



## 삼겹살기름의 섭취가 흰쥐의 혈액지질 수준에 미치는 영향

박 병 성

강원대학교 동물생명과학전공

## Effect of the Feeding Belly Fat on Plasma Lipids Levels in Rats

Byung-Sung Park

Animal Life Science Program, Kangwon National University

### Abstract

This study investigated the effect of belly fat on the plasma lipid concentrations in rats. The results were obtained from the rats that had been fed the experimental purified diets containing 5% corn oil (C) as the control, 5% commercial lard (T1), 5% belly fat (T2), 10% belly fat(T3), and those given diet(T4) by feeding either C or T3 alternately every 3 days for 30 days. The food intake and food efficiency were not show any significant difference among the treatments. The body weight gain tended to significantly increased when the feeding of added-belly fat in diets ( $p<0.05$ ). The plasma triacylglycerides of T3 was higher than the other treatments, and significantly elevated as the number of feeding days of the diets with the belly fat passed when compared to diet C ( $p<0.05$ ). The plasma total cholesterol of T3 showed the highest levels in the treatment groups, and was high in the order of T1, T2, T4, and there was a significant difference between the rats given the diet with belly fat and C ( $p<0.05$ ). The plasma HDL-C of T2 and T3 was showed the lowest levels in the treatment groups. The plasma HDL-C of T1, T2, T3 and T4 groups were significantly decreased as the number of feeding days of the diets with the belly fat increased when compared to diet C ( $p<0.05$ ). The plasma LDL-C and AI of T3 showed the highest levels in the treatment groups, and the levels were in order of T1, T2, T4. There was a significant difference between the groups of rats given the belly fat and C ( $p<0.05$ ). The bleeding times significantly decreased as the number of feeding days of the belly fat diets increased, and T3 showed the lowest levels, there was a significant difference among the treatment groups ( $p<0.05$ ). The whole blood clotting times of T3 showed the lowest values, and significantly decreased according to the number of days of the rats were fed the belly fat diet ( $p<0.05$ ). These results showed that frequent consumption and high intake of pork belly can elevate the plasma triacylglyceride and cholesterol levels, and also accelerate red thrombus formation because belly fat contains high levels of saturated fatty acids and cholesterol.

**Key words** : belly fat, lard, triacylglyceride, saturated fatty acid, cholesterol, thrombus

### 서 론

돼지고기는 값이 싸고 맛이 좋을 뿐만 아니라 단백질과 지방함량이 높아서 필수아미노산 및 에너지 급원으로 활용될 수 있으며 소비자들이 가장 즐겨 찾는 축산식품이다. 또한 돼지고기에는 비타민 B<sub>1</sub>인 티아민(thiamine)함량이 높은

것이 특징이라고 할 수 있으며 중금속 해독작용도 갖는 것으로 널리 알려져 있다. 그러나 돼지고기 특히 삼겹살 부위에는 포화지방산과 콜레스테롤 함량이 높아서 섭취를 제한해야 한다는 문제가 제기되고 있다(Flynn et al., 1992; Stucchi et al., 1995).

돼지고기 특히 삼겹살 부위에는 포화지방산 함량이 41% 이상 그리고 콜레스테롤 함량은 가식부 100 g당 95~100 mg 이 함유되어 있으므로(Dorado et al., 1999; Bragagnolo and Rodriguez, 2002) 돼지고기의 잦은 섭취 및 과다섭취는 혈액 내 중성지방과 유해 콜레스테롤 함량을 높일 수 있다(Grundy,

\* Corresponding author : Byung-Sung Park, Animal Life Science Program, Kangwon National University, Chunchon 200-702, Korea. Tel: 82-33-250-8610, Fax: 82-33-244-2433, E-mail: bspark@kangwon.ac.kr

1983; Friedman et al., 2000). 혈액 콜레스테롤의 생리적인 수준은 섭취하는 식이 지방의 양과 형태(포화지방산) 및 콜레스테롤 함량에 의해서 영향을 받는다. 식이를 통한 콜레스테롤과 포화지방산의 빈번한 섭취 및 과다섭취는 혈액 내 유해 콜레스테롤 농도를 증가시켜서 '심혈관계질환(동맥경화증, 심근경색, 협심증)' 및 '뇌혈관계질환(뇌졸중, 뇌출혈)'을 일으킬 수 있는 주원인으로 밝혀졌으며(Grundy, 1986; Jensen et al., 1999; Friedman et al., 2000) 이 두가지 질병은 2002년도 우리나라 사망률 1위인 암 다음으로 높은 사망률을 갖는 질병으로 보도되었다. 콜레스테롤의 생체대사 측면에서 볼 때 식품으로부터 섭취된 포화지방산과 콜레스테롤의 양이 많을 경우 혈액 내 중성지방(TAG, triacylglyceride), 총콜레스테롤(TC, total cholesterol) 및 저밀도지질단백질 콜레스테롤(LDL-C, low density lipoprotein cholesterol) 함량이 증가하게 되지만 이와 반대로 고밀도지질단백질 콜레스테롤(HDL-C, high density lipoprotein cholesterol) 함량이 감소하게 되고 이것은 결국 혈전형성을 가속화함으로써 출혈시간과 혈액응고시간을 단축하는 것으로 보고되었다(Hegst et al., 1965; Key et al., 1974).

앞으로 계속하여 돼지고기의 섭취량이 늘어날 것으로 전망되지만 돼지고기의 삼겹살에는 지방이 많이 부착되어 있으며 삼겹살기름에는 포화지방산과 콜레스테롤이 식물성 기름 또는 기타 일반식품에 비해서 높다는 점에서 소비자들의 기호도를 제고해야 된다는 염려가 있다(Bragagnolo et al., 2002; Dorado et al., 1999). 그러나 삼겹살기름을 섭취하였을 때 혈액 지질함량 변화 및 혈전작용과 관련한 직접적인 연구 보고는 거의 없다.

따라서 본 연구는 삼겹살기름을 함유하는 식이의 섭취가 혈액 중성지방, 총콜레스테롤, LDL-C 및 HDL-C 함량 변화 그리고 출혈시간, 전혈응고 시간 등의 혈전형성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 실험동물 및 실험설계

실험동물은 체중 약 120 g의 Sprague Dawley 계통 흰쥐 수컷 30마리를 구입하여 시판 고형식이로서 1주일간 적응시킨 다음 본 실험에 이용하였다. 실험동물은 평판 플라스틱 케이지 내에서 사육되었고 사육실의 온도와 습도는 각각 20°C와 50% 그리고 12시간(08:00~20:00) 점등을 실시하면서 30일간 물과 실험식이를 무제한 급여해 주었다. 실험설계방법으로서 흰쥐는 체중에 따라서 5처리구 6반복으로 완전임의 배치하였으며 각 처리구 당 공시동물은 반복 케이지당 각각 1마리씩 수용하여 6반복으로 배치하였다. 5개의 처리구는 옥

수수기름, 삼겹살기름(belly fat), 상업용 돼지기름(정제된 lard)을 함유하는 식이섭취군으로서 구분하였다. 즉 대조구(C, control)로서 불포화지방산을 함유하는 옥수수 기름을 5% 첨가하였고, 처리구 1(T1)은 상업용 돼지기름 5%, 처리구 2(T2)는 삼겹살 기름 5%, 처리구 3(T3)은 삼겹살 기름 10% 첨가군으로 하였으며, 처리구 4(T4)는 옥수수기름 5% 첨가 식이군(C)과 삼겹살 기름 10% 첨가군(T3)을 각각 3일씩 교체급여군으로 조절하였다.

### 실험식이

실험식은 미국영양연구소에서 제시된 흰쥐의 영양소 요구량 수준(America Institute of Nutrition, 1977)을 넘을 수 있게 배합하였다. 실험식이 구성을 위한 단백질 공급원으로는 조단백질 88.50%를 함유하는 카제인, 탄수화물 공급원으로 설탕과 옥수수전분, 섬유질 공급원으로 알파셀룰로스(Sigma, Co. USA), AIN76 비타민과 미네랄 첨가제(ICN biomedical, USA) 그리고 서로 다른 식이지방 공급원으로 옥수수기름(한일상사, 서울)과 상업용 돼지기름(정제된 lard, 한일상사, 서울)을 구입하여 사용하였고, 정육점에서 구입한 삼겹살로부터 직접 추출된 삼겹살 기름(belly fat)을 사용하여 각 처리구의 정제식이를 배합하였다(Table 1). 삼겹살 기름은 춘천시에 소재한 정육점에서 직접 삼겹살을 구입하여 후라이펜에 구워서 흘러내린 기름을 이용하였다. 실험에 사용한 각각의 기름 원료 및 식이는 gas liquid chromatography(GLC, ACME 6000, 영인과학, 서울)를 이용하여서 지방산 조성(Folch et al., 1958; Morison and Smith, 1964)과 콜레스테롤(Sidney et al., 1953) 함량을 분석하였다. 옥수수기름은 linoleic acid (18:2n-6) 65.35%를 포함한 불포화지방산 함량이 81.47% 이었고 상업용 돼지기름(정제된 lard)과 삼겹살기름(belly fat)은 각각 포화지방산 50.33%, 48.30% 및 기름 100 g당 콜레스테롤 함량은 115 mg, 112 mg 함유되었으며 기름 원료의 조성은 정제 식이내 그대로 반영되었음을 알 수 있다(Table 2). 불포화 지방산의 산화를 방지하기 위하여 옥수수기름에는 기름 L당 650 mg의 BHT를 혼합하여 주었다. 배합된 실험 식이는 펠렛 처리 후 20°C 송풍건조기에서 수분함량이 10%될 때까지 건조한 후 저온실에 보관하면서 실험동물에게 급여해 주었다.

### 식이 섭취량, 체중변화 및 식이효율

본 실험 30일간의 사육기간 중 식이 섭취량은 3일 간격으로 조사하였고 체중은 10일에 1회씩 측정하였다. 전체기간 중 식이 섭취량과 체중증가량을 30으로 나누어서 일일 평균 식이섭취량과 체중증가량을 계산하였다. 그리고 식이효율은 일일 평균 식이 섭취량에 대한 체중증가량의 비율(체중증가량/식이섭취량)로서 계산하였다.

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredient	Diets <sup>1)</sup>			
	C	T1	T2	T3
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0
Sucrose	50.0	50.0	50.0	45.0
Corn starch	15.0	15.0	15.0	15.0
$\alpha$ -Cellulose	5.0	5.0	5.0	5.0
Corn oil	5.0	-	-	-
Commercial lard	-	5.0	-	-
Belly fat	-	-	5.0	10.0
dl-Methionine (95%)	0.3	0.3	0.3	0.3
Mineral mix <sup>2)</sup>	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mix <sup>3)</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
Total	100	100	100	100

<sup>1)</sup> C, control, diet containing corn oil; T1, diet containing commercial lard; T2, T3, diet containing belly fat extracted from pork belly which purchased from market directly; T4, diet by feeding either C or T3 alternately every 3 days.

<sup>2)</sup> Ain'76-mineral mixture (g/kg) : calcium phosphate, dibasic; 500.0, sodium chloride; 74.0, potassium citrate, monohydrate; 220.0, potassium sulfate; 52.0, magnesium oxide; 24.0, manganese carbonate; 3.5, ferric citrate; 6.0, zinc carbonate; 1.6, cupric carbonate; 0.3, potassium iodate; 0.01, sodium selenate; 0.01, chromium potassium sulfate; 0.55, powdered sucrose; 118.03.

<sup>3)</sup> AIN'76-vitamin mixture (g/kg) : thiamin-HCl; 0.6, riboflavin; 0.6, pyridoxine- HCl; 0.7, nicotinic acid; 3.0, calcium pantothenate; 1.6, folic acid; 0.2, biotin; 0.02, vitamin B<sub>12</sub>; 0.001, vitamin A (retinyl acetate); 0.8, vitamin E (dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate); 3.8, vitamin D<sub>3</sub> (7-dehydrocholesterol); 0.0025, vitamin K (menadione); 0.005, powder sucrose; 988.67.

### 혈액지질의 생화학적 분석

실험최종일에 혈액 지질의 생화학적 분석을 위하여 흰쥐를 에틸에테르로 가볍게 마취시킨 후 복부를 절개하여 hepatin 처리된 튜브(Franklin lakes, NJ07417, USA)속으로 25 게이지 주사기를 이용하여서 복대동맥으로부터 5~10 mL의 혈액을 채취하였다. 채취된 혈액은 즉시 3,000 rpm에서 10 분간 원심분리하여서 혈장을 얻었고 생화학적 분석을 위해서 liquid N<sub>2</sub> gas에 급속냉동(-196°C) 처리한 다음 분석시까지 냉동 보관하였다. 혈액 내 중성지방, 총콜레스테롤, 고밀도지질단백질 콜레스테롤 함량은 상업용 효소키(Bioclinal System Auto Kit, Korea)를 이용하여 측정하였고 저밀도지질단백질 콜레스테롤 함량은 총콜레스테롤에서 중성지방을 5로 나누어준 값과 HDL-C를 합한 값을 빼 준 후 계산하였으며 [LDL-C=TC - (TAG/5+HDL-C)], 동맥경화지수(AI, athero-

Table 2. Fatty acid composition and cholesterol content of experimental diets

Fatty acid (%)	Diets <sup>1)</sup>			
	C	T1	T2	T3
14:0	0.39	2.11	2.44	3.01
16:0	16.91	36.99	35.02	34.87
16:1n-7	0.36	10.62	11.31	11.25
18:0	2.23	11.57	14.23	11.18
18:1n-9	15.76	22.45	21.80	22.02
18:2n-6	64.35	16.26	18.20	17.67
SFA <sup>2)</sup>	19.53	50.67	48.69	49.06
UFA <sup>3)</sup>	80.47	49.33	51.31	50.94
Total	100	100	100	100
Cholesterol, mg/100g	-	5.80	5.68	12.15

<sup>1)</sup> C, control, diet containing corn oil; T1, diet containing commercial lard; T2, diet containing belly fat 5 %; T3, diet containing belly fat 10 %; T4, diet by feeding either C or T3 alternately every 3 days.

<sup>2)</sup> SFA : saturated fatty acids.

<sup>3)</sup> UFA : unsaturated fatty acids.

genic index)는 TC로부터 HDL-C를 뺀 후 다시 HDL-C로 나눈 값 [(TC - HDL-C)/HDL-C] 으로 계산하였다(Hauglund et al., 1991).

### 출혈시간

혈전작용 효과를 측정하기 위해서 실험 종료 1일전(29일)에 흰쥐를 에틸 에테르로 가볍게 마취시킨 후 꼬리 끝 부분의 3~5 mm 되는 곳을 절단하고 37°C로 유지된 생리식염수 용액에 꼬리 끝 부분으로부터 5 cm 되는 부분까지 침지시켜 지혈될 때까지의 시간(sec)을 stop watch로써 측정하여 출혈 시간을 조사하였다(Hornsta et al., 1973).

### 전혈응고 시간

전혈응고 시간은 출혈 시간을 측정한 다음날 즉 실험 종료일(30일)에 흰쥐를 에틸 에테르로서 가볍게 마취시키고 복대동맥으로부터 1 mL의 혈액을 채취하였다. 이때 혈액채취시 사용된 주사기는 3.13% sodium citrate 용액 0.5 mL를 미리 주입해 주었다. 채취한 혈액 1 mL를 유리시험관에 넣고 여기에 1.7% 염화칼슘용액 200  $\mu$ L를 가하여 실온에서 서서히 흔들어 주면서 혈액 응고물(red thrombus)이 생길 때까지의 시간(sec)을 측정하였다(Han et al., 1987).

### 통계처리

본 실험에서 얻어진 모든 자료에 대한 측정치는 컴퓨터 SAS program(SAS, 2001)을 이용하여 평균과 표준오차 값을 산출하였고 분산분석을 실시한 후 Duncan의 다중검정 방법에 의해서 95% 수준의 신뢰구간에서 유의성을 검정하였다(Still and Torrie, 1960). 따라서 각 처리구별 측정변수의 활용자료는 6반복×반복당 1두로써 총 6개의 자료(n=6)가 되며 전체 처리구의 평균간 유의성 검정에 사용된 측정변수의 활용자료는 5처리구당 6반복으로서 총 30개가 된다(n=30). 그러므로 본문 중에 제시된 각 처리구 평균값에 대한 표준오차 값은 총 30개의 측정변수를 활용하여 얻어진 것이다.

### 결과 및 고찰

#### 식이섭취량, 체중변화 및 식이효율

실험기간 중 서로 다른 지방 급원 즉 옥수수기름과 삼겹살기름, 상업용 돼지기름을 함유한 식이를 각각 30일간 흰쥐에게 급여한 후 조사된 일일 평균 식이섭취량, 증체량 및 식이효율은 Table 3과 같다.

실험 시작 직전의 평균 체중 약 120 g의 흰쥐는 일일 평균 약 19.69 g의 식이를 섭취하였으며 실험종료시의 평균체중은 265 g으로서 30일 동안 일일 평균 약 5.15 g씩의 증체를 한 것으로 나타났다. 일일 평균 체중 증가량은 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)와 삼겹살 기름 5% 첨가구(T2)가 가장 높았고 옥수수 기름 5% 첨가구와 삼겹살 기름 10% 첨가구를 각각 3일씩 교체 급여한 처리구(T4), 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1) 순으로 높게 나타났으며 옥수수기름 5% 첨가구(C)는 유의적으로 가장 낮은 체중 증가량을 나타냈다(p<0.05).

식이효율은 실험기간중 일일 평균 증체량을 식이섭취량으

**Table 3. Food intake, body weight gain and food efficiency in rats fed experimental diet for 30 days**

Items	Groups <sup>1)</sup>					SEM <sup>2)</sup>
	C	T1	T2	T3	T4	
Food intake (g/day/head)	19.06	20.09	20.80	19.51	19.00	0.19
Body weight gain (g/day/head)	4.85 <sup>b</sup>	5.01 <sup>b</sup>	5.33 <sup>a</sup>	5.35 <sup>a</sup>	5.23 <sup>a</sup>	0.10
Food efficiency	0.25	0.24	0.25	0.27	0.27	0.03

<sup>1)</sup> C. control as diet containing corn oil 5%. T1. diet containing commercial lard 5%. T2. diet containing belly fat 5%. T3. diet containing belly fat 10%. T4. given a diet by feeding either C or T3 alternately every 3 days.

<sup>2)</sup> SEM : standard error of mean.

<sup>a,b</sup> Different alphabet represent the significant differences among group (p<0.05).

로 나누어서 계산하였으며 처리구간 비슷한 것으로 나타났다. 실험식이 섭취량 및 식이 효율은 처리구간 통계적인 유의성은 없었다.

본 실험결과에서 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 비교할 때 삼겹살 기름 첨가구(T2, T3, T4) 및 상업용 돼지기름 첨가구(T1)에서 증체량이 높았던 점은 상업용 돼지기름 및 삼겹살 기름의 섭취에 의한 근육량의 증가보다는 오히려 복강지방 침착율이 높았기 때문이었을 것으로 생각된다. 실제로 생체 해부 시 옥수수기름 첨가구(C)를 제외한 기타 모든 처리구 특히 T3 와 T2에서 복강지방 침착율이 매우 높았음을 확인할 수 있었다. 사람에서 에너지 함량이 높은 식품의 과잉섭취 및 지속적인 섭취는 체내지방 조직의 함량을 높여서 궁극적으로 과체중에 의한 비만을 일으킬 수 있음이 보고되었다(Despres, 1991). 따라서 본 실험결과 T1~T4에서 나타난 체중 증가 현상은 체내 과잉지방 축적에 의한 비정상적인 상태이었을 것으로 추정해 볼 수 있다.

사람은 출생 시에 단백질 세포와 지방세포의 크기와 숫자가 일정하게 조절되지만 점차 성장해 감에 따라서 단백질 세포의 숫자는 고정되고 단백질 세포의 크기만 증가하게 되어 근육을 형성하게 된다. 그러나 이와 반대로 지방세포는 출생 후 성장해감에 따라서 지방세포의 숫자와 크기가 함께 증가하게 되고 더욱 커다란 지방조직을 만들게 되어 비만할 수 있다. 이때 기름기 함유 식품을 자주 섭취하거나 또는 과잉 섭취하게 되면 지방조직은 더욱더 커지게 되고 결국 체내 지방조직이 과다하게 축적된 비만으로 인하여 비정상적인 체중 증가가 나타난다(Ashima and Flier, 2000).

#### 혈액지질

옥수수기름, 상업용 돼지기름과 삼겹살기름을 함유한 실험식이를 각각 30일간 흰쥐에게 급여후 조사된 혈액지질 함량의 변화는 Table 4와 같다.

혈액 중성지방 함량은 혈액 100 mL당 133.76~203.04 mg 범위로 나타났으며 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)가 혈액 100 mL당 203.04 mg으로서 가장 높았고 옥수수 기름 5% 첨가구(C)와 옥수수기름 5% 또는 삼겹살기름 10% 첨가식을 각각 3일 씩 교체 급여한 처리구(T4)에서 각각 혈액 100 mL당 133.76, 153.61 mg으로 가장 낮게 나타났었다(p<0.05). 혈액 TAG 함량은 불포화지방산이 다량 함유된 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 비교할 때 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1), 삼겹살기름 5와 10% 첨가구(T2, T3) 및 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)를 각각 3일씩 교체 급여한 처리구(T4)에서 혈액 100 mL당 각각 33.27, 40.95, 69.28, 19.94 mg 씩의 유의적인 증가를 나타냈으며 이를 다시 증가율로서 나타내 보면 각각 125, 131, 152, 115%의 유의적인

**Table 4. Plasma TAG, TC, HDL · C, LDL · C concentrations, HDL · C/TC ratios and AI in rats fed experimental diets for 30 days<sup>1)</sup>**

Items	Groups <sup>2)</sup>					SEM <sup>3)</sup>
	C	T1	T2	T3	T4	
TAG, mg/dL	133.76 <sup>c</sup>	167.03 <sup>bc</sup>	174.71 <sup>b</sup>	203.04 <sup>a</sup>	153.61 <sup>c</sup>	3.75
TC, mg/dL	103.76 <sup>c</sup>	120.67 <sup>b</sup>	113.71 <sup>b</sup>	132.17 <sup>a</sup>	111.82 <sup>bc</sup>	2.17
HDL-C, mg/dL	41.31 <sup>a</sup>	33.68 <sup>b</sup>	32.73 <sup>b</sup>	32.58 <sup>b</sup>	35.61 <sup>b</sup>	0.72
LDL-C, mg/dL	35.70 <sup>d</sup>	53.59 <sup>ab</sup>	46.70 <sup>bc</sup>	58.98 <sup>a</sup>	45.42 <sup>c</sup>	1.28
HDL-C/TC	39.75 <sup>a</sup>	27.91 <sup>b</sup>	30.20 <sup>b</sup>	24.67 <sup>c</sup>	32.02 <sup>b</sup>	0.93
AI	1.51 <sup>c</sup>	2.58 <sup>b</sup>	2.47 <sup>b</sup>	3.05 <sup>a</sup>	2.14 <sup>bc</sup>	0.13

<sup>1)</sup> TAG, triacylglyceride; TC, total cholesterol; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein cholesterol; AI, atherogenic index.

<sup>2)</sup> C, control as diet containing corn oil 5 %; T1, diet containing commercial lard 5 %; T2, diet containing belly fat 5 %; T3, diet containing belly fat 10%; T4, given a diet by feeding either C or T3 alternately every 3 days.

<sup>3)</sup> SEM : standard error of mean.

<sup>4)</sup> Values within the same row with different superscript are significantly different ( $p < 0.05$ ).

증가 경향을 보여주었다( $p < 0.05$ ). 혈액 총콜레스테롤 함량은 100 mL당 103.76~132.17 mg 범위로 나타났으며 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)가 혈액 100 mL당 132.17 mg으로서 가장 높았고, 옥수수기름 5% 첨가구(C)는 혈액 100 mL당 103.76 mg으로서 가장 낮았으며, 모든 처리구간에 통계적인 유의성이 있었다( $p < 0.05$ ). 혈액 TC 함량은 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 비교할 때 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1), 삼겹살 기름 5%와 10% 첨가구(T2, T3) 및 옥수수 기름 5% 첨가구(C)와 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)를 각각 3일씩 교체 급여한 처리구(T4)에서 혈액 100 mL당 각각 16.91, 9.95, 28.41, 8.06 mg씩의 유의적인 증가를 나타냈으며 이를 다시 증가율로서 나타내 보면 각각 116, 110, 127과 108%의 유의적인 증가 경향을 보여주었다( $p < 0.05$ ). 혈액 고밀도지질단백질 콜레스테롤 함량은 혈액 100 mL당 32.58~41.31 mg 범위로 나타났으며 삼겹살 기름 5%(T2)와 10%(T3) 첨가구가 혈액 100 mL당 약 33 mg, 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1), 옥수수기름 5%(C)와 삼겹살 기름 10%(T3) 첨가구를 각각 3일씩 교체 급여한 처리구(T4)에서 혈액 100 mL당 각각 약 34 mg, 36 mg 으로서 옥수수기름 5% 첨가구(C)의 혈액 100 mL당 약 41 mg과 비교할 때 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 혈액 HDL-C 함량은 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 비교할 때 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1), 삼겹살 기름 5%와 10% 첨가구(T2, T3) 그리고 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)를 각각 3일씩 교체 급여한 처리구(T4)에서 혈액 100 mL당 각각 8.58, 8.73, 5.70과 7.63 mg씩의 유의적인 감소를 나타냈으며, 이는 각각 20.77, 21.13, 13.80과

18.47%의 통계적으로 유의한 감소율을 보여주었다( $p < 0.05$ ). 혈액 저밀도지질단백질 콜레스테롤 함량은 혈액 100 mL당 35.70~58.98 mg 범위로 나타났으며 삼겹살기름 10% 첨가구(T3)가 58.98 mg 으로서 가장 높았고 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1), 삼겹살 기름 5% 첨가구(T2), 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)를 각각 3일씩 교체 급여한 처리구(T4) 순으로 낮아졌으며 옥수수기름 5% 첨가구(C)는 혈액 100 mL당 35.70 mg로서 가장 낮게 나타나서 처리구간 통계적 유의성이 있었다( $p < 0.05$ ). 혈액 LDL-C 함량은 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 비교할 때 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1), 삼겹살 기름 5% 첨가구(T2), 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3) 그리고 옥수수 기름 5% 첨가구(C)와 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)를 각각 3일씩 교체 급여한 처리구(T4)에서 혈액 100 mL당 각각 17.89, 11.00, 23.28과 9.72 mg 씩의 유의적인 증가를 나타냈으며 이를 다시 증가율로서 나타내보면 각각 150, 131, 165와 127%의 유의적인 증가경향을 보여주었다( $p < 0.05$ ). TC에 대한 HDL-C의 비율(HDL-C/TC)은 24.67~39.75 % 범위로 나타났으며 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)가 24.67%로서 가장 낮았고 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1), 삼겹살기름 5% 첨가구(T2), 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)를 각각 3일씩 교체급여한 처리구(T4)순으로 높아졌으며 옥수수기름 5% 첨가구(C)는 39.75%로서 가장 높게 나타나서 처리구간 통계적인 유의성이 있었다( $p < 0.05$ ). 동맥경화지수(AI, atherogenic index)는 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)가 3.05로서 가장 높았고 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1), 삼겹살 기

름 5% 첨가구(T2), 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)를 각각 3일씩 교체 급여한 처리구(T4)순으로 낮아졌으며 옥수수기름 5% 첨가구(C)는 1.51로서 가장 낮게 나타나서 처리구간 통계적인 유의성이 있었다( $p < 0.05$ ).

본 실험 결과는 삼겹살 기름을 빈번하게 섭취하거나 또는 과잉 섭취하게 되면 혈액 내 중성지방과 유해 콜레스테롤 함량을 높일 수 있음을 보여 주고 있다. 이는 앞에서 기술한 바와 같이 삼겹살 기름에 함유되어 있는 포화지방산(48.30% 이상)과 콜레스테롤 함량(112 mg 이상/ 100 g 기름)이 높음에 기인하기 때문인 것으로 생각된다. 혈액 콜레스테롤의 생리적 수준은 섭취하는 식이 지방의 양과 형태 및 콜레스테롤 함량에 의해서 영향을 받으며 식이를 통한 콜레스테롤과 포화지방산의 과다섭취는 혈액으로부터 LDL 입자의 간문맥 LDL receptor에 의한 제거율을 억압함으로써 혈액 콜레스테롤 수준을 높일 수 있다(Friedman et al., 2000). 사람에서 과잉 에너지 섭취 및 콜레스테롤과 포화지방산의 과다 섭취는 혈액 내 중성지방 및 유해 콜레스테롤로서 알려진 LDL-C 함량을 높이며 유익한 콜레스테롤로서 알려진 HDL-C 함량을 떨어뜨려서 뇌혈관계질환 및 동맥경화증을 비롯한 각종 심장혈관계질환으로 인한 사망률을 높일 수 있음이 보고되었다(Grundy, 1986; Jensen et al., 1999; Key et al., 1974). 식이를 통해서 섭취된 중성지방과 콜레스테롤은 소장으로부터 킬로미크론(CM, chylomicrons)에 의해서 혈액으로 이동되면서 간에서 새롭게 합성된 중성지방과 콜레스테롤은 초저밀도지질단백질(VLDL, very low density lipoprotein)에 의해서 간으로부터 혈액으로 이동된다. 소장에서 이동된 CM과 간으로부터 이동된 VLDL은 lipoprotein lipase에 의해서 가수분해되고 혈액으로부터 잔유물은 간문맥수용체-조절제거(hepatic receptor-mediated removal) 기작에 의해서 완전하게 분해되는데 특히 혈액 내 이들 잔유물의 존재는 동맥경화증의 발생에 중요한 역할을 한다. 따라서 혈액에서 중성지방 순환의 지연제거는 동맥경화증 위험이 높아질 수 있다(Jensen et al., 1999). 혈액 내 콜레스테롤은 지질 운반단백질인 LDL과 결합한 형태(LDL-C)로서 혈액에서 여러 조직으로 이동되고 그 중 일부는 간의 LDL receptor에 의해서 제거되는데 HDL과 결합한 콜레스테롤 형태(HDL-C)의 대부분은 혈액에서 간으로 이동되어 간에서 완전히 제거되는 것으로 알려져 있다(Grundy, 1986; Klepple et al., 1988). LDL은 동맥 내 콜레스테롤 축적에 관계하는 가장 중요한 지질 운반체로서 cholesterol ester를 간에서 혈액 및 신체 내 여러 부위의 말초 조직 세포속으로 수송해 준다(Paul et al., 1979). HDL은 동맥으로부터 콜레스테롤을 간으로 운반해 주는 지질 단백질로서 혈액 HDL의 증가는 결국 혈액 및 조직으로부터 간에 이르는 콜레스테롤 운반능력을 높여 줌으로써 즉 콜레스테롤

의 역수송(reverse transport)에 의하여 혈액 콜레스테롤을 제거하는 기능을 갖는다(Grundy, 1983). 따라서 혈액 내 LDL-C가 많으면 건강에 해롭기 때문에 LDL-C를 “유해 콜레스테롤(bad cholesterol)”이라고 부르며 HDL-C는 “좋은 콜레스테롤(good cholesterol)”로서 부르고 있다(Grundy, 1983; Paul et al., 1979). Grundy(1986)는 포화지방산 및 콜레스테롤이 다량 함유된 식품의 과다섭취 시 혈액 내 LDL-C가 증가함으로써 총콜레스테롤 농도가 증가했다고 보고하였는 바 본 실험결과에서 나타난 삼겹살 기름을 함유하는 식이를 섭취한 처리구에서 혈액 내 총콜레스테롤 및 LDL-C가 함께 증가한 것은 이들의 견해와 일치하고 있다. 포화지방산의 과잉 섭취는 혈액내 HDL의 주요구성단백질인 apoprotein A(apo A1)합성을 고수준으로 유지해 주며 혈액 LDL 감소율 억제할 수 있다(Cortese et al., 1983). 사람에서 포화지방산의 섭취는 불포화지방산의 섭취에 비해서 혈액 콜레스테롤 함량을 2배 이상 증가할 수 있으며 이와같이 콜레스테롤과 포화지방산이 다량 함유된 식품을 자주 또는 과잉 섭취하게 되면 간에서 혈액 콜레스테롤을 재 흡수하여 제거하는데 필요한 LDL-receptor의 역가가 저해되어 혈액 내 총콜레스테롤과 LDL-C 함량이 높아진다(Stucchi et al., 1995).

#### 출혈시간

옥수수기름, 삼겹살 기름 그리고 상업용 돼지기름을 각각 함유하는 실험식이를 30일 동안 급여한 후 조사된 출혈시간은 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

출혈시간은 옥수수기름 5% 첨가구(C)가 183초로서 가장 길었고 삼겹살 기름 5% 첨가구(T2), 상업용 돼지기름 5% 첨

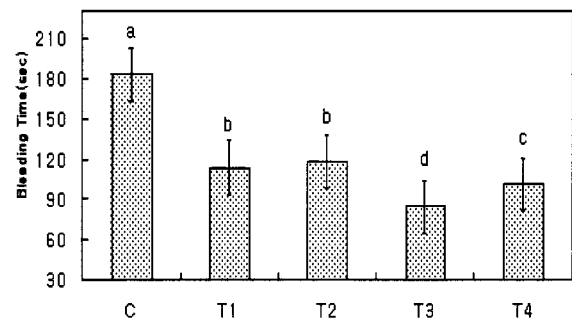


Fig. 1. Bleeding time in rats fed experimental diet for 30 days.

C, corn oil 5%; T1, commercial lard 5%; T2, belly fat 5%; T3, belly fat 10%; T4, given a diet by feeding either C or T3 alternately every 3 days.

Bars show the standard error of means in each of the treatment group.

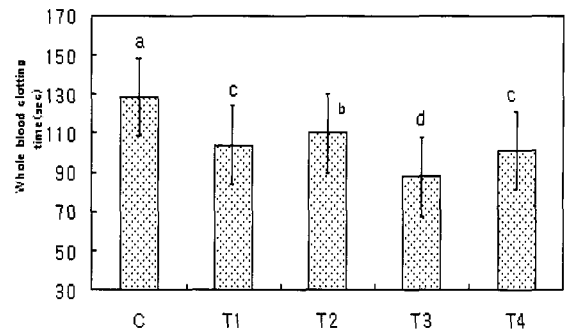
<sup>a-d</sup> represent the significant differences among treatment groups ( $p < 0.05$ ).

가구(T1), 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)를 각각 3일씩 교체 급여한 처리구(T4) 순으로 낮아졌으며 삼겹살기름 10% 첨가구(T3)가 84초로서 가장 낮게 나타나서 처리구간 통계적인 유의성이 있었다( $p < 0.05$ ). 한편 출혈시간을 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 비교하였을 때 감소율로서 나타내 보면 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1), 삼겹살 기름 5% 첨가구(T2), 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3) 그리고 옥수수 기름 5% 첨가구(C)와 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)를 각각 3일씩 교체 급여한 처리구(T4)에서 각각 38%, 36%, 54%, 45%씩의 유의적인 감소율을 보여줬다( $p < 0.05$ ). 출혈시간의 측정은 혈액응고와 관련한 항혈전 작용의 연구에 있어서 하나의 측정변수로서 중요하며 출혈시간이 길다는 것은 혈소판 응집 억제와 관련이 있기 때문에 혈액이 맑고 깨끗함을 나타낸다(Hornsta et al., 1981). 실험동물을 대상으로 한 연구에서 포화지방의 과잉섭취 시 출혈시간은 단축되지만 n-6계열의 불포화지방산이 풍부한 해바라기씨 기름을 급여할 경우 출혈시간이 연장되는 등 항혈전 작용 효과는 높게 나타나며 사람에서 해바라기씨 기름과 채종유 그리고 통푸른 생선의 섭취시 항혈전 작용효과가 큰 것으로 보고되었다(Hornsta et al., 1973). 일반적으로 출혈시간과 전혈 응고 시간이 짧은 것은 혈액내 TAG, TC 및 LDL-C 함량이 높은 것과 관련이 있는 것으로 보고되었는 바(Hornsta et al., 1981; Sanders and Roshanai, 1983) 본 연구결과 나타난 중요한 발견은 포화지방산과 콜레스테롤을 높은 수준으로 함유하는 삼겹살기름 및 상업용 돼지기름의 첨가급여 시 혈액 내 TAG, TC 및 LDL-C 함량이 높아지게 됨으로서(Table 4) 혈전형성이 가속화되어 출혈시간이 단축되는 것으로 생각된다.

**전혈 응고시간**

옥수수기름, 삼겹살 기름 그리고 상업용 돼지기름을 각각 함유하는 실험식이를 30일 동안 급여한 후 조사된 전혈응고 시간은 Fig. 2에서 보는 바와 같다.

전혈 응고시간은 옥수수기름 5% 첨가구(C)가 129초로서 가장 길었고 삼겹살 기름 5% 첨가구(T2), 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1) 그리고 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)를 각각 3일씩 교체급여한 처리구(T4) 순으로 낮아졌으며 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)가 88초로서 가장 낮게 나타나서 처리구간 통계적인 유의성이 있었다 ( $p < 0.05$ ). 전혈 응고시간을 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 비교했을 때 감소율로서 나타내 보면 상업용 돼지기름 5% 첨가구(T1), 삼겹살 기름 5%와 10% 첨가구(T2, T3) 그리고 옥수수기름 5% 첨가구(C)와 삼겹살 기름 10% 첨가구(T3)를 각각 3일 교체급여한 처리구(T4)에서 각각 19%, 15%, 32%, 21%씩의 유의적인 감소율을 보여주었다( $p < 0.05$ ).



**Fig. 2. Whole blood clotting time in rats fed experimental diet for 30 days.**

C, corn oil 5%; T1, commercial lard 5%; T2, belly fat 5%; T3, belly fat 10%; T4, given a diet by feeding either C or T3 alternately every 3 days.

Bars show the standard error of means in each of the treatment group.

<sup>a-d</sup> represent the significant differences among group( $p < 0.05$ ).

본 연구에서 나타난 중요한 발견은 삼겹살기름 및 상업용 돼지기름을 함유하는 식이지방의 첨가급여로 혈액 TAG, TC 및 LDL-C 함량이 높아지게 되어(Table 4) 출혈시간이 단축되며 전혈 응고시간이 단축되는 것으로 볼 수 있다(Fig. 1, and Fig. 2). 이러한 결과로 볼 때 포화지방산 및 콜레스테롤을 함유하는 식이지방의 섭취는 혈전형성을 가속화할 수 있을 것으로 생각된다. 출혈시간은 혈관, 혈소판 및 혈액 응고계의 항 혈전작용 효과를 모두 관찰할 수 있으며 전혈 응고시간은 혈소판과 혈액 응고계의 항 혈전작용 효과를 관찰할 수 있다(Dyerberg et al., 1975).

**요 약**

본 실험은 삼겹살 기름의 섭취가 흰쥐의 혈액 지질함량 변화에 미치는 영향을 알아 보기 위해서 수행하였다. 흰쥐식에 옥수수기름을 5% 첨가하여 급여한 처리구(대조구), 상업용 돼지기름으로서 정제된 라드를 5% 혼합 급여한 처리구(T1), 삼겹살 기름을 5% 첨가 급여한 처리구(T2), 삼겹살 기름을 10% 첨가 급여한 처리구(T3) 및 옥수수기름 5% 첨가 급여구(대조구)와 삼겹살 기름 10% 첨가 급여구(T3)를 각각 3일씩 교체 급여한 처리구(T4) 등 5개 처리구로 나누어서 각각 6반복씩 완전임의 배치한 후 30일간 사육한 결과는 다음과 같다. 식이섭취량 및 식이효율은 처리구간에 일정한 차이가 없었으며, 증체량에 있어서는 삼겹살 기름을 첨가 급여하였을 때 유의적으로 높아지는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 혈액 중성지방은 T3가 나머지 네 급여구에 비해서 높았으며 대조구와 비교할 때 삼겹살 기름을 첨가 급여할수록 모든 처리구가 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 혈액 총 콜레스테롤은

T3가 가장 높았고 T1, T2, T4 순으로 높게 나타났으며 대조구와 삼겹살기름 첨가구 사이에는 통계적 유의성이 있었다 ( $p < 0.05$ ). 혈액 HDL·C 함량은 T2와 T3가 가장 낮은 경향을 보여줬으나 T1, T2, T3, T4 사이에 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 대조구와 비교할 때 삼겹살 기름을 첨가 급여할수록 모든 처리구가 유의적으로 낮아지는 경향을 보여줬다 ( $p < 0.05$ ). 혈액 LDL·C와 AI는 T3가 가장 높았고, T1, T2, T4 순으로 높게 나타났으며 대조구와 삼겹살 기름 첨가구 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ( $p < 0.05$ ). 출혈시간은 삼겹살 기름을 첨가 급여하였을 때 유의적으로 단축되는 경향을 나타냈으며 T3가 가장 짧았고 처리구간 유의적인 차이가 있었다 ( $p < 0.05$ ). 전혈 응고시간은 T3가 가장 단축되었고 삼겹살 기름을 첨가 급여 할수록 단축되는 경향이 있었으며 처리구간 통계적인 유의성이 있었다 ( $p < 0.05$ ). 본 연구의 결과는 돼지고기 삼겹살의 잦은 섭취 또는 과잉섭취가 혈액 내 중성지방과 유해 콜레스테롤 함량을 높여줌으로서 혈전 형성을 가속화 할 수 있음을 보여주며 이는 삼겹살 기름에 함유되어 있는 포화지방산과 콜레스테롤 함량이 높은 데 기인함을 시사해 준다.

### 참고문헌

- America Institute of Nutrition (1977) Report of the American Institute of Nutrition. Ad Committee on standards for nutritional studies. *J. Nutr.* **107**, 1340-1348.
- Ashima, R. S. and Flier, J. S. (2000) Adipose tissue as an endocrine organ. *Trends. Endocrinol. Meta.* **11**, 372-332.
- Bragagnolo, N. and Rodriguez, D. B. (2002) Simultaneous determination of total lipid, cholesterol and fatty acids in meat and backfat of suckling and adult pigs. *Food Chem.* **79**, 255-260.
- Cortese, C. Y., Very, E. D., Janus, P. R., Turner, S. N., Rao, N. E., and Lewis, B. (1983) Modes of action of lipid-lowering diets in man : studies of apolipoprotein B kinetics in relation to fat consumption and dietary fatty acid composition. *Eur. J. Clin. Invest.* **13**, 79-85.
- Despres, J. P. (1991) Obesity and lipid metabolism : relevance of body fat distribution. *Curr. Opin. Lipid.* **2**, S15.
- Dorado, M., Martin, E. M., Jimenez-Colmenero, F., and Masoud, T. A. (1999) Cholesterol and fat contents of spanish commercial pork cuts. *Meat Sci.* **51**, 321-323.
- Dyerberg, J., Bang, H. O., and Hjrne, N. (1975) Fatty acids composition of plasma lipid in Greenland eskimos. *Am. J. Clin. Nutr.* **28**, 958-966.
- Flynn, T. T., Kubena, K. S., and Rhee, K. S. (1992) Modification of plasma and hepatic lipids of guinea pigs by feeding high oleic acid pork compared with regular pork. *J. Nutr.* **122**, 1855-1861.
- Folch, J., Lees, M. O., and Sloam-Stanley, G. H. (1958) A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 477-509.
- Friedman, M. S., Fitch, T. E., Levin, C. E., and Yokoyama, W. H. (2000) Feeding tomatoes to hamsters reduces their plasma low-density lipoprotein cholesterol and triglycerides. *J. Food Sci.* **65**, 897-900.
- Grundy, S. M. (1983) Absorption and metabolism of dietary cholesterol. *Ann. Rev. Nutr.* **3**, 71-96.
- Grundy, S. M. (1986) Cholesterol and coronary heart disease. *JAMA.* **256**, 2849-2858.
- Han, Y. N., Baik, S. K., and Han, B. H. (1987) Assay for antithrombotic activity. *Arch. Pharm. Res.* **10**, 115-120.
- Hauglund, O., Loustarinen, R., Wallin, R., Winbell, L., and Saldeen, Y. (1991) The effect of fish oil on triglyceride, cholesterol, fibrinogen, and malonylaldehyde in humans supplemented with vitamin E. *J. Nutr.* **121**, 165-169.
- Hegst, D. M., Mcgandy, R. B., Myers, M. L., and Stare, F. J. (1965) Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man, *Am. J. Clin. Nutr.* **17**, 281-290.
- Honsta, G., Christ-Hazelhof, E., Haddenman, E., Hoor, F., and Nugteren, D. H. (1981) Fish oil feeding lowers thromboxane and prostacylin production by rat platelets and aorta and dose not result in the formation of prostaglandin I. *Prostaglandins.* **21**, 727-739.
- Hornsta, G., Lewis, B., Chait, A., Turpeinen, O., Kawonen, M. J., and Vergroesen, A. J. (1973) Influence of dietary fat on platelet function in man. *Lancet.* **1**, 1155-1159.
- Jensen, J., Anette, B., Steen, D., Kjeld, H., and Gunhild, H. (1999) The effect of palm oil, lard and puff-pastry margarine on postprandial lipid and hormone responses in normal-weight and obese young women. *Brit. J. Nutr.* **82**, 469-479.
- Key, A., Grande, F., and Anderson, J. T. (1974) Bias and misrepresentation revisited: perpspective "On saturated fat". *Am. J. Clin. Nutr.* **27**, 188-212.



20. Klepple, B. B., Aiello, R. J., Grummer, R. R., and Armen-tano, L. E. (1988) Triglyceride accumulation and very low density lipoprotein secretion by rat and goat hepa-tocytes *in vitro*. *J. Dairy Sci.* **71**, 1813-1822.
21. Morrison, W. R. and Smith, L. M. (1964) Preparation of fatty acids methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoride methanol. *J. Lipid Res.* **5**, 600-608.
22. Paul, P. C., Ramesha, C. S., and Ganguly, J. (1979) On the mechanism of hypocholesterolemic effects of polyun-saturated lipids. *Adv. Lipid Res.* **17**, 155-165.
23. Sanders, T. A. B. and Roshanai, F. (1983) The influence of different types of  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids on blood lipids and platelet function in healthy volunteers. *Clin. Sci.* **64**, 91-99.
24. SAS (2001) SAS User's guide: Statistics. Verson 8 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
25. Sidney, P., Sidney, S., and Thomas, H. M. (1953) A rapid, accurate method for the determination of total chole-sterol in serum. *Anal. Chem.* **25**, 813-814.
26. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. (1960) *Principles and procedure of statistics*. McGraw Hill, New York. pp.195-223
27. Stucchi, A. F., Terpstra, H. M., and Nicolos, R. J. (1995) LDL receptor activity is down-regulated similarly by a cholesterol-contained diet high in palmitic acid or high in lauric and myristic acids in cynomolgus monkeys. *J. Nutr.* **125**, 2055-2063.

---

(2004. 2. 6. 접수 ; 2004. 4. 25. 채택)