高強度・長時間運動による摂取水分の量及び組成の違いが 尿酸代謝に及ぼす影響

高西敏正^{*1,4}, 木村直人^{*2}, 伊藤孝^{*2},
諸富嘉男^{*3}, 井谷徹^{*4}

^{*1}大阪府立大学総合科学部, ^{*2}日本体育大学衛生学公衆衛生学教室,

^{*3}日本体育大学健康教育学教室, ^{*4}名古屋市立大学医学部衛生学教室

The Effects of Fluid Ingestion and its Composition on Uric Acid Metabolism during High Intensity Long Term Exercise.

Toshimasa TAKANISHI^{*1,4}, Naoto KIMURA^{*2}, Takashi ITO^{*2},
Yoshio MOROTOMI^{*3} and Toru ITANI^{*4}

^{*1} College of Integrated Arts and Sciences, Osaka Prefecture University, Sakai

^{*2} Department of Public Health and Preventative Medicine, Nippon Sport Science University, Tokyo

^{*3} Department of Health Education, Nippon Sport Science University, Tokyo

^{*4} Department of Hygiene and Occupational Health, Nagoya City University Medical School, Nagoya

Abstract The purpose of this study was to analyze the effects of fluid ingestion and its composition on uric acid metabolism after exercise. Six healthy males volunteered for the study which was comprised of three different experiments; Exp.1, Exp.2, and Exp.3. In all the experiments, subjects performed treadmill exercise (70%VO₂max) for 70 minutes respectively. For seven hours after exercise, subjects ingested mineral water at 10°C ad-lib in Exp.1, 1.5 times the volume of mineral water consumed in the first experiment in Exp.2, and the same volume of sports drink as in the first experiment in Exp.3. No significant differences were observed in oxygen uptake and heart rate during exercise among the three experiments, so it was considered that the produced serum uric acid (SUA) levels in the three experiments were about the same level. However, the decrease in SUA, urinary uric acid excretion (UUA), clearance of uric acid (CUA) and fractional excretion of uric acid (FEUA) in Exp.3, in which the sports drink was consumed instead of mineral water were higher than in Exp.1 and Exp.2. On the other hand, no significant differences were found in Exp.2 and Exp.3. A significant relationship between UUA and FEUA was found among the three experiments, while there was no correlation between UUA and urine volume.

These results show that; 1) the sports drink ingestion can increase the efficiency of recovery from high serum uric acid after exercise, 2) the increase in uric volume due to high mineral water intake does not elevate UUA, and 3) the increase in UUA due to sports drink ingestion was associated with the increase of FEUA.

Key words: Uric acid (尿酸), Urinary uric acid excretion (尿中尿酸排泄量),
Exercise (運動), Fluid ingestion (水分摂取量), Fluid composition (水分摂取組成)

緒言

高齢化社会の到来や国民の健康意識の高まりなどの中で、厚生省は、1988年にアクティブ80ヘルスプランを発表し栄養・運動・休養という健康づくりの3要素を中心とした健康の保持増進に関わる施策を展開している。運動については、健康づくりのため

の運動所要量や運動指針の提示を行って、日常生活での運動習慣の確立について展開を図っている¹⁾。しかし、運動は個々人の体力や健康状態を考慮して実施することが重要であり、過度な運動は、かえって、健康を損ねる原因ともなりえる。例えば、虚血性心疾患などの原因によるトレーニング中の突然死、オーバートレーニングなどによる腰、膝、肘などの運

Reprint requests to: Toshimasa Takanishi, College of Integrated Arts and Sciences Osaka Prefecture University, 1-1 Gakuen-chou Sakai-shi Osaka 599-8531, Japan

動器官の障害など過度の運動は様々な健康障害を引き起こしている²⁾。

また、伊藤ら³⁾は、激運動後は、血清尿酸値が増加し、その後24時間たっても運動前値に戻らないことがあると報告している。さらに、長期間にわたる激しいトレーニングは、高尿酸血症や痛風を引き起こす可能性があると言われている⁴⁾。現に、東京オリンピックの選手の内、49%が高尿酸血症であるという報告もある⁴⁾。このように高尿酸血症も運動により惹起する健康障害の原因の一つになりえると考えられる。したがって、健康管理の立場から見ると、運動による高尿酸血症を防ぐために、高値になった血清尿酸値を速やかに正常範囲内 (7.5mg/dl 以下)に戻す必要がある。一般に、尿酸はその大半が尿として生体外への排泄されることが知られている^{5),6)}。しかしながら、高強度の運動では、筋におけるプリンヌクレオチド分解に伴い尿酸産生が亢進することに加え、多量の発汗などによる体水分量の損失、腎血流量の減少のため⁷⁻⁹⁾腎機能が低下し尿中への尿酸排泄が抑制され高尿酸血症が持続するすると考えられている^{10),11)}。したがって、運動によって上昇した血清尿酸値をより速く正常値に戻すためには、尿中への尿酸排泄を促進させる対策を講ずることが必要と思われる。

激運動後高値になった尿酸を尿中へ多く排泄するために、軽運動^{4),12-14)}や水分摂取^{15),16)}などが有効であり、特に、スポーツドリンクは、尿酸の排泄を顕著に高めることが報告されている¹⁶⁾。しかし、水分の摂取量や組成の違いが、運動後の尿中への尿酸排泄動態に及ぼす影響について検討した報告はあまり見あたらない。

そこで本研究では、運動後の水分摂取が、尿中への尿酸排泄に与える影響について、回復過程での水分の摂取量、および摂取水分の組成による尿酸排泄量の差異を明らかにし、運動後の尿酸排泄促進の機序について検討することを目的とした。

方 法

被検者は、日頃運動習慣をもたない健康な男性6名である。各被検者の身体的特徴をTable1に示した。

Fig.1は、実験のプロトコルを示したものである。

Table 1 Physical characteristics of subjects.

Subject	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	%fat (%)	$\dot{V}O_{2\text{max}}$ (ml/kg/min)
T.T	24	171	65.3	13.9	62.8
T.T	26	173	61.7	12.7	55.0
Y.M	22	170	59.4	10.9	62.0
N.K	30	167	59.7	9.5	54.4
T.I	26	178	70.1	10.4	53.0
M.T	27	174	68.5	9.5	56.2
Mean	25.9	172.2	64.1	11.2	57.2
$\pm$ S.D.	2.7	3.8	4.6	1.8	4.1

実験に先立ち、血清尿酸値に及ぼす食事の影響を少なくするために、前日よりプリン体の多いものや、アルコールの摂取を禁止し、前日午後10時以降の飲食も禁止した。また、運動後5時間目の食事 (図中 meal) は、3実験とも同じ内容の食物を摂取させた。さらに、実験当日の栄養摂取量 (摂取カロリー、タンパク質量など)を四訂食品成分表¹⁷⁾、市販食品成分表¹⁸⁾を用いて算出した。

実験は、まず運動性高尿酸血症を引き起こすために、被験者に座位安静を60分間行わせた後、排尿・排便後、体重を測定し、室温 15°C 、湿度60%の環境に設定した人工気象室で、トレッドミルにて、傾斜3%、 $70\%\dot{V}O_{2\text{max}}$ に相当する30分間のランニングを10分間の 120m/min のジョギングをはさんで2回実施した。その後、24時間まで連続的に採血、採尿を実施し尿酸動態の変化を追跡した。

実験は、Fig.1に示した通り、運動後7時間目までに摂取する水分の違いにより、3回実施した。

実験1：運動後7時間目まで、水温約 10°C のミネラルウォーター (カルシウム 0.0024% 、ナトリウム 0.0018% 、マグネシウム 0.00057% 、カリウム 0.00003% 、 pH は7.1)を自由摂取。その後24時間目まで自由飲水。

実験2：実験1の摂取量の1.5倍のミネラルウォーターを運動後7時間目まで実験1と同時間内に摂取。その後24時間目まで自由飲水。

実験3：実験1と同量のスポーツドリンク ((クエン酸ナトリウム、塩化ナトリウム、塩化カリウム、乳酸カルシウムおよび塩化マグネシウム) 0.14% 、糖類 6.2% 、ビタミンC 0.05% 含有、 pH 3.5)を運動後7時間目まで実験1と同時間内に摂取。その後24時間目まで自由飲水。

また、実験1を実施した後、少なくとも1週間以上の間隔を開けて次の実験を実施した。

運動中の酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$)はダグラスバック法にて5分ごとにそれぞれ測定し、心拍数は、スポーツテスターにて連続測定した。さらに、運動前後にそれぞれ体重を精密体重計 (METTLER MultiRange ID5)で測定した。安静時の採血・採尿は、早朝空腹状態で

Fig. 1 The schedule of the experiments.

にて実験室に来室後、排尿させ水200mlを飲水させた。60分間の座位安静を保持させた後、採血・採尿を行った。運動負荷後の採血は、Fig.1に示したように、運動直後、運動終了後1, 2, 3, 5時間目及び24時間目に肘関節正中皮静脈より約8mlを採取した。また、採尿は、運動直後および運動終了後1~7時間目までは1時間ごとに、さらに、7~23時間目、23~24時間の尿をそれぞれ採取した。

また、運動負荷を実施していない状態の尿酸排泄量の測定は、24時間の蓄尿を2日間行い、その平均値をControlとした。

測定項目は、血清および尿中尿酸(酵素法)、血清および尿中クレアチニン(jaffe法)、血漿アンモニア(酵素法)については分光光度計(日立社製 Model 100-10型)を用いて比色定量した。血漿乳酸(酵素法)は生化学自動分析機CL-7000(島津製作所製)で、尿中oxypurinesは、高速液体クロマトグラフィー法を用いて分析を行った。また、ヘマトクリット値(毛細管法)、尿量、尿pH(pHメーター)および尿定性試験としてBMtest 6-II(ペーリンガー・マンハイム社製)を使用してタンパク、糖、ケトン体、ウロビリノーゲン、潜血についても併せて測定した。

尿酸クリアランス、クレアチニンクリアランス、クリアランス比および単位時間あたりの尿中尿酸排泄量は中村ら^{19,20)}の計算式を用いて算出した。

結果はすべて、平均値±標準偏差で示した。統計処理は、実験1, 2, 3の3実験間および3実験と運動を負荷しないcontrol実験との間でstudentのt-testにより行い $p < 0.05$ を有意水準とした。

Fig. 2 Changes in plasma ammonia (A) and lactate (B) during the experimental period. Each point was expressed by mean $\pm$ S.D. of 6 subjects.
* $p < 0.05$: Exp.2 vs Exp.3

結 果

各被検者の実験当日の栄養摂取量は、エネルギー摂取量: 23.0~28.7kcal/kg, 総タンパク質量: 0.9~1.2 g/kg, 総脂肪量: 0.7~1.0 g/kg, 糖質: 3.8~4.9 g/kg, タンパクカロリー比: 14.8~18.8%, 脂肪カロリー比: 平均25.3~29.6%, 糖質カロリー比: 平均54.4~56.2%であり、全ての項目で3実験間に有意な違いはみられなかった。

また、運動中の $\% \dot{V}O_{2max}$ は、70.8~71.7%であり、3実験間で有意な差は認められなかった。体重減少量についても、3実験とも平均1.1kg, 減少率にして平均1.8%程度であった。

水分摂取量は、自由摂取である実験1が、運動後5時間目で平均696.7 $\pm$ 141.7ml, 運動後7時間目では平均920.0 $\pm$ 224.5mlであり、それは、体重減少量の約63%の摂取量であった。運動開始24時間の総水分摂取量は、実験1で1936.7 $\pm$ 568.0ml, 実験2では2495.0 $\pm$ 561.1ml, 実験3では2368.0 $\pm$ 731.3mlであった。

Fig.2は、実験中の血漿アンモニア値および血漿乳酸値の変動を運動前値を基準として、その変化量で示したものである。血漿アンモニア値、乳酸値ともに運動直後にピーク値を示し、それぞれ133~150 μ g/dl, 20~23.9ml/dlと同程度の値であった。また、その後の回復過程で、アンモニア値は、運動後1時間目に3実験とも運動前値まで回復を示した。一方、実

Fig. 3 Changes in serum uric acid (A) and urinary uric acid (B) during the experimental period. Each point was expressed by mean $\pm$ S.D. of 6 subjects.
† $p < 0.05$: Exp.1 vs Exp.2
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$: Exp.1 vs Exp.3
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$: Exp.2 vs Exp.3

験1, 2の乳酸は, 運動後1時間目に運動前値レベルまで回復したが, 実験3では回復の遅延が認められた。

ヘマトクリット(Ht)値では, 3実験ともに運動後約1%の上昇が認められた。その後, 実験1では運動前値までの回復がみられなかったが, 実験1の1.5倍摂取した実験2と, 実験3では, 運動後2時間目に運動前値まで回復した。

Fig.3-(A)は, 血清尿酸値(SUA)の変化量を示したものである。3実験における運動前値は, いずれも正常範囲内(7.5mg/dl以下)の値であった。運動後の血清尿酸のピーク値は各実験間で同程度であり, +0.7~0.8mg/dlの上昇が認められた。尿酸の前駆物質であるoxypurinesの尿中排泄量では, 3実験とも運動後1時間目にそれぞれ同程度の最大値(+0.011~0.023mg/min)がみられ, また24時間の総排泄量でも, 各実験間には差異は認められなかった。

ピーク後の回復過程における血清尿酸値は, 実験1, 2で, その増大が運動後3時間目まで持続し, 運動後5時間目においても運動前値まで回復しなかったのに対して, 実験3では, 運動後3時間目に運動

前値まで回復し, 実験1, 2に比べて有意($p < 0.05$)な低値を示した。

また, Fig.3-(B)に示した1分間あたりの尿中尿酸排泄量(UUA)は, 3実験とも運動直後に低下し, その後, 運動前値まで回復する傾向を示した。しかし, 実験3では, 他の2実験に比べて回復が速く, 運動後2時間目より6時間目まで, 実験1, 2に比べ有意($p < 0.05 \sim 0.01$)に高値を示した。さらに, 24時間の総排泄量をみると, 実験1では 503.4 ± 83.7 mg, 実験2では 505.3 ± 100.9 mgであったのに比べて, 実験3では 564.5 ± 83.9 mgと多く, 運動負荷を行わなかったControlの排泄量(510.5 ± 62.5 mg)よりも高値を示した。

腎における尿酸排泄の指標である尿酸クリアランス(CUA)の結果をFig.4-(A)に示した。3実験ともFig.3-(B)に示した尿中尿酸排泄量と同様に, 回復過程において, 実験1, 2に比べて実験3が有意($p < 0.05 \sim 0.01$)に高値を示した。

また, Fig.4-(B)に示したクレアチニンクリアランス(CCr)は3実験間で運動直後に最も低下したが, 実験3では, 運動後2時間目以降他の2実験に比べて高値を示した。また, CUAをCCrで除したクリアランス比(CUA/CCr)をFig.4-(C)に示した。CUAと同様に実

Fig. 4 Changes in clearance of uric acid (A), creatinine clearance (B) and clearance rate (C) during the experimental period. Each point was expressed by mean $\pm$ S.D. of 6 subjects.

$^{\dagger} p < 0.05$, $^{**} p < 0.01$: Exp.1 vs Exp.3
 $^{*} p < 0.05$, $^{**} p < 0.01$: Exp.2 vs Exp.3

Fig. 5 Changes in filtered uric acid (A) and fractional excretion of uric acid (FEUA) (B) during the experimental period. Each point was expressed by mean $\pm$ S.D. of 6 subjects.

The filtered uric acid was calculated as follows:

$$\text{Filtered uric acid (mg/min)} = \text{creatinine clearance (ml/min)} \times \text{serum uric acid (mg/dl)}$$

The FEUA was calculated as follows:

$$\text{FEUA (\%)} = 100 - ((\text{filtered uric acid} - \text{urinary uric acid}) / \text{filtered uric acid} \times 100)$$

$^{\dagger} p < 0.05$: Exp.1 vs Exp.2

$^{*} p < 0.05$: Exp.1 vs Exp.3

$^{*} p < 0.05$: Exp.2 vs Exp.3

Fig. 6 The relationship of urinary uric acid to fractional excretion of uric acid (FEUA) during the experiment.

験3が他の2実験に比べて高値を示した。

腎での排泄機序をみるために尿酸の糸球体濾過量 (FUA=CCr×SUA) をFig.5-(A)に、尿酸の排泄率 (FEUA(%)=100-((糸球体濾過量-尿中尿酸排泄量)/糸球体濾過量×100)) をFig.5-(B)にそれぞれ示した。糸球体濾過量では3実験とも運動直後に低下を示し、その後も同様な傾向を示した。一方、排泄率を見ると、実験3では、運動直後に低下を示したが、運動後2時間目以降、他の2実験に比べて高値を示した。

尿pHでは、3実験ともpH6~7の範囲内であった。また、単位時間あたりの尿中尿酸排泄濃度および尿量では、スポーツドリンク摂取である実験3の排泄濃度が平均100mg/dl程度で、他の2実験に比べて高い傾向にあった。一方、実験2では、単位時間あたりの尿量は水分摂取に比例して全体的に多いが、尿中尿酸排泄濃度は、50mg/dl程度であり、3実験の中で最も低値を示した。また、3実験における各被検者の24時間の総尿量は、実験1で965±470.9ml、実験2では1,394±742.6ml、実験3では951.9±419.6mlであり、水分摂取量が最も多かった実験2において、尿量も大であった。

Fig.6に尿中尿酸排泄量と尿酸の排泄率との相関関係を示した。3実験とも有意 ($p<0.01$) な正の相関関係が認められた。しかしながら、尿中尿酸排泄量と血清尿酸値および尿量との間には有意な関係は認められなかった。

また、尿の定性試験のうち、ケトン体の陽性反応が実験1と実験2の運動後2時間目から6時間目にかけてみられた。個人別にみると、6名中、実験1で3名、実験2で4名それぞれ陽性反応が認められた。その他の項目に関しては、ほとんど変化がみられなかった。

考 察

運動性高尿酸血症の発現については、尿酸の過剰産生と腎からの排泄低下のどちらか一方、またはそ

の両者に起因すると報告されている^{21)~23)}。過剰産生については、運動強度、運動時間の増加にともない、purine nucleotide cycleが亢進し、その結果、尿酸産生が増大するとされている^{5),24),25)}。

本研究における運動強度は、3実験ともに70% $\dot{V}O_{2max}$ 前後であり、また、Fig.3-(A)に示したように運動後の血清尿酸値や尿中oxypurines値の上昇も同程度であったことから、尿酸の産生については、3実験とも同程度であったことが考えられる。しかし、尿酸排泄については、スポーツドリンク摂取による実験3が実験1、2に比べて高値を示し、高尿酸血症の前値への復帰が速かった。尿酸排泄の増加については、御巫²⁶⁾は水分摂取の重要性を、また、伊藤ら¹⁶⁾は水摂取よりスポーツドリンク摂取がより効果的であることを示唆している。しかし、最も望ましい量と組成の検討やそれにおける尿酸排泄促進のメカニズムについては明らかでない。

腎からの尿酸排泄を低下させる要因として、①体液量の減少、脱水、②腎血流量の低下、③糸球体濾過量の低下、④ケトン体、乳酸などに起因した代謝性アシドーシスによる尿細管からの濾過の低下などがあげられている^{27),28)}。本研究の実験2、3においては、実験1に比べてHtの早期回復傾向が同様にみられたが、実験2の尿中尿酸排泄量は、実験1と有意な差が認められなかった。さらに、実験3のCCrは、実験1、2に比べて運動後3時間目に高値を示したものの、尿酸の糸球体濾過量 (CCr×SUA) では、3実験に顕著な差は見られなかった。これらのことから、実験3の尿中尿酸排泄量の促進は、脱水からの早期の体液量回復により、腎血流量が増加し、腎を通過する尿中尿酸量が増加したためではないことが示唆される。

また、尿酸排泄を増加させる要因として、西沢ら²⁹⁾は水分摂取量を多めに摂取し尿量を1日2000mlを越えるようにする必要があると報告しており、また、木村ら³⁰⁾の尿量の多いものほど尿酸の排泄も増加する傾向にあると報告している。しかし、本研究での実験1と実験3での摂取する水分の質の違い (ミネラルウォーターとスポーツドリンク) では、単位時間あたりの尿量に違いはみられなかったものの、尿中尿酸排泄濃度は、実験3が、実験1に比べて高値を示した。その結果、排泄量も実験3で増大がみられた。それに対して、実験1と実験2での摂取する量の違いでは、単位時間あたりの尿量が水分摂取量に比例して増大を示したものの、逆に、尿中尿酸排泄濃度では、実験2が実験1に比べて低値を示し、尿中への排泄量自体にも著しい増大は認められなかった。また、尿量と尿中尿酸排泄量には有意な相関は認められなかった。このことは、伊藤らの多量の水分摂取は尿量のみ増加となり尿酸の排泄量は水分摂取量に必ずしも比例しないという報告¹⁶⁾と一致する。し

たがって、本実験より得られた結果から、単に、ミネラルウォーターのみの摂取量増大は尿量を増大させるにとどまり、このことが、尿酸排泄量の増大には必ずしも結びつくのではないことが示唆される。したがって、高尿酸血症の改善を計るためには、単に尿量を増加させるよりも、むしろ尿酸の排泄濃度を高くすることが重要と考えられる。

腎における尿酸排泄は、four-component-systemと呼ばれる、①糸球体での濾過、②近位尿細管における再吸収、③遠位尿細管における分泌、④分泌後の再吸収、により調節されている^{28),31),32)}。糸球体で濾過された尿酸が、尿細管で分泌、再吸収をへて、どの程度排泄されたかを見る糸球体での尿酸の排泄率 (Fig.5-(B)) は、実験3で、実験1、2に比べて、運動後に高く、特に運動後5時間目では、他の2実験との間に有意差が認められた。また、Fig.6に示したように尿中尿酸排泄量と尿酸の排泄率には有意な相関が認められ、尿中尿酸排泄量の増加は、尿酸の排泄率の増加に起因することが示された。

尿酸は、尿酸塩 (尿酸ナトリウム、尿酸カリウムなど) として主に尿中に排泄されている³⁰⁾。伊藤らは、水摂取よりもスポーツドリンク摂取の方が運動後、尿中ナトリウム、尿中カリウムなどの尿中電解質の排泄量が多いことを報告している¹⁶⁾。さらに、尿酸は尿酸単体としてよりは、むしろ尿酸ナトリウムなどの尿酸塩の形の方がはるかに尿中の溶解度は高い³⁴⁾。したがって、実験3で示された尿中尿酸排泄量の増加は、スポーツドリンク摂取により、血中の電解質濃度が一定のレベル以上に上昇し、それ以上に摂取したナトリウム、カリウムなどの電解質が尿酸イオンと結合して、尿中に多く排泄されたためと推察される。

以上の結果から、尿中尿酸排泄量の増加は、摂取する量よりも組成に起因するものと考えられる。このスポーツドリンクの摂取による尿中尿酸排泄量の増加は、体液量回復による腎血流量の増加よりも、主に尿細管による尿酸排泄率の増加に関与することが示唆された。

要 約

本研究は、健康な男性6名を対象とし、トレッドミル走で70% $\dot{V}O_2$ maxの運動を30分間×2セット行い、運動後の回復過程による尿酸排泄に及ぼす水分の摂取量および組成による差異を明らかにし、運動後の尿酸排泄機序について検討を加えた。結果は以下の通りである。

1) 運動後の血清尿酸値の回復過程では、ミネラルウォーターを摂取した実験1、2では運動後3時間目まで、最大値が持続し、5時間目においても運動前値レベルまでの回復はみられなかった。しかし、スポーツドリンクを摂取した実験3において運動後

3時間目に実験1、2に比べて有意 ($p<0.05$) な低下を示し運動前値まで回復した。

2) 腎からの尿酸排泄の指標である、尿酸クリアランス、クリアランス比は、ともに、スポーツドリンク摂取である実験3で、実験1、2に比べて運動後2時間目より著明に上昇し、運動前値まで回復した。

3) 尿酸の腎糸球体濾過量では、3実験間とも同様な傾向を示したが、尿酸の排泄率では、実験3で運動後2時間目以降他の2実験に比べて高値を示した。また、尿中尿酸排泄量と腎での尿酸排泄率との間には、有意な相関が認められた。

以上本実験の結果から、スポーツドリンクの摂取が尿酸排泄促進に有用であることが示唆された。また、この尿中尿酸排泄量の増加は、体液量回復後による腎血流量よりも、主に尿細管による尿酸排泄率の増加によることが示唆された。

謝 辞

本研究にあたり、便宜を提供され、かつ研究遂行上、多大のご援助を賜った、日本体育大学広田公一名誉教授、須藤裕美子臨床検査技師、京都工芸繊維大学芳田哲也助教授に謝意を表します。

文 献

- 1) 財団法人厚生統計協会. 国民衛生の動向・厚生
の指標. 東京: 財団法人厚生統計協会, 1996;
43(9): 90-4.
- 2) 日本医師会. 健康運動のガイドライン. 東京:
日本医師会, 1994: 2-3.
- 3) 伊藤 朗, 三上俊夫, 丹 信介, 後藤浩史, 井川幸
雄. 各種運動時の血清尿酸値の動態. 尿酸
1984; 8: 38-45.
- 4) 伊藤 朗. 図説・運動生化学入門. 東京: 医歯
薬出版株式会社, 1990: 71-86.
- 5) 嶺尾郁夫, 川知雅典, 河野典夫, 垂井清一郎. 筋原
性高尿酸血症. 日本臨床 1991; 49(5): 59-65.
- 6) 神宮司禎巳, 加賀美年秀. 高尿酸血症の成因と病
型分類. 日本臨床 1991; 49(5): 32-40.
- 7) 赤塚 章, 北川照男. 腎臓. 最新医学 1988;
43: 2135-40.
- 8) 井川幸雄. 運動と腎機能-1. 健常者を中心に-.
臨床スポーツ医学 1989; 6: 245-51.
- 9) 鈴木政登. 運動と腎機能. 臨床スポーツ医学
1984; 1: 661-7.
- 10) 秦野伸二, 小笠原正志, 伊藤 朗. 運動性高尿酸
現象の発現機序. 日本生理誌 1987; 49: 151-9.
- 11) 伊藤 朗, 田崎洋佑, 岩本圭史, 吉野芳夫. 高尿酸
血症者の運動処方. 運動処方研究 1982: 193-215.
- 12) 三上俊夫, 鈴木正敏, 後藤浩史, 丸山剛生, 佐藤貴
樹, 丹 信介, 伊藤 朗. 激運動後の軽運動が体内

- 尿酸バランスに及ぼす影響. 体力科学 1984 ; 33 : 348.
- 13) 小笠原正志. 軽運動後にみられる尿量の増加及び尿pHの上昇. 福岡体育学研究 1990 ; 20 : 99-107.
- 14) 曲 剛健, 伊藤 朗. 尿酸代謝 (高尿酸血症, 痛風) 各論(1). 臨床スポーツ医学 1995 ; 12 : 894-7.
- 15) 伊藤 朗. スポーツ活動後にスポーツ飲料を摂取させた場合の血中・尿中化学成分値の変化. 昭和56年度日本体育協会スポーツ科学研究報告書 1982 : 29-46.
- 16) 伊藤 朗. 運動性高尿酸現象に及ぼすスポーツ飲料の影響. 昭和57年度日本体育協会スポーツ科学研究報告書 1983 : 29-42.
- 17) 香川 綾: 四訂食品成分表. 東京: 女子栄養大学出版部, 1988.
- 18) 香川 綾: 市販食品成分表. 東京: 女子栄養大学出版部, 1986.
- 19) 中村 徹, 田中経雄. 尿酸動態検索法としての尿酸クリアランス試験. 日本臨床 1991 ; 49(5) : 15-24.
- 20) 中村 徹, 田中経雄. 尿酸の排泄. 臨床検査 1993 ; 37 : 247-51.
- 21) 織田敏次. 内科セミナーMET 4 - 痛風 -. 東京: 永井出版, 1979. 57-71.
- 22) Hadano Shinji, Sakai Satoshi, Ogasawara Masashi and Ito Akira. Effects of exercise intensity on purine catabolism. 体力科学 1988 ; 37 : 225-33.
- 23) Howard, J., Green, H. J., Ian G, Fraser., Differential effects of exercise intensity on serum uric acid concentration. Med.Sci.Sports Exerc 1988 ; 20 : 55-9.
- 24) 小笠原正志, 秦野信二, 春日井敦夫, 伊藤 朗, 井川幸雄. 運動強度の差がammonia及びoxypurines動態に及ぼす影響. 体力科学 1988 ; 37 : 85-92.
- 25) Lowenstein.J.M. The Purine Nucleotide Cycle Revised. Int.J.Sports Med 1990 ; 11 : S37-S46.
- 26) 御巫清允. 痛風. 新臨床医学文庫 5. 東京: 金原出版, 1976 : 56.
- 27) 板倉光夫. 腎における尿酸輸送機構と排泄低下型高尿酸血症. 日本臨床 1991 ; 49(5) : 66-70.
- 28) 細谷龍男, 田部 晃, 岡部英明, 佐治正勝. 尿酸排泄低下の機序. 高尿酸血症と痛風 1993 ; 1 : 27-32.
- 29) 西沢常男. 高尿酸血症・痛風の食事療法: 基本と実際. 日本臨床 1991 ; 49(5) : 118-23.
- 30) 木村直人, 伊藤 孝. 運動選手の尿酸動態に関する研究. 日本体育大学紀要 1991 ; 20 : 137-44.
- 31) 後藤浩史, 伊藤 朗, 三上俊夫. 腎の尿酸排泄に与える運動の影響. 日本生理誌 1989 ; 51 : 208-20.
- 32) Levinson.D.J and Soorensen. L.B. Renal handing of uric acid in normal and gouty subjects ; evidence for a 4-component system. Annalas of the Rheum atic Diseases 1980 ; 39 : 173-9.
- 33) 鎌谷直之. 高尿酸血症の定義と血清尿酸測定法. 日本臨床 1991 ; 49(5) : 10-4.
- 34) 清水 徹, 松繁 洋, 西川美年子, 本田光世. 尿酸の溶解性の諸条件と高尿酸尿症. 第26回プリン・ピリミジン代謝学会総会プログラム・抄録集 1993 : 25-6.
- (受付 1997年8月13日 受理 1998年4月20日)