

熱處理大豆가 흰쥐腦와 大動脈의 Cholesterol 含量에 미치는 영향

高 鎮 福 · 李 敬 魯

(高麗大 醫大 生化學教室 · 建國大 文理大 生物學科)

Effect of Heated Soybean on the Cholesterol Contents
in Brain and Aorta of the Albino Rat

Jin Bog Koh and Kyung Ro Lee

(Dept. of Biochemistry Korea Univ., Dept. of Biology, Kon Kuk Univ.)

(1973. 6. 7 수리)

SUMMARY

The effect of heat treatment (autoclaving at 100°C for 30 minutes) of soybean on the cholesterol contents in the brain and aorta of the albino rat was studied.

The subjects were 72 young male rats and divided into 12 groups by diet and periods. Experimented periods were 5, 15 and 30 days, diet standard are raw soybean, soybean diets heated at 100°C and 120°C respectively, and each diet was prepared to contain 14g protein and 400 Kcal per diet 100g.

After corresponding treatment, the cholesterols in the brain and aorta were determined.

The results are summarized as follows:

In the brain, total, free and ester cholesterol contents of each group are not remarkably different from those of control group, in the experimental periods.

In the aorta total and free cholesterol contents show higher level in groups fed for 5 days with soybean heated at 100°C and 120°C than those of control group, but there is no significant difference among groups fed for 15 or 30 days, and the ester cholesterol has no regular tendency.

It seems that the heat treatment at 100°C and 120°C of soybean has no effect on the cholesterol contents of the brain and aorta.

緒 論

일상 식생활에서 蛋白質源 및 脂肪質源으로 이용되는 大豆는 植物性食品중에서 良質의 蛋白質과

脂肪을 동시에 공급하여 주므로 영양학적인 의의가 크다.

Rios등(1966)은 大豆를 加熱處理할때 大豆에 함유되어 있는 trypsin 억제물질을 不活性化함으로 大豆蛋白質의 cystine의 이용도를 향상시킨다고 하였다. 그리고 Hill등(1963)은 脫脂된 大豆粉末(defatted soybean flakes)을 加熱하지 않을 경우 인체가 이용할 수 있는 熱量은 1.94 kcal/g이나 107°C에서 각각 10분, 40분 그리고 120°C에서 120분간 加熱하므로써 大豆粉末의 이용할 수 있는 熱量은 각각 2.76 kcal/g, 2.86 kcal/g 및 2.42 kcal/g이 된다고 하였다.

한편 March(1959), Kodatnur(1961) 및 廣野등(1964)은 사료중 蛋白質의 량과 質이 좋지 못하면 體內 cholesterol함량을 상승시키고 良好하면 低下시킨다고 보고 하였다. 또한 高등(1970)은 蛋白質 함량이 일정할때도 糖質의 량이나 種類에 따라서 體內 cholesterol 함량이 변한다고 하였다.

이와같이 급식하는 사료에 따라서 體內 cholesterol 함량이 변한다는 사실이 밝혀져 있으나 植物性蛋白質源인 大豆를 給食할때 特別히 大豆를 加熱處理하여 給食하였을 때 體內 cholesterol 함량변동을 밝힌 보고는 드물다.

이에 著者는 成長期의 雄性흰쥐를 실험동물로 사용하였고 실험은 對照群, 無處理大豆給食群, 100°C 및 120°C 加熱處理大豆給食群등으로 나누어 5日, 15日 및 30日간 사육후 각 사육기간 및 시험군 별로 腦와 大動脈의 cholesterol 함량을 측정하여 그 結果를 보고 한다.

材料 및 方法

실험동물은 體重 100~140g의 純種 雄性흰쥐(Wister Institute albino rat)를 사용하여 對照群, 無處理大豆給食群, 100°C 및 120°C 加熱處理大豆給食群으로 나누어 각 해당사료로 5日간 급식, 15日간급식 및 30日간급식 시킨후 腦와 大動脈의 cholesterol 함량을 測定하였다. 그리고 실험사료의 組成은 Table 1 과 같다.

각 사료의 蛋白質함량은 사료 100g당 14g, 熱量은 400 Kcal 되도록 조절하였다. 사료로 사용한 大豆는 江原道產 大豆를 市中에서 구입하여 成分分析을 한 다음 사용하였다.

Table 1. Diet composition

Kind of diet composition	Standard diet	Raw soybean diet	Boild soybean diet (100°C)	Boild soybean diet (120°C)
Soybean		10.0	10.0	10.0
Corn	23.0	—	—	—
Fish flour	5.8	—	—	—
Skim milk	4.0	—	—	—
Wheat	55.5	80.2	80.2	80.2
Cotton seed oil	10.2	8.3	8.3	8.3
Vitamin tablet *1	1.0	1.0	1.0	1.0
Salt mixture *2	0.5	0.5	0.5	0.5
Total weight(g)	100.0	100.0	100.0	100.0
Calories (Kcal)	400.0	400.0	400.0	400.0
Protein contents (%)	14.0	14.0	14.0	14.0

* 1: Vita-M. A products in Yu Yu Ind. Co.

* 2: U.S. Pharmacopeia 1955.

大豆成分 分析表는 Table 2와 같다.

Table 2 Analysis of soybean (soybean 100g)

	Protein (g)	Fat (g)	Carbo- hydrate (g)	Water (g)	Ash (g)	Kcal
Raw soybean	41.58	19.35	25.77	8.12	5.18	444
Boild soybean(100°C)	43.33	19.30	26.60	5.62	5.15	453
Boild soybean(120°C)	42.49	19.03	27.34	6.07	5.07	451

無處理大豆는 일광에 하루동안 건조시킨후 粉末로 하였다. 100°C와 120°C 加熱處理大豆는 물로 씻은 다음 3시간 물에 담구었다가 autoclave로 100°C와 120°C에서 각각 30분 간 加熱한 후 80°C dry oven에서 건조시킨 다음 粉末로 만들어 試料로 사용하였다.

實驗動物은 각 群別로 해당기간 해당사료로 사육 후 12시간 切食한 다음 體重을 秤量하고 ether로 마취한후 腦를 切取하여 小腦를 제거하고 시험지 위에서 表面水分을 除去하고 그 일부를 試料로 사용하였다. 그리고 大動脈은 심장의 起部서 부터 약 3cm 정도를 절취하여 생리식염수에서 혈액을 씻은 다음 시험지 위에서 表面水分을 제거하고 試料로 사용하였다.

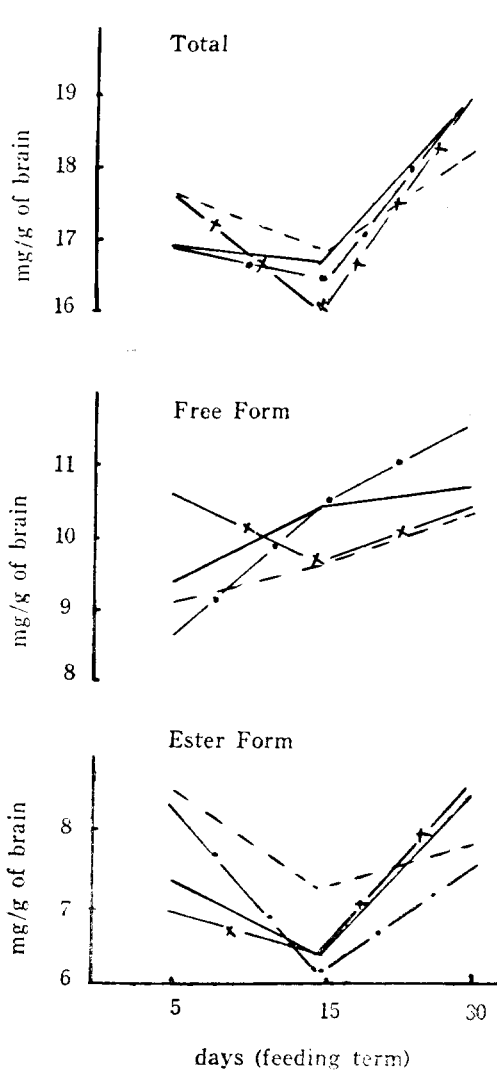
Total cholesterol 및 free form cholesterol 測定은 Zak씨법(1954)에 의하였고 ester form cholesterol은 total cholesterol 量에서 free form cholesterol 量을 減하여 산출하고 單位는 wet weight g당 mg으로 표시하였다.

實 驗 結 果

各 실험군에서 얻은 腦의 cholesterol 함량은 Table 3과 Fig. 1에 표시한바와 같다.

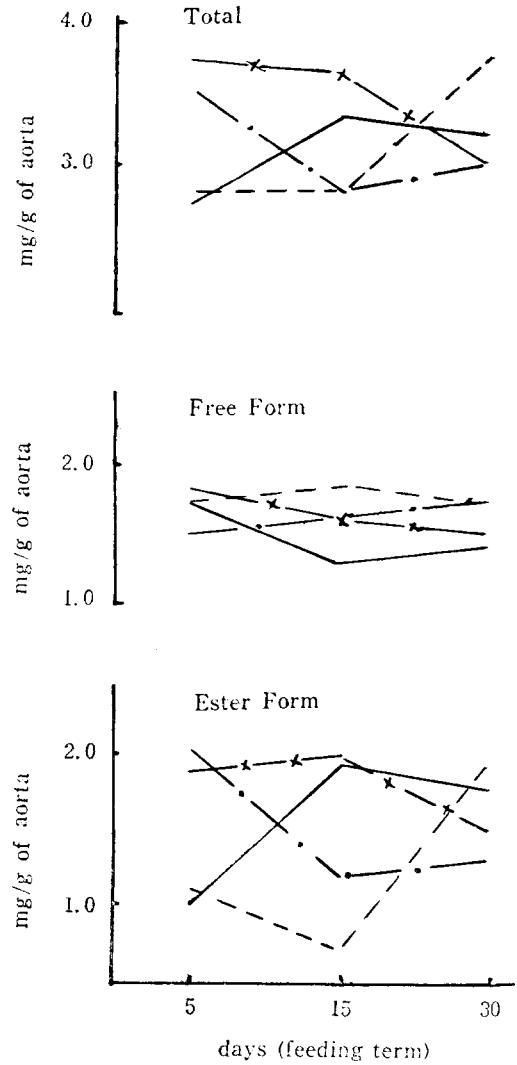
Table 3. The contents of cholesterol in the brain

Animal group	Kind of diet	Body weight(g)		Brain weight (g)	Brain cholesterol(mg/g)		
		Initial	Final		Total	Free form	Ester form
5 day feeding group	Standard diet	121±1	160±3	1.0±0.0	16.95±0.90	9.44±0.21	7.41±0.15
	Raw soybean diet	117+2	139±1	1.1±0.1	17.71±0.79	9.10±0.42	8.61±0.61
	Boild soybean diet (100°C)	128+4	137±2	1.0±0.0	17.00±0.71	8.57±0.71	8.43±0.71
	Boild soybean diet(120°C)	131+2	154±2	1.0±0.0	17.66±0.11	10.64±0.76	7.02±0.44
15 day feeding group	Standard diet	127+3	200±3	1.1±0.1	16.72±0.16	10.36±0.89	6.36±0.52
	Raw soybean diet	112+3	155±4	1.0±0.1	16.88±0.22	9.59±0.37	7.29±0.30
	Boild soybean diet (100°C)	106+1	152±2	1.1±0.0	16.50±0.20	10.38±0.23	6.12±0.22
	Boild soybean diet (120°C)	126+2	141±3	1.1±0.1	16.08±0.03	9.71±0.58	6.37±0.31
30 day feeding group	Stanard diet	142+5	245±4	1.1±0.1	19.11±0.09	10.65±0.36	8.46±0.23
	Raw soybean diet	141+5	229+8	1.2±0.2	18.18±0.23	10.28±0.37	7.90±0.30
	Boild soybean diet (100°C)	150+1	229±2	1.2±0.0	19.03±0.07	11.49±0.46	7.54±0.36
	Boild soybean diet (120°C)	142+5	213±9	1.2±0.1	18.97±0.51	10.42±0.82	8.55±0.66



— Standard diet
 Raw soybean diet
 - · - · - 100°C boiled soybean diet
 - x - x - 120°C boiled soybean diet

Fig. 1. Variations of cholesterol contents in the brain.



— Standard diet
 Raw soybean diet
 - · - · - 100°C boiled soybean diet
 - x - x - 120°C boiled soybean diet

Fig. 2. Variations of cholesterol contents in the aorta.

腦의 試料 g當 cholesterol 含量은 5일 급식군에서 對照群의 총 뇌 cholesterol 양은 16.95 ± 0.90 mg이 었으며 각 군은 비슷한 含量을 보였다. 또한 15일 급식군 및 30일 급식군에서도 각군은

Table 4. The contents of cholesterol in the aorta

Animal group	Kind of diet	Body weight (g)		Aorta cholesterol (mg/g)		
		Initial	Final	Total	Free form	Ester form
5 day feeding group	Standard diet	121+1	160±3	2.69±0.11	1.69±0.02	1.00±0.12
	Raw soybean diet	117+2	139±1	2.80±0.02	1.68±0.03	1.12±0.03
	Boild soybean diet (100°C)	128+4	137±2	3.54±0.29	1.49±0.12	2.05±0.21
	Boild soybean diet (120°C)	131+2	154±2	3.69±0.11	1.81±0.02	1.88±0.06
15 day feeding group	Standard diet	127+3	200±3	3.26±0.16	1.31±0.10	1.95±0.13
	Raw soybean diet	112+3	155±4	2.78±0.11	1.81±0.26	0.97±0.18
	Boild soybean diet (100°C)	106+1	152±2	2.76±0.18	1.55±0.15	1.21±0.17
	Boild soybean diet (120°C)	126+2	141±3	3.57±0.15	1.60±0.10	1.97±0.13
30 day feeding group	Standard diet	142+5	245±4	3.18±0.21	1.36±0.10	1.82±0.15
	Raw soybean diet	141+5	229±8	3.69±0.47	1.71±0.20	1.98±0.33
	Boild soybean diet (100°C)	150+1	229±2	3.01±0.17	1.73±0.20	1.28±0.09
	Boild soybean diet (120°C)	142+5	213±9	2.98±0.20	1.51±0.03	1.47±0.12

對照群과 비슷한 함량을 보였다. Free form cholesterol 함량도 각 급식기간별 각군에서 對照群과 비슷한 함량을 보였고, ester form cholesterol도 각 급식기간별 각 군은 對照群과 비슷한 함량을 보였다.

大動脈의 cholesterol 함량은 Table 4와 Fig. 2에 表示한 바와같다.

大動脈의 試料 g당 cholesterol 함량은 5日 급식군에서 total cholesterol은 對照群 2.69±0.11mg으로 無處理大豆給食群 함량과 차이를 보이지 않았으나 100°C 및 120°C 加熱處理大豆給食群은 對照群보다 높은 함량을 보였다. ($P<0.05$)

15日 급식군에서는 對照群 3.26±0.16mg에 비하여 각 군은 다소 함량 차이를 보이나 有意性있는 차는 아니었다. 그리고 30日 급식군에서 對照群 3.18±0.21mg에 비하여 각 군은 서로 비슷한 함량을 보였다.

Free형 cholesterol은 5日 급식군에서 對照群 1.69±0.02mg에 비하여 120°C 加熱大豆給食群은 높은 함량을 보였으나($P<0.05$) 그외 각군은 對照群과 유사한 함량을 보였다. 15日 급식군에서는 對照群 1.31±0.10mg에 비하여 각군은 다소 높은 함량을 보이나 有意性있는 差는 아니었다. 그리고 30日 급식군에서 對照群 1.36±0.10mg에 비하여도 각 군은 다소 높은 함량은 보이나 역시 有意性 차이는 아니었다.

Ester형 cholesterol은 5日 급식군에서 對照群 1.01±0.12mg에 비하여 100°C 및 120°C 加熱處理大豆給食群은 높은 함량을 보였으나($P<0.05$) 無處理大豆給食群은 對照群과 비슷한 함량을 보였다.

15日 급식군에서 對照群 1.95±0.13mg에 비하여 無處理大豆 및 100°C 加熱大豆給食群은 낮은 함량을 보였다($P<0.05$). 120°C 加熱處理大豆給食群은 對照群과 비슷한 함량을 보였다. 그리고 30日 급식군에서 對照群 1.82±0.15mg에 비하여 100°C 및 120°C 加熱處理大豆給食群은 낮은 함량을 보였으나($P<0.05$) 無處理大豆給食群은 對照群과 비슷한 含量을 보였다.

考 察

Stoch 등(1963), Myron 등(1966)에 의하면 成長期の 영양실조 즉, 蛋白質부족이나 열량부족은

동물의 성장지연 뿐만 아니라 지능발달에도 많은 영향을 준다. 또한 Pangborn(1964)는 섭취하는 지방의 종류나 양에 따라서 혈청 cholesterol의 농도에 영향을 준다고 했다.

한편 劉(1970)는 腦의 발육은 주로 受乳期에 이루어진다고 하였으며 특히 腦中 cholesterol 함량은 受乳期 3주간동안 蛋白質 부족군은 對照群보다 낮은 함량을 보인다고 하였다. Culley 등(1968)은 생후 60일까지 계속 제한 급식시킨 쥐 腦의 total cholesterol, phospholipid 및 cerebroside 함량은 對照群보다 낮았다고 한다.

이와같이 여러 보고에 의하면 蛋白質의 부족이나 그 質이 體內 cholesterol 함량이나 腦成分함량에 많은 영향을 준다는 것은 주목되는 事實이다.

本實驗結果에서 腦 試料 g당 total cholesterol 함량은 5日, 15日, 30日 급식군에 있어서 급식기간별 對照群과 비슷한 함량을 보였다. 그리고 free 형이나 ester형 cholesterol 함량도 total cholesterol 함량과 비슷한 경향이였다.

即 腦中 cholesterol 함량이 本實驗에 사용한 각 식이에 따라 별로 영향을 받지 않았음은 원래 腦는 다른 장기에 비하여 식이적 영향에 예민하지 않기 때문이라 하겠다. 裴(1973)는 성장기 흰쥐에 相異한 蛋白質 첨가시에도 腦의 질소함량에는 영향을 주지 않는다고 하였고 한편 崔(1970)도 식이 제한시 각 장기의 DNA, RNA 및 窒素함수에 미치는 연구에서 비장이 식이제한에 가장 예민하고 腦가 가장 둔한 영향을 나타낸다고 하였다. 역시 본실험에서도 裴(1973)와 崔(1970)의 보고와 연관성이 있음을 알수 있었다.

한편 Yudkin(1969)은 식이성당질 특히 蔗糖이 冠狀心臟疾患의 중요한 원인의 하나라고 하였으며 또한 cholesterol은 動脈硬化, 肝硬化症 등의 疾患과 관계가 있음이 밝혀져 있다.

Stamler(1958)는 高糖質, 高脂肪 및 高 cholesterol 사료에 大豆蛋白質을 첨가하여 雄性 닭에 급식할때 사료중 단백질함량이 20%이하일 때는 高 cholesterol 血症이 대동맥 경화증을 악화하나 사료중 단백질함량이 20%이상 일때는 그 증상이 악화되지 않는다고 보고하였다.

본실험결과에서 大動脈의 試料 g당 total cholesterol 함량은 5日 급식군에서 對照群에 비하여 100°C 및 120°C 加熱處理大豆給食群이 높은 함량을 보였으나($P < 0.05$) 15日 및 30日 급식군에서는 有意性있는 差는 보이지 않았다.

5日 급식군에서 100°C 및 120°C 加熱處理大豆給食群이 對照群보다 높은 함량을 보였으나 15日 및 30日 급식군에서는 對照群과 비슷한 함량을 보였다. 즉 大豆를 계속 급식하여도 대동맥 cholesterol 함량에 영향을 주지 않음은 蛋白質源으로 大豆를 사용하여도 대동맥의 cholesterol 축적에는 영향을 주지 않음을 알 수 있다. Free형 cholesterol 함량은 total cholesterol 함량과 유사한 경향이였다. 그러나 ester cholesterol 함량은 一定한 경향을 보이지 않았으며, 이와같은 點은 앞으로 좀더 追求할 문제이다.

摘 要

成長期雄性흰쥐(Wistar Institute, albino rat) 72마리를 對照群, 無處理大豆給食群 및 100°C와 120°C 加熱處理大豆給食群으로 나누고 각 食餌는 蛋白質含量(14%)과 熱量400kcal/100g)을 一定하게 조절하였다.

該當食餌로 5日, 15日 및 30日 급식후 급식기간별로 腦와 大動脈의 cholesterol 含量을 관찰한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 腦의 total, free형 및 ester형 cholesterol은 각 급식기간별로 각 群은 對照群과 비슷한 함량을 보였다.

2. 大動脈의 total, free형 cholesterol은 5日 급식군에서 對照群보다 100°C와 120°C 加熱處理給食群이 높은 含量을 보였으나 15日 급식군이나 30日 급식군은 모두 비슷한 함량을 보였다.

그러나 ester형 cholesterol은 각 급식기간 一定한 경향을 보이지 않았다.

이상의 결과로 보아 大豆를 無處理했을때나 100°C와 120°C 加熱處理하여 給食시켰을 때 흰쥐의 腦와 大動脈 cholesterol 함량에 別차이가 없었음을 알수있었다.

參 考 文 獻

- Culley, W.J. and R.O. Lineberger, 1968. Effect of undernutrition on the size and composition of the rat brain. *J. Nutr.* **96** : 375—381.
- Hill, F.W. and R. Renner, 1963. Effect of heat treatment on the metabolizable energy value of soybeans and extracted soybean flakes for the hen. *J. Nutr.* **80** : 375—380.
- Kodatnur, M.D. and F.A. Kummerow, 1961. Amino acid imbalance and cholesterol in the chicks. *J. Nutr.* **75** : 319—322.
- March, B.E. and J. Biely, 1959. Dietary modification of serum cholesterol in the chick. *J. Nutr.* **69** : 105—110.
- Myron, W. and A. Noble, 1966. Cellular response in rats during malnutrition at various ages. *J. Nutr.* **89** : 300—310.
- Pangborn, R.M., 1964. *Food Technol.* **18** : 1316—1318.
- The Pharmacopeia of the U.S.A., 1955. XV P.881 United State Pharmacopeia Convention, Inc., Easton.
- Rios, I. and J. Berth, 1966. The effect of overheating on certain nutritional properties of the protein of soybean. *Food Technol.* **20** : 835 840.
- Stamler, M.D. et al. 1958. *Circulation Res.* **5** : 16. (Cited by Yuko, Koga, 1970 Studies on cholesterol in foods. *J. Japanese Food and Nutrition* **23** : 412—421.)
- Stoch, M.B. and P.M. Smyth, 1963. Infant undernutrition and brain growth. *Arch. Dis. Childhood* **38** : 546—562.
- Yudkin, M.D., 1969. Dietary sugar and coronary heart disease. *Nutrition News* **32** : 3.
- Zak, B., 1954. The determination of cholesterol. *Am. J. Clin. Path.* **24** : 1307—1309.
- 廣野治子, 有山恒, 1964. 食蛋白と Cholesterol 代謝(第五, 六報). 榮養と食糧 **17** : 65—68.
- 高鎮福, 李敬魯, 1970. 蔗糖과 葡萄糖이 白鼠肝臟 및 血清 cholesterol 含量에 미치는 영향. 동물학지 **13** : 44—50.
- 裴鳳天, 黃祐翹, 1973. 小魚粉의 酒精抽出成分이 白鼠의 營養에 미치는 영향. 高麗의대잡지 **10** : 263—273.

劉貞烈, 辛正來, 1970. 乳幼期の蛋白質不足이 腦 및 其他 器官의 발달에 미치는 영향. 한국영양학회지 3 : 81—85.

최길자, 김숙희, 1970. 식이 제한이 흰쥐 체내대사에 미치는 영향. 한국영양학회지 3 : 167—178.