

運動負荷時の腎機能に与えるトレーニングの影響

岡山大学 高橋 香代
(共同研究者) 同 鈴木 久雄 三浦 孝仁
同 吉田 総一郎 太田 善介
同 吉良 尚平

Effects of Training on the Renal Clearances during Exercise

by

Kayo Takahashi

Faculty of Teacher Education, Okayama University

Hisao Suzuki, Kohji Miura

College of General Education, Okayama University

Soichiro Yoshida, Zensuke Ota

Third Department of Internal Medicine,

Okayama University Medical School

Shohei Kira

Department of Public Health Okayama University

Medical School

ABSTRACT

The present study was designed to examine the effects of endurance training on the renal clearances during submaximal exercise. Two healthy male subjects followed a program of endurance training on a bicycle ergometer for 10 weeks. One subject had taken exercise at 720 kpm/min for 30 minutes a day twice a week and the other at 900 kpm/min 4 times a week. Their glomerular filtration rate didn't reduced during exercise at the intensity of the training.

Each underwent incremental exercise tests to maximum before and after the programmed training. Further renal clearances of 3 substances, paraaminohippurate, thiosulfate and intrinsic creatinine were

measured during three different submaximal exercise test before and after the training.

Slight increase in $\dot{V}O_{2\max}$ and slight decrease in $\dot{V}O_2$ were observed at submaximal tests after the training. These resulted in the decrease in $\% \dot{V}O_{2\max}$ during the same absolute work load at different intensities after the training. All renal clearances improved during exercise at the same work load, however the relationship between $\% \dot{V}O_{2\max}$ and renal clearances of each subject showed no difference after the training. The improved $\dot{V}O_{2\max}$ and $\dot{V}O_2$ after training were likely to reduce negative effects on the renal clearance at the same work load.

要 旨

持久性トレーニングが運動負荷時の腎機能に与える影響について検討するために、成人男子2名を対象に自転車エルゴメータを用いて10週間のトレーニングを実施した。トレーニング内容は、1回30分で1例では720kpm/minで週2回、他の1例では900kpm/minで週4回行った。この仕事量では、糸球体濾過値は低下しなかった。トレーニング前後で、最大運動負荷試験と3段階の最大下運動負荷時の C_{PAH} 、 C_{thio} 、 C_{cr} を測定した。トレーニングにより、 $\dot{V}O_{2\max}$ の増加と最大下運動での $\dot{V}O_2$ の減少を認め一定の仕事量に相当する $\% \dot{V}O_{2\max}$ が低下した。腎機能は、一定の仕事量による運動負荷では、トレーニング後上昇したが、 $\% \dot{V}O_{2\max}$ と腎機能の関連は変わらなかった。以上より、トレーニング後の $\dot{V}O_{2\max}$ の増加と $\dot{V}O_2$ の減少は、一定の仕事量の運動負荷における腎機能への悪影響を少くするといえた。

緒 言

運動負荷が腎機能に及ぼす影響は、運動生理学の分野では古くから¹⁾ 検討されている課題である。これまでの研究^{2,3,4)} によれば、運動負荷により腎血漿流量は低下し、さらに運動強度が高くな

れば糸球体濾過値も低下するといわれている。このことは、腎炎患者に対して運動を制限することの大きな根拠の一つと考えられている。

一方、今日の我々の日常生活においては、機械化・自動化が進んで運動量が減少しており、人々の体力の低下や様々な運動不足病⁵⁾ の増加が指摘されている。このような社会環境の変化にともない、健康増進・運動不足病の予防を目的として健康な人々の運動不足を解消するための施策⁶⁾ がとられている。さらに糖尿病患者や循環器疾患患者に対する運動療法の研究も盛んである。しかし腎臓に負担をかけないという理由で様々に運動が制限⁷⁾ されてきた腎炎患者に対しては、健康な人々に比べて体力低下がより深刻である可能性があるにもかかわらず、体力低下を予防するための対策の研究は遅れている。

言うまでもなく、運動不足による体力低下を防ぐためには呼吸循環機能が増進するような持続的な有酸素運動が有用であるといわれている。しかし、運動負荷時の腎機能低下に対して持久性トレーニングがどのような影響を与えるのかについての検討は、我々の知る限りにおいてはみられない。そこで我々は、腎炎患者における体力低下を予防するための持久性トレーニングの意義を検討する目的で、今回は健康人を対象に糸球体濾過値

が低下しない運動強度で10週間トレーニングを実施し、基礎的研究を行った。以下トレーニング前後に一定の仕事量の運動負荷における腎機能の変動を測定し、運動負荷時の腎機能低下に与えるトレーニングの影響を検討したので報告する。

方 法

被検者は、実験目的を理解し実験方法と内容について熟知した健康な成人男子2名であり、その

身体特性は表1に示した。被検者は、表2に示す内容で、モナーク社製自転車エルゴメータによるトレーニングを10週間実施し、その前後に3段階のおのの一定の仕事量で最大下運動負荷試験を行い、運動強度の指標と腎機能を測定した。また、トレーニング前後に最大負荷試験も実施した。以下具体的方法について述べる。

(1) 運動負荷時の腎機能測定法

運動負荷時の腎機能測定は図1に示すような実

表1 Physical characteristics of subjects before and after training.

Subj.	Sex	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)		$\dot{V}O_{2max}$ (ml/min/kg)		HR _{max} (beats/min)	
				B	A	B	A	B	A
S Y	Male	30	172	67	67	44.1	46.1	201	200
H S	Male	33	172	69	68	44.8	48.4	185	180

B : before training, A : after training

表2 Training program.

Subj.	Load (kpm/min)	Intensity (% $\dot{V}O_{2max}$)	Duration (min/session)	Frequency (session/wk)	Period (wks)
S Y	720	50	30	2	10
H S	900	60	30	4	10

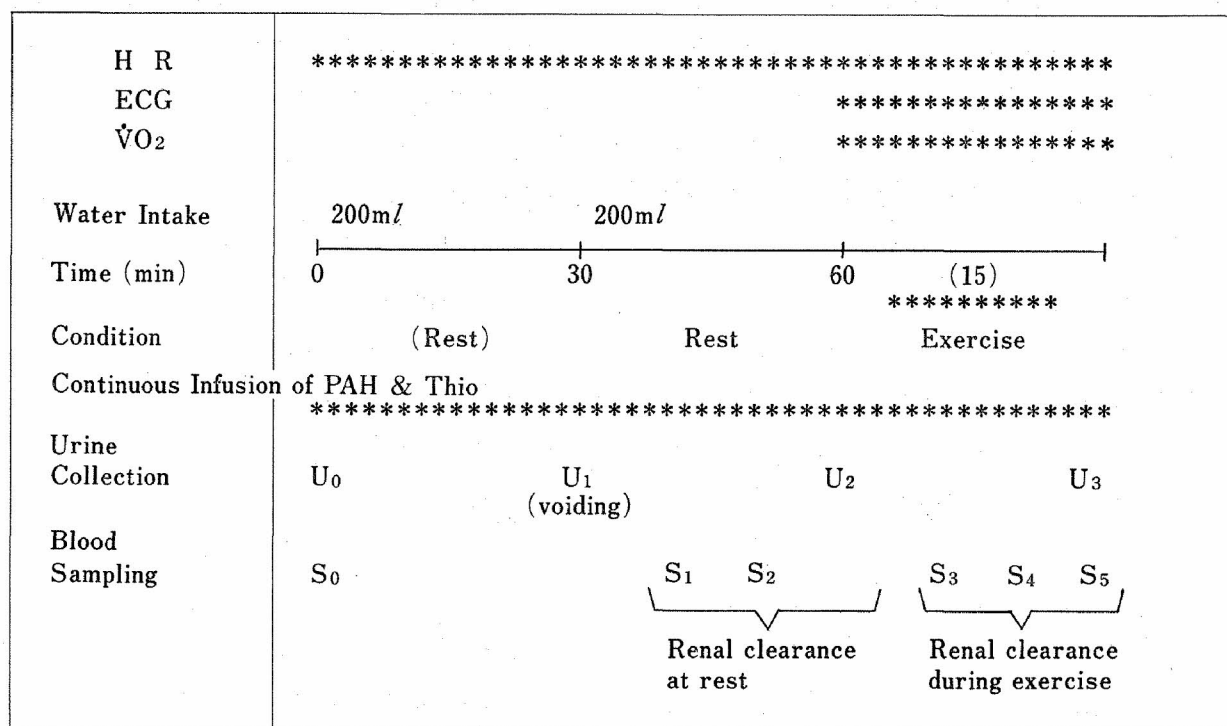


図1 Protocol of experiments.

験プロトコールにそって実施した。実験当日は朝食をとらず、午前9時から9時30分の間に実施を開始した。被検者は入室後、Vine社製心拍計を装着し、排尿 (U_0)、200ml 飲水、採血 (S_0) を行った。採血後座位安静とし腎機能測定のためにパラアミノ馬尿酸ナトリウム (PAH) と、チオ硫酸ナトリウム (Thio) の持続点滴を開始した。実験開始30分後に完全排尿 (U_1) し、60分後までの30分間をさらに座位安静としこの期間終了時に完全排尿 (U_2) した。この期間に安静時の腎機能を測定した。その後、自転車エルゴメータによる運動負荷を15分間実施した。運動負荷終了直後に完全排尿 (U_3) し、この期間を運動負荷期間として腎機能を測定した。

腎機能の測定は、腎血漿流量の指標としてパラアミノ馬尿酸ナトリウムクリアランス (C_{PAH})、糸球体濾過値の指標としてチオ硫酸ナトリウムクリアランス (C_{thio}) とクレアチンクリアランス (C_{cr}) を用いて行った。 C_{PAH} 、 C_{thio} の測定を行うために、10%PAH 溶液を 0.5ml/min、10% Thio 溶液を 2.4ml/min で5分間注入し、その後10% PAH 溶液 0.2ml/min、10% Thio 溶液を 0.7ml/min の速度で持続注入した。クリアランス測定時の正確な中間時刻における血清濃度を求めるために、安静期間は S_1 と S_2 で、運動負荷期間は S_3 と S_4 でおのおの2回採血を、持続点滴の反対側静脈より採血した。以上の排尿と採血にあたっては、ストップウォッチにて計時を行い秒単位まで記録した。

えられた検体の PAH 濃度はジアゾカップリング法、Thio 濃度はヨード法にて測定し S_0 と U_0 の検体を盲検用とした。クレアチニン濃度は Jaffé-rate 法にて測定した。 C_{PAH} 、 C_{thio} 、 C_{cr} の値は、日本人の平均体表面積を $1.48m^2$ として補正して算出した。さらに運動負荷期間の腎機能については、日差変動を補正するために、同日に測定した安静期間の腎機能測定値に対する百分率で

表示した。また、腎機能については、安静期間3回に測定した腎機能の平均値より 2 SD 以上低下した場合を有意の低下とみなした。

(2) 運動強度の測定方法

運動負荷は、すべてモナーク社製自転車エルゴメータを用いて行い、1分間60回転で実施した。最大下運動負荷試験における仕事量は、症例SYでは、793kpm/min、900kpm/min、1008kpm/minで行った。症例HSでは、972kpm/min、1080kpm/min、1224kpm/minで行った。

運動負荷時の運動強度の指標としては、負荷開始5分以降15分までの10分間の酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) と心拍数 (HR) の1分当りの平均値及び運動直後の血中乳酸値 (LA) を用いた。さらに最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) と、最大心拍数 (HR_{max}) を測定するために、自転車エルゴメータを用い、1回の予備テストを行った後1分ごとの負荷漸増法によって最大負荷試験を実施した。最大運動に達したか否かは、 $\dot{V}O_2$ のレベリングオフとともに、HR が 180beats/min 以上、呼吸商が 1.0以上、安静時と運動直後の LA の差が 60mg/dl 以上であるという条件⁹⁾ をすべて満たしていることにより確認した。

HR の測定は、先述の Vine 社製連続心拍計を用いて行い、さらに運動負荷時には胸部双極誘導法により心電図を、日本光電社製ライフスコープ 6 にて連続モニターした。呼気ガス分析は、日本電気三栄社製エアロビックプロセッサ 391 を用いて行い、 $\dot{V}O_2$ 等を測定した。呼気ガス分析装置の O_2 、 CO_2 濃度は、既知の標準ガス3本により校正し、呼気ガス量は乾式ガスメータにて測定した。

LA の測定は、全血の除蛋白濾液を用いて UV 法にて行った。最大下運動負荷試験における運動直後の LA は、図1の S_3 にあたる負荷終了時に採血を行った。

(3) トレーニング内容

トレーニング内容は、表 2 に示しているように症例 SY では、720kpm/min で週 2 回、症例 HS では 900kpm/min で週 4 回行い、ともに 1 回 30 分間で 10 週間実施した。トレーニング開始時上記の仕事量は、症例 SY では 50% $\dot{V}O_{2max}$ 、症例 HS では 60% $\dot{V}O_{2max}$ に相当した。

トレーニングにおける運動強度は、糸球体濾過値の低下をきたさないように設定した。つまり症例 SY では、トレーニング前に実施した安静期間 3 回の C_{thio} は $140 \pm 11 (M \pm SD) ml/min$ 、 C_{cr} は $136 \pm 8 ml/min$ であることから、表 4 の結果に示す仕事量 792kpm/min の運動負荷では、安静時に比べて糸球体濾過値の有意の低下はなかった。この結果より、トレーニングに用いた仕事量 720 kpm/min では糸球体濾過値の低下はないと考えられた。同様に症例 HS の安静期間の C_{thio} は $119 \pm 8 ml/min$ 、 C_{cr} は $120 \pm 8 ml/min$ であり、仕事量 972kpm/min の運動負荷では糸球体濾過値の有意の低下はみられず、トレーニングには

900kpm/min の仕事量に設定して行った。

結 果

10 週間の持久性トレーニングの前後における最大負荷試験と、3 段階の最大下負荷試験の結果について報告する。

トレーニング前後の最大負荷試験による $\dot{V}O_{2max}$ と HR_{max} の結果は表 1 に示した。症例 SY では、トレーニング後 $\dot{V}O_{2max}$ が $2.0 ml/min/kg$ 増加しているが HR_{max} の差はほとんどなかった。症例 HS では $\dot{V}O_{2max}$ は $3.6 ml/min/kg$ 増加し、 HR_{max} は 5 beats/min 減少した。

トレーニング前後における最大下運動負荷試験の結果について、まず症例 SY の運動強度の指標と腎機能の変動を表 3 に示した。最も軽い仕事量の 792kpm/min は、トレーニング前は 51.7% $\dot{V}O_{2max}$ に相当したが後には 45.7% $\dot{V}O_{2max}$ となった。この時 $\dot{V}O_2$ は減少していたが、HR と LA の減少はなかった。腎機能については、 C_{PAH}

表 3 Intensity of exercise and renal clearance of subject SY before and after training.

Work load (kpm/min)		Before	After	Difference A - B
793	$\dot{V}O_2$ (ml/min)	1526 (51.7)	1409 (45.7)	-117 (-6.0)
	HR (b/min)	137 (68.2)	140 (69.8)	3 (1.6)
	LA (mg/dl)	22	24	2
	C_{PAH} (%)	78	74	-4
	C_{thio} (%)	95	103	8
	C_{cr} (%)	97	99	2
900	$\dot{V}O_2$	1901 (64.4)	1875 (60.8)	-26 (-3.6)
	HR	163 (81.0)	158 (79.2)	-5 (-1.8)
	LA	38	30	-8
	C_{PAH}	63	71	6
	C_{thio}	81	94	13
	C_{cr}	84	94	10
1008	$\dot{V}O_2$	2169 (73.5)	2030 (65.8)	-139 (-7.7)
	HR	170 (84.8)	164 (82.0)	-6 (-2.8)
	LA	50	35	-15
	C_{PAH}	50	64	14
	C_{thio}	63	85	12
	C_{cr}	77	81	4

(): % $\dot{V}O_{2max}$ or % HR_{max}

は安静時に比べ有意に低下していたがトレーニング前後の差は少なかった。C_{thio}, C_{cr} はトレーニング前後ともに、安静時に比べ有意の低下をみなかった。仕事量 900kpm/min では、トレーニング前は 64.4% $\dot{V}O_{2max}$ に相当したが、後には 60.8% $\dot{V}O_{2max}$ となった。 $\dot{V}O_2$, HR, LAは、いずれもトレーニング後に減少し、C_{PAH}, C_{thio}, C_{cr} の腎機能はすべて上昇した。C_{thio}とC_{cr}はトレーニング後安静時に比べ有意の低下が観察されなかった。最も強い仕事量である 1008kpm/min は、トレーニング前は 73.5% $\dot{V}O_{2max}$ に相当し後には 65.8% $\dot{V}O_{2max}$ となった。900kpm/min における結果と同様に、運動強度の指標はすべてトレーニング後に減少し、腎機能の指標はすべて上昇した。

次に症例 HS における運動強度の指標と腎機能のトレーニング前後での変動について、表 4 に示した。最も軽い仕事量の 972kpm/min は、トレーニング前 61.8% $\dot{V}O_{2max}$ に相当したが、後には

56.6% $\dot{V}O_{2max}$ となった。 $\dot{V}O_2$, HRおよびLAはすべてトレーニング後に減少したが、この仕事量では腎機能はトレーニング前後ともに安静時に比べ有意の低下はみしていない。仕事量1080kpm/min は、トレーニング前は 74% $\dot{V}O_{2max}$ に相当し、後には 63% $\dot{V}O_{2max}$ となった。運動強度の指標はすべて減少し、腎機能のうち C_{PAH}とC_{cr}はトレーニング後有意の低下をみなくなった。最も強い仕事量の 1224kpm/min では、トレーニング前には 78.1% $\dot{V}O_{2max}$ であったが後には 72.4% $\dot{V}O_{2max}$ となった。 $\dot{V}O_2$ はトレーニング前後でほとんど差がなかったが、HR, LA は減少した。腎機能についてはすべての指標がトレーニング後上昇した。C_{thio}とC_{cr}については、トレーニング後安静時に比べて有意の低下をみなくなった。

以上の 2 症例における仕事量と腎機能との関連を図 2 にまとめた。症例 SY と症例 HS の、仕事量の絶対値と腎機能との関連については差がみられた。症例 SY では、トレーニング前 C_{PAH}は

表 4 Intensity of exercise and renal clearance of subject HS before and after training.

Work load (kpm/min)		Before	After	Difference A - B
972	$\dot{V}O_2$ (ml/min)	1886 (61.8)	1862 (56.6)	- 24 (-5.2)
	HR (b/min)	146 (78.9)	127 (70.8)	- 19 (-8.1)
	LA (mg/dl)	41	15	- 26
	C _{PAH} (%)	88	92	4
	C _{thio} (%)	96	94	- 2
	C _{cr} (%)	102	93	- 9
1080	$\dot{V}O_2$	2257 (74.0)	2071 (63.0)	-186 (-11.0)
	HR	157 (84.9)	141 (78.3)	- 16 (-6.6)
	LA	54	23	- 31
	C _{PAH}	69	88	19
	C _{thio}	87	85	- 2
	C _{cr}	87	106	19
1224	$\dot{V}O_2$	2382 (78.1)	2381 (72.4)	- 1 (-5.7)
	HR	166 (89.6)	153 (85.0)	- 13 (-4.6)
	LA	78	46	- 32
	C _{PAH}	45	63	18
	C _{thio}	53	80	27
	C _{cr}	61	91	30

(): % $\dot{V}O_{2max}$ or % HR_{max}

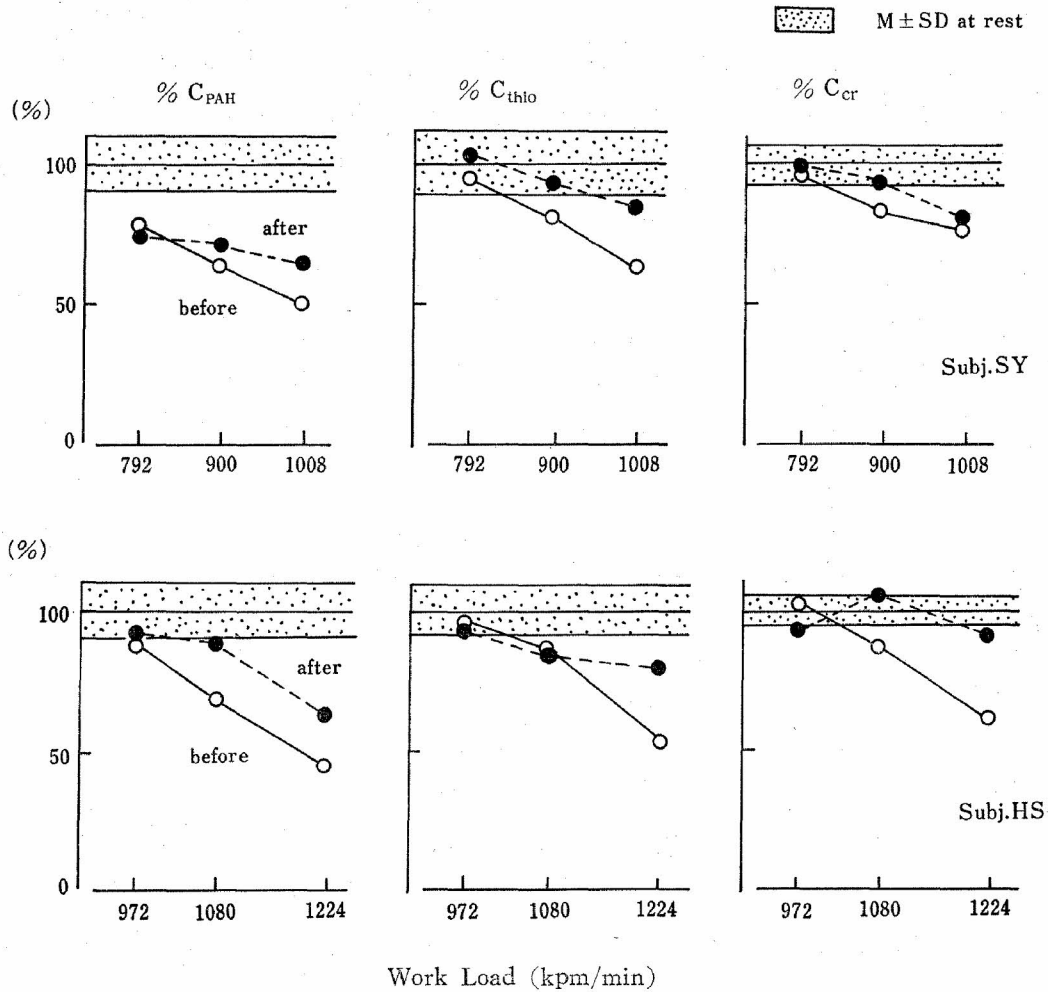


図2 Relationship between work load and renal clearances before and after training.

仕事量 792kpm/min で既に有意に低下し, C_{thio} , C_{cr} も 900kpm/min では有意の低下がみられた. 一方症例 HS では, 972kpm/min では, 腎機能の指標のすべてが有意の低下をみていない. C_{PAH} は, 1080kpm/min から, C_{thio} は 1224kpm/min から, C_{cr} は 1080kpm/min から有意の低下がみられた. 運動負荷時の腎機能が, 安静時に比べて有意に低下する仕事量には, 個人差が大きいといえた. しかし各症例の一定の仕事量における腎機能を, トレーニング前後で比較すると, 前に比べ後に上昇する結果がえられた.

相対的運動強度である $\% \dot{V}O_{2max}$ と腎機能との関連については図3に示した. 仕事量における

結果と同様, 腎機能が有意に低下する $\% \dot{V}O_{2max}$ は症例 HS が症例 SY に比べて高値であり, 差がみられた. しかし各症例での $\% \dot{V}O_{2max}$ と腎機能との関連については, 前述した一定の仕事量における結果とは異なりトレーニング前後でほとんど差はみられなかった.

なおトレーニング前後における安静期間3回の C_{PAH} , C_{thio} , C_{cr} の平均値には差がみられなかった.

考 案

今回の2名でおこなった持久性トレーニングは, 糸球体濾過値の低下をきたさない運動強度で

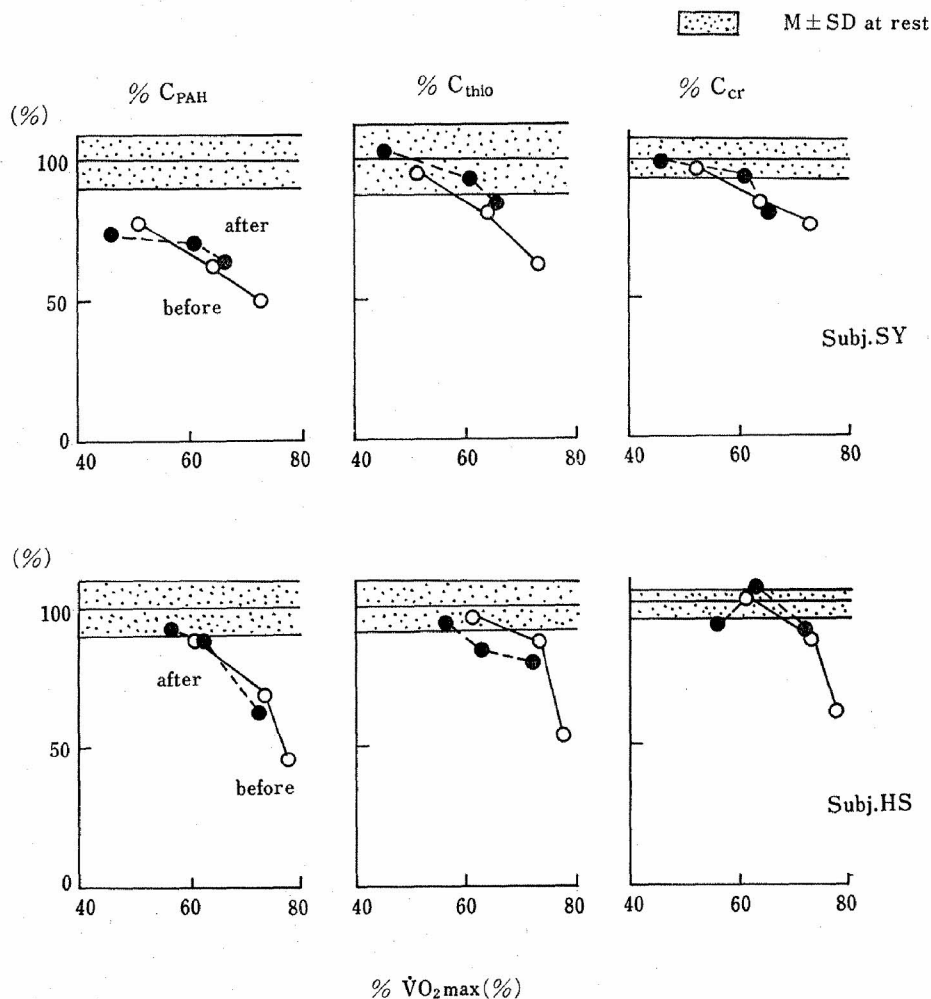


図3 Relationship between $\% \dot{V}O_{2max}$ and renal clearances before and after training.

実施したものであるが、 $\dot{V}O_{2max}$ の増加がトレーニング後にえられた。持久性トレーニングで $\dot{V}O_{2max}$ の改善が期待できる最低のトレーニング内容⁹⁾は、運動強度が40から50% $\dot{V}O_{2max}$ 、時間が20から30分、頻度が週に2から3回、期間は数週間といわれており、今回の我々のトレーニング内容であれば、 $\dot{V}O_{2max}$ の増加をみることはまず予測された通りといえる。 $\dot{V}O_{2max}$ の増加だけではなく、最大下運動負荷試験においても、程度に差はあれ $\dot{V}O_2$ 、HRおよびLAの減少が観察され持久性トレーニングの効果がえられた。 $\dot{V}O_2$ の減少とともに、 $\% \dot{V}O_{2max}$ の増加がみられたことにより、最大下運動での一定の仕事量に相当する $\%$

$\dot{V}O_{2max}$ が、トレーニング後には低下したといえる。

トレーニングが運動負荷時の腎機能に及ぼす影響を検討した結果は、図2と図3に示しているように、一定の仕事量で比較すれば、低下していた腎機能はトレーニング後上昇し、 $\% \dot{V}O_{2max}$ との関連でいえばトレーニング前後での腎機能に差はないとまとめられる。

これまでのトレーニングと運動負荷時の腎機能に関する報告は、運動性蛋白尿を指標として検討されており腎血漿流量や糸球体濾過値に言及したものはなかった。運動性蛋白尿でいえば、Taylor¹⁰⁾はランニングで、Poortmans¹¹⁾は種々の

種目のスポーツでトレーニング後の尿中蛋白排泄量の減少があったと報告している。運動性蛋白尿は、腎血漿流量・糸球体濾過値の低下に引き続いて発現する現象であるので、間接的ではあるが彼等の報告は我々の結果と一致しているといえる。

最近、鈴木¹²⁾は $\dot{V}O_{2\max}$ の大小と運動負荷時の腎機能について、最大運動負荷試験により検討している。この報告では、 $\dot{V}O_{2\max}$ の大きい体力の優れた者では、最大運動負荷後の腎機能の低下が著明であると述べている。このことから、トレーニングによって最大運動における運動負荷量が増加した分だけ、今まで以上に腎臓への負担が増すことになり、 $\dot{V}O_{2\max}$ に優れた者は、腎機能にも優れているとはいえないと述べている。

この鈴木¹²⁾の報告は、同一被検者がトレーニング後 $\dot{V}O_{2\max}$ が増加し一定の仕事量に相当する % $\dot{V}O_{2\max}$ が低下することにより、最大下運動負荷においてトレーニング前には低下していた腎機能が上昇するという我々の今回の報告とは視点が異なるが矛盾するものではない。持久性トレーニングは、呼吸循環機能の向上を主に、また、筋の細胞レベルでの変化等末梢側での効果ももたらすものであるが、腎機能そのものはトレーニングによって向上させられる性質のものとはいえないからである。トレーニングによって腎機能そのものを向上させることができるのであれば、トレーニング後に、同一の % $\dot{V}O_{2\max}$ に相当する運動負荷時の腎機能が上昇する結果がえられるはずであるが、我々の検討では % $\dot{V}O_{2\max}$ と腎機能との関連にはトレーニング前後で差はなかった。

トレーニングにより腎機能そのものを増進させるわけでもなくとも、今回の一定の仕事量の運動負荷時に低下していた腎機能がトレーニング後上昇したという結果は、緒言で述べた腎炎患者の体力低下をどう予防するのかという観点からは意義があると考えられる。実際腎炎患者では、健康人に比べ日常生活の運動量が低いとの報告¹³⁾があり体

力も低下していると考えられるが、運動負荷により腎障害が進行するのではないかという不安から積極的対策はとられていないのが現状である。今回の結果に基づき、腎炎の主たる障害部位である糸球体に負担をかけない運動強度でトレーニングを行うことで、腎機能を指標とする運動耐容能の絶対値を増加させることができれば、広い意味でいえば腎炎患者に対する運動療法が可能となるといえる。もちろんあくまで基礎的な研究であり、今後腎炎患者におけるトレーニングの試みも含めて検討を進めたい。

ま と め

2名の健康成人男子を対象に、自転車エルゴメータによる持久性トレーニングを行い腎機能への影響を検討し次の結論をえた。

(1) 糸球体濾過値の低下をきたさない一定の仕事量で10週間の持続性トレーニングを実施し、 $\dot{V}O_{2\max}$ の増加と、一定の仕事量の最大下運動でHRとLAの減少とともに、 $\dot{V}O_2$ の減少、相当する % $\dot{V}O_{2\max}$ の低下をみた。

(2) 同時に、一定の仕事量の最大下運動負荷中に低下していた C_{PAH} , C_{thio} , C_{cr} の腎機能は、トレーニング後上昇した。しかし % $\dot{V}O_{2\max}$ と腎機能の関連については、トレーニング前後で変化はなかった。

以上の結果は、腎炎の主たる障害部位である糸球体に負担をかけないでトレーニングを行い、腎炎患者の運動耐容能を増加させる可能性を示したもので、腎炎患者の体力低下を防ぐための運動療法を考える上で有用といえる。

文 献

- 1) Chapman, C.B., A. Henschel, J. Minckler, A. Forsgren and A. Keys; The Effect of exercise on renal plasma flow in normal male subjects, *J. Clin. Invest.*, **27**: 643 (1948)
- 2) Grimby, G.; Renal clearances during prolon-

- ged supine exercise at different load, *J. Appl. Physiol.*, **20** : 1294 (1965)
- 3) Castenfors, J.; Renal function during prolonged exercise, *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **301** : 151 (1978)
 - 4) 鈴木政登; 運動負荷時の腎機能判定法—とくに健康成人における腎濃縮能と運動強度との関連—, 慈恵医大誌, **102** : 89 (1987)
 - 5) ハンス・クラウス, ヴィルヘルム・ラープ共著, 広田公一, 石川且共訳; 運動不足病—運動不足に起因する病気とその予防, ベースボールマガジン社, 東京 (1977)
 - 6) 体育科学センター編; スポーツによる健康づくり運動カルテ, 講談社, 東京 (1983)
 - 7) 北村李軒, 高島賢一; 腎炎または Chance proteinuria を有する学生の運動規制に関する医師の指示調査, 体育科学, **14** : 177 (1986)
 - 8) 大柿哲朗; $\dot{V}O_{2max}$ の判定規準, 体育の科学, **27** (5) : 360 (1977)
 - 9) 山地啓司, 横山泰行; 持久性トレーニング (強度, 時間, 頻度, 期間) の最大酸素摂取量への影響, 体育学研究, **32**(3) : 167 (1987)
 - 10) Taylor A.; Some characteristics of exercise proteinuria, *Clin. Sci.*, **19** : 209 (1960)
 - 11) Poortmans, J.R.; Exercise and renal function, *Sports Med.*, **1** : 125 (1984)
 - 12) 鈴木政登, 飯島好子, 塩田正俊他; 発育にともなう運動負荷時の腎機能変化, 体力研究, **65**, Suppl : 92 (1987)
 - 13) 倉山英昭, 宇田川淳子; 患者教育と治療B, 生活指導・管理 **1**, 小児の場合, 腎炎・ネフローゼ : **88**, 南江堂, 東京 (1988)