

미역添加給食이 흰쥐의 肝 및 血清의 脂質濃度에 미치는 影響

韓 載 琴·高 鎮 福

釜山女子大學 食品營養學科
(1986년 12월 10일 접수)

Effects of *Undaria Pinnatifida* on Serum and Liver Lipids in Rats

Jai-Kum Hahn and Jin-Bog Koh

Dept. of Food and Nutrition, Pusan Women's University
(Received December 10, 1986)

Abstract

This study was designed to observe the effect of *Undaria Pinnatifida* (U.P.) Powder on serum and liver lipids concentration in rats. Adult male rats of *Sprague-Dawley* strain were divided into four diet groups: one control diet and the other three diets in which U.P. powder was mixed with the control diet at the rate of 1%, 2% and 3% respectively.

The results of the above observation were as follows:

Serum and liver total lipids in 3% U.P. group were lower than those in control group at the 6th week. There was no difference in serum and liver total cholesterol among the diet groups.

Serum HDL-cholesterol and HDL-cholesterol per total cholesterol ratio in 3% U.P. group were higher than those in control group at the 3rd and 6th week.

Serum triglyceride in 3% U.P. group was significantly lower than that in control group at the 3rd week. Serum phospholipid in 1% U.P. and 3% U.P. group was significantly lower than that in control group at the 3rd week, but there was no difference among them at the 6th week.

緒 論

食餌成分의 種類와 含量이 肝이나 血液의 脂質 組成에 影響을 미치는 것으로 알려져 있다.^{1~3)} Greenland 에스키모 사람에게 대한 역학조사에서肉食을 하는 西歐先進國에 比하여 海産動物을 섭취하는 에스키모 사람들의 心臟疾患이 적은 理由는 血清 lipoprotein중 very low density lipoprotein (VLDL) 및 low density lipoprotein(LDL)이 적기 때문에 動脈硬化症이 낮은 것이라 하고 이것은 遺傳的인 것이 아니라 그들의 食習慣에 起因

하는 것이라 示唆하였다.^{4~6)}

Lossency등⁷⁾은 健康한 成人에 치즈給食時보다 생선(고등어) 給食時 血清 cholesterol과 triglyceride는 減少되었고 HDL-cholesterol은 약간 增加되는 반면 VLDL-cholesterol이 減少되었다고 하였다. Flynn등⁸⁾은 섭취하는 肉類의 種類에 따라서 HDL-cholesterol 水準이 달라진다고 한 바 있고, 小嶋등⁹⁾은 hypercholesterolemic 흰쥐에 植物油와 魚油를 給食하였을 때 魚油群이 HDL-cholesterol이 上昇하며 총 cholesterol에 대한 HDL-cholesterol의 比率이 增加한다고 하였

다. 菱沼등¹⁰⁾은 成長期 흰쥐에 10% casein군과 10% casein식이에 0.6% 卵黃粉을 添加給食하였을 때 血漿 cholesterol은 2주와 4주에, HDL-cholesterol은 2주에 卵黃침가군이 增加하였으나 8주에는 비슷한 水準을 보였다고 하였다.

한편 사람을 대상으로 肉類, 생선, 닭고기, 大豆蛋白質을 給食하였을 때 血漿 cholesterol이나 HDL-cholesterol에는 영향이 별로 미치지 않는다는 報告도 있다.^{11~13)}

이상의 여러 報告들로 미루어 볼 때 다소 相反되는 경향이나 蛋白質給源에 따라서 그 含量 및 섭취하는 期間에 따라서 體內脂質代謝에 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

이에 著者들은 常用되는 미역은 각종 아미노산이 비교적 풍부하고¹⁴⁾ 또한 미역의 蛋白質분획의 아미노산함량은 대두단백질보다는 높다고¹⁵⁾ 하였으므로 미역을 蛋白質食品으로써 利用할 때 體內脂質含量에 미치는 영향을 觀察하고자 基礎食餌에 미역분말을 1%, 2% 및 3% 水準으로 添加한 食餌로 成熟白鼠에 3週 및 6週間 給食하고 肝과 血清中 total lipid, total cholesterol과 血清中 HDL-cholesterol, triglyceride 및 phospholipid의 濃도에 미치는 영향에 대하여 觀察하였다.

實驗材料 및 方法

1. 미역(*Undaria Pinnatifida*) 粉末製造: 市販 乾燥된 미역(세화수산제품)을 購入하여 42℃에서 24時間 再乾燥 後 50 mesh로 粉末化하여 試料로 사용하였다.

2. 實驗食餌: 本 實驗에 사용한 對照食餌의 組成은 Table 1과 같다.

Table 1. Composition of control diet

Components	Mixed ratio
Rice highly milled	34.0
Barley milled	35.0
Fish flour(<i>Engaulis Japonicus</i>)	10.0
Whole milk	10.0
Soybean oil	8.0
Salt mixture* ¹	1.0
Vitamin tablet* ²	1.0
Cellulose* ³	1.0
Total	100.0

*1; Composition of salt mixtures(g/100g)

Ca-lactate 35.15g, Ca(H₂PO₄)₂·H₂O 14.60g, K₂HPO₄ 25.78g, NaCl 4.61g, MgSO₄(anhydrous) 7.19g, Fe-citrate 3.29g, NaH₂PO₄·H₂O 9.38g.

*2; Composition of Hexa vitamin(Manufactured by Yu Han Corporation, Seoul, Korea.), Each tablet contains Vitamin A 5,000IU, Vitamin B₁ 2mg, Vitamin B₂ 3mg, Vitamin C 75mg, Niacin amide 20mg, Ergocalciferol 400IU.

*3; Ethyl Cellulose, Hayashi Pure Chemical Industries Ltd. Japan.

미역 粉末混合食餌는 對照食餌에 미역 粉末을 1%, 2% 및 3%씩 各各 添加하여 3種類를 만들었다. 各 食餌의 成分은 Table 2와 같다.

3. 實驗動物 및 飼育方法: 生後 11週(體重 294.9 ± 5.6g)된 Sprague-Dawely系의 수컷 흰쥐를 10日間 對照食餌로 適應시킨 다음 平均體重 이 비슷한 것 끼리 4種의 實驗食餌群으로 나누고, 3 및 6주간 各 該當食餌로 飼育하였다. 食餌와 물은 自意로 攝取케 하고, 사육실 온도는 22±3℃를 유

Table 2. Proximate composition in experimental diets (%)

groups	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbo-hydrates	Crude fiber
Control* ¹	8.55	15.15	15.50	4.50	54.28	2.02
1% U.P.* ²	8.65	15.30	15.38	4.75	53.88	2.04
2% U.P.* ³	8.80	15.56	15.06	4.95	53.57	2.06
3% U.P.* ⁴	8.95	15.61	14.85	5.15	53.36	2.08

*1: Feeding of control diet

*2: Feeding of control diet mixed with 1% *Undaria Pinnatifida* (U.P.) powder

*3: Feeding of control diet mixed with 2% *Undaria Pinnatifida* (U.P.) powder

*4: Feeding of control diet mixed with 3% *Udaria Pinnatifida* (U.P.) powder

지켰다.

4. 血液採取 및 臟器重量測定: 各 實驗群은 3 및 6週間 飼育後 12時間 齎긴 다음 diethyl ether 로 全身麻酔하고 心臟에서 注射器로 採血하였다. 採血한 動物은 開腹하여 肝, 腎臟 및 脾臟을 떼어서 生理食鹽水로 씻은 다음 물기를 除去하고 重量을 測定하였다.

肝의 脂質測定은 新鮮한 肝 0.3g을 4.7ml H₂O 를 넣고 Homogenizer한 다음 이 液 2ml에 acetone: ethyl alcohol(1:1) 8ml를 넣어서 攪인 후 3,000 rpm으로 遠心沈澱, 上清液을 total lipid 및 total cholesterol測定 試料로 使用하였다.

肝과 血清中 total lipid는 Frings and Dunn 法,¹⁶⁾ total cholesterol은 Zak-Henly法¹⁷⁾으로 測定하였고, 血清中 triglyceride,¹⁸⁾ Phospholipid¹⁷⁾ 및 HDL-cholesterol¹⁹⁾은 Iatron set(日本 Iatron 社 製品) 酵素法試藥을 사용하여 測定하였다.

本 實驗의 모든 成績은 平均值와 標準誤差를 求하였고, 統計的 有意性은 t-test에 依하여 檢討 하였다.

結果 및 考察

1. 肝, 腎臟 및 脾臟의 重量

生後 11週齡된 흰쥐를 대조식이, 대조식이에 미역분말을 1%, 2% 및 3%씩 각각 添加한 食餌로 3週 및 6週間 飼育하여 各 臟器의 重量을 測定한 結果는 Table 3과 같다.

各 臟器의 重量은 3週 및 6週에서 各 濃度別 미역첨가군은 대조군과 비슷한 重量을 보였으므로

미역을 1~3%水準으로 給食하여도 臟器重量에는 影響이 없었다.

2. 肝 및 血清의 總脂質濃度

3週 및 6週間 實驗食餌로 飼育한 흰쥐의 肝 및 血清의 總脂質濃度는 Table 4와 같다.

肝의 總脂質濃度는 各 給食期間別로 臟器 g당으로는 3주에는 대조군과 各 濃度別 미역첨가군은 비슷한 수준을 보였고 6주에는 대조군에 비하여 3% 미역첨가군이 낮은 수준이나 有意性 있는 差異는 아니었다. 總肝重量으로는 3주에서 대조군에 비하여 미역첨가군이 有意한 差異는 아니지만 낮은 濃度를 보였으나, 6주에는 1% 및 2% 미역첨가군이 높았고 3% 미역첨가군이 낮은 水準이었으나 역시 有意性 있는 差異는 아니었다.

血清中 總脂質濃度는 3주에 대조군에 비하여 미역첨가군이 有意性 있는 差異는 아니었으나 낮은 水準이었고 6주에는 3%미역첨가군이 역시 낮았다.

3. 肝 및 血清中 total cholesterol濃度

Table 5에 表示한 바와 같이 total cholesterol濃度는 肝의 g당으로는 3주에 3% 미역첨가군이 다른 식이군에 비하여 다소 높은 경향을 보였으나 6주에는 각 식이군이 비슷한 濃度를 보였다. 肝의 총 重量으로는 3주에 3% 미역첨가군이 1% 및 2% 미역첨가군에 비하여 높은(p<0.01)수준이었으나 6주에는 각 식이군이 모두 비슷한 수준을 보였다.

血清中 total cholesterol濃度는 各 給食期間別

Table 3. Body and organ weight in rats fed experimental diets for 3 and 6 weeks(g)

Feeding period (week)	Diet groups*	Final body weight	Liver weight	Kidney weight	Spleen weight
3 Week	Control	352±14	11.8±0.34	2.64±0.10	0.65±0.01
	1% U.P.	348±19	10.4±0.51	2.60±0.12	0.64±0.02
	2% U.P.	372±11	11.7±0.34	2.54±0.10	0.61±0.02
	3% U.P.	396±11	11.1±0.33	2.73±0.04	0.59±0.03
6 week	Control	385±20	10.4±0.62	2.58±0.11	0.59±0.03
	1% U.P.	389±6	11.7±0.06	2.66±0.09	0.57±0.04
	2% U.P.	427±14	12.4±0.81	2.81±0.17	0.61±0.03
	3% U.P.	392±11	11.0±0.34	2.58±0.09	0.56±0.04

* See table 2. Mean±SEM(n=6)

Table 4. The concentration of total lipid in wet liver and serum of rats fed experimental diets for 3 and 6 weeks

Feeding period (week)	Diet group*	Total lipid		
		mg/g of liver	mg/whole liver	mg/100ml of serum
3	Control	38.2±1.4	451±22	295.4±28.4
	1% U.P.	36.3±1.5	377±21	241.7±28.4
	2% U.P.	36.0±1.8	406±25	269.2±18.1
	3% U.P.	37.1±1.4	411±22	241.0±12.9
6	Control	39.1±1.9	407±24	268.1±18.7
	1% U.P.	38.4±1.4	450±20	258.3±20.5
	2% U.P.	36.6±1.3	465±41	268.3±16.1
	3% U.P.	34.3±1.9	378±20	244.6±19.3

* See table 2. Mean±SEM(n=6)

Table 5. The concentration of cholesterol in wet liver and serum of rats fed experimental diets for 3 and 6 weeks

Feeding period (week)	Diet group*	Total cholesterol			HDL-cholesterol mg/100ml of serum	Ratio** (%)
		mg/g of liver	mg/whole liver	mg/100ml of serum		
3	Control	4.54±0.34	53.2±3.4	60.8±2.5	33.3±2.0	54.9±3.0
	1% U.P.	4.44±0.14	46.2±2.7	56.8±3.1	36.3±2.2	63.9±3.1
	2% U.P.	4.38±0.28	48.4±2.5	67.0±2.9	36.7±3.0	54.8±3.9
	3% U.P.	5.58±0.25	61.8±2.5 ^{d,f}	58.4±3.0	38.2±1.8	63.6±3.5
6	Control	5.75±0.35	59.6±4.2	60.4±3.5	31.4±1.9	51.9±3.1
	1% U.P.	6.05±0.19	70.7±2.9	66.5±4.0	33.3±1.4	50.3±2.4
	2% U.P.	5.88±0.15	74.0±4.5	59.9±2.0	34.9±1.8	58.6±3.5
	3% U.P.	5.63±0.23	62.2±3.3	60.0±3.0	35.3±1.4	58.8±3.0

* See table 2. Mean±SEM(n=6).

** HDL-cholesterol/Total cholesterol ratio.

Significantly different from 1% U.P. group (d, p<0.01) and 2% U.P. group (f, p<0.01)

로 각 食餌群은 비슷한 경향을 보였다.

食餌中 蛋白質의 量이나 質이 좋지 않으면 體內 cholesterol 含量을 上昇시키고 良好하면 低下시킨다고 하였다.^{20~22)} Von Lossency 등²³⁾은 치즈 섭취 시보다 생선(고등어)섭취시 血清 cholesterol이 다소 減少되었다고 하였으며 또한 男子보다 女子에서 더 큰 감소를 보였다고 하였으며, Carroll 등²⁴⁾은 食餌中 脂肪 및 炭水化合物의 量과 種類를 같게 하고 蛋白質의 種類를 다르게 하였을 때 casein群에 比하여 大豆蛋白質群이 血清 cholesterol 含量이 낮아졌다고 하였으나, Goldberg 등¹²⁾은 正常人에게 同一한 水準의 食餌에 動物性蛋白質 대신 大豆蛋白質을 給食하였을 때 血漿 cholesterol 濃度에는 영향이 없었다고 하였으며, Flynn 등²⁵⁾은 男女대성

자에게 쇠고기, 닭고기 및 돼지고기 등을 각각 3個月間 給與한 바 전체적으로 血清 cholesterol 濃度에는 유의한 차이가 없었다고 相反된 結果들이 報告되고 있다.

本 實驗에서 미역粉末을 1, 2 및 3% 수준으로 첨가급식하였을 때 肝 및 血清中 total cholesterol 濃度에 影響을 보이지 않았음은 柳 등²³⁾이 쥐에 우유 대신 미역을 8% 첨가한 食餌로 6주간 사육하였을 때 肝 및 血清中 cholesterol 含量에 影響이 없었다는 報告와 一致된다.

4. HDL-cholesterol 및 total cholesterol 에 대한 HDL-cholesterol 比率

Table 5에서 보는 바와 같이 HDL-cholesterol

은 3주급식군에서는 대조군에 比하여 각 濃度別 미역첨가군이 유의성 있는 差異는 아니었으나 다소 높은 경향이었으며 6주급식군에서도 3주와 유사한 경향을 보였다.

Total cholesterol에 대한 HDL-cholesterol比率는 3주급식군에서는 대조군에 比하여 1% 및 3% 미역첨가군이 다소 높은 수준이었고, 6주급식군에서는 대조군에 比하여 2% 및 3% 미역첨가군이 역시 다소 높은 수준을 보였으나 유의성있는 差異는 아니었다.

Low density lipoprotein (LDL)은 動脈에 cholesterol을 축적시키는 반면에 HDL은 動脈에서 血中으로 cholesterol을 運搬하는데 關與하고²⁴⁾ 또한 血漿 HDL농도는 冠狀心臟疾患患者에서는 현저히 낮았으며 LDL은 높았다고 보고된바 있다.²⁵⁾

Sacks등²⁶⁾은 肉食者에게 저녁식사에 살코기 (lean beef) 250g씩 2주간 급식한바 대조군에 比하여 血漿 cholesterol은 19% 증가되었으나 HDL-cholesterol은 變化가 없었다고 하였고, Van Raaij등²⁷⁾은 정상인에게 食餌中 總蛋白質의 60%를 caseine 및 大豆蛋白質을 給食하였을 때 HDL-cholesterol 및 HDL-cholesterol/total cholesterol 비율에는 큰 차이를 보이지 않았다고 하였고, Sacks등¹³⁾은 蛋白質이 최소요구량 이상일 때는 食餌性 蛋白質의 總量이나, 動物性 혹은 植物性 蛋白質에 따른 사람의 血漿 HDL 및 LDL에는 큰 영향이 없었다고 하였다. Neves등²⁸⁾은 쥐의 血清 HDL-cholesterol은 蛋白質給源의 차이에 따른 영향은 받지 않는다고 보고한 바 있다. 그러나 이와는 반대로 Von Lossncy등⁷⁾은 男女를 대상으

로 한 실험에서 3주간 치즈급식시보다 3주간 고등어 급식시 血清 HDL-cholesterol이 增加되었다고 하였으며, Flynn등⁸⁾도 肉類의 種類에 따라서 HDL-cholesterol量이 差異를 보였다는 보고들이 있다. 本 實驗에서도 HDL-cholesterol이 유의성 있는 差異는 아니나 대조군에 比하여 미역첨가군이 다소 높은 경향을 보였음이 특이하다. 이 점은 앞으로 더 研究되어야 할 것으로 思料된다.

5. 血清中 triglyceride 및 phospholipid 濃度

Table 6에 表示한 바와 같이 triglyceride濃度は 대조군에 比하여 3週에 3% 미역첨가군이 낮았고 ($p < 0.01$) 6週에도 3% 미역첨가군이 유의성있는 差異는 아니나 다소 낮았다.

Hevia등²⁹⁾ 및 Shorey등³⁰⁾은 혈청중 triglyceride濃度は 蛋白質給源에 따라서는 영향을 받지 않는다고 하였고, Flynn등³¹⁾은 男女대상자에게 3個月間 닭고기(4日間)와 생선(3日間) 給與群과 beef 給與群과 比較한 바 男子는 total cholesterol과 triglyceride含量에는 有意한 差異가 없었으나 女子에서는 beef群보다 닭고기와 생선군이 triglyceride含量이 높았다고 하였다. 그러나 Von Lossncy등⁷⁾은 beef섭취시보다 생선섭취시 triglyceride含量이 減少되었다고 報告하였으며, Torre등은³²⁾ 제한 아미노산 첨가로 蛋白質의 質을 높여 주었을 때 血清 cholesterol 뿐만 아니라 triglyceride含量도 減少시킨다고 하였다. 本 實驗에서는 total cholesterol은 變化가 없었으나 triglyceride

Table 6. The concentration of triglyceride and phospholipid in serum of rats fed experimental diets for 3 and 6 weeks

Feeding period (week)	Diet group*	Triglyceride mg/100ml of serum	Phospholipid mg/100ml of serum
3	Control	164.3±14.8	117.6±6.8
	1% U.P.	132.9±12.4	91.5±5.2 ^a
	2% U.P.	131.4±14.9	111.8±4.5 ^c
	3% U.P.	96.0± 9.3 ^b	96.8±3.8 ^a
6	Control	161.8±10.8	108.1±4.9
	1% U.P.	159.9±14.9	119.9±8.6
	2% U.P.	156.1±14.9	102.8±3.2
	3% U.P.	133.0± 8.1	104.5±4.9

* See table 2. Mean±SEM(n=6)

Significantly different from control group (a, $p < 0.05$, b, $p < 0.01$) and 1% U.P. group (c, $p < 0.05$)

濃도는 3% 미역첨가군이 낮았음은 미역첨가로蛋白質의 質을 높여주기 때문이라 생각된다.

Phospholipid濃도는 대조군에 比하여 3週에 1% 및 3% 미역첨가군은 낮았($p < 0.05$)으나, 2% 미역첨가군은 대조군과 비슷하여 일정한 경향을 보이지 않았으며 6週에는 各 食餌群이 비슷하였다.

山田(小山)등³³⁾은 쥐의 血清 phospholipid는 低蛋白質食일 때 높은 含量을 보였다고 하였으나 吉岡등³⁴⁾은 高蛋白質食일 때 높은 含量을 보였다고 하였다. 그리고 菱沼등¹⁰⁾은 蛋白質含量에 따라서는 變化가 없었다고 하였고, 사람을 대상으로 한 실험에서는 Tripathy등³⁵⁾은 高蛋白質食일 때 높은 含量을 보였다는 報告등으로 볼 때 一致된 結論은 얻지 못하고 있다.

結 論

미역섭취에 따른 脂質代謝를 관찰하고자 대조식이 미역분말을 1%, 2% 및 3% 수준으로 첨가한 식이로 成熟한 숫쥐를 6週間 飼育하여 肝 및 血清中脂質濃度を 測定한 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

肝 및 血清中 總脂質은 6週給食群에서 대조군에 比하여 3% 미역첨가군이 有意性 있는 差異는 아니나 낮은 濃度を 보였으나 total cholesterol은 대조군과 미역첨가군이 비슷한 경향을 보였다.

血清中 HDL-cholesterol은 미역첨가군이 대조군보다 有意性 있는 差異는 아니나 높은 濃度を 보였고, HDL-cholesterol에 대한 total cholesterol의 比率도 3% 미역첨가군이 대조군에 比하여 약간 높은 비율을 보였다.

血清中 triglyceride濃도는 대조군에 比하여 3週給食群에서 3% 미역첨가군이 낮았고($p < 0.01$) 6週給食群에서도 有意한 差異는 아니나 3% 미역첨가군이 낮았다. 그리고 phospholipid는 대조군에 比하여 3週에 1% 및 3% 미역첨가군이 낮았으나($p < 0.05$) 6週給食群에서는 各 食餌群이 비슷한 경향을 보였다.

參 考 文 獻

1. Chang, M.L.W. and Jhonson, M.A.: *J. Nutr.*, **106**, 1562 (1976).
2. Carroll, K.K., Govannetti, P.M., Huffer,

- M.W., Moase, O., Roberts, D.C.K. and Wolf, B.M.: *Am. J. Nutr.*, **31**, 1312 (1978).
3. Chang, Y.K. and Youn, H.J.: *Korean J. Nutr.*, **17**, 253 (1984).
4. Bang, H.O. and Dyerberg, J.: *Acta Med. Scand.* **192**, 85 (1972).
5. Dyerberg, J., Bang, H.O. and Hjorne, N.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**, 985 (1975).
6. Bang, H.O., Dyerberg, J.H. and Hjorne, N.: *Acta Med. Scand.*, **200**, 69 (1976).
7. Von Lossonczy, T.O., Ruiter, A., Bronsgest-Schout, H.C., Van Gent, C.M. and Hermus, R.J.J.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 1340 (1978).
8. Flynn, M.A., Donald Naumann, H., Nolph, G.B., Krause, G. and Ellersieck, M.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **35**, 935 (1982).
9. Kobatake, Y., Saito, M., Hirahara, F., Ikegami, S. and Innami, S.: *Jap. J. Nutr.*, **40**, 311 (1982).
10. Hishinuma, K. and Kimura, S.: *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, **37**, 19 (1984).
11. O'Brien, B.C. and Reiser, R.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 2573 (1980).
12. Goldberg, A.P., Lim, A. and Kolar, J.B.: *Atherosclerosis*, **43**, 355 (1982).
13. Sacks, F.M., Breslow, J.L., Wood, P.G. and Kass, E.H.: *J. Lipid Res.*, **24**, 1012 (1983).
14. 李基寧 · 李春寧 · 李泰寧 · 權泰完 : 科研彙報, **5** (2), 129 (1960).
15. 權泰完 · 李泰寧 : 農化學會誌, **1**, 55 (1960).
16. Fringes, C.S. and Dunn, R.T.: *Am. J. Clin. Path.*, **53**, 89 (1970).
17. 서덕규 · 이주섭 : 臨床化學實技, 高文社, p.107, (1981).
18. Lowry, O.H. and Passonneau, J.V.: *Afl-exible system of enzymatic analysis*, New York, Academic Press, p.186 (1972).
19. Finley, P.R., Schifman, S.R., Williams, J. and Lichti, D.A.: *Clin. Chem.*, **24**, 931 (1978).

20. Mann, G.V., Andrus, S.B., McNally, A. and Stare, F.J.: *J. Exp. Med.*, **98**, 185 (1953).
21. Fillios, L.C. and Mann, G.V.: *Metabolism*, **3**, 316 (1954).
22. March, B.E. and Biely J.: *J. Nutr.*, **69**, 105 (1959).
23. 柳總根·李慶淵: *最新醫學*, 18(11), 13 (1975).
24. Nicoll, A., Miller, N.E. and Lewis, B.: *Adv. Lipid Res.* **17**, 53 (1980).
25. Hjermand, I., Enger, S.C., Helgeland, A., Holme, I., Leren, P. and Trygg, K.: *Am. J. Med.*, **66**, 105 (1977).
26. Sacks, F.M., Donner, A. and Castelli, W.P.: *JAMA*, **246**, 640 (1981).
27. Van Raaij, J.M.A., Katan, M.B., West, C.E. and Hautvast, J.A.T.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **35**, 925 (1982).
28. Neves, L.B., Clifford, C.K., Kohler, G.O. and Fremery, D.E.: *J. Nutr.*, **110**, 732 (1980).
29. Hevia, P., Chary, R.A. and Visek, W.J.: *Nutr. Rept. Intl.*, **20**, 539 (1979).
30. Shorey, R.A., Baran, B., Lo, G.S. and Steinke, F.H.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 1769 (1981).
31. Flynn, M.A., Heine, B. and Nolph, G.B.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 2734 (1981).
32. Torre, G.M. and Jarowski, C.J.: *J. Nutr.*, **110**, 1194 (1980).
33. 山田(小山)恵子·鴉田克彦·鉷木敏巳·中村隆: *營養と食糧*, **26**, 431 (1973).
34. 吉岡正人: *日內會誌*, **60**, 820 (1971).
35. Tripathy, K., Lotero, H. and Bolanose, O.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **23**, 1160 (1970).