

ラットの生体内ミネラル状態に及ぼすセレン欠乏の影響 —トルライーストとカゼインの比較

朱 宗 健・木 村 美恵子・糸 川 嘉 則
(京都大学医学部衛生学教室*)

Effect of Selenium deficiency on Minerals Status in Rats — Comparison of Torula Yeast and Casein

Zongjian ZHU, Mieko KIMURA and Yoshinori ITOKAWA
Department of Hygiene, Faculty of Medicine, Kyoto University

TY supplied a large extra minerals (Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, & Cu) than VFC except Se. Se and GSHPx activity were lower in TY-fed rats than VFC-fed rats and in -Se rats than +Se rats. Fe was higher in liver and muscle of VFC-fed rats and in plasma, heart, liver, and tibia of TY-fed rats fed -Se diet compared to the rats fed +Se diet, respectively. Compared to +Se rats, decreases of Mn concentration appeared in plasma, heart, and tibia of VFC-fed -Se rats and in brain, heart, liver and tibia of TY-fed -Se rats, respectively.

The results indicated that Se deficiency induced minerals imbalance in rat especially increase in Fe and decrease in Mn which was more severe in TY-fed rats than VFC-fed rats. TY can not be used to make a model for both Se and one of other minerals, e.g. Mg, deficiency because of the extra minerals except Se.

セレン (Se) 欠乏動物の作成にはタンパク質源としてこれまで Se 含有量の非常に低いトルライースト (TY) を用いている報告が多い¹⁾。しかし、TY 中には Se 以外のミネラル含有量が明らかでないため、ミネラルに関する研究には問題点があると考えられる。一方、高純度のカゼイン(ビタミンフリー・カゼイン: VFC) は Se 含有量も少ないことが明らかとなっている。今回はタンパク質源として TY, 又は VFC を用いた二種類の試料で Se 欠乏ラットのモデルを作成し、ミネラルの変動について検討した。

*所在地: 京都市左京区吉田近衛町 (〒606-01)

実験方法

生後4週齢のWistar系雄ラット24匹を4群に分け、①タンパク質源としてVFC, Se充足；②VFC, Se欠乏 (Se, 0.019ppm)；③タンパク質源としてTY, Se充足；④TY, Se欠乏 (Se < 0.005ppm) の4種類の合成飼料で飼育した。Se充足の場合の飼料中Se濃度は0.5ppmである。8週間飼育後、ネンブータル麻酔下で採血後、各種臓器を採取した。血液、血漿及び各種組織を硝酸-過塩素酸で湿式灰化し、Se濃度を水素化物加熱原子化法²⁾により、カルシウム (Ca), マグネシウム (Mg), 鉄 (Fe), マンガン (Mn), 亜鉛 (Zn) 及び銅 (Cu) はプラズマ分光分析装置 (島津製作所製, ICPS, 1000 II) を用い、ナトリウム (Na), カリウム (K) は原子吸光法で測定した。

結果と考察

VFC及びTY中ミネラル含有量の測定結果はTable 1に示す通りであった。VFCと比べて、TY中にSe以外のミネラル含有量をみると、Naは約398倍、Kは90倍、Caは2倍、Mgは202倍、Znは1.3倍、Cuは1.4倍と高値であった。鉄とMnはVFCの場合は検出限界以下であったが、TYの場合はFe : 191 mg/kgとMn : 48.6 mg/kgであった。しかし、TY中Se含有量はVFC中Se含有量の約1/8であった。

ラットの体重と飼料摂取量についてみると、Se欠乏群とSe充足群の間に有意差がなかったが、VFC飼料群ラットに比べて、TY飼料群ラットでは3週間目から少し低下した。

Se濃度とSe-dependent glutathione peroxidase (GSHPx)の活性はVFC飼料のSe欠乏ラットより、TY飼料のSe欠乏ラットでは有意に低下した (Data省略)。Se濃度とGSHPxの活性はVFC飼料群、TY飼料群ともにSe充足群より、Se欠乏群の方が有意に低下した (Data省略)。肝臓のGSHPx活性はVFC飼料群ではSe欠乏群はSe充足群の2.9%で、TY飼料群ではSe充足群の0.45%であった。VFC群、TY群ともにGSHPx活性は5%以下に低下したので、両群ともに重度のSe欠乏と言える¹⁾。

鉄濃度について、VFC飼料群ラットでは、肝臓及び筋肉中铁濃度は、Se欠乏の方がSe充足より有意に増加した (Fig. 1)。TY飼料群ラットでは、血漿、心臓、肝臓及び脛骨の鉄濃度は、Se欠乏群ラットでSe充足群ラットに比べて有意に増加した (Fig. 2)。Se欠乏による鉄濃度の増加はTY飼料群ラット

Table 1. Minerals content in vitamin-free casein and torula yeast*

	Vitamin-free casein	Torula yeast
	mg/kg	
Sodium	42.1	16737.0
Potassium	14.0	1255.0
Calcium	235.0	482.0
Magnesium	13.1	2640.0
Iron	nd	191.0
Manganese	nd	48.6
Zinc	58.1	77.2
Copper	2.7	3.8
Selenium	0.125	<0.015

*Vitamin-free casein or torula yeast was added in the diet as 15% or 33%, respectively; nd: not determined.

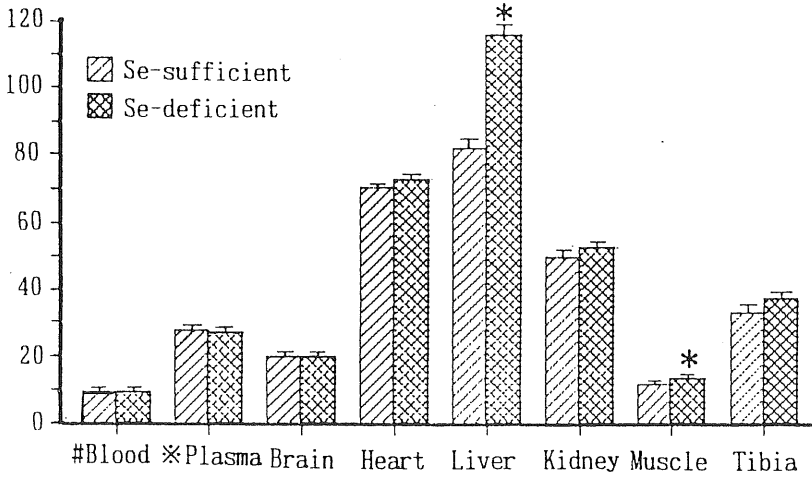


Fig. 1. Effect of Se-deficiency on iron status in rats fed vitamin-free casein diet. Results are means \pm S.E. and expressed as $\mu\text{g/g}$ wet tissue (# mol/L, * $\mu\text{mol/L}$). * $p < 0.05$.

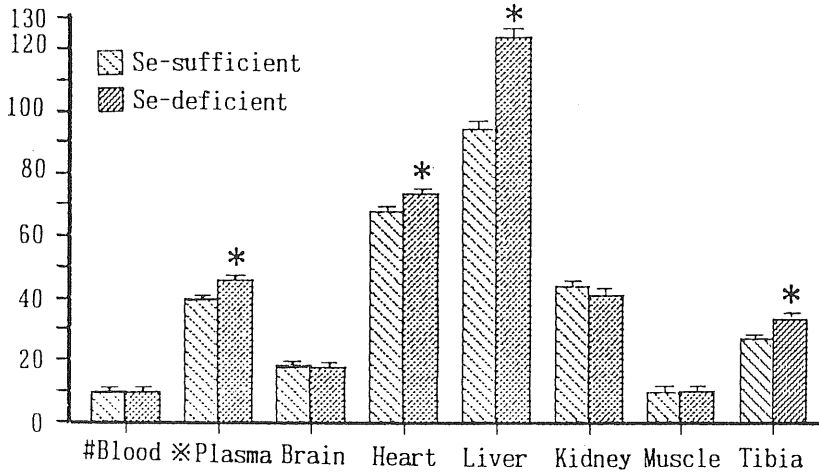


Fig. 2. Effect of Se-deficiency on iron status in rats fed torula yeast diet. Results are means \pm S.E. and expressed as $\mu\text{g/g}$ wet tissue (# mol/L, * $\mu\text{mol/L}$). * $p < 0.05$.

トの方がVFC群ラットに比べて大であった。この鉄増加の原因の一つに、Se欠乏で赤血球膜の抗酸化力が弱くなること³⁾やSe欠乏時血清 transferrin が低下し⁴⁾、鉄の輸送能に問題が出てきていることも考慮される。

Mn濃度について、VFC飼料群ラットでは、血漿、心臓及び脛骨中Mn濃度はSe充足群ラットに比べて、Se欠乏群ラット方が有意に低下した (Fig. 3)。TY飼料群ラットでは、Se欠乏群ラットの脳、心臓、肝臓及び脛骨中Mn濃度はSe充足群ラットに比べて低下した (Fig. 4)。Se欠乏によるMn濃度の低下はTY飼料群ラットの方が大であった。SeとMnの相互作用については明確にされていないが、

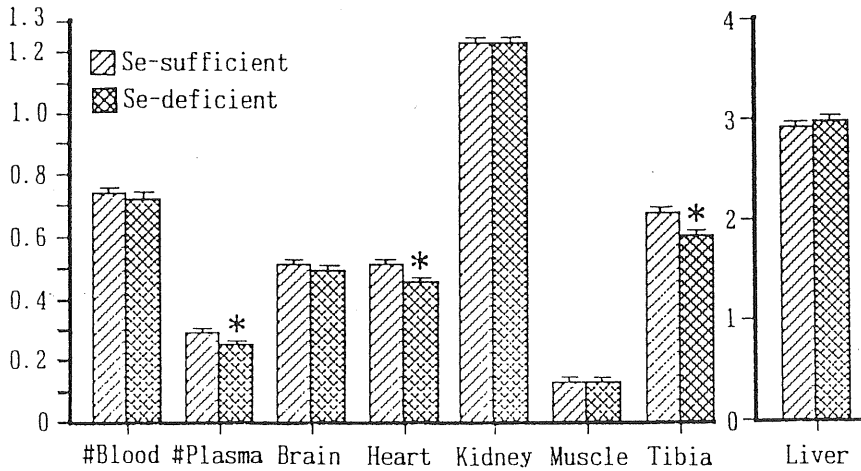


Fig. 3. Effect of Se-deficiency on manganese status in rats fed vitamin-free casein diet. Results are means \pm S.E. and expressed as μ g/g wet tissue ($\#$ μ mol/L). * $p < 0.05$.

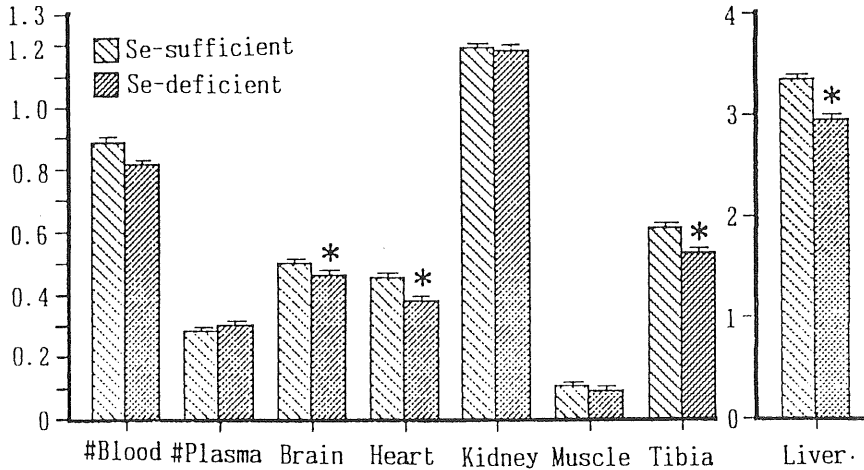


Fig. 4. Effect of Se-deficiency on manganese status in rats fed torula yeast diet. Results are means \pm S.E. and expressed as μ g/g wet tissue ($\#$ μ mol/L). * $p < 0.05$.

Mn 欠乏の時腎臓を除く、多くの組織中 Se 濃度の有意に低下⁵⁾や鉄過剰摂取によるラット組織中 Mn 低下の報告⁶⁾がある。

以上の結果から、ラットのミネラル栄養状態に及ぼす Se 欠乏の影響として、肝臓などへの鉄の増加と Mn の低下が特徴的である。これは VFC 飼料群又は TY 飼料群でも同様の結果が得られた。Se 欠乏では、過酸化物の分解能力を失うばかりでなく、過剰な鉄による酸化障害が高まっているのではないかと推定している。TY 中に Se 以外のミネラル含有量が非常に高いものもあり、Se と他のミネラル例えば Se-Mg 欠乏のモデルの作成や、特に他のミネラル類の変動について検討する場合、タンパク質源と

してTYを利用するには問題点があることが示された。

文 献

1. BURK, R.F. (1987) *Methods in Enzymology* 143:307
2. 関根健二, 木村美恵子, 糸川嘉則 (1984) *日衛誌* 39:807
3. HOEKSTRA, W.G. (1975) In: *Erythrocyte structure and function*, vol. 1, pp.667 (Brewer, G.J., ed). New York, Liss.
4. CHAREONPONG, N. and 安本教傳 (1991) *微量栄養素研究* 8:61
5. BURCH, R.E., R.V. WILLIAMS, H.K. HAHN, M.M. JETTON and J.F. SULLIVAN (1975) *J. Lab. Clin. Med.* 86:132
6. YOKOI, K., M. KIMURA and Y. ITOKAWA (1991) *Biol. Trace Elem. Res.* 29:257