

高尿酸血症の運動処方に関する研究

最大運動後の軽運動負荷が運動性高尿酸現象に及ぼす影響

伊藤 朗・有常 洋一郎・春日井 淳 夫
新井 恵美*・田崎 洋 佑

Exercise Prescription for Hyperuricemia

Effect of Light Exercise after Maximal Exercise on Exercise-induced Hyperuricemia

Akira ITO, Youichirou ARITSUNE, Atsuo KASUGAI,

Emi ARAI* and Yousuke TAZAKI

Hyperuricemia is liable to induce gout or to invite the risk of various kinds of complications. The symptoms of hyperuricemia are seen often among the people who take heavy exercise. It is because after heavy exercise, exercise-induced hyperuricemia happens and when it is repeated, it leads to exercise-induced hyperuricemia.

The purpose of this study is to devise an exercise prescription for preventing exercise-induced hyperuricemia.

The subjects were five healthy males (aged : 18 to 23years) who belonged to athletic clubs. They agreed to participate of this study.

As light exercise experiment (maximal exercise + light exercise), the subjects made treadmill run (gradient : 0°, duration : 30', speed : 60 m/min, intensity : $22.7 \pm 1.6\% \dot{V}O_{2max}$ and HR : 119.0 ± 12.0 beats/min,) at recovery 7 minutes after they had finished maximal exercise. As maximal exercise, they made exhaustive run on the treadmill (gradient : 5°, exhaustive time $9'15'' \pm 50''$, $\dot{V}O_{2max}$: 4.24 ± 0.75 l/min, HR_{max} : 194.5 ± 1.7 beats/min.).

As control experiment, they made only maximal exercise (maximal exercise + rest).

The results are as follows ;

(1) Exercise-induced hyperuricemia after maximal exercise showed maximal value of 10.70 ± 2.52 mg/dl (resting value : 6.51 ± 0.11) at recovery two hours after maximal exercise (: at 2-hour recovery). In the light exercise experiment, the value was lower than in the control experiment at 3-hour recovery. At 7-hour recovery, the value was low at 0.46 mg/dl.

(2) Uric acid clearance after maximal exercise showed minimum value of 1.27 ± 0.57 ml/min (resting value : 7.04 ± 1.13) at 15-minute recovery. In the light exercise, the value was higher than in the control experiment at 1-hour recovery. It was 10.40 ml/min (V. S. 8.93) $P < 0.05$ at 3-hour recovery and 10.36 ml/min (V. S. 6.70) $P < 0.01$ at 4-hour recovery. After that, a significant high value were seen continually ($P < 0.01$) and at 7-hour recovery, it was high at 8.00 ml/min (V. S.

*筑波大学体育科系医療技術短期大学部 College of Medical Technology and Nursing, University of Tsukuba

5.82) $P < 0.05$.

(3) Creatinine clearance after maximal exercise showed minimum value of 41.48 ± 11.32 ml/min (resting value : 104.09 ± 36.88) at 5-minute recovery. In the light exercise experiment, the value was higher than in the control experiment at 15-minute recovery. And it showed maximal value of 128.25 ± 61.84 ml/min at 1-hour recovery and kept showing high value of 104.04 ml/min until at 7-hour recovery but it was not significant.

(4) The ratio of uric acid clearance to creatinine clearance increase at 5-minute recovery. In the light exercise experiment, it decreased less at 15-minute recovery than in the control experiment, then at 1-hour recovery it regained resting value (control experiment : no recovery), and then it kept rising (control experiment : regained resting value). At 6-hour recovery it showed maximal value, and at 7-hour recovery it showed the same as resting value (control experiment : decreased lower than resting value).

(5) Urine pH showed minimum value of 5.20 ± 0.28 (resting value : 6.02 ± 0.73) at 15-minute recovery. In the light exercise experiment, it showed higher value than in the control experiment at 1-or 2-hour recovery it showed maximal value of 5.92 ± 0.73 . Then until at 7-hour recovery, it showed high value, though it was not significant.

In view of the results so far achieved we can say that taking light exercise (duration : 30', intensity : $22.7 \pm 1.6\%$ $\text{Vo}_{2\text{max}}$, HR : 119.0 ± 12.0 beats/min) after maximal exercise promotes uric acid clearance and contributes to the dissolution of exercise-induced hyperuricemia.

Key words : exercise prescription, exercise-induced hyperuricemia, uric acid, uric acid clearance.

I 緒 言

高尿酸血症の問題点は、痛風を誘発し、更に種々の合併症のリスクとなるからである。

この高尿酸血症が、優秀なスポーツ選手や一般のスポーツマンのうち激運動実施者に高頻度に発症し、また痛風の発症率も高いという報告がみられる^{4-6,8,15,17}。

その原因として高プリン体食の摂取過剰も考えられるが、運動の影響も非常に大きい⁸。つまり 60% $\text{Vo}_{2\text{max}}$ 相当強度をこえる運動に於いては、一過性に血清尿酸値が高くなることが知られているが(運動性高尿酸現象)、上記の運動を連日繰り返し、何らの対策も講じなかったために恒久化して高尿酸血症(運動性高尿酸血症)となったものとも考えられている^{4,5,9,17,20}。

今日、健康志向のスポーツ人口が急増し、 60% $\text{Vo}_{2\text{max}}$ 相当強度をこえる運動を実施しているがこれらの人々が高尿酸血症の発症をみたのでは健康志向の目的に反することになる。高尿酸血症を未然に防止するには、スポーツ後の運動性高尿酸現象を速やかに解消し、恒久化して高尿酸血症とならないよう心掛けることも重要である。

運動性高尿酸現象の発現は、運動時の ATP が ADP に代謝しさらに AMP から IMP へと代謝しイノシンを経て尿酸を産生した場合に生じる^{19,20}。したがって、無酸素的なエネルギー供給の割合の多い激運動に於いて、より発現しやすいことになる^{1,2,13}。また、激運動に於いて産生された有機酸はアシドーシスをもたらし、これが腎での尿酸排泄を抑制するが、これも運動性高尿酸現象の発現に関与しているものと考えられている^{3,14}。

運動性高尿酸現象の解消には、運動後に、水、スポーツ飲料や重曹水の摂取が有効であるという研究がみられる⁴。激運動後の軽運動の実施は、十分な酸素の供給のもとで ATP の再合成をもたらし、またアシドーシスを解消することが考えられている。しかし、運動性高尿酸現象の解消に軽運動を処方した研究は皆無である。

当該研究は、上記と伊藤らの高尿酸血症に $30\sim 40\%$ $\text{Vo}_{2\text{max}}$ 相当強度の軽運動を処方し血中尿酸値の低下を認めた報告¹¹、 $30\sim 40\%$ $\text{Vo}_{2\text{max}}$ 相当強度の軽運動を一過性に負荷した後に血清尿酸値が低下したという報告¹⁰を参考に最大運動終了後の安静保持を対照に、最大運動終了後に約 20%

$V_{O_{2max}}$ 相当強度の軽運動を処方し、尿酸代謝の動態から当該処方の適否を検討することにした。

II 研究方法

1. 被検者

被検者は、当該研究の主旨に賛同してくれたボランティアで健康な男性運動部員 5 名である。年齢は 18~23 歳。その身体特性は身長 169.9 ± 5.8 cm, 体重 70.8 ± 9.7 kg, ローレル指数 145 ± 9 , 血清尿酸値 6.09 ± 0.57 mg/dl である。

2. 実験プロトコール

被検者には、実験前日の運動、飲酒、過食を禁止し、当日は早朝空腹時に静かに実験室に来室させ、直ちに完全排尿させ、その後 2 時間の臥位安静を保持させた。

当該実験は、①軽運動実験（激運動+軽運動）と②対照実験（激運動+安静）からなり、5名の被検者すべてにそれぞれ①②の実験を行った。

当該実験では激運動として最大運動を負荷した。

準備運動は、トレッドミル走とし、120 m/min の速度で 3 分間（傾斜角 5 度）実施した。

最大運動は、準備運動後に 10 分間の休息をさせ、その後トレッドミル走（傾斜角 5 度）を速度 140 m/min, 160 m/min, 180 m/min, 200 m/min, 210 m/min で、各 2 分間漸増負荷し、その後は exhaustion に至るまで 1 分ごとに速度を 10 m/min 漸増負荷した。

軽運動は、約 20% $V_{O_{2max}}$ 相当強度を目標とし、各被検者に数回の試行の後に、60 m/min のスピードで 30 分間のトレッドミル走（傾斜角 0 度）とした。軽運動の負荷は、最大運動の終了 7 分後に実施した。

対照実験は、最大運動の終了 7 分後に上記の軽運動を実施せず、臥位安静を 1 時間後まで保持させ、その後は 7 時間後まで座位安静を保持させた。

安静時の採血は、臥位安静 2 時間後に行った。最大運動後の採血は、回復 5 分後、15 分後、1 時間後、2 時間後、3 時間後、4 時間後、5 時間後、6 時間後、7 時間後とした。採血部位は、いずれも肘正中皮静脈で、各約 10 ml 採取した。

安静時の採尿は、臥位安静 2 時間後に行った。最大運動後の採尿は、回復 5 分後、15 分後、1.5 時間後、2.5 時間後、3.5 時間後、4.5 時間後、5.5 時間後、6.5 時間後、7.5 時間後とし、各々全量採

取した。

3. 測定項目及び方法

$V_{O_{2max}}$ は、最大運動の exhaustion 前の 3 分間について各 1 分間ごとに採気し求めた。また軽運動時の V_{O_2} は、前に負荷した最大運動の影響を考慮し後半の 15 分間について各 1 分間採気して求め、これを平均した。

採気は、Douglas bag によった。呼気の分析は、Beckman 社製の LB-2 (CO_2) と OM-11 (O_2) に行った。

心拍数：上記の採気と同じ時間帯に測定した。方法は、電極を胸部に固定し Pulse counter に記録した。

血中・尿中化学成分：血清・尿中尿酸値はウリカーゼ・カタラーゼ法、血清・尿中クレアチニン値は Folin-Wu 法、尿 pH は日立堀場 pH メーターにより測定した。

III. 結 果

Exhaustive time, 最大酸素摂取量 ($V_{O_{2max}}$), 最高心拍数 (HR_{max}), 酸素摂取率 (O_2 removal), 軽運動時の平均酸素摂取量 (mean V_{O_2}), mean % $V_{O_{2max}}$, 平均心拍数 (mean HR), 平均酸素摂取率 (mean O_2 removal) を表-1 に示した。

Table 1 Exhaustive time, $V_{O_{2max}}$, HR_{max} , O_2 removal, mean V_{O_2} , mean % $V_{O_{2max}}$, mean HR, mean O_2 removal)

meximal exercise	mean	SD (n=5)
exhaustive time	9'15"	$\pm 50''$
$V_{O_{2max}}$	4.24	± 0.75 l/min
HR_{max}	194.5	± 1.7 beats/min
O_2 removal	23.9	± 3.5 ml/l
light exercise	mean	SD (n=5)
mean V_{O_2}	0.96	± 0.15 l/min
mean % $V_{O_{2max}}$	22.7	± 1.6 %
mean HR	119.0	± 12.0 beats/min
mean O_2 removal	33.1	± 1.2 ml/l

安静時の血清尿酸値を表-2 に示した。軽運動実験時が 6.51 ± 0.11 mg/dl で、すべてが正常値の範囲にあった。

最大運動後の血清尿酸の最高値を表-2 に示し

Table 2 Comparison of serum uric acid(SUA), uric acid clearnce(Cua), creatinine clearance(Ccr) and urine pH after light exercise experiment(light ex. experiment) (n = 5).

		at rest		at recovery after maximal exercise								
		before maxmal exercis		5-min	15-min	1-hour	2-hour	3-hour	4-hour	5-hour	6-hour	7-hour
SUA	light ex. experiment	mean	6.51	6.98	7.69	10.51	10.70	9.89	9.37	9.41	9.20	8.92
		SD	0.11	0.40	0.72	3.00	2.52	2.46	2.18	2.25	1.87	1.73
mg/dl	control experiment	mean	6.09	6.90	7.42	10.60	10.54	9.73	9.61	9.68	9.47	9.38
		SD	0.57	1.34	1.12	2.32	2.52	2.06	2.03	2.12	1.73	1.78
								*	***	***	**	*
Cua	light ex. experiment	mean	7.04	4.42	1.27	6.19	9.44	10.40	10.36	8.71	8.26	8.00
		SD	1.13	1.12	0.57	2.16	1.51	1.97	2.18	2.04	3.25	2.41
ml/min	control experiment	mean	7.03	4.60	1.09	4.68	9.47	8.93	6.70	6.40	6.38	5.82
		SD	1.44	2.42	0.18	1.24	2.87	2.41	1.91	1.16	0.61	1.30
Ccr	light ex. experiment	mean	104.09	41.48	59.40	128.25	113.71	113.78	115.00	108.63	90.12	104.04
		SD	36.88	11.32	28.47	61.84	30.45	21.10	26.10	24.13	41.66	24.60
ml/min	control experiment	mean	90.73	41.67	70.74	110.67	114.56	122.53	108.90	108.54	105.57	100.39
		SD	31.36	15.41	22.80	21.05	29.59	29.06	17.14	18.72	12.62	21.90
Urine pH	light ex. experiment	mean	6.02	5.91	5.20	5.56	5.92	5.88	5.89	5.95	5.93	6.04
		SD	0.73	0.84	0.28	0.60	0.73	0.64	0.63	0.55	0.44	0.48
control experiment	mean	6.15	6.18	5.11	5.48	6.00	5.83	5.60	5.60	5.71	5.75	
	SD	0.50	0.50	0.14	0.36	0.94	0.78	0.40	0.32	0.30	0.37	

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001

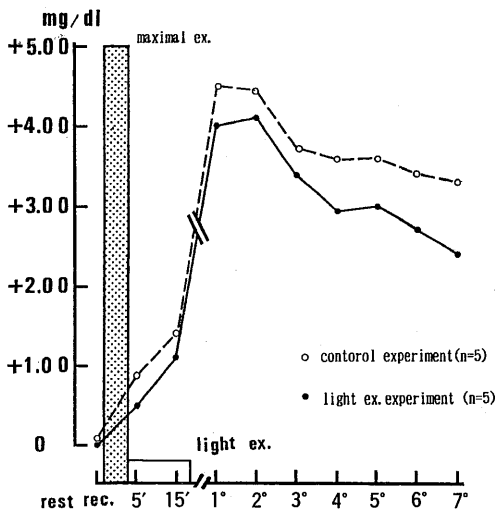


Fig. 1 Changes in serum uric acid levels during light exercise after maximal exercise.

た。軽運動実験時では $10.70 \pm 2.52 \text{ mg/dl}$ と安静時の $+64.5\% \sim +74.1\%$ の高値(痛風患者でもまれな高値)であった。

最大運動終了後の血清尿酸値の回復経過を表-2および図1(安静値を基準とした増減値)に示した。軽運動実験時は、対照実験時に比し回復3時間後より低値傾向を示した。

尿酸クリアランスの安静値を表-2に示した。軽運動実験時は $7.04 \pm 1.13 \text{ ml/min}$ 、対照実験時が $7.03 \pm 1.44 \text{ ml/min}$ でいずれも正常値の範囲内であった。

最大運動後の回復15分後の尿酸クリアランス値を表-2に示した。軽運動実験時では $1.27 \pm 0.57 \text{ ml/min}$ 、対照実験時が $1.09 \pm 0.18 \text{ ml/min}$ と安静時の $15.5\% \sim 18.0\%$ に低下した。

最大運動終了後の尿酸クリアランス値の回復経過を表-2および図-2(安静値を基準とした増減値)に示した。軽運動実験時は対照実験時に比し回復1時間後より上昇傾向を示し、回復3時間後には対照実験の 8.93 ml/min に比し 10.40 と有意な($P < 0.05$)高値を示した。また回復4時間後

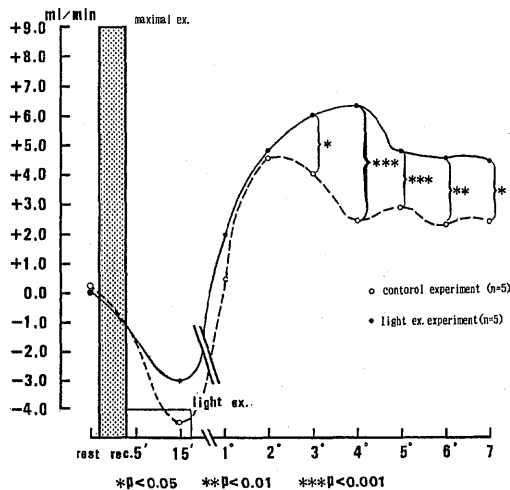


Fig. 2 Changes in uric acid clearance levels during light exercise after maximal exercise.

には10.36ml/min (V. S. 6.70ml/min) と有意な ($P < 0.01$) 高値を、その後回復6時間の8.26ml/min (V. S. 6.38ml/min) まで有意な ($P < 0.01$) 高値を、さらに回復7時間後には8.00ml/min (V. S. 5.82ml/min) と有意な ($P < 0.05$) 高値であった。

クレアチニンクリアランスの安静値を表-2に示した。軽運動実験時が104.09±36.88ml/min, 対照実験時が90.73±31.36ml/minでいずれも正常値の範囲内にあった。

最大運動終了5分後のクレアチニンクリアランス値を表-2に示した。軽運動実験時では41.48±11.32ml/min, 対照実験時が41.67±15.41ml/minと安静時の39.9%~45.9%に低下した。

最大運動終了後のクレアチニンクリアランス値の回復経過を表-2および図-3 (安静値を基準とした増減値) に示した。軽運動を负荷した場合は回復15分後より上昇傾向を示し、回復1時間後には128.25±61.84ml/minと最高値を、その後回復7時間まで104.04ml/minと高値であった。しかし、いずれも対照実験とは有意差がなかった。

クレアチニンクリアランス値に対する尿酸クリアランス値の割合を図-4 (最大運動時を基準とした変化率) に示した。軽運動を负荷した場合のクレアチニンクリアランス値に対する尿酸クリアランス値の割合は、対照実験と同様に回復5分後

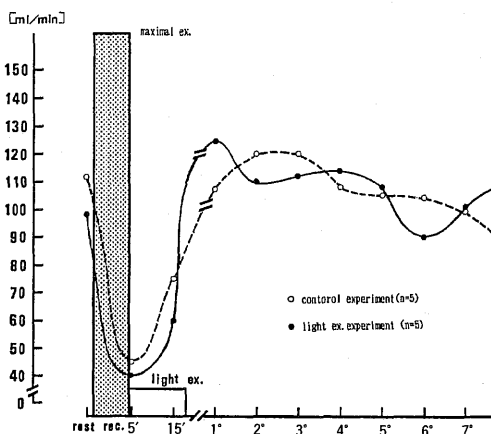


Fig. 3 Changes in creatinine clearance levels during light exercise after maximal exercise.

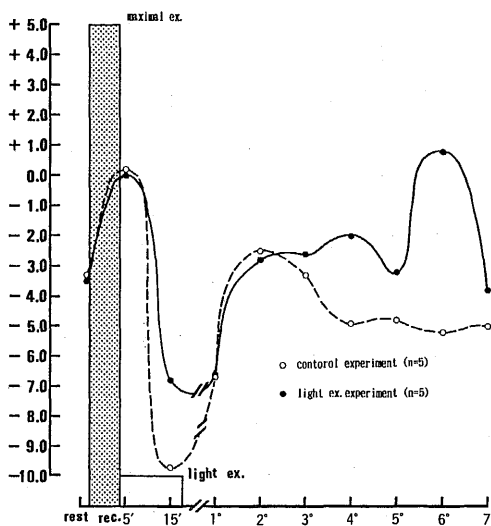


Fig. 4 Changes in the ratio uric acid clearance to creatinine clearance during light exercise after maximal exercise.

に上昇し、回復15分後には著しく低下し (対照実験の低下の方が顕著)、回復1時間後に安静値に回復し、その後上昇傾向を示しつつ回復6時間後には最高値を示し、回復7時間後に安静値と変わらなくなった。対照実験では、回復1時間後に回

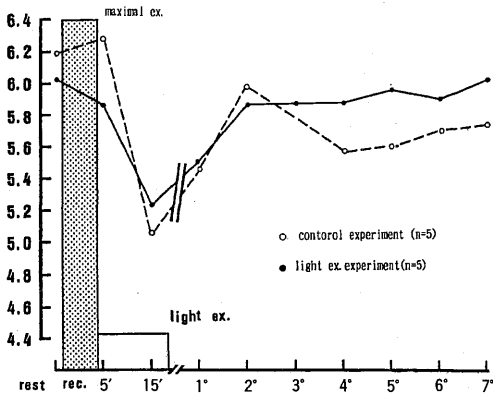


Fig. 5 Changes in pH during light exercise after maximal exercise.

復傾向を示すものの安静値以下であり、2時間後には安静値と変わらなくなったが、その後は低下傾向を示した。

尿pHの安静値を表-2に示した。軽運動実験時は 6.02 ± 0.73 、対照実験時が 6.15 ± 0.50 でいずれも正常値の範囲内であった。

最大運動終了後の回復15分後の尿pH値を表-2に示した。軽運動実験時が 5.20 ± 0.28 、対照実験時が 5.11 ± 0.14 と最低値を示した。

最大運動終了後の尿pHの回復経過を表-2および図-5に示した。軽運動を負荷した場合の尿pHは、回復1時間後より上昇傾向を示し、2時間後には 5.92 ± 0.73 と最高値を示し、その後7時間まで高値であったが、対照実験では低値傾向を示した。

IV. 考 察

血清尿酸値が、運動後(60% $V_{O_{2max}}$ 相当強度)以上に一過性に上昇する現象が、数多く報告されている^{3,4,7,8,11,13}。

血中尿酸は、①腎の糸球体から近位尿細管への濾過、②近位尿細管から近位尿細管をとりまく毛細血管への尿酸の吸収、③遠位尿細管をとりまく毛細血管から遠位尿細管への尿酸の分泌、④その後遠位尿細管をとりまく毛細血管への尿酸の再吸収を経て、残りが尿中に排泄されるという複雑な機序で排泄される¹⁴。Nicholsら¹²は、運動由来の高尿酸血症の発現の機序について、運動で過剰に産生された乳酸が腎臓の遠位尿細管に作用し

尿酸の遠位尿細管をとりまく毛細血管からの分泌を抑制するためと報告している。

糸球体の濾過作用は、腎血流量に大きく依存している。腎血流量は、安静時には心拍出量の約20~25%にも相当するが、激運動時に約2.3%に減少し¹⁸、絶対腎血流量に換算すると安静時の約57%に減少することになる。

Steel¹⁵は、運動由来の高尿酸血症の発現の機序について、糸球体濾過作用の低下による尿酸排泄阻害を考えている。

一方Knochelらは¹⁰、筋収縮時のATP消費によるアデニンヌクレオチドの異化が高進し、イノシン、ヒポキサンチン、キサンチンを経て尿酸が過剰に産生されるためと説明している。

伊藤ら⁵は、5~10分間の最大運動終了1時間後に血中尿酸値が安静時に比し+64%の増加を示し、その後は徐々に低下するものの21時間後においても+9.9% ($P < 0.001$)の上昇を認めており、また運動強度が60% $V_{O_{2max}}$ 以上になると高尿酸現象を認めたと報告している。また伊藤らは高尿酸血症に30~40% $V_{O_{2max}}$ 相当強度の運動を処方し血中尿酸値の低下を認めたと報告している。

当該研究は、これらの結果をふまえて激運動として最大運動を負荷し、一過性の高尿酸現象の状態を作りその後に約23% $V_{O_{2max}}$ 相当強度の軽運動を負荷し、その際の尿酸代謝の動態から当該処方の適否を検討することにした。

その結果、血中尿酸値は、最大運動終了後の回復1時間後に安静値に比し+62%の増加を示し、これまでの報告と同様の傾向を認めている。最大運動終了後の回復5分後は、クレアチニンクリアランス値の顕著な低下をみとめ、回復15分後には尿酸クリアランス値の顕著な低下を認めている。

最大運動終了後の回復15分後の尿酸クリアランス値の低下は、クレアチニンクリアランスの低下に伴うもの、つまり腎の糸球体濾過作用の低下に起因しているものと考えられる。しかし、回復15分後は、クレアチニンクリアランスが回復しつつあるにもかかわらず、尿酸クリアランスの方が最低値を示した。これは、尿pHの低下からみてアシドーシスにより遠位尿細管をとりまく毛細血管から遠位尿細管への尿酸の分泌が抑制されたものと考えられる。つまり最大運動後の血中尿酸値の上昇は、ATP消費による尿酸の産生の高進というベースの上に、腎の糸球体の濾過作用の抑制お

よびアシドーシスに起因する遠位尿細管への血中からの尿酸の分泌抑制が示唆される。

血清尿酸値は、最大運動後に $+64.5\% \sim +74.1\%$ の高値を示したが、約 $23\% V_{O_{2max}}$ の運動を処方すると回復3時間後から低値傾向を示し始め、回復7時間後には $+17\%$ まで低下した（当該運動を処方しない場合は $+54\%$ ）。

駒井ら⁹⁾は、1分間の激運動終了後に安静を保持した場合と 20.3% 、 37.8% 、 $48.5\% V_{O_{2max}}$ 相当の運動を40分間負荷したところ、 $37.8\% V_{O_{2max}}$ 相当強度の運動を負荷した場合が、血中乳酸の除去量が最高であったとしている。

最大運動後の当該処方での血中尿酸値の低下傾向は、Nicholsら¹²⁾が論じている乳酸による尿酸排泄の低下の考えを支持すると、当該研究では最大運動後の尿pHの顕著な低下を示したが、その後当該運動を行うと尿pHの回復が高進傾向を示しており、これが遠位尿細管での尿酸排泄を高進させたためと考えられる。このことは尿酸クリアランスの結果およびクレアチニンクリアランスに対する尿酸クリアランスの比の結果からも推察できる。

最大運動後の当該運動処方では、クレアチニンクリアランスは差が認められていない。この結果は、最大運動後に当該処方をして、腎血流量や糸球体濾過作用には影響を及ぼさないことを示唆している。最大運動後の当該処方では、尿酸クリアランスは回復3時間後から有意な高値($P < 0.05$)を示し、以後回復7時間後においても有意な高値($P < 0.05$)を示した。この結果は、上記と考え併せて糸球体以降の尿細管に於いて尿酸の排泄が高進していることを示唆している。

最大運動後の当該処方では、クレアチニンクリアランスに対する尿酸クリアランスの比が高値を示している。これはこの運動が、遠位尿細管をとりまく毛細血管内の尿酸を遠位尿細管内へと分泌する作用が高進し、その後遠位尿細管内から遠位尿細管をとりまく毛細血管への再吸収を抑制したためと考えられる。

最大運動後の当該処方では、酸素摂取の高進をもたらす、腎のアノキシアを速やかに回復させ、遠位尿細管をとりまく毛細血管内の尿酸を遠位尿細管内へと分泌する作用を高進し、その後遠位尿細管内から毛細血管内への再吸収の抑制をもたらすなどの良い影響をもたらしたことが示唆され

る。

高尿酸現象の解消には、乳酸の除去の面から考えると $30\% V_{O_{2max}}$ 程度の運動が効果的であるとされ、また伊藤ら¹¹⁾も高尿酸血症者に $30 \sim 40\% V_{O_{2max}}$ の運動を負荷すると尿酸値が低下したと報告している。しかし、上記のごとく、最大運動後の高尿酸現象の解消には、約 $23\% V_{O_{2max}}$ 相当強度の運動でも効果が認められることが示唆された。

V. まとめ

高尿酸血症は、痛風を誘発したり、種々の合併症のリスクとなる。

当該研究は、激運動実施者の高尿酸血症の発症を予防するためには、運動性高尿酸現象を速やかに解消することが重要と考え、そのための運動処方を検討した。

被検者は、5名の健康な男性の運動部員（18～23歳）である。当該実験は、①軽運動実験と②対照実験からなる。

①軽運動実験は、約10分間のトレッドミル走（傾斜角5度）の最大運動を負荷して高尿酸現象をつくり、その後軽運動（30分間の約 $23\% V_{O_{2max}}$ 相当強度のトレッドミル走、傾斜角0度）を負荷して尿酸代謝動態を検討した。

②対照実験は、上記の最大運動を負荷し、その後軽運動を負荷せず、安静を保持させた。

結果は、以下の通りである。

(1) 尿酸クリアランスは、安静時には $7.03 \sim 7.04 \pm 1.13 \sim 1.44 \text{ ml/min}$ であったが、最大運動後には $1.09 \sim 1.27 \pm 0.18 \sim 0.57 \text{ ml/min}$ に低下した。

軽運動実験時には、対照実験時に比し回復1時間後より上昇傾向を示し、回復3時間後には $+1.47 \text{ ml/min}$ ($P < 0.05$)、4時間後 $+3.66 \text{ ml/min}$ ($P < 0.01$)、6時間後 $+1.88 \text{ ml/min}$ ($P < 0.01$)、7時間後 $+2.18 \text{ ml/min}$ ($P < 0.05$)と有意な高値であった。

(2) 糸球体濾過作用の指標となるクレアチニンクリアランスは、回復1時間後より回復7時間後まで高値傾向であった。

(3) 遠位尿細管での尿酸の動態の指標となるクレアチニンクリアランスに対する尿酸クリアランスの割合は、回復1時間後に安静値に回復し、その後上昇しつつ回復6時間後には最高値を示し、

回復7時間後には安静値と変わらなくなった。

(4) 尿 pH は、回復1時間後より回復7時間まで高値傾向であった。

以上の結果より、最大運動後の約23% $V_{O_{2max}}$ 相当強度30分間の運動処方は、尿酸クリアランスの高進をきたし、運動性高尿酸現象の改善に貢献することが示唆された。

文 献

- 1) 秦野伸二, 小笠原正志, 伊藤朗, 三上俊夫 (1987): 運動性高尿酸現象の発現機序. 日本生理学雑誌49: 151-159.
- 2) HADANO S. SAKAI S. OGASAWARA M. SEINO T. and ITO A. (1988): Effect of exercise intensity on purine catabolism. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports medicine* 37: 225-233.
- 3) Haddy, F J (1963): Survey of current knowledge of visceral blood flow. *Am J Digest Dis.* 8. p. 558.
- 4) 広瀬和彦, 西岡久寿樹他 (1978): スポーツ選手における尿酸代謝の研究 (IV報), 経時的血清尿酸値の推移について. 尿酸2(1): 73-84.
- 5) 伊藤 朗 (1986): スポーツと高尿酸血症. 最近の痛風治療, メディカル・コアKK, 東京, pp. 1-20.
- 6) 伊藤 朗 (1982): 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・尿中化学成分の変化・昭和56年度日本体育協会スポーツ科学研究報告: 29-46.
- 7) 伊藤 朗, 井川幸雄 (1973): 運動の諸測定値におよぼす影響. 臨床病理22: 82-101.
- 8) 伊藤 朗, 古賀由香, 秦野伸二, 三上俊夫, 村上秀明, 後藤浩史, 丹 信介 (1986): 運動性高尿酸現象に関する研究(4). 各種スポーツマンの尿酸代謝. 尿酸10(2): 65-74.
- 9) 伊藤 朗, 斉藤篤司, 角田 聡, 丸山剛生, 三上俊夫, 栗林 徹 (1987): 疾病の予防と改善のための運動処方. 図説・運動生化学入門, 医歯薬出版, 東京, pp. 167-191.
- 10) 伊藤 朗, 角田 聡, 山田哲雄, 藤田定彦 (1982): 成人病の予防・改善のための運動処方 (糖・脂質・尿酸代謝の日内リズムに及ぼす全身運動の影響). *デサントスポーツ科学* 3: 63-75.
- 11) 伊藤 朗, 田崎洋佑, 岩本圭史, 吉野芳夫 (1982): 高尿酸血症者の運動処方. 運動処方研究: 193-215.
- 12) 駒井説夫, 白石竜生 (1979): 激運動後の最大下運動における血中乳酸および血中脂質の動態について. *体力科学* 28(6): p. 337.
- 13) Knochel, J P, Dotin, L N, and Hamburger, R J (1974): Effect on urate metabolism and renal function. *Hotstress, exercise and muscle injury: Ann Intern Med.* 81: 321-328.
- 14) 後藤浩史, 伊藤 朗, 三上俊夫 (1989): 腎の尿酸排泄に与える運動の影響. *日本生理学雑誌* 51: 208-220.
- 15) 三上俊夫, 丹 信介, 伊藤 朗, 栗林 徹 (1983): 運動性高尿酸現象に関する研究(第一報). 尿酸7(2): 191-202.
- 16) Nichols, J, Miller, A T and Hiatt, E P (1951): Influence of muscular exercise on uric acid excretion in man. *J Appl Physiol.* 3: 501-507.
- 17) 西岡久寿樹, 広瀬和彦, 大井淋雄, 御巫静允, 中山年正, 北村元仕 (1977): 筋運動に伴うプリンヌクレオチド代謝動態の研究, 第一報, スポーツ選手における痛風・高尿酸血症の頻度について. 尿酸1(2): 107-113.
- 18) P O オストランド (1976): 運動生理学, 大修館, 東京, 浅野勝己訳: pp. 93-94.
- 19) 小笠原正志, 秦野伸二, 春日井淳夫, 伊藤 朗, 井川幸雄 (1988): 運動強度の差が ammonia および oxypurines 動態に及ぼす影響. *体力科学* 37(1): 85-91.
- 20) OGASAWARA M. SEINO T. HADANO S. ITO A. GOTO H. and ITAKURA M (1989): Persistent production of hypoxanthine in rat skeletal muscle causes prolonged hyperuricemia after an exhaustive exercise. *ADVANCES EXPERIMENTAL MEDICINE AND BIOLOGY* 253(A): 369-374.
- 21) Steel, T H (1969): Evidence for altered renal urete reabsorption during changes in volume of the extracellular fluid. *J Lab Clin Med.* 74: 288-299.