

Chronic Exercise (日常の定期的運動)

の血圧上昇抑制因子の研究

国立栄養研究所 橋本 勲

(共同研究者) 同 樋口 満

同 山川 喜久江

同 大城戸 道生

同 鈴木 慎次郎

研究目的

岡本ら¹⁾により分離飼育された高血圧自然発症ラット (Spontaneously Hypertensive Rats, SHR) は、ヒトの本態性高血圧症モデル動物として最も適していると評価されている。鈴木ら²⁾は、運動が高血圧の遺伝素因をもつ SHR ラットの血圧上昇を抑制したことをすでに報告している。しかし、どのような機構によって継続的運動 (Chronic exercise) が血圧上昇を抑制するかについては解明されていない。そこで、われわれは運動による降圧機序を研究するために、強制と自由運動が SHR ラットの血圧調節におよぼす効果を検討した。

方法

9週齢のオス SHR ラット、各10匹を、非運動群 (Non-trained)、自由運動群 (Voluntary exercise)、強制運動群 (Forced exercise) にわけた。全ラットを日本クレア固型飼料 CE-2 で飼育し、飼料および飲料水 (水道水) は自由摂取とした。

強制運動群のラットはトレッドミルで1日1時

間、週5回の割合で12週間のトレーニングをした。運動の強度は、最初 16.0m/min のスピードではじめ、1週ごとにこの速度を 2.7m/min ずつ増し、27.0m/min (1.61km/hr.) になった後は、トレーニング終了までこの速度を保つようにした。自由運動量を評価するためには、水車式運動装置を用いた³⁾。

ラットの血圧は、夏目製作所の KN-209 ラット尾動脈圧測定装置を用いて測定した。トレーニング効果を評価するために、ラットの筋肉中の Succinate Dehydrogenase (SDH) 活性を、Lowry と Passonneau による蛍光法⁴⁾によって測定し、心筋の Norepinephrine 濃度測定は Jacobowitz らの方法⁵⁾によった。

成績

トレーニング終了後の各群の平均体重は、非運動群、自由運動群では差はなかったが、強制運動群では他の2群と比較して少なかった (表1参照)。

1日当たりの自由運動による走行距離は、17週齢で 7.8km/日と最高になり、その後緩やかに低下し、19週齢では 5.1km/日であった。

表1 3群の体重, コハク酸脱水素酵素 (SDH) 活性とノルエピネフリン濃度

Groups	No. of Rats	Body Weight (g)	Succinate Dehydrogenase Activity ($\mu\text{mol/g/min}$)		Norepinephrine Concentration (Heart) (ng/g wet tissue)
			Heart	Soleus	
Non-trained	9	323.9 \pm 4.7	21.4 \pm 0.87	5.83 \pm 0.54	274 \pm 14.6
Voluntary Exercise	7	314.6 \pm 9.3	19.9 \pm 1.08	5.79 \pm 0.82	269 \pm 40.6
Forced Exercise	9	288.3 \pm 9.5**	21.8 \pm 0.68	7.56 \pm 0.46*	302 \pm 34.8

Values are mean \pm SEM.

* Exercise values significantly different ($p < 0.05$) from non-trained values.

** Exercise values significantly different ($p < 0.01$) from non-trained values.

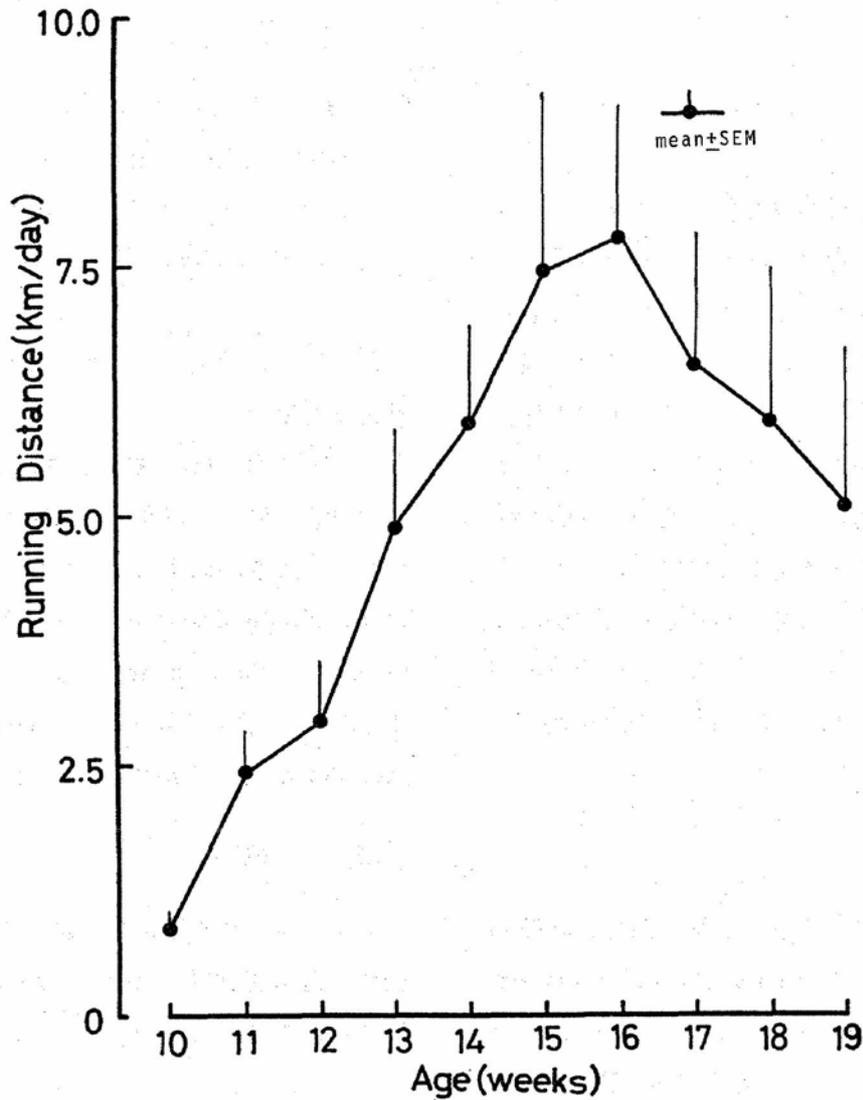


図1 SHR ラットの自由運動による走行距離

非運動群の SHR の心筋の SDH 活性は $21.4 \pm 0.89 \mu\text{moles/g/min}$ であり、自由と強制の運動による増加は認められなかった。また、非運動群と自由運動群の Soleus muscle の SDH 活性には差はなかったが、強制運動では約30%の増加を示した ($p < 0.05$) (表1)。

SHR の平均血圧は 図2 に示したように、9 週齢で約 155mmHg であり、15 週齢では、非運動群で $206 \pm 4\text{mmHg}$ 、強制運動群で $216 \pm 6\text{mmHg}$

に達したが、自由運動群では $187 \pm 4\text{mmHg}$ ($p < 0.05$) と低かった。20 週齢では非運動群、強制運動群の平均血圧は約 210mmHg であり、自由運動群はそれらに比して約 5% 低い値であった。自由運動は SHR ラットの血圧を 15 週齢で 10% ($p < 0.05$) 低下させたのに対し、強制運動によるラットの血圧上昇抑制は観察されず、この傾向は、20 週齢のトレーニング終了時まで続いた。

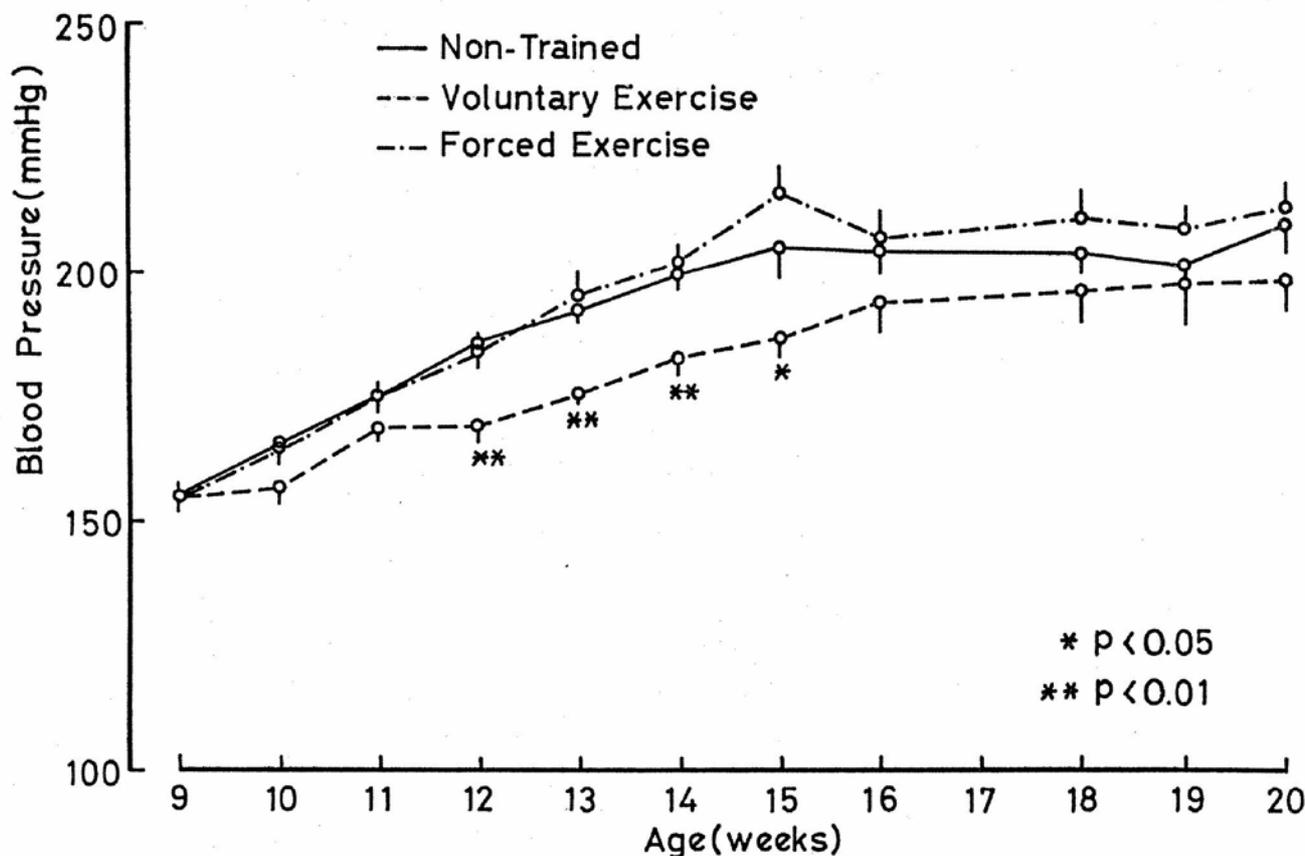


図2 SHR ラットの血圧の変化

強制運動群の副腎中の Norepinephrine 濃度は表1に見るように、約10%非運動群および自由運動群より高かった。

結 論

自由運動群では副腎中の NE 濃度が増加しなかったし、遺伝性高血圧も抑制された。

このことは、自由トレーニングはストレスにな

らなかったことを示唆し、Soleus 筋の SDH 活性の不変なことから、自由運動は持久性トレーニングの効果を高めなかったことを物語っている。

これに反して、強制運動群では副腎中の NE 濃度を増加させる傾向を示し、血圧上昇抑制作用は観察されなかった。

このようなことは、自由運動と強制運動が血圧調節に及ぼす効果の違いが、心筋中の Catechola-

mine や交感神経系の血圧調節機序と密接に関連していることを示唆している。

文 献

1. Okamoto, K. and Aoki, K. ; Development of a strain of spontaneously hypertensive rats, *Jap. Circ. J.*, 27 : 282—293 (1963)
2. Suzuki, S., Oshima, S. and Higuchi, M. ; Influence of physical exercise and nutrition on blood pressure of SHR, *Jap. Heart J.*, 20 (Suppl. I) : 365—366 (1978)
3. Suzuki, S., Suzuki, H., Satowa, S., Oshima S., Ohta, F, Kanke, Y., Matsuzaki, E., Tsuji, K. and Tezuka, T. ; Experimental studies on the

interrelationships of nutrition, physical exercise and health components (Reports 1), *Annual Report of the National Institute of Nutrition*, 22 : 1—9 (1967)

4. Lowry, O.H. and Passonneau, J.V. ; A flexible system of enzymatic analysis, Academic Press. New York and London, pp. 174—177 (1972)
5. Jacobowitz, D.M., Richardoson, J.S. and Watanabe, H.Y. ; A simple and quick method for the determination of norepinephrine, dopamine and serotonin in small quantities of tissue, Laboratory of Clinical Science, National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland 20014