定させる働きがある。また、インスリンの分泌を促進し、血糖値を下げることで、糖尿病の予防や改善にも期待されている。一般的な成人男性においては、基準値が34-62であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中15人が最高基準値を上回り、4日目は1人が最低基準値を下回った。被験者 No.13 の4日目を除いてすべてが基準範囲であり、15名が最高基準値を上回ったということは、十分に摂取されているアミノ酸であるといえることができる。タウリンは心機能を高めるアミノ酸であるため、競技パフォーマンスの向上につながるアミノ酸と推測できる。血中タウリン濃度と競技パフォーマンスの解析は今後の興味深い研究課題といえる。

シスチン

黒いメラニン色素の産生を抑える働きがあり、毛髪や体毛に多く含まれているアミノ酸である。皮膚の色はメラニン色素の量によって決まり、白い皮膚に多い黄色メラニンの産生を増やすことによって黒いメラニン色素の産生を抑える働きがある。黒いメラニンではなく黄色いメラニンを多くつくるよう働きかる。一般的な成人男性においては、基準値が34-58であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中17人（全員）が基準値を下回った。シスチンが非常に低値であった真の理由を考察することは困難であるが、シスチンの役割がメラニン色素の産生を抑える役割があることから、炎天下の紫外線によるメラニン産生を抑えるために消費された可能性が考えられる。今後、室内競技スポーツと屋外競技スポーツとの比較が研究課題となる。

分岐鎖アミノ酸

筋肉のたんぱく質に多いアミノ酸で、カラダのたんぱく質を増やす働きがあり、運動時のエネルギー源として利用されている。バリン・ロイシン・イソロイシンという3つのアミノ酸からなる。一般的な成人男性においては、基準値がそれぞれ160-280、85-160、42-100であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、バリンが17人中2人が基準値を上回り、2人が下回った。ロイシンが17人中2人が基準値を上回り、1人が下回った。イソロイシンが17人中1人が基準値を下回った。今回の結果は、研究対象者に十分な分岐鎖アミノ酸の摂取が成されていないという結果を表している。現在、アミノ酸ローディングと称して、分岐鎖アミノ酸を大量に摂取して競技パフォーマンスを向上する方法が考案されており、分岐鎖アミノ酸は最近のスポーツ栄養学のトピックの1つである。今後、分岐鎖アミノ酸を十分に摂取できる食事内容を検討する必要があると考えられる。

フェニルアラニン

食品から摂取しなければならない必須アミノ酸の一つで、体内ではフェニルアラニンはチロシンの原料になっている。脳内では神経伝達物質のノルアドレナリンとドーパミンを合成する材料として使われている。一般的な成人男性においては、基準値が47-73であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中12人が基準値を上回った。更に、いずれの被験者も最低基準値を下回った者は居らず、十分に摂取されたアミノ酸と言える。また、フェニルアラニンの特徴として、1日目と比較して4日目に数値が増加する傾向が見られた。数値のみの観察では真の理由を考察することはできないが、栄養摂取の結果のみならず、何らかの代謝産物として増加している可能性も検討する必要があると考えられる。

トリプトファン

食品から摂取しなければならない必須アミノ酸の一つで、体内ではニコチン酸（ナイアシン）の原料となる。脳内では鎮静作用や睡眠導入作用に関与する神経伝達物質セロトニンの原料になり、ラットの実験ではトリプトファン欠乏食による学習機能低下の報告がある。一般的な成人男性においては、基準値が32-53であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中17人（全員）が最高基準値を上回った。全体としても概ね最高基準値を上回っており、十分に摂取されたアミノ酸であると言える。1日目と比較して4日目の数値が低下する傾向があるため、体内で消費されるアミノ酸であり、食事によって補充する必要があると考えられる。

エタノールアミン

エタノールアミンには、モノエタノールアミン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミンなどの種類があり、挙げた順で後になるほど水酸基部分が増えて、毒性を発するようになる。エタノールアミン及びホスホエタノールアミンは、アセトアルデヒド脱水素酵素活性を高める作用を有し、この作用により、アセトアルデヒドの代謝が促進され、その結果、悪酔いまたは二日酔い予防・改善が可能となる。一般的な成人男性においては、基準値が3.7-8.1であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中17人（全員）が基準値を上回った。十分に摂取されたアミノ酸であると言える。また、絶対的な傾向ではないが、1日目に比較して4日目に数値が高い者が見られるため、何らかの代謝産物である可能性が考えられる。

オルニチン

オルニチンは、食物中では、シジミ貝に多く含まれていることが知られている。オルニチンには、

脳の下垂体での成長ホルモン分泌を促進したり、組織中のタンパク質合成により筋肉増強や傷付いた腸管の回復が促進したりする作用がある。また、オルニチン回路を活性化して、肝臓でのアンモニア代謝を促進する作用も知られている。更には免疫を担う細胞を活性化して免疫力をアップさせたり、細胞の増殖因子であるポリアミンの量を増やす働きも知られている。一般的な成人男性においては、基準値が42-99であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中12人が最高基準値を上回ったが、1日目に比較して4日目の数値が低い傾向が見られる。日に日に代謝されていくアミノ酸であり、栄養摂取により補充しなくてはならないアミノ酸と考えられる。

ヒスチジン

ヒスチジンは、体内では合成できない必須アミノ酸の一種で、成長を促す作用があり、子供にはとくに必要なアミノ酸である。体内では、神経伝達や胃酸の分泌に関わる成分であるヒスタミンの原料になる。ヒスチジンの作用としては、貧血改善、抗潰瘍作用、慢性関節炎の症状の緩和などである。一般的な成人男性においては、基準値が53-79であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中17人（全員）が、ほぼすべての調査日において最高基準値を上回った。十分に摂取されているアミノ酸と言える。成長を促す作用もあるため、競技パフォーマンスとの関連性の解析が今後の課題と考えられる。

カルノシン

カルノシンはヒトなどの哺乳類では、筋肉や神経組織に高濃度に存在している。生体内において酸化的ラジカル種のラジカルスカベンジャーとして働き、酸化的ストレスから保護しているといわれている。一般的な成人男性においては、基準値が0であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中15人が基準値を上回った。通常血中ではほとんど検出されないカルノシンが、比較的高濃度に検出された。また、絶対的ではないが、1日目に比較して4日目の方が数値が高い傾向がある。本結果と酸化ストレス度の結果から、強度運動の持続に伴い酸化ストレス度が軽減していく理由の一つとして、カルノシンの増加が考えられるが、今後の更なる検討が必要である。

ヒドロキシプロリン

ヒドロキシプロリンは、皮膚のコラーゲン中に見られるアミノ酸で、タンパク質の中のプロリンというアミノ酸部分が変化してできる。ヒドロキシプロリンが作られることによって、コラーゲンの構造を安定化させることが知られている。ヒドロキシプロリンを摂ることによって、肌のコラーゲン合成が高まったり、表皮の細胞の増殖を促進する可能性を示す報告がある。さらに、ヒドロキ

シプロリンの誘導体であるアセチルヒドロキシシプロリンには、創傷治癒効果が知られている。一般的な成人男性においては、基準値が0であると考えられている（新谷滋記：2003）。

本研究結果においては、17人中17人（全員）が基準値を上回った。いずれの被験者も非常に高濃度のヒドロキシシプロリンが血中に存在しており、十分に摂取されているアミノ酸と言える。創傷治癒効果のあるアミノ酸であることから、慢性的に皮膚損傷に曝されているサッカー選手にとって、ヒドロキシシプロリンが十分に血中に存在することは好ましい事と考えられる。

まとめ

1. 血液検査について、17人中8人が貧血傾向を示すことが明らかとなった。貧血では、肺で取り込まれた酸素が全身の臓器や筋肉に十分に行き渡らず、運動パフォーマンスにマイナスの影響を与える。被験者の約半数が貧血傾向であったことは非常に問題であり、貧血の改善法を検討しなくてはならない。食事調査および血液生化学検査において鉄の不足が指摘されており、十分な鉄摂取により貧血傾向の改善が見られるのかを検討することが必要である。

2. 生化学検査について、被験者の全てに AST、LDH、CPK の過度の上昇が見られ、過酷な運動による筋肉の破壊が明らかとなった。運動を行えば、筋肉が破壊されることは必然であるが、それが過剰となると急性の腎機能障害をもたらすことが指摘されている。今回の生化学検査では、多くの被験者は腎機能に異常を来すことがなかったため、危険な過度の運動ではなかったと考えられる。しかし、少数（3人）ではあるが軽度の腎機能異常を認めた者もいたため、十分な注意が必要と考えられる。

3. 酸化ストレス度・抗酸化力検査について、強度運動の持続に伴い酸化ストレス度は減少し、抗酸化力には大きな影響は認められなかった。被験者は調査期間中、非常に強いストレスを受けていると予想されていたが、結果はそれとは異なるものであった。強度の運動は抗酸化力に影響を与えず、ストレスを軽減する可能性が示唆される。今後の検討課題である。

4. アミノ酸分画測定について、尿素、アスパラギン酸、セリン、フォスフォセリン、タウリン、フェニルアラニン、トリプトファン、エタノールアミン、オルニチン、ヒスチジン、カルノシン、ヒドロキシシプロリンに関しては、多くの被験者が基準値より血中濃度が上昇しており、シスチンに関しては多くの被験者の血中濃度が低下していた。比較となる先行研究が無いため十分な考察は困難であるが、人体の構成成分のみならず、酵素やペプチドホルモン、神経伝達物質となるタンパク質の分解産物であるアミノ酸の血中動態は、運動パフォーマンスに影響を及ぼすことが推測される。今後の研究課題である。

（きもり） だいすけ・群馬大学非常勤講師／かみじょう たかし・群馬大学教育学部教授／

たかはし あきら・本学経済学部教授）

参考文献

- 朝比奈一男（1993）：運動とからだ、225-230、大修館書店
- 朝井均、梅田美津子、山下恵美、入口豊、渡辺完児、小野興三郎（1989）：サッカー部クラブ検診 ―練習（運動負荷）前後における血液生化学的検査値の変動について―、第38巻、第2号、197-210、大阪教育大学紀要、第Ⅲ部門
- 阿部正和、河合忠（1997）：症状からみた臨床検査、日本医師会
- 石崎泰樹（2005）：イラストレイテッド生化学、原書3版、丸善株式会社
- 菅野淳（2001）スポーツ、コンディショニング、ケガを防ぐ体づくり、サッカー編、ベースボールマガジン社
- 奥恒行（1994）勝つためのスポーツ栄養学 ―東ドイツの科学的栄養補給―、32-52、南江堂
- 大塚吉兵衛（2003）：改訂第2版医歯薬系学生のためのビジュアル生化学・分子生物学、日本医事新報社
- 小澤静司（2005）：標準生理学、第6版、医学書院
- 浦上千晶（1999）：サッカーコンディショニングの化学 ―科学的分析に基づいたコンディショニングの方法、東京電機大学出版局
- 川野因（1999）：学生・社会人・プロ野球の食生活 ―食生活ガイドライン作成の実態調査―
- 菊田敬子（1993）：スポーツ選手の栄養強化メニュー、大泉書店
- 厚生労働省（2005）：厚生労働省策定、日本人の食事摂取基準
- 小林修平（1992）：スポーツ指導者のためのスポーツ栄養学、134-136、南江堂
- 嶋崎孝（2001）：健康の科学、運動による栄養状況と病態の改善、化学同人
- 鈴木正成（1989）：スポーツの栄養・食事学、同文書院
- 鈴木正成（1993）：実践的スポーツ栄養学、文光堂
- 主婦と生活社（2000）：からだに効く ―栄養成分バイブル―、主婦と生活社
- 新谷滋記（2003）アミノ酸ハンドブック、味の素株式会社
- 樋口満、木村典代、鈴木志保子、田口素子（2005）：スポーツと栄養、財団法人日本体育協会
- 平石貴久、堀内昌一（1998）：対話ネットワーク（3）勝つためのスポーツコンディショニング ―血液検査からわかること、第20巻、第4号、30-34、月刊トレーニング・ジャーナル
- 藤澤いずみ（1995）：マラソン鉄人の食事、p.5-6、サバス文庫
- 松枝秀二（1995）：大学スポーツ選手の栄養調査
- 松田芳子（1997）：スポーツ選手の食生活状況と血液性状について、第46号、267-279、熊本大学教育学部紀要、自然科学
- 道山京子（1989）：血液検査結果からみる運動および栄養と身体的愁訴の関連、第25巻、第2号、351-360、日本私学教育研究所紀要
- 吉川珠美（2003）：強くなりしたい中学・高校生選手のためのサッカー食、ベースボールマガジン社
- トレーニング科学研究会編（2001）：競技力向上のスポーツ栄養学、朝倉書店