

異なる運動様式の最大運動が運動後の血清尿酸濃度に及ぼす影響

齊藤, 篤司
九州大学健康科学センター

大柿, 哲朗
九州大学健康科学センター

堀田, 昇
九州大学健康科学センター

<https://doi.org/10.15017/736>

出版情報 : 健康科学. 24, pp.33-37, 2002-03-01. 九州大学健康科学センター
バージョン :
権利関係 :

— 原 著 —

異なる運動様式の最大運動が運動後の 血清尿酸濃度に及ぼす影響

齊藤篤司 大柿哲朗 堀田 昇

Effect of Different Types of Maximal Exercise on Serum Uric Acid

Atsushi SAITO, Tetsuro OGAKI and Noboru HOTTA

Abstract

Serum uric acid concentration (SUA) was measured after two different types of maximal exercise. Five healthy male subjects performed exhaustive exercise running on an inclined treadmill (TR) uphill and on a cycle ergometer (CE) with a pedal frequency of 60 rpm for equal durations. Higher oxygen uptakes and blood lactate concentration were obtained during maximal running compared to cycling. SUA exhibited a maximum level (TR, 8.4 ± 0.3 and CE, 8.7 ± 0.6 mg/dl) 1 hour after exercise, and maintained higher levels (TR, 6.8 ± 0.3 and CE, 7.3 ± 0.5 mg/dl) in comparison to basal level (TR, 5.3 ± 0.5 and CE, 6.3 ± 0.5 mg/dl) until 24 hours after exercise. There was no significant differences, however, for the SUA responses between the two types of exercise. Additionally, there were no significant differences among creatinine clearance, uric acid clearance or urinary uric acid excretion responses. These results suggest that the SUA after maximal exercise is unaffected by type of exercise.

Key words: serum uric acid, treadmill running, cycle ergometry, maximal exercise

(Journal of Health Science, Kyushu University, 24:33–37, 2002)

緒 言

過食や身体活動量の低下に起因するいわゆる生活習慣病に対し、運動療法が効果的な予防・改善の手段として用いられている。これら生活習慣病と高尿酸血症が高率で合併することが報告されている^{1)–3)}。しかし、血清尿酸値は運動時のadenine nucleotide degradationとプリン代謝の亢進により上昇することが知られている^{4) 5)}。したがって、上記の生活習慣病が高尿酸血症を伴った場合、運動処方は難しくなることが予想される。実際、肥満者に運動療法を継続的に実施した結果、肥満の改善が認められたが、血清尿酸値は上昇したという報告⁶⁾もある。したがって、高尿酸血症を合併している場合、肥満軽減のため安易に運動を推奨したり、正しい運動処方なしに運動を行うには注意が必要であ

る。高尿酸血症者では生活習慣病の予防・改善のための運動処方として推奨されている中等度強度の運動でも血清尿酸値は上昇することも報告されており⁷⁾、日常の身体活動量が増加した程度でも血清尿酸値の上昇を招く可能性がある。そこで本研究では血清尿酸値が上昇する最大運動を行った際の血清尿酸濃度の変化について運動様式による違いを検討し、最大下における運動様式の影響の可能性について検討することを目的とした。

方 法

1. 被検者

被検者は本実験の主旨および危険性に関する説明を受けた上で、協力を承諾した健康成人男性5名(年齢:

34.2±2.7 歳, 身長: 172.2±2.8 cm, 体重: 68.4±2.8 kg, BMI: 23.0±0.5) であった。

2. 実験手順

被検者には実験前日の激しい運動を禁止し, 当日もできるだけ歩行を避け, 早朝実験室に来室させた。その後 30 分間の座位安静を保持した後, 完全排尿を行い, 300 ml のイオン交換水を摂取させた。さらに 30 分間の安静を保持し, 運動前の採血を行った後, ランニングとサイクリングの 2 つの運動様式の最大運動を行った。

ランニングはトレッドミル上を速度一定 (時速 7 マイル) で, 2 分毎に斜度を 2% ずつ漸増することを基本とし, 疲労困憊に至るまで行った。サイクリングは自転車エルゴメーターにより, 毎分 60 回転で 2 kp から毎分 0.5 kp ずつ負荷を漸増することを基本とし, 疲労困憊に至るまで行った。両負荷ともおよそ 10 分で疲労困憊に至るよう設定した。

運動後, 3 分, 30 分, 1, 2, 6, 12, 24 時間に肘静脈より採血を行った。ただし, 6 時間以降の血液は血清尿酸濃度の測定にのみ用いた。また, 運動後 3 分, 30 分, 1, 2 時間に採尿を行った。

2 つの運動は一週間以上の間隔をおいて同一時間帯に行った。

3. 測定項目

採血は肘静脈から血液を採取し, 1 ml を冷却した 1 N の過塩素酸 1 ml 入りのチューブに分注し, 混和

した後 3,000 rpm で 10 分間遠心分離し, その上清を血中乳酸濃度 (酵素法) の測定に供した。また, 6 ml を 3,000 rpm で 10 分間遠心分離し, 血清を尿酸 (ウリカーゼ-ペルオキシダーゼ法) 及びクレアチニン (Folin-Wu 法) 濃度の測定に供した。尿は尿量, 尿 pH (電極法) を測定した後, 尿酸 (ウリカーゼ-ペルオキシダーゼ法) およびクレアチニン (Folin-Wu 法) 濃度の測定に供した。

4. 統計処理

運動負荷に伴う両実験間の各測定値の変化は反復測定分散分析 (repeated measures ANOVA) を用い, 時間要因に有意差が認められた場合には Sheffe 法を用いて多重比較検定を行った。運動様式間の血中乳酸濃度, 疲労困憊に至るまでの時間および最大酸素摂取量の差の検定は Wilcoxon の符号順位検定を用いた。いずれの検定も 5% 以下を有意とした。結果はすべて平均値±標準誤差で示した。

結果

1. 運動負荷および血中乳酸濃度

疲労困憊にいたるまでの時間はランニングが 9.1±1.3 分, サイクリングが 8.8±1.2 分と差は認めなかった。運動前の血中乳酸濃度 (以下 BLA) に有意な差はなかった。運動 3 分後の BLA はランニングで 12.2±0.7 mmol/L, サイクリングで 10.9±0.7 mmol/L と 2 つの運動様式間に有意な差が認められた。最大酸素

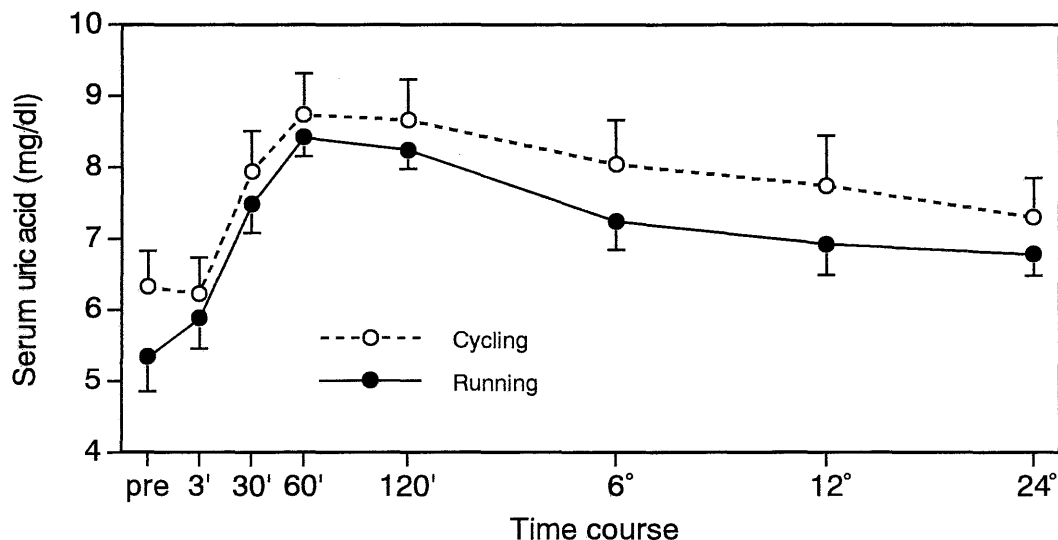


Fig 1. Serum uric acid concentrations pre (basal level) and after exhaustive exercise. Values represent means±SE for 5 subjects.

摂取はランニングとサイクリングでのそれぞれ 43.7 ± 2.1 , 39.6 ± 1.4 ml/kg/min と両運動間に有意な差が認められた。

2. 血清尿酸濃度

運動に伴う血清尿酸濃度 (以後 SUA) の変化を図 1 に示した。分散分析の結果, 時間要因に有意な主効果が認められ, 運動終了後 30 分以降, 24 時間 (ランニング; 6.8 ± 0.3 mg/dl, サイクリング; 7.3 ± 0.5 mg/dl) まで運動前値に対し, 有意な差を示した。また, 両運動とも運動後 60 分に最高値 (ランニング; 8.7 ± 1.3 mg/dl, サイクリング; 8.4 ± 0.6 mg/dl) を示した。しかし, 運動様式間に差は認められず, 交互作用も認められなかった。

3. 尿中尿酸排泄量

尿中尿酸排泄量 (以後 UUA) は時間要因に有意な主効果を示し, 運動終了後 3 分から ($p = .065$), 30 分 ($p < .05$) にかけて低下した (図 2 - A)。60 分以降は回復し, 120 分には運動前値との間に差は認めなかった。運動様式間に差は認められず, 交互作用も認められなかった。

4. 尿酸クリアランス値

尿酸クリアランス値 (以後 Cua) は時間要因に有意な主効果を示し, 運動終了後 3 分から, 30 分にかけて低下し, 運動前値に対し有意な差が認められた (図 2 - B)。その後回復するが, 60 分値においても有意な差が認められた。120 分には運動前値との間に差は認めなかった。運動様式間に差は認められず, 交互作用も認められなかった。

5. クレアチンクリアランス値

クレアチンクリアランス値 (以後 Ccr) は両運動前値に差はなく正常値を示した (ランニング前; 126.4 ± 3.78 ml/min, サイクリング前; 131.4 ± 13.78 ml/min)。運動に伴う変化では時間要因に有意な主効果を示し, 運動終了後 3 分に最低値を示した ($p < .05$) (図 2 - C)。30 分以降回復し, 60 分以降は運動前値との間に差は認めなかった。運動様式間に差は認められず, 交互作用も認められなかった。

考 察

疲労困憊に至るような激しい運動では, 運動後

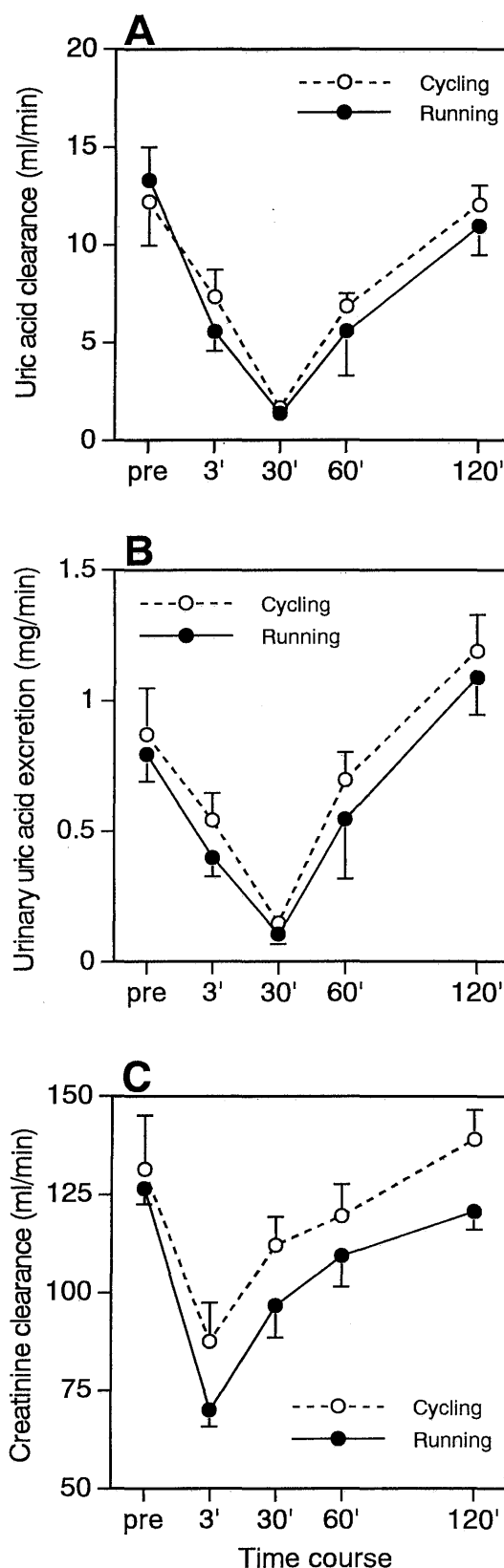


Fig 2. Creatinine clearance (A), uric acid clearance (B) and urinary uric acid excretion (C) responses pre (basal level) and after exhaustive exercise. Values represent means \pm SE for 5 subjects.

SUA が 1～2 時間後にピーク値を示し、24 時間後においても運動前値まで回復しないことが報告されている⁷⁾。本研究においてもほぼ同様結果が得られ、10 分間程度の運動であっても、運動強度が高い場合、高尿酸血症状態が 24 時間以上持続することが再認識された。このような激しい運動後の SUA の増加は adenine nucleotide degradation とプリン代謝の亢進によるとされている^{8)~10)}。これに対し、軽度の運動では adenine nucleotide degradation で生じた adenosine monophosphate (AMP) の脱アミノ化による inosine monophosphate (IMP) が生成されず、中等度の運動では AMP の脱アミノ化は起こり IMP は生成されるが、AMP に再合成されるため尿酸の産生量が少ないとされている。したがって、尿酸の産生は運動強度に依存し、高強度ほど尿酸の産生量は多くなる。

これらの先行研究では運動様式として自転車エルゴメーターによるサイクリングやトレッドミルでのランニングによる負荷漸増が行われた。しかし、運動後の運動様式による SUA の変化パターンに差は認められないが、サイクリングでは運動後 24 時間においても運動前値まで回復しない⁷⁾ のに対し、トレッドミルによるランニングの負荷漸増を行った研究では、運動後 24 時間には運動前値まで回復した⁸⁾。

そこで、最大酸素摂取量の異なる 2 つの運動様式での最大運動後の SUA の変化について検討した。最大酸素摂取量は運動様式により異なることは古くから知られており^{11) 12)}、トレッドミルを用いたランニングと自転車エルゴメーターを用いたサイクリングでは、特にサイクリングを用いたトレーニングを行っていない場合、ランニングの方が高値を示す。本被検者においても同様の結果が得られた。この違いは 2 つの運動様式で動員される筋量の違いによるところが大きいとされている。また、高強度の運動では解糖系からのエネルギー産生が主となるが、ここで産生された乳酸が筋内の pH を低下させ、AMP の脱アミノ化を亢進させることが知られている¹³⁾。両運動様式での最大運動後の血中乳酸値に関しては、差がない^{12) 14)} という報告もあるが、ランニングの方が高い傾向を示したという報告¹¹⁾ もある。本研究では両運動様式間に有意な差が認められ、わずかではあるがランニングの方が高値を示した。

また、過剰に産生された乳酸は腎尿細管での尿酸排泄を一過性に阻害することも報告されている⁴⁾。本研究においても Ccr は運動後 3 分に急激な低下を示し

た。有意な差を認めるには至らなかったが ($p=0.11$) 運動様式間の変化に差がある傾向を示し、ランニングの方が運動後の低下が大きい可能性を示した。これはランニングでは動員される筋量が多く結果として、筋血流量に差が生じ、運動強度が高くなるにしたがい低下する腎血流量¹⁵⁾ に影響が生じた可能性が示唆された。

これらの結果から、利用された ATP がより多く、かつ AMP の脱アミノ化がより亢進する可能性のあるランニングを用いた最大運動の方が尿酸の産生量が多くなることが予想されたが、両運動間に差は認められなかった。また、UUA や Cua といった尿酸の排泄に関しても差が生じるには至らなかった。しかし、このような結果が、最大下の比較的低強度の運動においてさえ SUA の上昇を示す高尿酸血症者にあてはまるかどうか明確ではない。今後、高尿酸血症者を対象とした検討が必要となると思われる。

まとめ

異なる運動様式での最大運動が運動後の血清尿酸濃度に及ぼす影響について検討した。5 名の健康男性が約 10 分間の負荷漸増による疲労困憊に至る運動をトレッドミルを用いたランニングと自転車エルゴメーターを用いたサイクリングで行った。結果は以下の通りである。

1. 両運動間の疲労困憊に至る時間に差はなかった。最大酸素摂取量および運動後 3 分の血中乳酸値はランニングの方が高値を示した。
2. 血清尿酸濃度は時間要因に有意な主効果を示し、運動後 1 時間にピーク値を示した後に低下するが 24 時間後においても運動前値まで回復しなかった。しかし、運動様式間および時間要因との交互作用に有意な差は認められなかった。
3. 運動に伴いクレアチニンクリアランスは時間要因に有意な主効果を認めた。また、運動様式間に差が認められる傾向を示し ($p=0.11$)、両運動とも運動後 3 分に最低値を示した後、回復した。運動前値との有意な差がなくなるまでの時間はサイクリングの運動後 30 分に対し、ランニングでは 120 分後であった。
4. 尿酸クリアランス、尿中尿酸排泄量は時間要因に有意な主効果を認め、運動後 30 分に最低値を示し、120 分には運動前値まで回復した。運動様式間および時間要因との交互作用に有意な差は認められなかった。

引用文献

- 1) 伊藤洋, 赤岡家雄, 藤森新, 山口佳晴 (1995): 高尿酸血症の病態と尿酸代謝: 疫学, 特に近年の増加傾向とその対策. *Modern Physician*, 15: 1003-1007.
- 2) Sutton JR, Toews CJ, Ward GR, and Fox IE (1980): Purine metabolism during strenuous muscular exercise in man. *Metabolism*, 29: 254-260.
- 3) Vuorinen-Markkola H, and Yki-Jarvinen H (1994): Hyperuricemia and insulin resistance. *J Clin Endocrinol Metab*, 78: 25-29.
- 4) Nichols J, Miller AT, and Hiatt EP (1951): Influence of muscular exercise on uric acid excretion in man. *J Appl Physiol*, 3: 501-507.
- 5) Yamanaka H, Kawagoe Y, Taniguchi A, Kaneko N, Kimata S, Hosoda S, Kamatani N, and Kashiwagki S (1992): Accelerated purine nucleotide degradation by anaerobic but not by aerobic muscle exercise. *Metabolism*, 41: 364-369.
- 6) 徳永勝人, 藤岡滋典, 亀田芳, 松沢佑次, 河野典夫, 石川勝憲, 垂井清一郎 (1983): 高度肥満患者における高尿酸血症と急激な減量による尿酸値の変動. *尿酸*, 7: 23-30.
- 7) 伊藤朗, 三上俊夫, 丹信介, 後藤浩史, 井川幸雄 (1984): 各種運動時の血清尿酸値の動態. *尿酸*, 8: 68-75.
- 8) 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1報). *尿酸*, 7: 191-202.
- 9) 秦野伸二, 小笠原正志, 伊藤朗 (1987): 運動性高尿酸現象の発現. *日本生理誌*, 49: 151-159.
- 10) 小笠原正志, 秦野伸二, 春日井敦夫, 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: 85-92.
- 11) Åstrand P, and Saltin B (1961): Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. *J Appl Physiol*, 16: 977-981.
- 12) Hermansen L, and Saltin B (1969): Oxygen uptake during maximal treadmill and bicycle exercise. *J Appl Physiol*, 26: 31-37.
- 13) Solano C, and Coffee CJ (1979): Comparison of AMP deaminase from skeletal muscle of acidotic and normal rats. *Biochemica et Biophysica Acta*, 582: 369-379.
- 14) Schneider DA, Lacroix KA, Atkinson GR, Troped PJ, and Pollack J (1990): Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake during cycling and running in triathletes. *Med Sci Sports Exerc*, 22: 257-264.
- 15) 鈴木政登 (1984): 運動とレニン・アンジオテンシン・アルドステロン系. *Jpn J Sports Sci*, 3: 443-449.