報 文

砂糖食摂取白ネズミの血清コレステロールおよび トリグリセリド値に及ぼすトコフェロールの影響

尚 弘 子*, 山城 幾 子**

* 琉球大学教育学部家政学科 ** 琉球大学農学部農学科

Effect of Tocopherol on Serum Cholesterol and Triglyceride of Male Rats Fed Sugar Diets

Hiroko SHO,* Ikuko YAMASHIRO**

* *Department of Home Economics, School of Education, University
of the Ryukyus, Shuri, Naha, Okinawa*

** *Department of Agriculture, College of Agriculture, University
of the Ryukyus, Shuri, Naha, Okinawa*

The effects of dl- α -tocopherol (Toc) on the serum cholesterol (Chol) and triglyceride (TG) levels of male rats were examined in two experiments.

In experiment I, after hypercholesteremia diets were fed for four weeks, the groups of the Wistar strain male rats under study were given sugar diets containing 50 IU/wk of Toc for the period of ten weeks.

In experiment II, three different groups (II, III, IV) were given Toc of 50, 100 and 150 mg/kg diet respectively for thirty days.

The significant effect of Toc on lowering serum Chol in both the corn starch group and the white sugar group was shown, and the effect of Toc was more obvious in the white sugar group than in the corn starch group ($P < 0.005$).

Data from the present study do not contradict the previous finding that black sugar lowers the serum Chol and TG significantly. However, factors contributing to the Chol lowering effect in black sugar seem to be other than Toc.

In the diets consisting of 20% casein, no effect of Toc was found with the diets which contained less than 150 mg/kg.

No significant effect of Toc was found in serum TG level.

(Received January 27, 1977)

近年、血中コレステロール (Chol) およびトリグリセリド (TG) 値低下作用物質についての研究が数多くなされている。Chen ら¹⁾ は白ネズミ血清 Chol レベルにおよぼす Vit. E、たん白質レベルまたは脂質源の相互作用について、飼料中のたん白質レベルおよび Vit. E 添加が血清 Chol 値に影響をおよぼすことをみとめた。また Smith ら²⁾ は Vit. E 欠乏ウサギに E を投与することにより血清 Chol が有意に下降し、その効果はリノール酸よりも著明であったと報告している。保井と金田³⁾ は白ネズミに植物ステロールを与える場合、飼料にトコフェロール (Toc) を添加すると血漿および肝 Chol はいっそう減少することをみとめた。Desai と Lee⁴⁾ はカナダ

インディアンの血漿 Vit. E レベルと Chol 値の関係についてその相関をみとめとくに血漿 β -lipoprotein fraction でその関連が密であると報告している。しかし Beeler ら⁵⁾ は Chol を与えた若ヒナの実験で Vit. A の効果はみとめたが Vit. E の影響についてはそれをみとめず、また Stamler ら⁶⁾ も Vit. E の効果をみとめていない。

筆者らは先に報告した砂糖食⁷⁾ に Toc を添加し (実験 I)、さらに Toc 添加レベルを変えて (実験 II) その影響をしらべたので報告する。

実 験 方 法

1. 供試動物

初体重 125~150 g (実験 I) および初体重 151~158 g

(実験Ⅱ)の Wistar 均一系雄白ネズミを6匹ずつの6群(実験Ⅰ)および5群(実験Ⅱ)にわけ飼育した。

2. 飼料および飼育法

実験Ⅰでは Table 1 に示す Chol 食で4週間飼育し高 Chol 血症にして後、Table 2 に示す飼料組成でⅠ群はコーンスターチ、Ⅱ群は白糖、Ⅲ群は黒糖、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ群はⅠ、Ⅱ、Ⅲ群と同様の飼料組成にそれぞれ 50 IU/wk Toc を添加し 10 週間飼育した。

dl- α -Toc acetate はエーザイ(株)提供によるものを使用し、週2回 25 IU ずつ飼料に混合し、完全摂取させるよう投与した。

実験Ⅱでは Table 4 に示す 飼料組成で、基本食と基本食にそれぞれ 50, 100, 150 mg/kg diet および黒糖の5群にわけ 30 日間飼育した。なお、Toc 添加量をラットの飼料摂取量等も考慮に入れ IU/wk に換算すると 150 mg/kg diet で 20 IU/wk 摂取したことになり実験Ⅰの添加量より少ない量となる。

Table 1. Composition of hypercholesteremia diets (Experiment I).

Diet components	Percentage
Corn starch*	58.7
Casein*	20.0
Oil*	5.0
Lard	10.0
Cholesterol**	1.0
Sodium cholate***	0.3
Mineral mix*	4.0
Vitamin mix*	1.0

* Tanabe Amino Acid Research Foundation.

** Kanto Chemical Co., Ltd.

*** Tokyo Kasei. Co., Ltd.

実験期間中、飼料と水は自由に与え、飼料摂取量と体重計測を隔日に行なった。期間終了後 16 時間絶食の状態にし心臓より直接採血、血清を分離した。

3. 血清脂質の定量法

血清 Chol は Zak-Henly 変法²⁾で、血清 TG は和光純薬工業(株)のトリグリセリド B-Test Wako で定量し、吸光度は日立 139 型分光光度計にて測定した。

結果および考察

実験Ⅰの結果を Table 3 に示した。Chol 飼料を与えたあとの体重増加量では Toc 添加、無添加に関係なく白糖、黒糖、コーンスターチの順に大きく、さらに各試験食にきりかえてもやはり白糖群とコーンスターチ群間には Toc 添加 ($P<0.05$) および無添加 ($P<0.01$) で有意差がみとめられた。

飼料摂取量についても Toc に関係なく、前報同様黒糖群の残量が少なく、飼料要求率では、6.00 (Toc 無添加) および 5.34 (Toc 添加) と白糖の効率がやや高かった。

血清 Chol 値では、Chol 飼料にて4週間飼育したあとの値と各群のそれをそれぞれ比較すると、コーンスターチ、コーンスターチ+Toc、白糖+Toc 群との間で有意 ($P<0.05$) な下降がみられた。

Toc 添加の影響をみると、コーンスターチのⅠ群、Ⅳ群間 ($P<0.01$) および白糖のⅡ群、Ⅴ群間 ($P<0.005$) に有意差がみられ Toc の Chol 下降効果は著明であったが、黒糖のⅢ群、Ⅵ群間にはその影響はまったくみられず、ほぼ同値という興味深い結果が得られた。さらに、Toc の血清 Chol 値へおよぼす影響が、白糖のように直接 Chol 値を上昇させる飼料と同時に投与したとき顕著にみられることもわかった。血清 TG 値は白糖群が最も高くコーンスターチおよび黒糖群では、Chol 食摂

Table 2. Percentage compositions of the experimental diets (Experiment I).

Diet components	I Corn starch	II White sugar	III Black sugar	IV Corn starch +Toc.	V White sugar +Toc.	VI Black sugar +Toc.
Corn starch	70	—	—	70	—	—
White sugar	—	70	—	—	70	—
Black sugar	—	—	70	—	—	70
Casein	20	20	20	20	20	20
Oil	5	5	5	5	5	5
Mineral mix	4	4	4	4	4	4
Vitamin mix	1	1	1	1	1	1
dl- α -tocopherol				50 IU/wk.	50 IU/wk.	50 IU/wk.

Table 3. Effect of tocopherol on cholesterol and triglyceride in serum of male rats (Experiment I).

Group No.	Diets	Initial weight (g)	Weight gain (g)	Diet eaten per day (g)	Feed conversion	Serum chol (mg/dl)	Serum TG (mg/dl)
	Hyperchol. diet	118±43.6*	125±23.2	14.5±0.54	3.30±0.87	165.3±13.0	140±2.3
I	Corn starch	136±11.7	171±18.2	18.5±0.53	6.90±0.57	95.0±7.0 ^{a)}	86±30.0 ^{a)}
II	White sugar	135±18.7	213±26.8	19.6±0.97	6.00±0.45	187.0±21.0	216±34.0
III	Black sugar	150±19.3	197±15.2	20.5±0.29	6.70±0.41	133.6±9.0	68±8.0 ^{a')}
IV	Corn starch +Toc.	134±9.5	163±3.9	18.0±1.37	7.15±0.43	76.7±9.3 ^{a)b)}	55±2.2 ^{a')}
V	White sugar +Toc.	134±20.1	232±16.1	19.6±0.53	5.43±0.28	107.2±6.9 ^{a)c)}	226±14.0
VI	Black sugar +Toc.	125±15.4	207±11.8	20.2±0.91	6.25±0.32	138.0±5.0	76±11.7 ^{a')}

* Mean±S.D.

^{a)} Significantly different from Hyperchol. diet ($P<0.05$), ^{a')} ($P<0.005$).^{b)} Significantly different from Corn starch diet ($P<0.01$).^{c)} Significantly different from White sugar diet ($P<0.005$).

Table 4. Percentage compositions of the experimental diets (Experiment II).

Diet components	I (Basal diet)	II	III	IV	V
Corn starch	61.7	61.7	61.7	61.7	—
Black sugar	—	—	—	—	61.7
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Cellulose	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Mineral mix	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Vitamin mix	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Oil	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Lard	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Sodium cholate	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cholesterol	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
dl- α -tocopherol	—	50 mg/kg diet	100 mg/kg diet	150 mg/kg diet	—

取時とくらべて有意に ($P<0.005$) 下降したが, Toc の影響はみられなかった。

以上のことから, Chen¹⁾ らの行なった Toc 添加レベルによる Chol 値への影響をさらに確認すべく, 実験 I の Toc 添加量も考慮に入れて, Chen¹⁾ らの添加量より高いレベルにおよぶ Toc 添加効果について実験を行なった。

実験 II の結果を Table 5 に示した。体重増加量, 飼料摂取量, 飼料要求率ではほとんど差はみられなかった。

血清 Chol 値では, Chen¹⁾ らの実験結果と同様, Toc 添加レベルが高くなるにつれて Chol 値は低くなる傾向がみられたが, 基本食と 150 mg/kg diet Toc 添加群の間にのみ, 有意差 ($P<0.05$) がみとめられた。この結果は Chen らの低カゼインレベルでは Toc 添加の影響が 50, 70, 100 IU/kg diet で各レベル間に有意差がみられたが, 高カゼインレベルではみられなかったのと同様, 本実験ではカゼインを 20% にしたため, Toc 添加効果が顕著にみられなかったものと思われる。さらに, 小柳ら⁹⁾ の実験では Vit. A あるいは Vit. E を単独に添加

Table 5. Effect of tocopherol on cholesterol and triglyceride in serum of male rats (Experiment II).

Group No.	Diets	Initial weight (g)	Weight gain (g)	Diet eaten per day (g)	Feed conversion	Liver weight (g)	Liver wt./body wt. (%)	Serum cholesterol (mg/dl)		Serum triglyceride (mg/dl)
								Total	Free	
I	Basal diet	158.2±15.8*	163.0±19.9	17.5±1.5	3.2±0.3	17.3±2.6	5.4	84.4±15.1	14.4±2.0	50.7±13.5
II	50 mg/kg diet Toc.	158.0±16.5	158.6±17.4	16.7±1.5	3.2±0.1	18.5±3.7	5.9	72.4±5.7	16.3±4.7	49.9±12.4
III	100 mg/kg diet Toc.	153.6±19.4	149.8±23.6	15.8±2.1	3.2±0.9	15.7±3.5	5.2	69.0±14.3	16.4±1.4	45.3±4.7
IV	150 mg/kg diet Toc.	151.3±22.3	152.7±14.4	16.1±1.0	3.2±2.0	16.2±2.0	5.3	62.7±9.3 ^{a)}	15.9±4.4	40.9±11.2
V	Black sugar	156.6±17.2	168.0±18.7	17.7±1.6	3.2±0.1	18.3±1.9	5.7	77.7±23.4	13.4±4.8	55.6±17.5

* Mean±S.D.

^{a)} Significantly different from Basal diet ($P<0.05$)

したもので、後期（8カ月）に Toc 添加群で低い値を示しており、ラットを使用する場合でも、Toc 添加効果をみる実験では、やはり実験期間を 10 週間程度にすべきだと思う。

前報および実験 I では黒糖群の Chol 値が白糖群より有意に低く、実験 II では基本食よりやや低い値を示しているものの II, III および IV 群の Toc 添加したいずれの群との間にも有意差がみられなかった。したがって黒糖中で Chol 下降作用に参与している因子は、Toc 以外のものであることがわかった。

要 約

高 Chol 血にした白ネズミを用い、砂糖食に 50 IU/wk の Toc を添加して 10 週間飼育し、血清 Chol および TG 値におよぼす Toc の影響をみた。さらに Toc 添加レベルを 50, 100, および 150 mg/kg diet とかえて 30 日間飼育し、これら二つの実験から次の結果を得た。

1. コーンスターチ群、および白糖群では有意に Toc の血清 Chol 下降効果がみられた。なお、白糖のように直接血清 Chol 値を上昇させるものと同時に投与すると Toc の効果は著明にあらわれた。
2. 黒糖中の Chol 値下降作用物質は Toc 以外のものと思われる。
3. カゼイン 20% の飼料では Toc 添加量 150 mg/kg diet 以下では Toc の血清 Chol 値におよぼす影響はみられなかった。
4. 血清 Chol 値におよぼす Toc 添加効果をみる実験では、実験期間を 10 週間程度にすべきだと思われる。
5. Toc 単一添加では血清 TG への影響はみられなかった。

文 献

- 1) Chen, L.H., Liao, S. and Packett, L.V.: *J. Nutr.*, **102**, 729 (1972)
- 2) Smith, L.C., Shin, Y.S. and Freier, D.T.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **103**, 56 (1960)
- 3) 保井明子, 金田尚志: 栄養と食糧, **26**, 27 (1973)
- 4) Desai, I.D. and Lee, M.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**, 334 (1974)
- 5) Beeler, D.A., Rogler, J.C. and Quockenbush, F.W.: *J. Nutr.*, **78**, 184 (1962)
- 6) Stamler, J., Pick, R. and Katz, L.N.: *Circulation*, **8**, 455 (1953)
- 7) 尚 弘子, 山城幾子: 栄養と食糧, **25**, 462 (1972)
- 8) 日本分析化学会編: 分析ライブラリー, **3**, 57 (1966)
- 9) 小柳達男, 和田せつ, 室橋正男, 三村二雄: 栄養と食糧, **19**, 81 (1966)

(昭和52年1月27日受理)