

Medium Chain Triglyceride 添加 食餌가 Cholesterol 投與 흰쥐의 血中 脂質 및 Lipoprotein에 미치는 影響

李 容 億, 車 載 璇

明知大學校 理科大學

食品營養學科

The Effect of Medium Chain Triglyceride Diet on the Serum Lipids and Lipoprotein Levels of Rats Fed with Cholesterol

Yong Ock Lee, Jae Seon Cha

Dept. of Food and Nutrition

College of Science, Myong Ji university

(Received September 8, 1984)

Abstract

The purpose of the study was to find an effect of medium chain triglyceride (MCT) diet on the serum lipids and lipoprotein of Sprague-Dawley rats when they were fed with cholesterol. All experiment-groups were fed with different diet such as soybean oil, shortening, MCT, and MCT mixed with oil respectively. After fed to each group, the levels of serum lipids and lipoprotein among fed rats were examined and the data from the experiment were compared with a control group.

The results obtained from this study are as follows :

- (1) The average body weight gain in MCT diet and soybean oil diet groups were lighter than that of the control group, while the food efficiency ratio in each experimental diet group was almost same as that in the control group.
- (2) Total cholesterol levels in serum of all experimental diet groups were lower than that of the control group except the level in shortening diet group. Especially, the levels of total cholesterol in MCT diet and soybean oil diet groups were significantly lower than that of the control group.
- (3) VLDL, LDL-cholesterol levels of all experimental groups were almost same except the case of the MCT diet and soybean oil diet group which was significantly low.
- (4) The ratio of VLDL, LDL-cholesterol to HDL-cholesterol, so called, atherogenic index in serum of MCT and soybean oil diet groups were significantly lower than that of the control group.
- (5) The ratio of total cholesterol to phospholipid in serum of MCT diet group was decreased, because total cholesterol levels were decreased more than phospholipid levels.
- (6) The ratio of the serum VLDL, LDL to HDL in MCT diet group, in MCT and soybean oil mixed diet group, and in soybean diet group was decreased. In other words, it means that the decrease of the serum VLDL, LDL in each group and the increase of the serum HDL.

I. 緒 論

血中 脂質 특히血中 cholesterol(chol.)의 濃도가 一般的으로 動脈硬化症 進展과 密接한 關係가 있다¹⁾는 것이 指摘된 以來 食用油脂를 비롯한 많은 食品에 關하여 血中 chol. 低下作用에 대한 많은 研究들이 이루어져 왔다.

지금까지의 食用油脂에 關聯된 研究들에 의하면 攝取油脂의 脂肪酸 組成의 差異가 血中 chol. 量 變化 要因의 하나라고 생각되어 왔다. 즉, 油脂의 構成 脂肪酸의 不飽和度, 必須脂肪酸量, 必須脂肪酸과 飽和脂肪酸의 比率 등이 血中 chol. 量 變化에 크게 影響을 주며, ²⁾ 특히 食用油脂中的 리놀레 酸은 血中 chol. 濃度の 低下 效果가 큰 것으로 알려져 있다.³⁾

食餌 油脂의 脂肪酸 組成과 血中 chol. 變動에 關한 Peifer,⁴⁾ Sitori,⁵⁾ Sen,⁶⁾ 小富⁷⁾ 등의 研究에 의하면 飽和脂肪酸의 攝取量이 많을 때는 血中 chol. 量이 增加하고, 反面에 高度 不飽和脂肪酸를 攝取하면 血中 chol. 量의 增加가 抑制된다고 報告하고 있다.

近年에 와서 中鎖 飽和脂肪酸과 글리세롤로 構成된 medium chain triglyceride(MCT)가 開發되면서 그의 營養學的 特性和 應用에 關한 많은 研究들이 活潑히 進行되고 있다.⁸⁾

MCT는 消化 吸取가 容易할 뿐 아니라 體內에서 貯藏 脂肪으로의 蓄積現象이 떨어져 體重의 增加가 抑制되므로 肥滿 治療에 效果의이라고 알려져 있다.⁹⁾

Kaunitz,¹⁰⁾ Kritchevsky,¹¹⁾ Harkins¹²⁾ 등에 의하면 MCT는 血中 및 肝臟 chol. 量의 上昇을 抑制 한다는 研究 報告를 하고 있다.

그러나 MCT에 關한 또다른 研究에서는 MCT의 chol. 量 抑制作用을 否認하는 報告^{13)~17)}를 하고 있으며, 한편 種類가 다른 MCT食餌를 投與하였을 때는 그 動態가 달라진다는 報告^{18)~20)}를 하고 있어 매우 注目된다.

그 밖에도 MCT의 血中 chol. 量 低下作用은 MCT食餌中的 chol. 添加 有無나, 食餌의 投與期間, 投與量, 實驗動物의 種類 등에 의해서도 달라진다는 見해도 있다.²¹⁾

한편, 動脈硬化症 특히 冠狀性 動脈硬化症의 發生率은 血中の lipoprotein 構成成分의 變化和 密接한 關係가 있다는 說이 있어 注目된다.²²⁾

Lipoprotein은 그 比重에 따라 very low density lipoprotein(VL-DL), low density lipoprotein(VLDL) 및 high density lipoprotein(HDL) 등으로 分類된다.

Lipoprotein에 關한 Gordon²³⁾ 등의 疫學的 研究에 의하면 HDL-chol. 量(즉 HDL의 量)과 冠狀 動脈硬化性 心臟疾患 發生率 사이에는 逆相關係가 있음을 報告하고 있다.

一般的으로 VLDN, LDL은 動脈硬化를 促進하는 쪽으로, HDL은 이를 抑制하는 쪽으로 作用 한다는 事實이 알려져 있다.²⁴⁾

따라서, 血中の 總chol. 을 비롯하여 triglyceride 와 VLDL, LDL量의 增加와 그리고 HDL量의 減少는 動脈硬化性疾患 發生의 危險 要因으로 보는 경우가 많다.

그러나, 사람의 경우와는 달리 흰쥐와 마우스에 있어서는 血中 chol. 量의 減少가 대개의 경우 HDL 量의 減少를 나타내는 수가 있다²⁵⁾는 意見도 있다.

한편, Tall²⁶⁾ 등의 研究에서는 HDL量은 菜食者, 長距離 走者, 알코올의 適當한 飲用, 헤파린 投與 등에 의해 增加되지만, 高炭水化物食, 吸煙, 肥滿 등에 의해서는 減少된다는 報告도 있다.

以上的 研究報告들에 의하면 MCT食餌에 의한 血中 chol. 上昇 抑制作用에 대해서는 아직도 統一된 見解가 없을 뿐만 아니라, 특히 動脈硬化症 發生率과 密接한 關係가 있는 血中 HDL-chol. 을 비롯한 lipoprotein 量 變化에 미치는 效果에 關한 研究는 별로 없다.

따라서, 本 研究에서는 MCT添加 食餌가 血中 chol. 과 그 밖의 血中 脂質의 動態와 血中 lipoprotein 量 變化에 미치는 影響을 究明할 目的으로 chol. 投與 흰쥐에다 脂肪酸 組成이 다른 食用油脂인 大豆油, shortening과 MCT食餌 및 MCT와 食用油脂 混合食餌를 給與하여 MCT의 效果를 比較 實驗 하였기에 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 材料

本 實驗에서 實驗食餌에 添加한 市販 食用 大豆油(第一製糖Co.)를, shortening은 市販 튀김用 소팅(오뚜기食品Co.)을 使用하였으며, MCT는 Coconut RK²⁷⁾(日本花王Food.Co.)를 使用하였다. 各 油脂의 脂肪酸 組成은 Table I과 같다.

2. 動物實驗

實驗動物은 體重이 $100 \pm 10g$ 인 Sprague-Dawley 系 흰쥐(雄)35마리를 使用하였으며 市販되는 흰쥐用 固形 飼料(第一飼料Co.)로 2週間 飼育한 다음 正常群과 對照群 그리고 實驗(A, B, C, D, E) 群으로 나누고 1個群 當 5마리씩으로 하여 飼育하였다.

이 때 正常群의 食餌로는 市販 基本食餌인 飼料

를 그대로 使用하였으며, 各 實驗群 食餌는 市販 固形 飼料를 粉碎하여 여기에 A群은 大豆油, B群은 Shortening, C群은 MCT, D群은 MCT와 大豆油, E群은 MCT Shortening을 名名 混合한 飼料를 使用하였다. 한편 對照群과 實驗群의 모든 食餌에 는 cholesterol(日本 東京化成工業Co.) 1%, Na-cholate(英國 Oxoid Co.) 0.25%를 添加하여 高 chol. 食餌로 만들었다.

各 實驗食餌의 成分 比率은 Table II와 같다

Table I. Fatty acid composition of supplemental oils (%)

Fatty acid	Soybean oil	Shortening	MCT(Coconut RK)
C ₆ :			0.5
C ₈ :			97.3
C ₁₀ :			2.2
C ₁₄ :		8.5	
C ₁₆ :	10.4	27.5	
C ₁₈ :		6.5	
C ₁₈ :	3.1	7.8	
C ₁₈ :	24.1	36.4	
C ₁₈ :	54.5	1.1	
C ₂₀ :	7.8		
C ₂₂ :		7.3	
C:	0.1	4.0	
unknown		0.9	

Table II. Composition of experimental diets (g/100 g of normal diet)

Component	Group					
	Control	A	B	C	D	E
MCT(Coconut RK)				20	15	15
Soybean oil		20			5	
Shortening			20			5
Cholesterol	1	1	1	1	1	1
Na-cholate	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

흰 쥐는 實驗群別로 같은 飼育箱안에 함께 넣어 24日間을 飼育하였으며 飼料와 飲料水는 自由 롭게 攝取하도록 하였다.

흰쥐는 實驗飼育 期間에 3일에 한번씩 體重을 測定하여 增加量을 算出하였다.

食餌 攝取量은 事前에 秤量된 實驗食餌를 飼育 箱別로 繼續 給與한 다음 實驗 最終日에 殘餘量을 해서 흰쥐 數로 나누어 總 平均攝取量으로 하였다.

3. 採血 및 血清 分離

흰쥐는 實驗飼育이 끝난 다음, 하루밤을 絶食시 키고 無麻酔下에서 頸靜脈을 切斷하여 採血하고, 遠

心分離(3,000rpm, 15分間)를 하여 上澄液인 血清을 取한 다음 冷藏庫에 保管하였다.

4. 血清 Cholesterol 定量

1) 總 Cholesterol 量 測定

血清 總chol. 量은 cholesterol 測定用 試藥(韓國 試藥Co. KR001)을 使用하여 測定하였다. 즉, 試驗 및 標準血清 0.1ml을 正確히 取하여 試驗管에 各各 넣고, 發色試液 5ml을 加하여 잘 흔들어 混合한 다음 37℃ 恒溫槽에서 10分間 加溫하여 分光光度計(日立model 100-10)로 625nm에서 吸光度를 測定하였다.

2) 遊離 Cholesterol 量 測定

血清 遊離chol. 量은 遊離 cholesterol 測定用 試藥(日本 商社Co., FC Kit-K)을 使用하여 測定하였다. 즉, 試料 및 標準血清 0.1ml을 正確히 取하여 試驗管에 各各 넣고 使用呈色試液 3.0ml을 加한 다음, 잘 混合하고 37℃의 恒溫槽에서 15分間 加溫하여 分光光度計로 500nm에서 吸光度를 測定하였다.

3) Ester Cholesterol 量 算出

血清 ester chol. 量은 總chol. 量에서 遊離 chol. 量을 해서 算出하였다.

4) HDL-Cholesterol 量 測定

血清量은 HDL-cholesterol 測定用 試藥(日本 商社Co., Kit-N)을 使用하여 測定하였다. 즉, 試料 및 標準血清 0.1ml을 正確히 取하여 試驗管에 넣고, 2.0ml의 沈降試液을 넣어 잘 混合한 다음, 室溫에서 放置하고 遠心分離(3,000rpm, 15分間)하여 上澄液을 1.0ml을 다른 試驗管에 各各 取하고 여기에 使用 呈色試液을 2.0ml을 加하여 잘 混合한 다음, 37℃의 恒溫槽에서 20分間 加溫하여 分光光度計로 500nm에서 吸光度를 測定하였다.

5) LDL, VLDL-Cholesterol 量의 算出

血清 LDL, VLDL-chol. 量은 總 chol. 量에서 HDL-chol. 量을 해서 算出하였다.

5. 血清 Triglyceride 및 Phospholipid 定量

1) 血清 Triglyceride (TG) 量 測定

血清 TG量은 triglyceride 測定用 試藥(日本 國際試藥Co.)을 使用하여 酵素法으로 測定하였다. 즉, 試料 및 標準血清 0.02ml을 正確히 取하여 試驗管에 各各 넣고 調製한 酵素試液을 0.5ml을 加한 다음, 잘 混合하고, 37℃의 恒溫槽에서 20分間 加溫하고 0.1N 鹽酸 溶液을 3.0ml을 넣어 잘 混合한 다음, 分光光度計로 505nm에서 吸光度를 測定 하였다

다.

2) 血清 Phospholipid(PL)量測定

血清 PL量은 磷脂質測定用試藥(日本다이아야트론Co., 酵素法)을 사용하여測定하였다. 즉, 試料 및 標準血清 0.02ml을 正確히 取하여 試驗管에 各 各 넣고 酵素溶液 3.0ml을 加한 다음, 잘 混合하고, 37°C 恒溫槽에서 20分間 加溫한 다음, 分光光度計로 500nm에서 吸光度를 測定하였다.

6. 血清 Lipoprotein 定量

血清 lipoprotein 分析은 電氣泳動裝置(美國Coring Co.)를 사용하여 Fat Red 7 B法²⁷⁾으로 電氣泳動하여 HDL과 VLDL, LDL의 agarose film 分割像을 얻었다. 이것을 Densitometer(Beckman, model 12-112)에 의해 Quick Scan graph를 그려 各 分割에 대한 百分率을 求하였다.

모든 實驗 data는 Texas Instruments 科學用電子計算機(TI 55-II)를 사용하여 統計處理하였다.

III. 實驗結果

1. 體重變化 및 食餌 攝取量

흰쥐의 實驗飼育 前後의 體重 變化와 食餌 攝取量 및 食餌效率는 Table III과 같다.

이 結果에서 보면 各 實驗群의 一日 平均 體重 增加量은 A群과 C群에서 對照群에 비해 낮았으며, B群과 E群에서는 對照群보다 약간 높은 傾向을 나타냈으나 모두 有意한 差는 아니었다. D群에서는 對照群과 비슷한 傾向이었다.

食餌效率는 A群과 C群에서 對照群과 비슷한 傾向을 나타냈으며 그 밖의 다른 實驗群에서는 약간 높은 比率을 나타냈으나 有意한 差는 아니었다.

2. 血中 脂質量 分析

1) 血清 Cholesterol

Table IV에는 各 群의 血清 總chol., 遊離chol. 量의 分析結果와 그리고 總chol. 값과 遊離chol. 값으로부터 算出한 ester chol. 값을 나타내었다.

Table III. Effect of experimental diet on body weight gain and food efficiency ratio

Group	Body weight		Body weight gain (g/day)	Total food intake	FER ^a
	Initial (g)	Final (g)			
Normal	162.2±35.1 ^{b)}	241.3±59.5	3.44±1.26	—	—
Control	189.6±13.3	259.7±28.9	3.06±0.80	454.1	0.15
A	189.0±10.5	240.3±45.1	2.24±1.60	346.1	0.14
B	179.3±17.3	251.8±42.8	3.15±1.36	362.2	0.20
C	178.0±25.4	233.7±37.7	2.42±0.67	368.0	0.15
D	176.7±23.8	246.9±30.2	3.05±0.33	376.2	0.18
E	180.8±18.9	263.7±23.7	3.59±0.36	437.7	0.18

a) FER : Food efficiency ratio=Body weight gain/Food intake
b) Mean±S. D.

Table IV. Effect of experimental diet on total cholesterol, free cholesterol and ester cholesterol in serum of rats

Group	Cholesterol			Ester chol. Total chol.
	Total (mg/100ml)	Free (mg/100ml)	Ester ^a (mg/100ml)	
Group	57.9±6.1 ^{b) **}	8.9±1.8 ^{**}	49.0±6.4 ^{**}	82.5±3.28
Control	101.1±14.1	17.8±3.5	83.3±10.9	82.5±1.46
A	73.7±14.8*	12.9±3.7	60.8±11.3*	82.7±1.88
B	109.5±27.5	20.9±8.1	88.6±20.2	82.3±3.64
C	82.1±11.5*	13.8±4.0	67.9±8.3*	82.8±1.86
D	96.8±8.8	13.3±3.6	83.5±6.5	86.4±2.89
E	92.6±4.7	15.6±2.7	77.0±2.5	83.4±2.36

a) Ester cholesterol was calculated from the difference between total cholesterol and free cholesterol.
b) Mean±S. D.

*Significantly different from control group (p<0.05).

**Significantly different from control group (p<0.01).

이 結果에서 보면 chol.을 投與한 對照群의 모든 血清 chol. 값은 基本 食餌만을 給與한 正常群에 비해 有意한 差(p<0.01)로 增加를 나타내었다.

또한 各 實驗群의 血清 總chol. 값은 B群을 除外한 모든 群이 對照群에 비해 낮은 값을 나타내었고 특히 大豆油 食餌群(A群)과 MCT 食餌群(C群)의 경우 그 값이 各各 73.7mg/100ml, 82.1mg/100ml로서 對照群의 101.1mg/100ml보다 有意한 差(p<0.05)로 낮은 값을 나타내었다.

血清 遊離chol. 값은 B群을 除外한 모든 群에서 對照群보다 낮은 값을 나타내었으나 有意한 差는 아니었다.

血清 ester chol. 값은 大豆油食餌群(A群)과 MCT 食餌群(C群)이 各各 60.8mg/100ml, 67.9mg/100ml로서 對照群의 83.3mg/100ml에 비해 有意한 差(p<0.05)로 낮은 값을 나타내어 總 chol.의 경우와 비슷한 傾向이었다.

血清 總chol.에 대한 ester chol.의 比는 모든 實驗群에서 비슷한 값을 나타내었다.

2) 血清 HDL-cholesterol

Table V에는 各群의 血清 HDL-chol.量의 分析 結果와 總chol.값과 HDL-chol. 값으로 부터 算出한 VLDL, LDL-chol. 값을 나타내었다.

이 結果에서 보면 chol.을 投與한 對照群에서 VLDL, LDL-chol.값이 正常群에 비해 有意한 差(p<0.01)로 높은 값을 나타내었다.

또한, 各 實驗群의 HDL-chol.값은 MCT와 sh-ordering 混合食餌群(E群)만이 36.2mg/100ml로서 對照群의 44.8mg/100ml보다 有意한 差(p<0.01)로 낮은 값을 나타내었으며, 그밖의 實驗群에서는 모두 對照群과 별 差異없이 비슷한 값을 나타내었다.

VLDL, LDL-chol. 값은 大豆油食餌群(A群)과 MCT 食餌群(C群)에서 各各 28.0mg/100ml, 37.3mg/100ml로서 對照群의 56.3mg/100ml보다 有意한 差

(p<0.05)로 낮아졌다. 그러나, D群과 E群에서는 對照群과 비슷한 값을 나타내었다.

Table V. Effect of experimental diet on HDL-cholesterol and VLDL, LDL-cholesterol in serum of rats

Group	HDL-cholesterol(A)	VLDL, LDL- ^a (B)	
	(mg/100ml)	(A)	
Normal	47.6 ± 3.9 ^b	10.3 ± 4.3**	0.22 ± 0.09**
Control	44.8 ± 2.6	56.3 ± 14.5	1.26 ± 0.34
A	45.7 ± 5.4	28.0 ± 14.1*	0.62 ± 0.30*
B	43.8 ± 2.1	65.7 ± 28.2	1.51 ± 0.67
C	43.8 ± 4.0	37.3 ± 9.5*	0.83 ± 0.19*
D	44.8 ± 4.3	52.0 ± 7.5	1.17 ± 0.19
E	36.2 ± 2.6**	56.4 ± 3.7	1.57 ± 0.15

a) VLDL, LDL-cholesterol was calculated from the difference between total cholesterol and HDL-cholesterol.

b) Mean ± S. D.

*Significantly different from control group (p<0.05).

**Significantly different from control group (p<0.01).

한편, HDL-chol.값에 대한 VLDL, LDL-chol. 값의 比는 大豆油食餌群인 A群과 MCT 食餌群인 C群에서 0.62, 0.83을 나타내어 對照群의 1.26에 비해 有意한 差(p<0.05)로 낮은 比를 나타내었다. 그밖의 D群에서도 약간 낮은 比를 나타내었다.

3) 血清 Triglyceride 및 Phospholipid

各群의 血清 triglyceride (TG)와 phospholipid (PL) 量을 分析한 結果는 Table VI과 같다.

이 結果에서 보면 chol.을 投與한 對照群의 血清 TG 및 PL 값은 正常群에 비해 근소한 差로 높게 나타났으나 有意한 差는 아니었다.

또한 各 實驗群의 血清 TG 값은 A群과 C群에서 對照群보다 높은 값을 나타냈으나 有意한 差는 아니며 D群과 E群에서는 對照群보다 낮은 값을 나타

Table VI. Effect of experimental diet on triglyceride, phospholipid and total cholesterol in serum of rats

Group	Triglyceride (mg/100ml)	Phospholipid (mg/100ml)	Total chol. (mg/100ml)	Total chol.	
				TG / PL	PL
Normal	204.9 ^a	106.8 ± 17.2	57.9 ± 6.1**	1.98 ± 0.63	0.69 ± 0.18
Control	211.0 ± 26.9	122.7 ± 31.0	101.1 ± 14.1	1.79 ± 0.46	0.86 ± 0.18
A	248.3 ± 55.8	118.2 ± 14.4	73.7 ± 14.8*	2.09 ± 0.35	0.62 ± 0.06
B	214.2 ± 28.5	130.9 ± 8.1	109.5 ± 27.5	1.64 ± 0.24	0.83 ± 0.15
C	253.2 ± 47.8	109.1 ± 21.3	82.1 ± 11.5	2.39 ± 0.64	0.77 ± 0.12
D	178.6 ± 19.0	110.9 ± 25.2	96.8 ± 8.8	1.67 ± 0.36	0.90 ± 0.14
E	198.0 ± 62.0	141.8 ± 20.9	92.6 ± 4.7	1.45 ± 0.65	0.66 ± 0.07

a) Mean ± S. D.

*Significantly different from control group (p<0.05).

**Significantly different from control group (p<0.01).

였으나 역시 有意한 差는 아니었다.

血清 PL값은 A群, C群 및 D群에서 對照群보다 약간 낮은 값을 B群과 E群에서는 약간 높은 값을 나타냈으나 모두 有意한 差는 아니었다.

한편, PL값에 대한 TG값의 比는 A群과 C群이 對照群에 비해 약간 높은 比였으나 E群에서는 對照群보다 약간 낮은 比였다.

PL값에 대한 總chol.값의 比는 A群, C群 및 E群에서 對照群보다 比較的 낮은 比를 나타내었다.

3. 血中 Lipoprotein量 分析

1) 血清 Lipoprotein의 電氣泳動

各群의 血清의 血清을 電氣泳動하여 얻은 lipopro-

tein 分割像에 대한 Densitometer Quick scan graph 는 Fig. 1 ~ Fig. 7 과 같다.

이 結果에서 보면 正常群의 血清 lipoprotein의 組成은 α -lipoprotein(HDL)과 pre- β -lipoprotein(VLDL), β -lipoprotein(LDL)의 3 分割으로 明確히 區分되어 있다.

그러나 chol.을 投與한 對照群에서는 HDL 分割은 區分되었지만 VLDL과 LDL의 分割은 明確히 區分되지 않았다.

그밖의 實驗群도 對照群과 비슷하게 HDL 分割은 區分되었으나 VLDL과 LDL의 分割은 역시 明確히 區分되지 않았다.

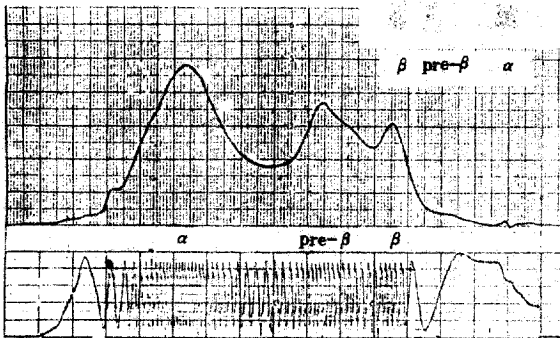


Fig. 1. Quick scan graph of Serum lipoprotein in normal group

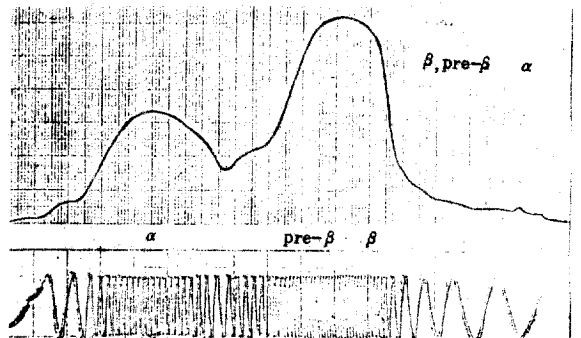


Fig. 2. Quick Scan graph of serum lipoprotein in control group

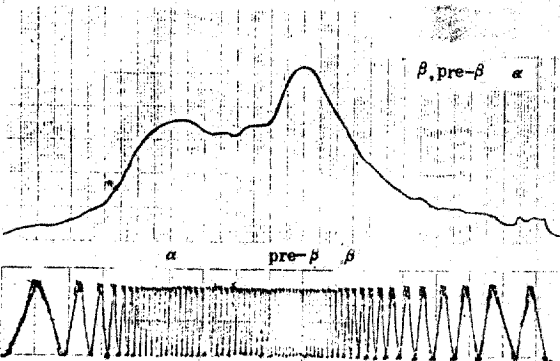


Fig. 3. Quick Scan graph of serum lipoprotein in A group

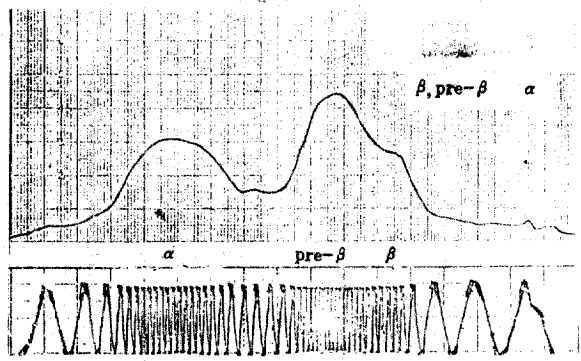


Fig. 4. Quick Scan graph of serum lipoprotein in B group

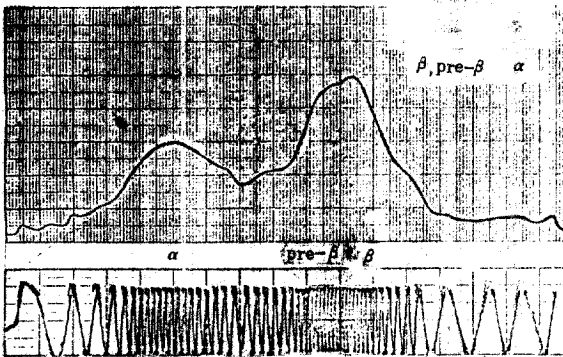


Fig. 5. Quick Scan graph of serum lipoprotein in C group

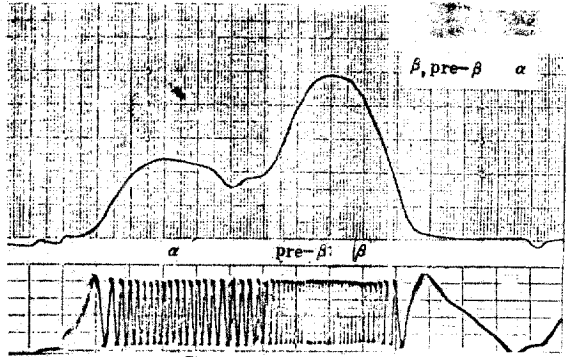


Fig. 6. Quick Scan graph of serum lipoprotein in D group

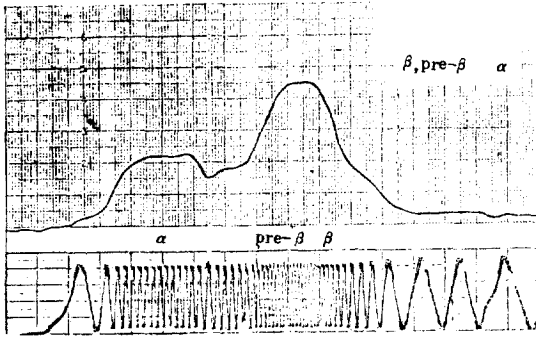


Fig. 2. Quick Scan graph of serum lipoprotein in E group

2) 血清 Lipoprotein 成分 比率

各群의 Quick Scan graph에 의해 計算한 HDL과 VLDL, LDL의 成分 百分率은 Table VII과 같다.

Table VII. Effect of experimental diet on HDL and VLDL, LDL in serum of rats

Group	HDL (%)	VLDL, LDL (%)	VLDL, LDL / HDL
Normal	54.05 ± 1.59 ^a *	46.13 ± 1.90*	0.86 ± 0.06*
Control	35.50 ± 4.26	64.50 ± 4.26	1.71 ± 0.25
A	49.50 ± 3.38*	50.40 ± 3.38*	1.02 ± 0.14*
B	36.50 ± 4.94	63.50 ± 4.94	1.75 ± 0.36
C	40.33 ± 4.96	59.67 ± 4.96	1.51 ± 0.31
D	39.90 ± 3.81	60.10 ± 3.81	1.52 ± 0.23
E	37.03 ± 3.03	62.97 ± 3.03	1.71 ± 0.23

a) Mean ± S. D.

*Significantly different from control group (P < 0.01).

이 結果에서 보면 正常群의 HDL은 chol.을 投與한 對照群에 비해 有意한 差 (p < 0.01)로 높은 比率을 나타내었으며, 반면에 VLDL, LDL은 對照群보다 有意한 差 (p < 0.01)로 낮은 比率을 나타내었다.

또한, 各 實驗群의 HDL은 大豆油食餌群(A群)에서 49.50%로서 對照群의 35.50%에 비해 有意한 差 (p < 0.01)로 높은 比率을 나타내었으며 MCT 食餌群(C群)과 MCT와 大豆油 混合 食餌群(D群)에서는 對照群보다 비교적 높은 比率을 나타내었으나 有意한 差는 아니었다.

그러나 B群과 E群에서는 對照群과 비슷한 比率이었다.

VLDL, LDL에 있어서는 大豆油食餌群(A群)에서 50.50%로서 對照群의 64.50%보다 有意한 差 (p < 0.01)로 낮은 比率을 나타내었다. MCT食餌群인 C群과 MCT와 大豆油 混合食餌群인 D群에서는 對照群보다 비교적 낮은 比率이었으나 有意한 差는 아니었다.

한편, HDL에 대한 VLDL, LDL의 比를 보면 大豆油 食餌群인 A群은 그 比가 1.02로서 對照群의 1.71에 비해 有意한 差 (p < 0.01)로 낮은 比를 나타내었으나 MCT食餌群(C群)과 MCT와 大豆油混合食餌群(D群)에서는 有意한 差는 아니나 비교적 낮은 比를 나타내었다. 그러나 B群과 E群에서는 對照群과 비슷한 比였다.

4. 血中 脂質과 Lipoprotein의 相關關係

1) 血清 脂質 成分間의 相關關係

血清의 膽汁의 血清 脂質 成分間의 相關關係는 Table VIII과 같다.

이 結果에서 보면 血清 總chol.과 遊離chol. (p < 0.01), 總chol.과 ester chol. (p < 0.01), 總chol.과 VLDL, LDL-chol. (p < 0.01), 遊離chol.과 ester chol. (p < 0.01), 遊離chol.과 VLDL, LDL-chol. (p < 0.01), ester chol.과 VLDL, LDL chol. (p < 0.01), VLDL, LDL-chol과 PL (p < 0.05) 사이에서는 正相關을 나타내었으며, HDL-chol.과 VLDL, LDL-chol. (p < 0.05), HDL-chol.과 PL (p < 0.05) 사이에서는 逆相關을 나타내었다.

Table VIII. Correlation coefficients among various serum in rats

(N = 35)

Variable	Total chol.	Free chol.	Ester chol.	HDL-chol.	VLDL, LDL-chol.	TG	PL
Total chol.	1						
Free chol.	0.886**	1					
Ester chol.	0.989**	0.808**	1				
HDL chol.	-0.127	-0.109	-0.131	1			
VLDL, LDL chol.	0.976**	0.864**	0.966**	-0.341*	1		
TG	-0.085	-0.233	-0.102	-0.075	-0.064	1	
PL	-0.157	0.133	0.247	-0.359*	0.431*	-0.012	1

*p < 0.05

**p < 0.01

2) 動脈硬化指數와 血清 脂質과의 相關關係
各群의 動脈硬化指數(HDL-chol.에 대한 VLDL, LDL-chol.의 比)와 血清 脂質成分과의 相關關係는 Table IX와 같다.

Table IX. Correlation coefficients between atherogenic index^a and various serum lipids values in rats

Variable	Correlation coefficient
Total cholesterol	0.903*
Free cholesterol	0.796*
Ester cholesterol	0.894*
HDL-cholesterol	-0.528*
VLDL, LDL-cholesterol	0.970*
Triglyceride	-0.076
Phospholipid	0.560*

a) The ratio of VLDL, LDL-cholesterol to HDL-cholesterol
* p<0.01

이 結果에서 보면 動脈硬化指數와 總 chol. (p<0.01), 動脈硬化指數와 遊離chol. (p<0.01), 動脈硬化指數와 ester chol. (p<0.01), 動脈硬化指數와 VLDL, LDL-chol. (p<0.01), 動脈硬化指數와 PL (p<0.01) 사이에서는 正相關을 나타냈으며, 動脈硬化指數와 HDL-chol. (p<0.01) 사이에서는 逆相關을 나타내었다.

3) 血清 Lipoprotein과 血清 脂質成分과의 相關關係

各群의 血清 lipoprotein(HDL)과 血清 脂質成分과의 相關關係는 Table X와 같다.

Table X. Correlation coefficients between HDL and various serum lipids values in rats

Variable	Correlation coefficient
Total cholesterol	-0.828**
Free cholesterol	-0.757**
Ester cholesterol	-0.819**
HDL-cholesterol	0.478*
VLDL, LDL cholesterol	-0.868**
Triglyceride	-0.26
Phospholipid	-0.485

* p<0.05
**p<0.01

이 結果에서 보면 HDL과 總chol. (p<0.01), HDL과 遊離chol. (p<0.01), HDL과 ester chol. (p<0.01), HDL과 VLDL, LDL-chol. (p<0.01), HDL과 PL (p<0.05) 사이에는 逆相關을 나타냈으며, H

DL과 HDL-chol. (p<0.05) 사이에서는 正相關을 나타내었다.

IV. 考 察

體重 變化

MCT에 관한 研究에서는 이를 攝取하면 體重增加를 抑制하여 肥滿治療에 效果의이라는 報告²⁸가 있다.

本 研究에서는 MCT食餌投與群의 體重增加가 比較的 낮아지는 傾向을 나타내고 있는데 이것은 MCT의 體內에서 貯藏 脂肪으로의 蓄積이 어려운 特性 때문인 것으로 생각되는 바 이와 같은 結果는 Lavau²⁹, Geliebter³⁰ 등의 研究에서 MCT投與群의 體重增加가 抑制되었다는 報告와도 비슷한 結果였다.

그러나 MCT와 다른 食用油脂와의 混合食餌群에서 體重增加가 抑制되지 못한 것은 MCT의 給與率이 작았던 것에 原因이 있는 것으로 思料된다.

血中 Cholesterol 量 變化

지금까지의 研究에서는 MCT에 의한 血中 chol. 量에 미치는 效果에 대해서는 서로 다른 見解들이 있으나 本 實驗 結果에서는 MCT食餌群은 對照群에 비하여 血清 chol. (특히 總chol.과 esterchol.)의 有意한 低下現象을 나타내어 MCT는 血中chol. 量의 上昇 抑制作用이 있음을 알 수 있었다.

이것은 鈴木² 등의 研究에서 MCT는 大豆油보다는 그 效果가 적었지만 역시 血清 chol. 量을 低下시키는 作用이 있었다는 報告와 비슷하다.

그러나, Uzawa¹³, Fischer¹⁴, Mc Grandy¹⁵ 등의 研究에서는 血中 chol. 量의 上昇을 抑制하지 못한다는 本實驗의 結果와 相反되는 報告도 있다.

한편, 澁谷¹⁶ 등의 研究에서는 種類가 다른 MCT (C₁₀, C₁₂)를 사람에게 投與하였을때 C₁₀ 投與群에서는 血漿chol.의 上昇이 抑制되었으나 C₁₂ 投與群에서는 도리어 上昇되었다는 報告를 하고 있다.

또한, 鶴飼 등의 研究에서는 C₁₀, C₁₂의 LCT와 C₁₀, C₁₂, C₁₄의 MCT를 chol. 投與 흰쥐에 給與한 結果 MCT가 LCT에 비해 血中 chol.의 上昇을 抑制하였다고 報告하고 있다.

이와 같은 報告들을 通해보면 MCT의 血中 chol. 上昇 抑制作用은 MCT의 構成脂肪酸의 種類에 의해 그 效果가 달라지는 것으로 생각된다.

그러나 本 實驗에서 MCT와 食用油脂의 混合食餌群인 D群과 E群에서는 血清 chol. 量의 上昇을 크게 抑制하지 못하였는데 이것은 MCT의 給與率에 關係되는 것으로 생각되며, 이 結果는 澁谷¹⁶ 등이 MCT食餌를 5% 水準으로 흰쥐에게 給與한 實驗에서 血漿 chol.의 上昇을 抑制하지 못하였다는 報

告와 비슷하다.

그런데 MCT의 血中chol, 低下作用은 食餌給與期間, 食餌中の chol. 有無, 그리고 實驗動物의 差異 등에 따라서도 그 效果가 달라진다는 見解가 있으므로 이에 關한 廣範圍한 研究가 期待된다.

HDL - cholesterol 및 VLDL, LDL - cholesterol 에 미치는 影響

지금까지의 研究에 의하면 血清HDL-chol. 의 減少는 冠狀動脈硬化症 心臟疾患의 危險要因의 하나로 指摘되어 있어, 사람의 경우 HDL-chol. 의 低下는 바람직하지 못한 것으로 알려져왔다.

따라서 血中chol. 의 上昇 抑制作用을 보였던 MCT 食餌 給與에 의해 HDL-chol. 의 增加現象을 期待하였으나 本 實驗에서는 MCT 食餌群과 MCT와 食用油脂 混合食餌群에서 모두 HDL-chol. 의 增加現象을 나타내지 않았다.

이 結果는 흰쥐나 마우스의 경우 사람과는 달리 血中chol. 의 低下에 따라 HDL 量이 低下되는 수가 있다는 見解와 관계가 있는 것으로 생각된다.

그러나 本 實驗에서 血清 VLDL, LDL-chol. 값은 大豆油食餌群과 MCT 食餌群에서 모두 有意한 低下 傾向을 나타냈으며 動脈硬化指數²¹⁾로 알려진 HDL-chol. 에 대한 VLDL, LDL-chol. 의 比도 MCT 食餌群과 大豆油食餌群에서 뚜렷한 低下現象을 나타내었다.

動脈硬化指數가 커지면 動脈硬化의 危險性이 커진다는 것을 뜻하므로 本 實驗에서 MCT 食餌가, HDL-chol. 값의 上昇效果는 없었지만 VLDL, LDL-chol. 값을 低下시켰으며, 따라서 動脈硬化指數를 낮게 해준 것으로 보아 MCT는 動脈硬化 豫防의 效果가 있는 것으로 생각된다.

그러나 MCT와 食用油脂의 混合食餌群에서 VLDL, LDL-chol. 값을 내려주지 못하여 動脈硬化指數를 낮게 하지 못한 것은 역시 MCT의 給與率이 작았던 것에 原因이 있는 것으로 思料된다.

血中 Triglyceride 및 Phospholipid 量 變化

MCT 食餌群이 有意한 差는 아니나 TG 값이 增加現象을 나타내고 있는데 이것은 MCT는 分子량이 작아 小腸에서의 吸收가 잘되는데 기인하는 것으로 생각된다.

이와같은 結果는 Bach²²⁾ 등의 研究에서 肥滿흰쥐의 MCT 群이 對照群보다 TG 값의 增加를 보이고 있는 것과 비슷한 結果이다.

또한, 血清 PL 값은 MCT 食餌群과 MCT와 食用油脂 混合食餌群에서 모두 低下傾向을 나타내고 있다.

本 實驗에서 血中chol. 의 低下作用이 認定된 MCT

食餌群에서는 血清PL 값의 增加를 期待하였으나 減少現象을 나타내 興味있는 일이며 앞으로 더 究明해 보아야 할 研究課題이다.

한편, 動脈硬化의 發生과 關係가 있는 것으로 알려진 血清PL 값에 대한 總chol. 값 比를 보면 MCT 食餌群, MCT와 大豆油混合食餌群과 大豆油食餌群에서 낮은 값을 나타내었으며, 이것은 MCT 投與로 인한 PL의 減少量에 비해 chol. 量의 減少가 더 현저하였음을 뜻하며 따라서, MCT는 chol. 의 代謝 促進 또는 分解에 關與하는 것으로 생각되나 앞으로 더 究明되어야 할 問題이다. 결국 MCT에 의한 이 比의 減少로 MCT가 動脈硬化 抑制效果가 있는 것으로 思料된다.

血中 Lipoprotein 成分에 미치는 影響

血中chol. 이나 LDL의 量이 增加하면 動脈硬化症이 發生되기 쉬우며 HDL의 量이 增加하면 高chol. 血症에 의한 動脈硬化가 抑制된다고 알려져 있다²³⁾

本 實驗에서는 HDL의 量이 MCT 食餌群과 MCT와 食用油脂 混合食餌群에서 모두 有意한 差는 아니지만 增加되었으며 이와 반대로 VLDL, LDL의 量은 모두 減少되어 MCT 食餌는 HDL의 量을 增加시키고 VLDL, LDL의 量을 減少시키는 效果가 있음을 確認할 수 있었다.

또한 HDL에 대한 VLDL, LDL의 比도 MCT 食餌群과 MCT와 大豆油混合食餌群에서는 低下되어 動脈硬化指數와 비슷한 傾向을 나타내고 있었다.

따라서 MCT는 VLDL을 LDL로 轉換시켜 組織 또는 肝臟에서의 作用 및 分解을 원활하게 하는데 重要한 役割을 하는 것으로 推測된다.

血中 脂質과 Lipoprotein의 相關性

血清 脂質量 사이의 相關關係를 調查한 結果 總chol., 遊離chol., ester chol. 들 相互間에는 물론 各 血清chol. 과 VLDL, LDL-chol. 및 VLDL, LDL, chol. 과 PL 사이에서 正相關, HDL-chol. 과 VLDL, LDL-chol., HDL-chol. 과 PL 사이에서는 逆相關關係임을 알 수 있었다. 여기서 보면 VLDL, LDL-chol. 과 PL에서 正相關, HDL-chol. 과 PL 사이에서는 逆相關을 나타내었는데 이것은 HDL-chol. 이 減少되었거나, VLDL, LDL-chol. 의 增加를 나타낸 實驗群에서 도리어 PL 값이 增加하였기 때문인 것으로 생각된다.

한편 動脈硬化指數와 各 血清脂質사이의 相關關係를 보면 動脈硬化指數는 血清總chol., 遊離chol.,

ester chol., VLDL, LDL-chol. 그리고 PL 과의 사이에서 正相關이었으며, 動脈硬化指數와 HDL-chol. 사이에서는 逆相關임을 알 수 있었다.

따라서 動脈硬化指數가 클수록 動脈硬化의 危險

성이 증가하는 것으로 생각할때 이 결과에서 動脈硬化指數와 正相關에 있는 血清總chol., 遊離 chol., ester chol. 이나 VLDL, LDL-chol. 의 증가와, 逆相關關係가 있는 HDL-chol. 의 低下는 動脈硬化症의 危險性의 指標가 될 수 있을 것으로 생각된다. HDL 의 量과 血清脂質과의 相關關係에서 보면, HDL 은 總chol., 遊離chol., ester chol., VLDL, LDL-chol. 및 PL 사이에서는 逆相關關係가, HDL과 HDL-chol. 에서는 正相關關係가 있음을 確認할 수 있었다.

V. 結 論

本 研究에서는 MCT添加食餌가 血中 chol. 을 비롯한 HDL-chol. 과 그 밖의 血中 脂質의 動態와 血中 lipoprotein 量 變化에 미치는 影響을 究明할 目的으로 chol. 投與 飼餌에다 脂肪酸 組成이 다른 食用油脂인 大豆油, shortening, MCT 食餌 및 MCT와 食用油脂 混合食餌를 給與하여 MCT의 效果를 比較檢討한 바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 體重增加率は 對照群에 비하여 MCT食餌群(C群)과 大豆油食餌群(A群)에서 낮은 傾向을 나타냈으나 食餌效率은 對照群과 비슷한 傾向을 보였다.
2. 血清 總chol. 量은 shortening食餌群(B群)을 除外한 모든 實驗群에서 低下現象을 나타냈고, 특히 MCT食餌群(C群)과 大豆油食餌群(A群)에서 有意한 低下傾向을 보였다.
3. 血清 VLDL, LDL-chol. 量은 大部分의 實驗群에서 對照群과 비슷한 量을 나타냈으나 MCT食餌群(C群)과 大豆油食餌群(A群)에서는 有意한 差로 低下되었다.
4. 動脈硬化指數인 HDL-chol. 에 대한 VLDL, LDL-chol. 의 比는 Shortening食餌群(B群)과 MCT와 Shortening 混合食餌群(E群)에서는 對照群에 비하여 높았으나, MCT食餌群(C群)과 大豆油食餌群(A群)에서는 有意한 差로 對照群보다 낮았다.
5. 血清 PL 量은 MCT食餌群(C群)에서 낮아졌으나 PL 量에 대한 總chol. 量의 比는 對照群에 비하여 低下되었다.
6. 血清中の HDL에 대한 VLDL, LDL의 比는 對照群에 비하여 MCT食餌群(C群), MCT와 大豆油食餌群(D群) 및 大豆油食餌群(A群)에서 낮게 나타나 VLDL, LDL의 減少와 HDL의 增加現象을 보였다.

參 考 文 獻

1. FAO/WHO 合同專門家委員會: 人間の榮養における食用油脂の役割, p. 40, 醫齒藥出版, 東京(1980).
2. 鈴木道子, 野岐幸久: 榮養と食糧, 30: 105~111(1977).
3. 菅野道廣, 今泉勝己: 臨床榮養, 62(4): 337(1983).
4. Peifer, J. J., F. Jansen, R. Muesing, W. O. Lundberg: J. Am. Oil Chem. Soc., 39: 292~296(1965).
5. Sirtori, C. R., E. Gatti, O. Mantero, F. Conti, E. Agradi, M. Sirtori, L. Franterigo, L. Tavazzi, D. Kritchevsky: Am. J. Clin. Nutr., 32: 1645(1979).
6. Sen, D. P., C. S. Bhandary, I. A. S. Musti, S. N. Rao, B. M. Bai, M. P. Pai: J. Am. Oil Chem. Soc., 54: 297(1974).
7. 小呂義樹, 齊藤衛郎, 平原文子, 池上幸江, 印南敏: 榮養學雜誌, 40: 311~325(1982).
8. 山下政績, 門磨義仁: New Food Industry, 24(4): 28~33(1982).
9. 梶本五郎: 油化學, 30: 477~485(1981).
10. Kaunitz, H., C. A. Slanetz, R. E. Johnson: J. Am. Oil Chem. Soc., 35: 10~13(1958).
11. Kritchevsky, D., S. A. Tepper: J. Nutr., 86: 67~72(1965).
12. Harkins, R. W., H. P. Sarett: J. Am. Oil Chem. Soc., 45: 26~30(1968).
13. Uzawa, H., G. Schlierf, S. Chirman, G. Michaels, P. Wood, L. W. Kinsell: Am. J. Clin. Nutr., 15: 365~369(1964).
14. Fisher, H., H. Kaunitz: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 116~278~280(1964).
15. McGrandy, R. B., D. M. Hegsted, M. L. Meyer: Am. J. Clin. Nutr., 23: 1288(1970).
16. 澁谷香織: 長谷川恭子, 松井宣也: 脂質生化學, 23: 466~471(1981).
17. 鴨飼光子, 福場博保: 榮養と食糧, 35: 401~407(1982).
18. 澁谷香織: 鈴川紀子, 奥津壽美子, 長谷川恭子: 脂質生化學, 24: 360~363(1982).
19. 鴨飼光子, 福場博保: 日本榮養·食糧學會誌, 36: 65~71(1983).
20. 鴨飼光子, 福場博保: 日本榮養·食糧學會誌, 36

- : 73~78 (1983).
21. 福住一雄: 油脂, 36(8): 82~87 (1983).
 22. Gardon, T., W. P. Castelli, M. C. Hjorthand, W. B. Kannel, T. R. Dawer: Am. J. Med., 62: 707~714 (1977).
 23. 大野住美, 原一郎, 油化學, 30: 517~521 (1981)
 24. 今泉勝己: 日本栄養・食糧學會誌, 36: 425~433 (1983).
 25. Tall, A. R., M. M. Small: Adv. Lipid Res., 17: 1~51 (1980)
 26. 花王フート株式會社, MCT製品 Catalogue (1982)
 27. Corning medical and scientific Determination of lipoprotein (1981).
 28. Bach, A., H. Schirardin, F. Chanussot, M. Bauer, A. Weryha: J. Nutr., 110: 686~696 (1980).
 29. Lavau, M. M., S. A. Hashim: J. Nutr., 108~613~620 (1978).
 30. Geliebter, A., N. Torbay, E. F. Bracco, S.A. Hashim, T. B. Van Italie: Am. J. Clin. Nutr., 37: 1~4 (1983).
 - 31: 置鹽達郎: 臨床營養, 62(5): 501~507 (1983).