

大学柔道女子選手の減量時における
血液生化学成分と唾液IgA濃度の変化

Effects of weight reduction on blood lipid and cortisol and
salivary IgA in female university judo players

内 藤 祐 子*, 峯 岸 由紀子**,
森 脇 保 彦***, 市 川 公 一****

Yuko NAITO*, Yukiko MINEGISHI**,
Yasuhiko MORIWAKI***, Kouichi ICHIKAWA****

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine serum composition and salivary IgA during weight reduction. Fourteen female university judo players put on a restricted diet of their own accord. The data were collected on 3 days; April 4 (before the weight reduction), May 26 (after the weight reduction: 2 days before the match game), and July 24 (50 days after the match game). The training and weight control on those days were at the heavy intensity levels with a taper prior to a major competition game. Body weight changes were observed and a biochemical analysis was made on their blood and saliva. The initial body weight decreased to 3.7 ± 1.7 kg after weight reduction. The changes in storage fat by weight reduction were significant ($p < 0.01$), but those in lean body weight (LBW) were not. The serum total protein decreased significantly after weight reduction ($p < 0.05$) and increased after match game ($p < 0.01$). The serum triglyceride concentration decreased by 30% 2 days before the game ($p < 0.05$) as well as 50 days after the game ($p < 0.01$). The mean serum cortisol level after weight reduction were greater than before, but were not of statistical significance ($p = 0.08$). On the other hand, a large decrease in the serum cortisol level 50 days after the game, comparing with 2 days before the game ($p < 0.001$). Also, the salivary IgA level decreased after the weight reduction. A significant correlation was found between the serum cortisol and salivary IgA level. Results from this study indicate that weight reduction and the training in female Judo players have a depressant effect upon the immune system associated with psychological and environmental stresses.

は じ め に

健康の維持・増進にスポーツが有用であること

は広く知られていて、種々の疾病予防に運動療法
が取り入れられている。特に、最近は重要な生体
防御機構の一つである免疫機能とスポーツとの関

* 国士舘大学体育学部 体育生化学教室 (Lab. for Sports Biochemistry, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

** 国士舘大学体育学部 健康管理室 (Office of Health Administration, Kokushikan University)

*** 国士舘大学体育学部 柔道研究室 (Lab. for Judo, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

**** 国士舘大学体育学部 解剖学教室 (Lab. for Anatomy, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

連が注目を浴びている^{3) 10)}。一般に適度な運動は免疫能を賦活化するが、過度の場合には逆に免疫能を抑制し感染症にかかりやすくなるといわれている。特に、スポーツ選手がシーズン中に行う激しいトレーニングは免疫系に強い影響を及ぼし、生体防御機構をくずす可能性がある。例えば、長時間の急性運動負荷後では選手の唾液中の免疫グロブリンが著しく低下し、上気道感染にかかりやすくなるといった報告が多い^{11) 12)}。さらに、恒常的な運動負荷も唾液中のIgA濃度を低下させるといった報告もある^{7) 8)}。

ところで、試合に向けてのコンディションづくりは勝利への重要な要因の1つである。試合前に減量を伴う柔道は特に調整がむずかしいと考えられる。また、恒常的に激しいトレーニングが続行した場合は生体防御機構に影響を及ぼすことも考えうる。そこで大きな競技会へ出場する柔道女子選手を対象に試合に向けての減量前後で血液中の脂質とコルチゾールおよび唾液IgA濃度を測定し、減量が免疫機構に及ぼす影響について検討した。

方 法

I 被験者

被験者は本学女子柔道部選手のうち学生柔道体重別選手権大会に出場する14名(平均年齢：20±1才)を対象とした。出場クラスおよび身体的特徴は表1に示した。なお、被験者に対しては予め研究の目的、方法について十分な説明を行い承諾を得た。調査日は試合前50日、2日および試合後50日の計3回とした。試合前50日はまだ減量段階ではなく、練習もきつくない時期として、試合50日後は夏休み直前の練習もない時期なのでリバウン

ドを予想して選んだ。

全ての出場選手は減量が必要であり、アンケート調査から試合の1カ月～10日まえから減量を開始しており、2週間前からはじめるものがもっとも多かった。減量に際しては管理栄養士による指導を行い無理な減量をさけるべく助言した。具体的には、柔道の練習は筋力トレーニングや乱取りを中心としているため運動強度は強いが体脂肪は燃焼しにくい。そこでジョギングやウォーキングを奨励するとともに、菓子類の間食や清涼飲料水の飲み過ぎに注意を払うなどのアドバイスをを行った。

II 身体測定項目

身体的特徴として身長、体重、体脂肪率を各調査日に測定した。体脂肪率は同一験者によるキャリパー法で測定してもとめた。キャリパーによる測定は上腕(三頭筋)、背部(肩甲骨下)、腹部(傍臍部)、腹部(腸骨上)、大腿部(四頭筋中部)、胸部、腋下部の各部位をそれぞれ5回ずつ計測しその平均値を求め、Brozekらの式より体脂肪率を得た。また、自覚症状に関するアンケート調査も検体採取と同時に行った。

III 生化学検査項目

測定日の朝食前に血液および唾液を採取した。血液は室温で放置後、血清成分だけを取り出し-30℃で凍結保存した。検査項目は総タンパク濃度、トリグリセリド、総コレステロール、HDLコレステロールおよびコルチゾールを測定した。唾液は無刺激混合唾液とし、採取後2000回転、15分間で遠心し、上清のみを取り出して-30℃で凍結保存した。検査項目は唾液中の総タンパク濃度と

表1 被験者特性

階級	48 k g 級	52 k g 級	61 k g 級	66 k g 級	72 k g 級	72 k g 超級	合計
人数 (名)	3	2	3	2	3	1	14
身長(cm)	154±4	157±4	157±4	167±3	167±5	163	160±7
減量前の体重(kg)	52±1	57±1	64±3	71±1	75±2	90	66±11

IgA量を測定した。唾液中のIgA濃度はMackinnnonら³⁾の方法に準じてELISA法を用いて測定した。

IV統計解析

Student-t検定および相関関係の統計処理はEXCELを使用して行い、危険率5%未満をもって有意とした。

結 果

I 体重の増減

体重変化を図1に示した。体重の平均値は試合50日前(減量前)の63.8±9.2 kgから試合2日前(減量後)には60.1±9.3 kgまで減少していた(p<0.01)。試合後50日を経ても減量した体重を維持している選手が多かった。体重の減少程度を脂肪量と除脂肪体重に分けて表示する(表2)と、

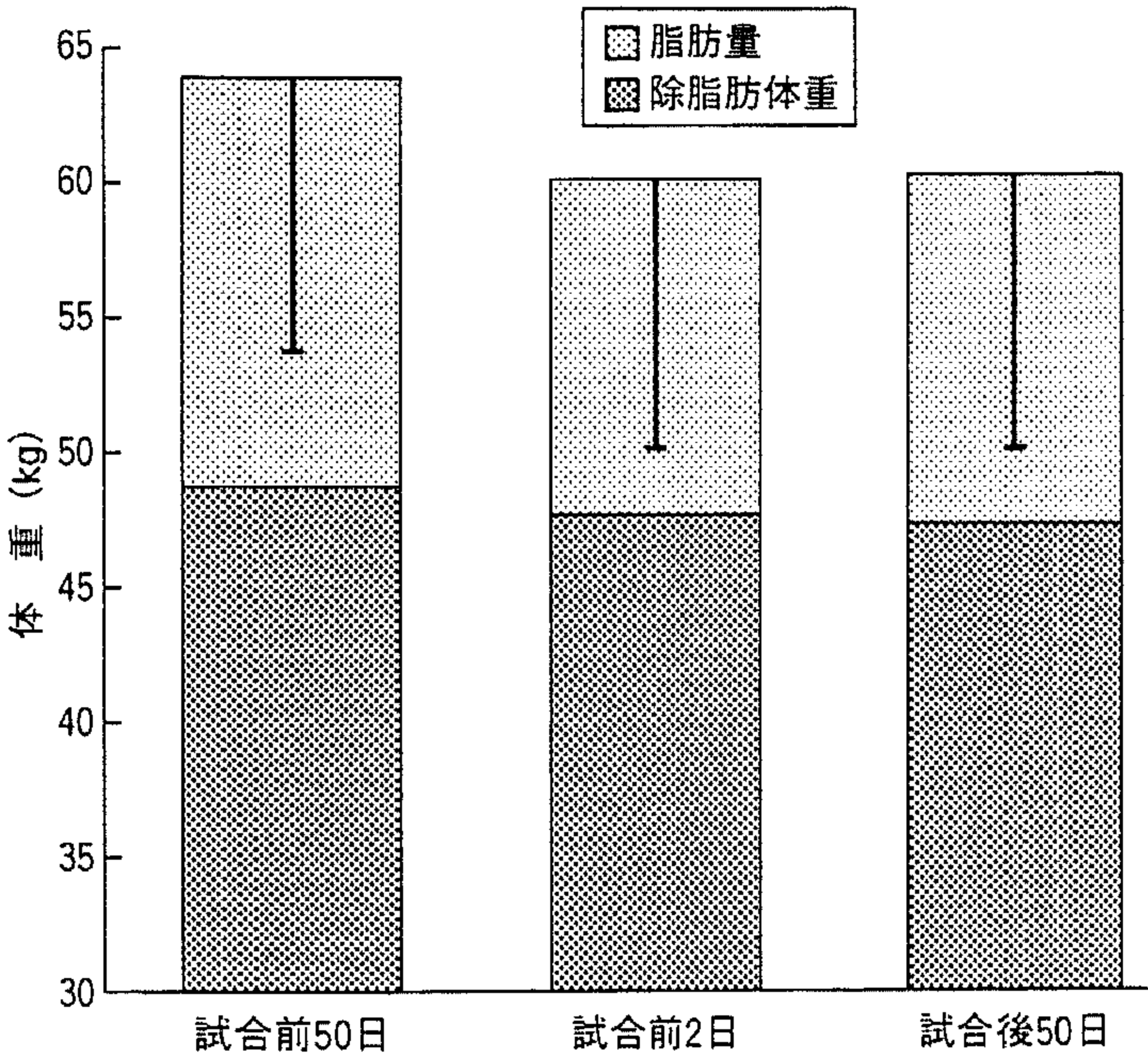


図1 体重の変化

表2 試合前50日(減量前)を基準とした身体組成の増減

	試合前50日 (減量前)	試合前2日 (減量後)	試合後50日
体重の増減(kg)	0	-3.7±1.7 (p<0.01)	-3.6±1.9 (p<0.01)
脂肪量の増減 (kg)	0	-2.6±3.2 (p<0.01)	-2.1±2.8 (p<0.05)
除脂肪体重の増減 (kg)	0	-1.2±2.4	-1.5±2.5

脂肪量が2.6±3.2 kgの低下(p<0.01)に対して除脂肪体重の減少は1.2±2.4 kgにとどまっていた。

被験者14名のうち9名は体重の減量が5%以上必要な選手で、試合前2日の計測ではすでに体重が平均4.6±1.0 kg (p<0.001)ほど減少していた。これを脂肪量と除脂肪体重に分けてみると、脂肪量で4.1±2.0 kgの減少(p<0.001)が見られた。一方、除脂肪体重の変化は個人差が大きく、1 kg前後の減少に止まった選手がいる一方で、2 kg以上も除脂肪体重を減少させている学生もいた。この9名の除脂肪体重の平均は減量前と後では有意な差はなかった。しかし、アンケート調査から頭痛、イライラ等の症状を訴えるものが多く、ストレスが貯まっていると推測された。

II 血液生化学検査値

血液中の検査項目と結果は表3に示した。Student-t検定は試合前50日と試合前2日、試合前50日と試合50日後、試合前2日と試合50日後の3通りで行った。

総タンパク濃度は試合前50日と比較して試合前2日では有意に減少した(p<0.05)が、試合50日後には減量前の数値に回復していた。脂質関連項目ではトリグリセリドが試合前2日に試合前50日より

表3 減量前後での血液生化学検査値の変動

	試合50日前 (減量前)	試合2日前 (減量後)	試合50日後 (リバウンド期)
総タンパク濃度 (g/dl)	7.4±0.3	7.2±0.2 ★	7.5±0.2 ◆
トリグリセリド (mg/dl)	91.8±31.1	64.6±32.6 ★	61.9±20.1 **
総コレステロール (mg/dl)	184.2±26.1	176±24.3	185.4±24.2
HDL-コレステロール (mg/dl)	63.3±20.1	61.1±16.8	67.0±15.0
コルチゾール (μg/dl)	17.1±2.6	19.2±3.1	15.1±2.5 ◆◆

★：試合前50日vs試合前2日(p<0.05)
◆：試合前2日vs試合50日後(p<0.01)
◆◆：試合前2日vs試合50日後(p<0.01)
**：試合前50日vs試合50日後(p<0.01)

り有意に低下した ($P<0.05$)。これは試合50日後にも低下したままであった ($p<0.01$)。総コレステロール濃度とHDL-コレステロール濃度も試合前2日に減少する傾向があったが有意な差ではなかった。

血清コルチゾール濃度は試合前50日と比較して試合前2日では濃度が上昇していたが、統計的に有意水準まで到達しなかった。一方、試合前2日と比較して試合後50日目では血清コルチゾールの著しい低下が観察された($p<0.01$)。

減量のきつい群(体重の5%以上の減量を行った選手群)での生化学値の変動も全体とはほぼ類似の傾向で、特に違いは認められなかった。

Ⅲ 唾液中のIgA濃度の変化

唾液中のIgA濃度の変動を図2に示した。減量前(試合前50日)には $13 \pm 9.9 \mu\text{g/mg protein}$ の濃度であったが、減量後(試合前2日)には $10.1 \pm 10.2 \mu\text{g/mg protein}$ にまで減少していた。試合後50日目には再び $15.3 \pm 9.3 \mu\text{g/mg protein}$ と数値は回復した。しかし、統計的には有意な違いはいずれの場合も得られなかった。

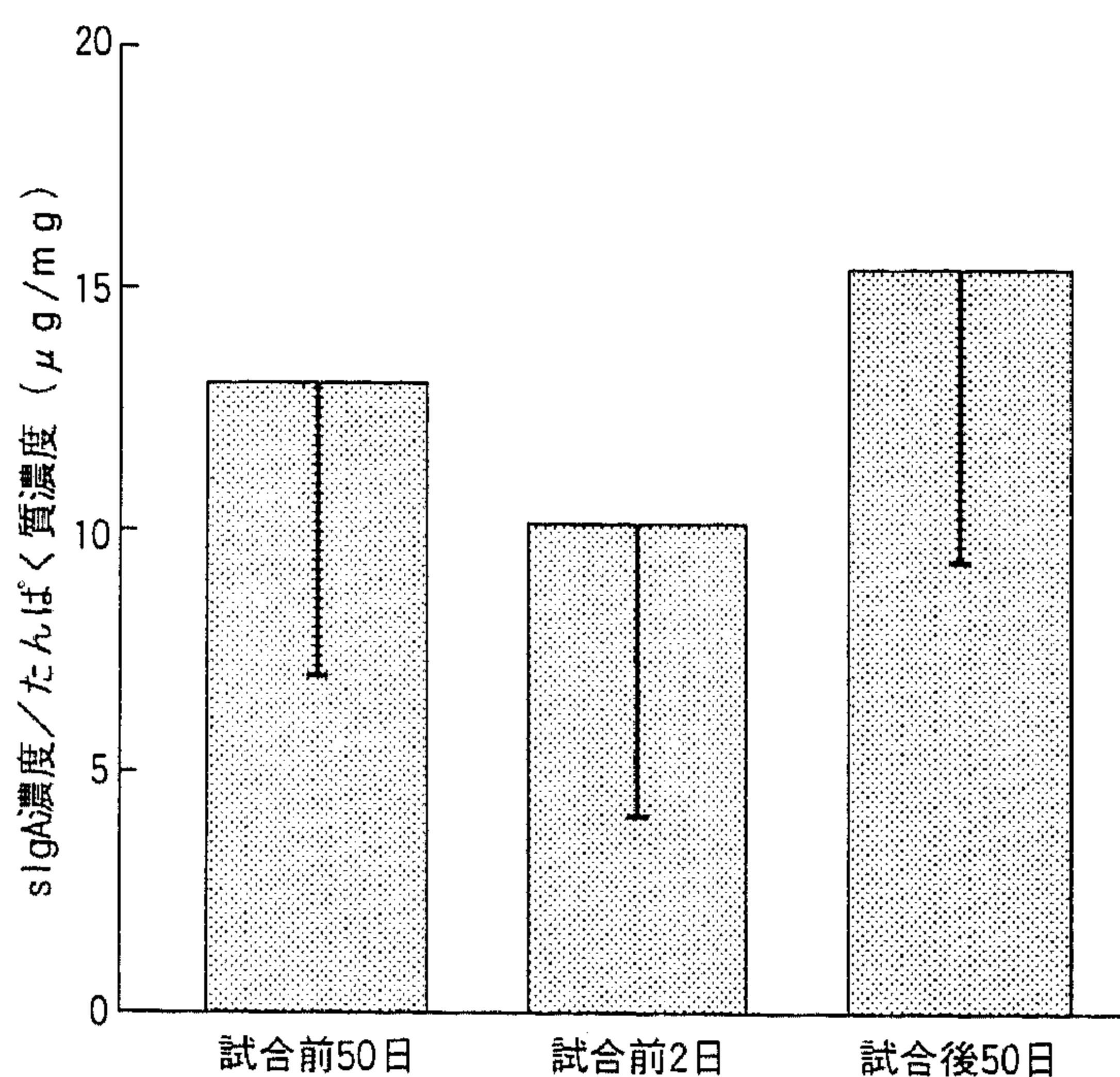


図2 唾液IgA濃度の変化

Ⅳ 血清コルチゾールと唾液IgA濃度の関連性

試合前50日(減量前)と試合前2日(減量後)との血清コルチゾールの増減量と唾液IgA濃度の増減量との関係について図3に示した。図に示すように血清コルチゾールと唾液IgAとの間には強い負の相関が見られた($y = -2.5568x + 5.4459$, $r = 0.8189$)。

考 察

本研究では柔道種目を取りあげ試合前後での免疫機能の変化に注目した。柔道は体重別種目であり、ウェイトコントロールが重要な課題である。試合前のコンディショニングづくりの時期に多くの選手は激しいトレーニングばかりでなく減量と闘わなくてはならない。従って試合前には肉体的・精神的ストレスが生じていて、生体にいろいろな影響を及ぼすと考えられる。今回の被験者は全員、試合のために減量が必要な選手ばかりであったが、特にその中の6割の選手は体重の5~10%の減量をしなくてはならない者たちであった。この調査にあたって事前に管理栄養士からきめ細かな栄養指導を行い、減量の実施の参考にさせた。その結果、脂肪量は有意に減少したが、除脂肪体重は2%減にとどまることができた。また、リバウンドの時期として試合50日後を選択したが、減量時の体重を維持しているものが14名中9名おり、体重の平均値も減量前と比べて有意に減少したま

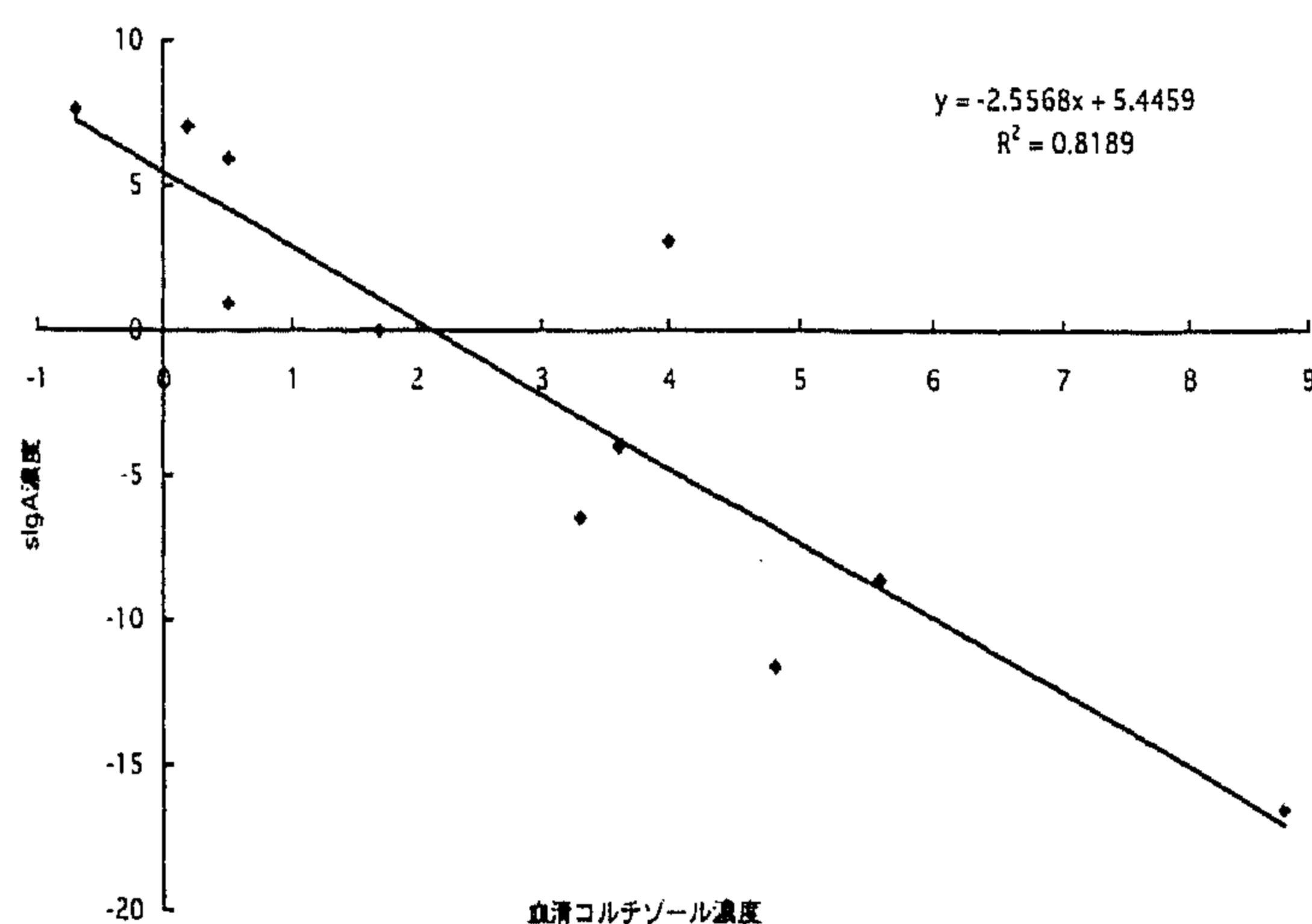


図3 血清コルチゾールと唾液IgA濃度の相関

までであった。これは試合後も定期的に体脂肪率を測定したり管理栄養士による適切なアドバイスを実施したため、学生自身の自覚を促し食生活の質の向上が計られた結果であると考えられる。このことは柔道選手に止まらずスポーツ選手全般に当てはまるべき事柄であり、今後も選手を対象とした定期的な身体計測や管理栄養士による食事調査が望まれる。

血液生化学値では試合前2日(減量後)にトリグリセリドが減少していたが、総コレステロール濃度には違いは見られなかった。木村ら⁴⁾も柔道男子選手の減量前後で同様の結果を得ている。試合終了50日を経ても体重減少は続行していてトリグリセリドの数値も減少したままであった。本実験ではリポタンパクの分画まで検討していないのでトリグリセリドが外因性なのか内因性なのか判定できない。しかし、早朝朝食前に採血しているのでVLDL中のトリグリセリドと考えられる。したがって減量とともにVLDLが減少したため、血清中のトリグリセリドが低下したと考えられる。

コルチゾールはストレス時に分泌量が増加する事で知られている副腎皮質ホルモンである。今回の実験結果からはストレスの原因については判別できないが、試合前2日でのコルチゾールの上昇から生体にかかなり大きなストレスがあったと考えられる。このことは試合50日後の測定では有意に減少していたことから伺える。

また、今回の実験から唾液中のIgA濃度が減量後(試合前2日)に減少し、回復期(試合50日後)に増加する傾向が見られた。しかも、コルチゾールと唾液中のIgA濃度とは強い負の相関が認められた。コルチゾールに関してはリンパ球増殖反応を抑制作用があることをCannonら¹⁾は報告している。つまり、減量等のストレスに生体が対抗しようとしてコルチゾールが多量に分泌され、その結果、IgA抗体産生細胞の増殖が阻止され、唾液中のIgA濃度が低下したと考えられる。したがって本研究において免疫系と内分泌系との関連の一端が示されたと考えられる。

近年、免疫系は独立した機構ではなく、神経系や内分泌系との相互作用によって作働していることが明らかにされつつある。したがって、運動による免疫機構の変化を考える上でも3つの系との連動を絶えず考慮する必要がある。例えば、生体にはサイトカインネットワークが存在する。サイトカインは細胞間の相互作用を担っている生理活性物質である。なかでもインターロイキン-1(IL-1)は中枢神経系に作用し、免疫系と内分泌系の相互作用を助ける事が知られている。今後はサイトカインネットワークに注目し、運動による免疫系の変化を神経系、内分泌系との関連において明らかにしていくつもりである。

ま と め

柔道女子選手の血液・唾液の生化学値を減量前、減量後(試合前2日)、試合50日後の3回測定し変化を調べた。

- 1) 減量して体脂肪は17%減少したが、除脂肪体重は2%減であった。
- 2) 血清中のトリグリセリド、総タンパク濃度は減量前に比べて減量後は有意に減少した。一方、血清コルチゾールは試合前に上昇し、試合50日後には有意に低下していた。
- 3) 唾液中のIgA濃度は減量後減少し、試合50日後では増加していた。
- 4) 減量前後でのコルチゾールと唾液IgA濃度の増減には負の相関があり、神経系内分泌系の影響がサイトカインネットワークを通じて免疫機構に及ぼされたと考えられる。

本研究は体育学部附属体育研究所の平成7年度研究助成並びに平成7年度文部省科学研究助成によって実施した。

引 用・参考文献

- 1) Cannon J.G., Evans W.J., : Physiological mechanisms contributing to increased interleukin-1 secretion. J. Appl.

- Physiol, 61:1869-1874,1986.
- 2) 木村勝範, 古賀稔彦他: 大学柔道選手の減量時における血液生化学検査値の検討, 体力科学, 44:775, 1995.
 - 3) Mackinnon, L.T., and D.G.Jenkins: Decrease salivary immunoglobulins after intense interval exercise before and after training, Med.Sci. Sports Exercise., 25:678-683,1993.
 - 4) McDowell S. L., Chaloa K., Housh T.J., Tharp G.D. and Johnson G.O.:The effect of exercise intensity and duration on salivary immunoglobulin A, Eur Appl Physiol, 63:108-111,1991.
 - 5) 内藤祐子, 峯岸由紀子, 新谷益朗, 市川公一: 運動による唾液中の免疫物質の変化について, 国士舘大学体育研究所報, 13:11-16,1994.
 - 6) Schouten W.J., Verschuur R., et al. :Habitual physical activity, strenuous exercise and salivary immunoglobulin A levels in young adults: The Amsterdam growth and health study. Int J. Sports Med, 9:289-293,1988.
 - 7) Tharp,GP. Barnes M: Reduction of immuno globulin A by swim training, Eur J Appl Physiol, 60:61-64, 1990.
 - 8) Tomasi T.B., Trudeau F.B., et al.:Immune parameters in athletes before and strenuous exercise. J. Clin. Immunol. 2:173-178,1982.
 - 9) 渡辺 剛, 峯岸由紀子, 内藤祐子, 市川公一: 舒心平血功が生体に及ぼす影響, 国士舘大学体育研究所報, 10,11:25-34,1992.
 - 10) 渡辺 剛, 峯岸由紀子, 内藤祐子, 市川公一: 導引保健功が良導絡および唾液成分の変化, 国士舘大学体育研究所報, 12:27-43,1993.