報 文

植物ステロールおよびトリテルペンアルコール添加油の ヒト血清コレステロール濃度への影響について

渡 辺 早 苗*, 赤 塚 淑 代**

近 藤 恵 美 子**, 松 村 義 寛**

* 女子栄養大学病態栄養学研究室

** 女子栄養大学生化学研究室

The Hypcholesterolemic Effect of Oil Supplemented with Plant Sterols and Triterpenalcohol on Human Serum Cholesterol

Sanae WATANABE,* Yoshiyo AKATSUKA,** Emiko KONDO**
and Yoshihiro MATSUMURA**

* Department of Clinical Nutrition, Kagawa Nutrition
College, Sakado 350-02

** Department of Biochemistry, Kagawa Nutrition
College, Sakado 350-02

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (*J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*) 40, 263~270 (1987)

In order to clarify the synergistic hypocholesterolemic effect of cycloartenol on β -sitosterol, which is known to lower serum cholesterol, twenty-one young female volunteers participated in a series of dietary experiments. The participants were divided into three groups and were given an experimental diet for two five-day periods in a 26-day observation period. In the first experimental period, they were given the following diet: group A, control diet; group B, diet containing soybean sterols with cycloartenol; group C, diet containing soybean sterols. In the second period after a one-week recess, the respective diets for groups C, A and B were given. The results indicated that the serum cholesterol levels of all groups had decreased, and that among them, group C showed the most significant effect. The fecal excretion of cholesterol metabolites in group C after the second experimental period showed a greater increase than that in group A after the first period. These results suggested that cycloartenol showed a synergistic effect with β -sitosterol in reducing the level of serum cholesterol.

(Received September 8, 1986)

日本人の寿命が延びるにつれ、成人病の研究が重要さを増してきたが、成人病の一つにアテローム性動脈硬化症がある。本症状は血清コレステロールの上昇と相関があるとされ、そのため本症状の防止には血清コレステロールの低下が望ましいとされている。飽和脂肪酸に富む動物脂肪やコレステロールを多く含む鶏卵などの摂取は少なくとも一時的には血清コレステロールを上昇させるが、リノール酸に富む植物油や植物ステロールは、血清コレステロールを低下させる。

植物ステロールがコレステロール代謝に関与することは以前から知られており、なかでも種々の植物に存在する β -シトステロールの血清コレステロール降下作用については、多数報告されている^{1)~6)}。Kiribuchiら⁷⁾は大豆油不ケン化物中に植物性ステロール以外に血清コレステロール低下作用を有する物質が存在することを知り、シクロアルテノールや24-メチレンシクロアルタノールなどのトリテルペンアルコールが β -シトステロールとの併用により、著しい血清コレステロール低下効果を発現することを見だし、ラットを用いて、 β -シトステロール、ステリグマステロールなどの植物ステロールとシ

*,** 〒350-02 埼玉県坂戸市千代田 3-9-21

クロアルテノールを添加すれば血清コレステロール低下効果が増大するのを観察した。この作用機序としては、コレステロールの吸収阻害、生合成の抑制、尿中へのステロイドホルモンの排泄増大等が伴うと考えられた。最近、Ikeda ら⁸⁾は、シクロアルテノールが β -シトステロールの血漿コレステロール濃度低下作用を相乗的に強めるか否か、ラットを用いて両者を同時に食餌に添加した場合、血清アポ A-I 濃度の低下の改善をみたと報告している。

そこで本研究では、人体において実際に血清コレステロール濃度が低下するか否かを観察することを目的としてコレステロールや飽和脂肪酸に富み、血清コレステロールを上昇させやすいとされるバターに、植物ステロールとトリテルペンアルコールを添加し、このバターを料理に用いて人体に投与することで血清コレステロールの変動を検索し、同時に食品として適切であるかどうか身体症状の観察を行った。

実験材料および方法

1. 実験材料

実験に用いたバターは、明治乳業㈱中央研究所にて3種類サンプル①、②、③に調製された。サンプル①はバターオイル単品、サンプル②はバターオイル 10 kg に大豆ステロール 100.53 g を混合したもの、サンプル③はバターオイル 10 kg に大豆ステロール 100.53 g とシクロアルテノール 6.84 g を混合したもので3種とも外観、性状は同一である。バターとしてパンに塗るとき、心理的な因子とならないよう、被験者にはサンプルナンバーを秘した。バターオイル中のコレステロール量は 237 mg/100 g である。大豆ステロールおよびシクロアルテノールは森下製薬㈱製で、大豆ステロール 1 g 中の総ステロール量は 972 mg (β -シトステロール 471 mg, カンペステロール 274 mg, ステグマステロール 226 mg) であった。シクロアルテノールは米油より抽出し純度 98% であった。

サンプル①、②、③を用いたビスケットは、明治乳業にてそれぞれ調製され、1人1日5枚(バターオイル 20 g を含む)を摂取することとした。ビスケット5枚の成分は、小麦粉 40 g, 砂糖 10 g, スキムミルク 1.5 g, ふくらし粉 0.3 g, バターオイル 20 g (各サンプル①、②、③), 着香料少々, 塩 0.7 g で、外観は Photo 1 に示す。実験食期間の食品材料で上記以外のものは市販のものをを用いた。

2. 実験方法

本学学生のなかから応募した健康な被験者 21 名(女: 19~22 歳)を3群に分け、Fig.1 に示すスケジュールでそれぞれ2回の実験を行った。使用したバターオイルは

Sample 1 2 3

Photo 1. Pictures show the butter oil and biscuits used for experiments.

Upper: 5 pieces of biscuits (containing 20 g butter oil) were taken as snack. Middle: 20 g butter oil was taken at breakfast. Lower: 10 g butter oil was taken at supper.

Sample 1: Original butter oil. Sample 2: Soybean-sterol added butter oil. Sample 3: Soybean-sterol-added cycloartenol-added butter oil.

A群は第I期はサンプル①、第II期はサンプル②、B群は第I期はサンプル③、第II期はサンプル①、C群は第I期はサンプル②、第II期はサンプル③で1人50 g/日実験食期間中に朝食でパンに塗るバターオイルとして20 g 摂取した。5日間の実験食は1日2,200 kcal, タンパク質 70 g, 脂質 80 g (バターオイル 50 g を含む), コレステロール約 260 mg (バターオイル中の 115 mg を含む)を目安として5日分の献立を作成し、これをくり返した。朝食は5日間同一献立とした。昼食の主菜は鶏肉、夕食の主菜は白身の魚を用いた。実験期間中は本学附属施設であるメタボリックハウスで規則正しい生活を送り、午前9時から午後5時の間は授業を受けていた。実験食期以外の期間は自由食としたが1日のコレステロール摂取量の目安は日本人の普通の食事から摂取する量(200~300 mg)を上まわらない程度として各自で食事を管理した。

実験期間中は各自が決められた方法で、体重、血圧、脈拍を測定して記録した。皮脂厚は、採血前日にキャリパーを用いて背中と上腕部の2カ所で測定した。血液は実験食開始日(実験日1日目と14日目)と実験食終了翌日(実験日6日目と19日目)ならびに26日目の計5回早朝空腹時7時から7時30分の間に上腕部静脈より採血した。尿は実験食期間中午前10時から翌日の午前10時までの24時間全尿をトルエン 2~3 ml の入ったポリビンに集め全量を測定、記録後その一部を凍結保存して試料とした。糞便は同様に実験食期間中の毎日採取

Fig. 1. Dietary protocol of metabolic study.

Fig. 2. Analytical results of blood in each group.

— : Periods of the administration of experimental diet with butter oil.

** 14 day vs. 19 day of C group ($p < 0.01$).

A group (—○—) : control → soybean-sterol, B group (—△—) : soybean-sterol + cycloartenol → control, C group (—□—) : soybean-sterol → soybean-sterol + cycloartenol. $n=7$ each group.

し、被験者ごとにⅠ期分、Ⅱ期分をまとめ重量測定後に等量のメタノールと混和し、60℃の温風乾燥機で約一昼夜乾燥させ脱水後の重量を測定した。これを粉末とし、冷凍保存して試料とした。

各試料の測定方法は、(1)血液検査：グルコース (Trinder 法)⁹⁾、ヘモグロビン (シアノメトヘモグロビン法)¹⁰⁾、総タンパク質量 (Biuret 法)¹¹⁾、アルブミン (BCG 法)¹²⁾、総コレステロール (コレステロールエステラーゼ、コレステロール酸化酵素法) (CO-CE 法)¹³⁾、

HDL-コレステロール (ヘパリン・マンガン沈でん比色法)¹⁴⁾、β-リポタンパク質 (β-リポ C-Test Wako : 和光純薬(株)製)¹⁵⁾、リポタンパク質分画 (アガロースゲル膜による電気泳動法)¹⁶⁾、(2)尿検査：クレアチニン (Jaffe 法)¹⁷⁾、総窒素 (Kjeldahl 法)¹⁸⁾、タンパク質・ブドウ糖・pH (コンビスティックスⅡ試験紙法)、(3)糞便検査：窒素 (Kjeldahl 法)、コレステロール代謝産物 (CO-CE 法)¹³⁾、ステロール類縁物質 (Liebermann-Burchard 法)¹⁹⁾、粗脂肪 (Bragdon 重量法)²⁰⁾を用いた。

実 験 結 果

実験食期間の1日平均栄養素摂取量は四訂補成分表を用いて算出し Table 1 に示した。いずれの栄養素も 19～22 歳女子の所要量をほぼ満たしている。バターオイル、ビスケットは実験室にて実測した結果、1日 50 g のバターオイル（うち 20 g はビスケットに含まれる）はコレステロール 115 mg を含みエネルギー量は四訂成分表より 460 kcal であった。バターオイルを含む1日の摂取脂肪の P/S 比は 1.22 であった。実験期間中の体重、血圧、皮脂肪厚、脈拍を Table 2 に示す。特別な異状はみられなかった。

血液、糞便、尿の性状についての測定結果は、各グループ7名の平均値と標準偏差を示し、群間の有意差は Fisher の *t*-検定を行った結果を記入した。

血液性状の変化は Fig. 2, 3 に示す。Fig. 2 のグルコース、ヘモグロビン、総タンパク質は各グループとも実験開始時と実験終了時（26日目）では大差なく、実験食によってグルコースとヘモグロビンは上昇の傾向がみられたが正常範囲内である。総タンパク質はどの群も差がなく実験期間中に変動はみられなかった。 β -リポタンパク質は実験Ⅱ期のC群（大豆ステロール+シクロアルテノール）でのみ有意な（危険率1%）低下がみられ、14日目と19日目を比べると、 46 ± 16 mg/dl の減少量（-23%）であった。実験26日目では 216 ± 43 mg/dl を示し開始時の 322 ± 82 mg/dl とは有意な差がみられなかった。Fig. 3 に示した総コレステロールは、実験Ⅰ期ではA群は若干低下がみられたが、B群とC群はほとんど変化がみられなかった。各群ともその変化はわずかで有意な差はなかった。実験Ⅱ期では各群とも有意に（A群、B群は危険率1%、C群は危険率0.1%）コレステロール値の低下がみられた。19日目と14日目との値の差はA群で 30 ± 10 mg/dl（-22%）、B群で 27 ± 8 mg/dl（-18%）、C群で 33 ± 6 mg/dl（-23%）であった。各群間の差は有意ではなかった。26日目のコレステロール値はA、B、C群それぞれ、 119 ± 12 、 115 ± 17 、 117 ± 9 mg/dl で19日目より上昇傾向がみられた。実験開始時1日目のA、B、C群それぞれ 140 ± 32 、 133 ± 15 、 142 ± 15 mg/dl と19日目のコレステロール値、 109 ± 11 、 112 ± 11 、 108 ± 10 では有意な差がみられ、とくに、A、B群は危険率5%で有意であったのに比べC群は0.1%で有意に低下した（-24%）。HDL-コレステロールは総コレステロールと同様に実験Ⅰ期のA群と実験Ⅱ期のAとB群で低下がみられたがすべての群間に有意な差はなかった。26日目では3群ともわずかに上昇したが、A群のみ19日目と比べると5%の危険率で有意な差が認められ他は認められなかった。C群は実験期間中HDL-コレス

Table 1. Composition of experimental diet.

Nutrients		Average amounts of intake during 5 days experimental diets
Energy	(kcal)	2,227 (460)*
Protein	(g)	72.0
Fat	(g)	80.4 (49.5)*
Carbohydrate	(g)	295.4
Crude fiber	(g)	4.6
Ash	(g)	17.6
Cholesterol	(mg)	258 (115)*
Calcium	(mg)	545
Phosphorus	(mg)	1,055
Iron	(mg)	9.6
Sodium	(mg)	3,427
Potassium	(mg)	2,668
Vitamin A	(IU)	1,821
Vitamin B ₁	(mg)	1.06
Vitamin B ₂	(mg)	0.96
Vitamin C	(mg)	153

* Numbers in parenthesis indicate the amounts of energy and cholesterol obtained from butter oil. 50 g of butter oil consists of 27.5 g saturated fatty acids (S.A.) and 18 g polyunsaturated fatty acid (PUFA). Average contents of S.A. and PUFA in experimental diet were 5.6 g and 22.5 g, respectively. P/S ratio of the experimental diet was 1.22. Energy ratio to total diet (Calculated using Atwater index); Protein : Fat : Carbohydrate = 13 : 33 : 54.

テロールの変化がほとんどみられなかった。 β -リポタンパク質中のコレステロールの割合を Table 3 に示す。A、B、C群とも2回の実験食において β : pre β : α の割合にほとんど差がなかった。

糞便の検査結果を Fig. 4 に示す。5日間の実験食期間中の糞便量、総窒素、Liebermann・Burchard 呈色物質、CO-CE 反応物質、粗脂肪を実験Ⅰ期と実験Ⅱ期で、各群で比較した結果は、Liebermann・Burchard 呈色物質と CO-CE 反応物質の排泄量は、実験Ⅱ期のC群がA群と比べると有意に（危険率5%）高い値を示した。逆に粗脂肪ではC群は、実験Ⅰ期と実験Ⅱ期ともに実験Ⅰ期のB群の値に比べて有意（危険率5%）に低かった。実験期間中の身体症状については Table 4 に示す。他の項目ならびに Fig. 5 に示した尿の検査結果は各群で差がみられなかった。口唇のあれ、口内炎、口内清掃に伴う歯ぐきの出血、爪周のささくれなどの症状は、大豆ステロール+シクロアルテノールを投与したB群に多くみら

Table 2. Physical situation of volunteers in each group during experimental periods.

	Group	First period		Second period	
		Before	After	Before	After
		M±S.D.	M±S.D.	M±S.D.	M±S.D.
Pulse rate (beats/min.)	A	68±14	70±12	70±10	69±9
	B	76±7	76±9	75±3	72±7
	C	72±10	74±13	70±6	74±10
Blood pressure Systolic/Diastolic (mmHg)	A	107±16/73±12	101±14/69±10	108±12/75±10	105±8/70±8
	B	109±7/77±8	112±5/71±8	108±6/76±6	108±5/71±9
	C	109±12/73±15	107±8/67±6	106±6/71±5	102±9/66±4
Body weight (kg)	A	51.6±3.6	51.2±3.5	51.3±3.5	51.7±3.5
	B	54.5±3.8	54.8±3.8	55.2±4.2	55.4±4.2
	C	49.1±5.0	48.9±4.8	49.1±5.3	49.0±5.3
Skin thickness (cm)	A	1.40±0.41	1.73±0.37	1.60±0.40	1.60±0.37
	B	1.47±0.43	1.67±0.42	1.95±0.60	1.76±0.58
	C	1.16±0.29	1.32±0.34	1.46±0.37	1.42±0.48

A, B and C group were 7 subjects each.

Table 3. Percentages of serum cholesterol in β -lipoprotein determined by agarose gel-electrophoresis.

(%)

Period		First period		Second period		
Experimental days		1	6	14	19	26
A group	β	37.4±2.0	36.5±2.6	33.9±4.9	35.9±3.3	38.1±4.0
	pre β	19.9±2.2	19.9±2.6	19.3±6.7	21.6±5.5	16.7±5.1
	α	42.6±2.7	43.5±3.5	46.8±3.0	43.2±2.6	45.2±5.5
B group	β	36.6±3.6	37.5±4.8	35.2±6.6	33.9±5.2	39.3±3.3
	pre β	16.5±3.3	19.8±3.3	22.5±7.2	25.1±4.0	14.4±3.6
	α	46.9±3.2	42.8±4.8	42.2±2.9	41.1±4.3	46.3±4.8
C group	β	37.9±2.6	36.6±5.0	37.6±4.2	35.9±6.2	37.2±4.2
	pre β	19.2±5.2	21.1±2.2	16.9±4.0	22.7±4.5	19.5±3.7
	α	42.9±3.8	42.4±3.9	45.5±2.0	41.5±6.2	43.4±6.5

β : LDL-cholesterol, pre β : VLDL-cholesterol, α : HDL-cholesterol. Mean±S.D. of 7 persons.

れた。しかしこれらの症状は比較的軽度のもので実験終了後2週間以内に速やかに軽快した。

考 察

欧米で死因の第一位を占める心疾患は、日本でも最近癌に次いで第二位となった。1971年のフラミンガム疫学調査によって、心疾患の原因がおもにアテローム性動脈硬化、とくに血中コレステロール値の増加が影響していると報告²¹⁾されて以来、植物油の血清コレステロール低下作用が注目されるようになった。植物油のなかでも、

シトステロール、カンベステロール、スチグマステロールなどの植物ステロールに血清コレステロール低下作用があることが報告²²⁾され、さらに、シトステロールとトリテルペンアルコールが血清コレステロール濃度低下に相乗的な作用を及ぼすかどうか検討された²³⁾²⁴⁾。

シトステロールは植物種子、たとえばとうもろこし、なたね、綿実、ごま、オリーブ、大豆等の油脂や米ぬか油に存在し、植物ステロールの主要な部分を占めている。

一方、トリテルペンアルコールは、 γ -オリザノールの主構成成分であるシクロアルテノールがステロイドホル

Fig. 3. The time-course of serum cholesterol and HDL-cholesterol levels.

A group (○, ●): control→soybean-sterol, B group (△, ▲): soybean-sterol+cycroaltenol→control, C group (□, ■): soybean-sterol→soybean-sterol+cycroaltenol. + $p < 0.05$, ++ $p < 0.01$, +++ $p < 0.001$, $n = 7$ each group.

モン代謝に影響を及ぼし、17-オキソステロイドの尿中への排泄増大により、その結果、血清コレステロールを減少させると示唆された²⁵⁾。これらの観察はラットを用い、食餌中のシトステロールはコレステロールの2倍量、シクロアルテノールは約20分の1量としたものであった。

ヒトでの血清コレステロール降下作用をみたものでは、Grundyら²⁶⁾の高コレステロール血症患者に、トール油から分離したステロール(シトステロール含量90%)を投与した場合、1日3gでも9gでも血漿コレステロールの降下は同じ割合であったと報告されているが、長谷川ら²⁷⁾は、健康な男子ならびに女子では、シトステロールで1~2g/日を投与したとき、血中脂質の改

Fig. 4. Results of fecal analysis.

A group (□): control→soybean-sterol, B group (▨): soybean-sterol+cycroaltenol→control, C group (■): soybean-sterol→soybean-sterol+cycroaltenol.

* $p < 0.05$, $n = 7$ each group.

善がみられたと報告している。さらに同時に摂取するコレステロール量がシトステロールの血清コレステロール低下効果に影響を与えると示唆している^{28)~30)}。

本実験では、1日の摂取コレステロール量は、258 mg (投与したバターオイル 50 g 中のコレステロール 115 mg を含む) で、投与した大豆ステロールは一日当り 486 mg (うちシトステロールは 236 mg), トリテルペンアルコールは 34 mg (シクロアルテノールとして) である。本実験では被験者の血中コレステロールは平均 138 ± 20 mg/dl であり食事からの1日の摂取コレステロール量は、日本人の平均値と等しい。負荷した大豆ステロールはコレステロールの約2倍量、シクロアルテノールは約8分の1量であった。身体症状 (Table 4) を比較すると、大豆ステロールのみよりもシクロアルテノールが加わったほうがより皮膚のかさかさや爪のささくれが多くみられるように思われることからシクロアルテノールの負荷量については、今後も検討を要する。

Fig. 5. Results of urinary analysis.

A group (○) : control→soybean-sterol, B group (△) : soybean-sterol+cycroaltenol→control, C group (□) : soybean-sterol→soybean-sterol + cycroaltenol.

n=7 each group.

血清コレステロール濃度についてはA群は、コントロールから大豆ステロール負荷へ、B群は、大豆ステロール+シクロアルテノールからコントロールへ、C群は、大豆ステロールから大豆ステロール+シクロアルテノールへとその負荷方法を変えた結果、A、B、C群とも低下がみられた。なかでも顕著に低下がみられたのはC群で危険率0.1%で有意であり他は1%で有意な低下であった。A群の実験I期のコレステロール低下は、A群の実験前の食事のコレステロール量が実験食中のコレステロール量よりかなり多く摂っていたと思われる結果で、実験II期の低下は、大豆ステロールの影響と考えられ

る。しかしC群のI期では大豆ステロールの影響がみられないが、これはA群との糞便量の差が代謝速度に影響を及ぼしているのではないかと推察する。B群はI期でごくわずかしき低下せず、II期でかなりの低下を示した。身体症状がII期でも発現している点から大豆ステロールとシクロアルテノールを同時に投与した場合、コレステロール低下作用の効果が遅く発現することを示唆していると考えられる。C群の血中コレステロールの変動は、B群のそれと比較して、大豆ステロールによって体内のコレステロール吸収が阻害されたところにシクロアルテノールが加わることによって、コレステロールあるいはその代謝産物(胆汁酸)の糞便中への排泄が高まるため、血中コレステロールが低下するという作用機序を示唆しているものと考えられる。以上の結果、他の項目については、A、B、C群間でほとんど差がなかったことから大豆ステロールおよびトリテルペンアルコール添加油の血清コレステロール濃度低下作用と、食品としての適性は考慮できるが相乗効果については今後も検討を要する。

要 約

健康な被験者21名(女:19~22歳)を3群(A, B, C)に分け、バターオイル1日50g(サンプル①, ②, ③)を投与した。実験期間は26日間で、バターオイル投与は連続5日間とし、各群2回(実験I期, 実験II期)行った。サンプル①はコントロール添加なし、サンプル②は大豆ステロール486mg(β -シトステロールとして236mg)を添加、サンプル③は②+シクロアルテノール34mgを添加した。

A群は①→②, B群は③→①, C群は②→③で実験期間中、体重、血圧、皮脂厚、脈拍、身体症状、血液(血糖、タンパク質、ヘモグロビン、 β -リポタンパク質、総コレステロール、HDL-コレステロール)、尿の性状、糞便(重量、窒素、ステロール類縁物質、コレステロール代謝産物、粗脂肪)について測定した。

その結果、血清コレステロールは、どの群でも低下がみられたが、糞便中のステロール類縁物質の排泄量が高値であったことから、シクロアルテノールの大豆ステロールに対するヒトでの相乗作用が示唆された。

本研究は、一部文部省科学研究費試験研究費(代表金田尚志 No. 5989004)の援助によって行われ、本稿をご校閲下さいました元東北大学農学部教授金田尚志先生に深く感謝いたします。また、バターオイルの調製、供与をしていただいた明治乳業中央研究所にお礼申し上げます。

Table 4. Physical signs and symptoms appeared among examines.

Administra- tion	Subject symbol	A group							B group							C group						
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
First period		Control							Soybean-sterol+cycloartenol							Soybean-sterol						
Dry lips		+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Angular-Stomatitis		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stomatitis		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Hemorrhage of gingiva		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
“ Sasakure ”*		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dryness of skin		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Second period		Soybean-sterol							Control							Soybean-sterol+cycloartenol						
Dry lips		+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Angular-Stomatitis		-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Stomatitis		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±	-	-
Hemorrhage of gingiva		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
“ Sasakure ”*		+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Dryness of skin		-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-

* Skin lesion of nail-border region. + : present, - : absent.

文 献

- Peterson, D.W. : *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 78, 143 (1951)
- Hernandez, H.H., Peterson, D.W., Chaikoff, I.L. and Dauben, W.G. : *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, 83, 498 (1953)
- Grundy, S. and Ahrens, E.H., JR. : *J. Lipid. Res.*, 10, 91 (1969)
- 保井明子, 金田尚志 : 栄養と食糧, 26, 25(1973)
- Murphy, E.A., Rowsell, H.C. and Mustard, J.F. : *Atherosclerosis*, 17, 257 (1973)
- Lees, A.M., Mok, H.Y.L., Lees, R.S., McCluskey, M.A. and Grundy, S.M. : *Atherosclerosis*, 28, 325 (1977)
- Kiribuchi, M., Miura, K., Tokuda, S. and Kaneda, T. : *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 29, 35 (1983)
- Ikeda, I., Nakashima-Yoshida, K. and Sugano, M. : *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 31, 375 (1985)
- Trinder, P. : *Ann. Clin. Biochem.*, 6, 24 (1969)
- Van Kampeh, E.J. and Zulstra, W.G. : *Adv. Clin. Chim.*, 8, 141 (1965)
- Cornall, A.G., Bardawill, C.J. and David, M.M. : *J. Biol. Chem.*, 177, 751 (1949)
- Doumas, B.T., Watson, A. and Biggs, H.G. : *Clin. Chim. Acta*, 31, 87 (1971)
- Duncan, P.H. and Cooper, G.R. : *Clin. Chem.*, 22, 1193 (1976)
- 櫻井郁之介 : 総合臨床, 28, 2045 (1979)
- 関本 博, 平井 洋 : 日本臨床, 34, 1947(1976)
- 大島寿美子, 元沢陽子, 田中 博, 小沢憲治, 岩田 進, 中野栄二, 河野均也, 土屋俊夫 : 臨床検査, 19, 80 (1976)
- 北村元仕 : 実践臨床化学, 243(1974), 医歯薬出版(東京)
- 斉藤正行, 北村元仕, 丹羽正治 : 臨床化学分析II, 136 (1979), 東京化学同人(東京)
- Altman, P.L. and Dittmer, D.S. : *Biology Data Book*, Vol. 3, 2nd Ed., 1489 (1974), Fed. Am. Soc. Exp. Biol., Bethesda, Maryland
- King, E.J. : *Micro-analysis in Medical Biochemistry*, 131 (1965), Churchill (London)
- Kannel, W.B., Castelli, W.P. and Gordon, T. : *Ann. Internal. Med.*, 90, 85 (1979)
- 菅野道廣, 池田郁男 : 植物ステロール (太極利一監), 53 (1980), 森下製薬 (大阪)
- 池田郁男, 菅野道廣 : 日本栄養・食糧学会要旨, 37, 123 (1983)
- 北原真樹, 小幡明雄, 金田尚志 : 日本栄養・食糧学会要旨, 37, 123 (1983)
- 北原真樹, 後藤利奈, 金田尚志 : 日本栄養・食糧学会要旨, 38, 202 (1984)
- Grundy, S.M. and Mok, H.Y.L. : *Lipoprotein Metabolism* (Ed. Greten, H.), 112 (1976), Springer-Verlag (Berlin)
- 長谷川恭子, 渋谷香織 : 女子栄養大学紀要, 14, 165 (1983)
- 石井たたら, 長谷川恭子 : 同上, 15, 11 (1984)
- 長谷川恭子, 渋谷香織 : 脂質生化学研究, 27, 219 (1985)
- Hasegawa, K., Shibuya, K., Ishii, T. and Muramatsu, T. : 7th International Symposium on Atherosclerosis, Proceedings of Poster Communications, 252 (1985) (Melbourne)

(1986年9月8日受理)