

단백질 급원이 흰쥐 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향

조영수 · 김대진 · 변부형* · 고진복**

동아대학교 농과대학, *한국과학기술원 과학기술대학 생명과학학과,
**부산여자대학 생물학과

Effects of Dietary Proteins on Serum Cholesterol Concentration in Rats

Young-Su Cho, Dae-Jin Kim, Bu-Hyeong Byun* and Jin-Bok Ko**

College of Agriculture, Dong-A University

*Department of Life Science, KAIST

**Department of Biology, Pusan Women's University

Abstract

The effects of the different protein source on serum cholesterol levels were studied in SD strain male rats. Fish protein prepared by the method of SUZUKI from Alaska Pollack (*Theragra chalcogramma*) was compared with casein and soybean protein isolate. Each protein source was incorporated into a cholesterol-free diet in order to provide a protein level of 20% for 2 weeks. The result obtained are as followed: Concentration of total-cholesterol, LDL-cholesterol, total-cholesterol/HDL-cholesterol and triglyceride in rats fed with fish protein group were significantly lower than those of rats fed with casein and similar to those of rats fed with soybean protein. In addition, it was shown that the ratio of Lys/Arg and Gly/Met + Cys of fish protein was close to that of soybean protein.

Key words: fish protein, casein, soybean protein, total cholesterol, LDL-cholesterol, triglyceride

서 론

식생활의 서구화, 신체활동의 저하, 정신적 스트레스 등 life cycle의 변화에 따른 문명국 특유의 생활환경으로 인해 과거에는 거의 나타나지 않았던 아테롬성 동맥경화증(Atherosclerosis)을 기초 질환으로 한 심근경색과 허혈성 심질환 및 뇌경색 등 뇌혈관 장애에 의한 사망률이 증가하고 있다⁽¹⁾. 이러한 성인질환은 혈청지질 농도와 상관 관계가 있는 것으로 알려지고 있다. 혈청 지질 농도에 영향을 미치는 식이 인자중에서 주목되고 있는 성분으로서 단백질을 들 수 있는데, 그중에서도 특히 식물성 단백질을 대표하는 대두 단백질에 대한 관심이 높다. 대두 단백질은 카제인과 같은 동물성 단백질과 비교해 볼 때, 몇몇 실험 동물에서 혈청 콜레스테롤 농도를 낮추는 것으로 확인되었고⁽²⁻⁴⁾ 역학 조사에서도 관상동맥 경화증과 동물성 단백질 간에는 정의 상관관계가, 식물성 단백질 간에는 부의 상관관계가 있는 것으로 보고된 바 있다⁽⁵⁾. 한편, 동물성 단백질 중에서 수산물 단백질원인 어류 단백질은 어종이 달라도 아미노산 조성이 비슷하고 아미노산 스코어, 단백질, 생물이 등

어느 면에서도 계란이나 식육 등 동물성 단백질에 필적하는 양질의 것이 많고⁽⁶⁾ 손색이 없는 것으로 여겨진다. 따라서 어류 단백질 자원을 보다 안전하고 효율적으로 수산 식품 가공 소재로 이용할 수 있는 기술이 개발된다면 단백질 수요증가에 대비하는 방안이 될 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 대체단백질 자원으로서 어류 단백질 섭취시 생체유효성 평가의 측면에서 혈청 콜레스테롤 농도와와의 관계를 규명해야 한다. 따라서 본 연구에서는 어종중 가격이 저렴하고 널리 이용되고 있는 명태(*Theragra chalcogramma*)로부터 추출한 단백질을 카제인 및 대두 단백질과 비교할 목적으로 흰쥐를 공시하여 혈청지질 농도를 검토하였다.

재료 및 방법

어육 단백질의 조제

어육 단백질은 신선한 명태(*Theragra chalcogramma*)를 부산 공동 어시장에서 구입하여 Suzuki 등⁽⁷⁾의 방법으로 조제 하였다. 즉, 내장과 뼈를 분리 제거시킨 다음 명태살을 잘게 썰어, 시료무게의 5배가 되는 증류수에 담근 후, 1시간 동안 방치시켜 수화시킨 다음, 원심분리하여 물을 제거 시켰다. 수화된 명태살에 고형 NaHCO_3 로서 pH를 7.5~8.0로 맞추고 이렇게 하여 얻은 명태살의 지방제거를 위하여 무게의 3배 에탄올을 사용하여 80

Corresponding author: Dae-Jin Kim, Department of Animal Science, Dong-A University, 840, Hadan-Dong, Saha-Gu, Pusan 604-714, Korea

℃에서 추출하고, 원심분리에 의하여 이탄올을 제거 하였다. 이와같은 방법을 2~3회 반복하고 지방을 제거시킨 명태살은 진공 감압하에서 건조시켜 Willey mill로 분쇄하여 얻어진 분말을 명태로부터 얻은 어육 단백질 시료로 사용하였다. 어육단백질과 비교 검토하기 위하여 카제인 (Sigma Chemical Co.)과 분리 대두 단백질(동방유량)을 공시하였다. 분리 대두 단백질은 사포닌 제거를 위하여 80% 에탄올로서 실온에서 4회 추출한 후, 다시 99% 에탄올로 추출한 것을 사용하였다.

공시동물 및 사육조건

공시동물은 4주령의 체중 80~90g의 Sprague-Dawley (SD)계 수컷을 한국화학연구소 실험동물 사육실로부터 분양받아 사용하였으며, 본 실험전 1주일간 시판 사료(제일사료)로 예비 사육후 체중분포가 균등하도록 처리군별로 5마리씩 배치하였다. 본 실험은 스테인레스 케이지에 1마리씩 배치하여 14일간 실험용 식이로서 사육후 실험 종료일에 15시간 절식시킨 후 ether로 마취시켜 심장천자로 채혈하였다. 혈액시료는 30분간 실온에 방치하여 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻은 혈청을 분석에 공시하였다. 사육실의 환경은 온도 22±2℃ 습도 60%로 조절하였고 조명은 12시간(07:00~19:00)으로 하였으며 물과 식이는 자유 급이시켰다. 시험 종료전 3일 동안 糞을 모아 질소를 측정, 단백질의 소화율을 구하였다. 식이 조성은 Nagata 등⁽³⁾의 보고를 참고로 한 저지방 식이로서 Table 1과 같다. 단백질 함량은 조 단백질로서 20.0% 혼합하였는데 이는 각각의 단백질을 20.0% 급여하였을 때 성장율이 높았기 때문이다.

화학분석

질소 함량은 Kjeldahl 방법으로 분석하였다. 아미노산은 단백질 시료 약 10~20 mg을 가수분해용 tube에 정

확하게 칭량하여 6 N-HCl 6 ml를 가하고, 질소가스를 충전시키면서, 탈기, 봉관하고 110℃에서 24시간 가수분해시킨후, 개관하여 염산을 제거, pH 2.2 Sodium citrate buffer에 용해시켜 일정량을 아미노산 자동분석기 JLC-6AH(Nippon Densi Co., Japan)으로 분석하였다. 혈청의 단백질 함량은 Biuret법으로, 알부민 함량은 Brom Cresol Green 비색법을 이용한 Kit(Daiich-ALB, 중의제약)로 혈청 총콜레스테롤 농도는 효소법을 이용한 Kit (Sterozyme 545, Fuji Lebio Co., Japan)로서 트리글리세라이드 농도는 Triglyceride G-test Kit(Wako Pure Chemical Co., Japan)로 HDL-콜레스테롤 농도는 HDL-Cholesterol test Kit(Wako Pure Chemical Co., Japan)로서 동아대학교 부속병원 임상병리과에서 Hitachi 736-20형 자동분석기로 분석하였다. LDL 및 VLDL-Cholesterol함량은 Total-Cholesterol에서 HDL-Cholesterol을 뺀 Friedwald's equation으로 계산하였다⁽⁹⁾.

통계처리

실험결과는 각 분석항목에 따라 Mean±SD를 구하였으며 처리군별로 평균치간의 유의성은 Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

실험에 사용한 단백질 시료의 조성은 Table 2에 나타내었다. 어육단백질은 건물중 조단백질을 86.06% 함유하고 있고, 카제인보다 약 7% 정도 낮고 대두단백질과 비슷한 함량을 나타내고 있다. 실험에 사용된 시료에는 조섬유, 조지방이 거의 함유되어 있지 않기 때문에 조단백질, 조회분 이외의 성분은 가용성무질소물에 해당한다. 실험에 사용한 단백질 시료의 아미노산 조성은 Table 3에 표시하였다. 어육단백질 제조에 사용되는 재료는 상당히 많음에도 불구하고 보통 육질의 단백질은 어종을 불문하고 아미노산 조성에는 차이가 거의 없는 것으로 알려져 있다. 특히, Serine, Threonine, Cystine, Phenylalanine, Tryptophan, Arginine 등의 함량은 거의 차이가 없고 血合肉 단백질에 있어서도 거의 같은 경향을 보이고 있으며 보통육질과 血合肉 단백질을 비교하여도 단백질

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredient (%)	Protein source		
	Fish	Casein	Soybean
Fish protein	23.3	—	—
Casein	—	21.5	—
Soybean protein	—	—	23.0
Corn oil	1.0	1.0	1.0
Mineral mixture ^{a)}	4.0	4.0	4.0
Vitamin mixture ^{b)}	1.0	1.0	1.0
Celluose powder	2.0	2.0	2.0
Sucrose	68.7	70.5	69.0

^{a)}Phillips-Hart's salt mixture⁽⁸⁾

^{b)}Vitamin mixture (per 1g): Vit.B₁ nitrate 0.2 mg; Vit.B₂ 0.3 mg; Phylidoxine-HCl 1 mg; Ca pantothenate 1 mg; Vit.C 7.5 mg; DL- α -tocopherol acetate 5 mg; Inositol 10 mg; Choline chloride 0.1g; Retinol palmitate 500 I.U.; Ergocalciferol 100 I.U.; Vit.K₃ 5 mg; Folic acid 0.1 mg; Cyanocobalamine 0.5 μ g by reference to NRC-allowances.

Table 2. Composition of protein source

Composition (%)	Protein source		
	Fish	Casein	Soybean
Moisture	7.35	5.63	6.95
Nitrogen*	13.77	14.59	15.24
Conversion factor	6.25	6.38	5.71
Crude protein*	86.06	93.08	87.02
Crude ash*	6.41	3.28	4.19
Nitrogen-free extract*	7.53	3.64	8.79

*Dry matter basis

Table 3. Amino acid composition of protein sources

Amino acid (%)	Protein source		
	Fish	Casein	Soybean
Lys	8.2	7.4	6.3
His	2.4	2.7	2.6
Arg	7.0	3.6	7.5
Asp	6.3	6.5	10.9
Thr	5.8	4.0	3.7
Ser	5.3	5.6	5.2
Glu	15.9	20.8	21.0
Pro	3.9	12.1	5.4
Gly	5.0	1.7	4.2
Ala	5.9	2.8	4.1
Cys	1.2	0.4	1.3
Val	5.7	6.0	4.5
Met	3.6	2.5	1.3
Ile	7.3	5.1	4.6
Leu	8.3	8.8	8.1
Tyr	3.9	5.2	4.0
Phe	4.3	4.8	5.3
Total	100	100	100
Lys/Arg ratio	1.17	2.05	0.84
Gly/Cys + Met ratio	1.04	0.59	1.62

Expressed as g amino acid per 100g recovered amino acids

의 아미노산 조성은 거의 같은 것으로 보고 되어 있다⁽⁵⁾. 따라서 본 실험에서는 다른 어종의 육질 단백질의 아미노산 조성과는 차이가 거의 없고 손쉽게 구할 수 있으며 경제적으로도 부담없이 접할 수 있는 어육단백질로서 명태를 공시하였다.

단백질 급여시 혈청 콜레스테롤 농도의 변화는 아미노산 함량 차이에 의한 가설로서, 이것은 식이 단백질 중에서 카제인과 대두단백질을 비교할 때 몇종의 아미노산 함량의 차이에 중점을 두고 연구가 수행되었다⁽¹⁰⁾. Krichevsky 등⁽¹¹⁾은 카제인을 대두단백질로 대체하는 과정에서 혈중 콜레스테롤 농도가 점진적으로 완화됨을 보고하였고, 특정 아미노산이 관여하고 있는 것으로 추정하였다. 예를 들면 Lysine/Arginine 비가 관여한다는 설로서 카제인과 대두단백질을 비교해 볼 때 Lysine/Arginine 비율은 카제인이 대두단백질보다 2배 정도가 높은데, Lysine은 간에서 Arginase 활성을 억제하여 전환되지 않고 남은 Arginine이 동맥경화를 일으키는 Apolipoprotein 생합성에 이용되어 초저밀도 지단백(VLDL) 등 Apolipoprotein E를 필요로 하는 Lipoprotein 생산이 증가된다는 이론⁽¹²⁾에 바탕을 둔 것으로 여겨진다. 대두 단백질에 Lysine을 첨가한 식이를 토끼에 급여한 결과 혈청중 콜레스테롤 농도는 현저하게 높아진 반면, 카제인에 Arginine을 첨가한 식이에서는 상반되는 결과가 나타났다⁽¹²⁾.

한편, 카제인 식이에서 肝臟 중 콜레스테롤 생합성

Table 4. Feed intake, body weight gain, liver weight and protein digestibility of rat after 2 weeks feeding of the different protein diets

Parameter	Protein source		
	Fish	Casein	Soybean
Feed intake (g/day)	8.5±0.3	8.6±0.4	8.7±0.1
Body weight gain(g/day)	2.1±0.2	2.4±0.3	2.1±0.1
Liver weight (wet wt. g/100g body wt.)	3.20±0.12	3.37±0.08	3.54±0.16
Protein digestibility(%)	97.5±0.4	98.7±0.1	96.1±0.2

Values are means±SD of 5 animals.

단계에서 가장 중요한 비율제한효소인 β -hydroxy- β -methylglutaryl-coenzyme A reductase(HMG-Co A reductase) 활성 저하는 Arginine 첨가에 의하여 대두단백질 식이군 수준까지 회복하였으나 대두 단백질 식이군에 Lysine을 첨가한 식이군에서는 효소 활성이 약간 낮아지는 경향이 있다⁽¹³⁾. 이외에도 Lysine/Arginine 비가 혈청 콜레스테롤 농도에 관여한다는 보고⁽¹⁴⁻¹⁶⁾가 있다. 본 실험에 사용한 단백질의 Lysine/Arginine 비는 카제인이 2.05, 대두 단백질 0.84이고 어육 단백질은 1.17로서 대두 단백질보다는 약간 높은 비율이지만 카제인과 비교할 때 거의 반정도 낮은 비율이었다.

혈청 콜레스테롤 농도와 아미노산 관련설에서 Glycine과 황함유 아미노산(Methionine, Cystine)이 단백질 고유의 효과와 관련, Sugiyama 등⁽¹⁷⁾은 단백질원으로서 카제인과 글루텐을 재료로서 아미노산 중에서 Methionine, Cystine과 Glycine을 modification시켜 흰쥐에 급여한 결과 Glycine이 혈청 총콜레스테롤의 저하 Methionine은 상승작용이 있는 것을 보고한 바 있다. 이러한 관점에서 본 실험에서의 시료 단백질중의 Glycine과 황함유 아미노산의 비는 카제인이 0.59, 대두 단백질 1.62, 어육 단백질은 1.04로 나타나 있다. 카제인은 대두 단백질에 비해 전체적인 황함유 아미노산의 함량은 높지만 그 대부분은 Methionine이며 Cystine함량은 극히 적어 대두 단백질보다 훨씬 낮다. 한편 어육 단백질은 Methionine과 Cystine의 함량은 다른 두 단백질보다 높았고, Glycine도 상대적으로 높은 경향이였다. 그렇지만 비율적인 면에서는 대두단백질보다 낮고 카제인보다는 높았다. 이러한 결과는 Methionine과 Cystine 및 Glycine의 상대적 함량이 중요한 것으로 생각된다. 어육 단백질의 제1제한 아미노산은 카제인 및 대두 단백질과 같이 Methionine이지만 식이중 단백질 수준을 20%로 할 경우에는 Methionine 및 황함유 아미노산 필요량을 만족시켜 줌으로 흰쥐 성장에 미치는 제한 아미노산의 영향은 없을 것으로 사료된다.

Table 4에서는 식이 섭취량, 증체량, 단백질 소화율을 나타내었다. 식이 섭취량, 증체량은 3군간에 유의차는 없었다. 간의 증량은 대두 단백질, 카제인, 어육 단백질

Table 5. Serum parameters in blood of rat after 2 weeks feeding of the different protein diets

Serum parameters	Protein source		
	Fish	Casein	Soybean
Total-cholesterol (mg/dl)	99.4± 14.5 ^a	132.9± 17.3 ^b	90.4± 7.7 ^a
HDL-cholesterol (mg/dl)	49.5± 9.6	45.7± 14.1	45.0± 6.5
LDL-cholesterol (mg/dl)	50.0± 6.9 ^a	87.2± 11.6 ^b	45.4± 2.2 ^a
Total-cholesterol/HDL-cholesterol	2.01± 1.53 ^a	2.92± 1.25 ^b	2.00± 1.19 ^a
Triglyceride (mg/dl)	60.6± 15.6 ^{ab}	79.2± 24.9 ^b	54.8± 11.1 ^a
Total-protein (g/dl)	6.0± 0.3	5.7± 0.2	5.6± 0.3
Albumin (g/dl)	3.3± 0.1 ^a	2.0± 0.1 ^b	3.0± 0.2 ^a

^{ab}: Means with the different superscripts within a row are significantly different at P<0.05.

급여군 순으로 무거웠으나 유의차는 인정되지 않았다. 糞量은 대두 단백질군이 가장 많았고 다음으로 어육 단백질 및 카제인 순으로 적었다. 따라서 단백질의 소화율은 이와같은 경향으로 나타났다. 이러한 차이는 단백질 자체의 성질에 기인하는 것으로 여겨지지만 단백질의 순도가 다소 영향을 준 것으로 생각되어진다. Table 5에는 혈청의 지질농도 및 단백질 함량을 나타내었다. 순환기 질환과 정의상관 관계가 있는 것으로 알려진 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도는 어육 단백질군에서는 카제인군보다 유의하게 낮고(P<0.05) 대두 단백질군에 가까웠다. HDL-콜레스테롤 함량은 처리군별로 유의차는 없지만 어육단백질군에서 약간 높았다. 한편 총콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 카제인군이 어육 단백질군 보다 높은 경향을 보였음은 카제인군이 총콜레스테롤 농도가 높는데 기인하는 것으로 생각되어진다. 이와같이 동맥경화증과 정의상관 관계가 있는 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도는 어육단백질군과 대두단백질군에서는 비슷한 함량이었고 카제인군에서는 높은 경향이었다. 이것은 앞에서 언급한 바와 같이, Lysine/Arginine, Glycine/(Cystine+Methionine) 이 대두 단백질의 그것들과 비슷한 것과 관련이 있는 것으로 여겨진다.

혈청중 Triglyceride 농도는 대두 단백질군, 어육 단백질군, 카제인군 순으로서(P<0.05) 어육 단백질군은 대두 단백질군보다 약 6 mg/dl 정도 높았지만 카제인군보다는 약 19 mg/dl 정도 낮았다. 한편, 혈청 콜레스테롤 농도와 체중 증가량과의 관계에 있어서 Carroll¹⁾은 토끼에 몇 종류의 식이를 급여한 실험에서 양자간에는 상관이 없다고 보고한 바 있다. 이러한 결과와 비교할 때 본 실험에서 체중 증가량은 많은 차이가 나타나지 않았으므로 주로 단백질 자체의 특성에 의해 혈청 콜레스테롤 농도가 변화한 것으로 사료된다.

혈청중 단백질 함량은 카제인군과 대두단백질군에서 거의 같았으며 단지 어육단백질에서 약간 높았다. 반면 혈청중 알부민 농도는 어육단백질군과 대두단백질군에서 비슷한 함량이었고 카제인군에서 낮게 나타났다. 이러한 결과는 肝臟에서 알부민 합성능력을 반영하고 있는 것

으로 추측되어 진다. 금후 단백질의 아미노산 조성과 혈청 콜레스테롤 농도와의 연구에 있어서는 식이 단백질의 아미노산 조성과 혈청 유리 아미노산의 관계가 검토되어져야 된다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 1991~1992년도 농원문화재단의 연구비 지원에 의하여 수행되었다.

요 약

상이한 단백질원이 흰쥐의 혈청콜레스테롤 농도에 미치는 영향을 조사하고자 명태로부터 조제한 어육단백질과 동물성의 카제인 및 식물성의 대두단백질을 비교 검토하였다. 실험 식이의 단백질 수준은 20%가 되도록 저지방 식이에 준비된 단백질 시료를 혼합하여 S.D. 계통 male rat에 2주간 급여한 후 혈청지질 농도를 분석하였다. 그 결과 혈청중의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 총 콜레스테롤/HDL-콜레스테롤 농도는 카제인군에서 가장 높았고 어육단백질군, 대두단백질군 순으로 낮았으며 카제인군과 다른 두 단백질군 간에는 유의성이 있었다(p<0.05). HDL-콜레스테롤 농도는 어육단백질군이 다른 두 단백질군보다 높았지만 유의성은 없었다. 트리글리세라이드 농도의 경우 세 단백질군간 유의성이 있었는데 어육단백질군은 카제인군보다 약 19 mg/dl 낮았지만 대두단백질군보다는 약 6 mg/dl 높았다. 어육단백질의 Lysine/Arginine비, Glycine/Methionine+Cystine비는 대두단백질의 그것들에 가까운 비율이었다.

문 헌

1. 편집부, 종합건강진단에서 본 수진자의 질병분포: 고려병원보, 82, 12(1989)
2. Carroll, K.K. and Hamilton, R.M.G.: Effects of dietary Protein and carbohydrate on plasma cholesterol levels in relation to atherosclerosis. *J. Food Sci.*, 40, 18(1975)
3. Nagata, Y., Imaizumi, K. and Sugano, M.: Effects of

- soybean protein and casein on serum cholesterol levels in rats. *Brit. J. Nutr.*, **44**, 113(1980)
4. Nagata, Y., Tanaka, T. and Sugano, M.: Further studies on the hypocholesterolemic effect of soybean protein in rats. *Brit. J. Nutr.*, **45**, 233(1981)
 5. 野仲順三九, 橋本芳郎, 高橋豊雄, 順山三千三: 新版水産食品學. 恒星社厚生閣, 東京, p41(1976)
 6. 山本孝史, 井上五郎: ヒト血漿コレステロール濃度に及ぼす大豆タンパク質の効果. 日本營養食糧學會誌, **44**, 155 (1991)
 7. Suzuki, T., Kanna, K. and Yagi, T.: Preparation of fish protein concentration. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **44**, 781 (1975)
 8. Phillips, P.H. and Hart, E.B.: *J. Biol. Chem.*, **109**, 657 (1935)
 9. Friedewald, W.T., Levy, R.I. and Fredrickson, D.S.: Estimation of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuse. *Clin. Chem.*, **18**, 499(1972)
 10. Mercer, N.J.H., Steinke, F.H. and Wolfe, B.M.: Effects on human plasma lipids of substituting soybean protein isolate for milk casein in the diet. *Nutr. Rep. Int.*, **35**, 279(1989)
 11. Kritchevsky, D., Tepper, S.A. and Klurflied, D.M.: Dietary protein and atherosclerosis. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **64**, 1167(1987)
 12. Tanaka, K. and Sugano, M.: Effects of modification of the Arginie/Lysine ratio of dietary proteins on absorption and turnover of cholesterol in rats. *Agric. Biol. Chem.*, **53**, 1351(1989)
 13. Sugano, M.: Nutritional studies on the regulation of cholesterol metabolism (The effect of dietary protein) *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, **40**, 93(1987)
 14. Kritchevsky, D.: Vegetable protein and atherosclerosis. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**, 135(1975)
 15. Kritchevsky, D., Tepper, S.A., Czarnecki, S.k. and Klurflied, D.M.: Atherogenicity of animal and vegetable protein-influence of the lysine to arginine ratio. *Atherosclerosis*, **41**, 429(1982)
 16. Park, M.S.C. and Liepa, G.U.: Effect of dietary protein and amino acids on the metabolism of cholesterol-carrying hypoproteins in rats. *J. Nutr.* **112**, 1892(1982)
 17. Sugiyama, K., Ozawa, M. and Muramatsu, K.: Dietary sulfur-containing amino acid and glycine as determinant factors in plasma cholesterol regulation in growing rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **31**, 121(1985)
 18. Carroll, K.K.: Dietary protein in relation to plasma cholesterol level and atherosclerosis. *Nutr. Rev.*, **36**, 1(1988)

(1993년 3월 13일 접수)