

한국에서 상용되는 식용유지로 사육된 흰쥐의 체내 지방대사 및 면역능력에 대한 연구

김 우 경 · 김 숙 희
이화여자대학교 식품영양학과

The Effect of Sesame Oil, Perilla Oil and Beef Tallow on Body Lipid Metabolism and Immune Response

Kim Woo Kyoung, Kim Sook He

Department of Food and Nutrition Ewha Womans University

= Abstract =

The research was designed to study the effect of different fat sources and levels on Body lipid metabolism and immune responses in Sprague-Dawely strain male rats.

These effect of different fat sources compared with sesame Oil, Perilla oil and Beet tallow. Fat sources were divided into 3 groups respectively 7%, 15%, 30% fat level on diet weight basis.

The experimental period was 54days.

1) The body weight gain was significantly low in NF group. In Sesame oil group and perilla oil group, low fat level groups were higher than medium, high fat level groups. But in Beef tallw group, high fat level groups were higher than low and Medium groups.

2) The weight of liver, kidney and epididymal fat pad tend to increase with increasing body weight.

3) The contents of triglyceride and total lipid in sereum were significantly different with dietary fat sources and Perilla oil group was the lowest.

4) The contents of triglyceride and total lipid in liver were significantly different with dietary fat levls and high fat level group was higher than low fat level group.

5) Perilla oil group, compared with Beef tallow group, showed the higher excretion of cholesterol through feces and the higher deposit of cholesterol in liver. Therefore serume cholesterol level of Perilla oil group was lower than that of Beef tallow group. But eventhough Sesame oil is vegetable oil, Sesame oil did not showed an effect like Perllia oil on serum cholesterol level.

6) Weight of thymus decreased with fat levels particularly in vegetale oil. And it had on effect on mitogen response, mitogen response decreased with fat level in vegetable oil. But in Beef tallow, there was no difference in fat level.

서 론

과거에는 영양과 면역능력과 관계가 주로 영양 부족상태에서 연구¹⁾²⁾되어 왔으나 최근에 들어서는 과잉영양과 관련지어 연구³⁾⁴⁾되고 있다. 특히 식이 지방의 과잉이 면역체계에 영향을 준다는 보고⁵⁻⁷⁾들이 있다.

면역체계는 non-specific immune system과 specific immune system으로 나눌 수 있으며 specific immune system은 다시 Antigen에 대해 Antibody를 생산하는 humoral immunity와 thymus에서 유래된 T-lymphocyte자체가 활성화되고 분화되어 방어하는 cell-mediated immunity로 나뉜다⁸⁾. 이 중에서 식이 지방은 humoral immunity보다 cell-mediated immunity를 조절하는 작용을 한다고⁹⁻¹¹⁾ 한다.

또한 지방을 많은 양 섭취하면 혈청내 지방함량이 증가되고 따라서 비만증, 동맥경화증등의 질병을 초래할 수 있다고 보고²⁾되어 왔으며, 불포화 지방산은 혈액내 콜레스테롤을 낮추는 효과¹³⁻¹⁶⁾가 있어 식이지방의 종류로 포화지방산보다는 불포화 지방산을 추천하여 왔다¹⁷⁾. 그러나 최근들어 불포화 지방산은 산패되기 쉽고¹⁸⁾, 포화지방산보다 면역능력을 더 저하시킨다는 보고들이³⁾⁵⁾¹⁹⁾²⁰⁾ 있어서 불포화 지방산의 추천을 다시 검토해 보게 되었다.

우리나라의 지방 섭취 실태를 살펴보면, 총 열량 섭취에 대한 지방에 의한 열량섭취비는 1976년에 9.3%²¹⁾였던 것이 1986년에는 13.1%²²⁾로 증가추세에 있으며 식물성지방 : 동물성지방섭취비율은 1986년에 73 : 27로 식물성 지방의 섭취비율이 높은 것으로 나타났다.

그러므로 정상적인 체내 지방대사와 질병없는 상태를 유지하기 위하여 식이지방의 적당한 수준과 종류의 설정이 요구되고 있다.

그리하여 본 연구는 우리나라에서 상용되고 있는 참기름, 들기름, 우지를 사용하여 식이지방의 종류와 수준을 달리한 식이를 한가지만 섭취하게한 군들과 수준은 같으나 종류가 다른 3가지 식이를 모두 주어 선택적으로 섭취하게 한 군들(3군)을 사육하여 식이 지방의 종류와 수준이 체내지방대사와 면역능력에

미치는 영향을 알아보고자 하였다.

실험재료 및 방법

1) 실험동물 및 식이

고형사료로 1주일간 적응시켜 평균체중이 158.3±1.3g인 sprague-Dawley종 흰쥐 수컷 104마리를 8마리씩 13군으로 나누어 54일간 실험식으로 사육하였다. 13개의 실험군의 구성은 한군의 무지방섭취군과 참기름, 들기름, 우지를 각각 식이무게의 7%, 15%, 30% 되도록 만든식이를 한가지씩 넣어준 9군, 그리고 같은 지방 수준에서 서로 다른 3가지 종류의 지방을 함께 넣어주어 스스로 선택하여 섭취하게 한 3군으로 되어있다. 실험 전기간동안 실험동물은 분리되어 사육되었고 물과 사료는 제한없이 먹도록 하였다. 실험식이의 구성은 Table 1과 같다. 탄수화물원은 쌀을 사용하였고 Table 1에 있는 단백질, 지방량은 쌀속에 있는 단백질, 지방량을 총 필요량에서 뺀 수치이다.

2) 실험방법

실험기간중 1주일에 한번씩 체중을 측정하고 3일마다 식이섭취량을 조사하였다.

변은 실험종료 1일전에 채취하여 냉동보관 하였다가 지방함량 분석에 사용하였다. 12시간 굶긴후, 단두에 의해 희생시켜 혈액을 채취하여 원심분리한 후 냉동보관 시켰다. 혈액을 채취한후 즉시 간, 신장, epididymal fat, thymus, spleen을 떼어 무게를 측정하였고, spleen은 mitogen response 실험에 사용하였으며 간은 냉동보관 시켰다.

혈청의 총 지방량은 Fings법²³⁾에 의해서, 혈청의 중성지방량은 Fletcher의 방법을 변형한 Neri²⁴⁾등의 방법을 사용하였고, 혈청의 Cholesterol 함량은 Zak법²⁵⁾에 의해 측정하였다.

간과변의 총 지방함량은 Folch²⁶⁾법에 의해 정량하였고, 이렇게 추출된 지방을 chloroform에 녹여 Zak법에 의해 Cholesterol함량을 측정하고 fletcher의 방법을 변형한 Neri등의 방법을 사용하여 중성지방을 정량하였다. 면역능력은 mitogen response로 측

성하였다. 무균상태로 spleen을 꺼내어 gentamycin (50mg/ml)을 넣은 RPMI 1640 20ml에 담귀 세포분리한후 fetal calf serum(Gibco Co)을 10%수준으로 만든 RPMI 1640 배지에 세포농도가 2.5×10^5 /ml되게 하여 microplate에 0.1ml씩 넣었다. Mitogen으로 cono-
navalin A(ConA, Gibco Co) 0.7 μ g/15 μ g phytohe-

magglutinin(PHA, Gibco Co) 10 μ g/10 μ l, 15 μ g/15 μ l을 넣고 incubator(Bellco Co)에서 37 $^{\circ}$ C로 3일간 배양시켰다. 배양후 methyl 3H-thymidine 0.5 μ ci (specific activity 20ci/mMol New England Nuclear)씩을 넣고 8시간을 더 배양하여 multiple automated sam-
ple harvestor(Flow Lab)을 이용하여 glass fiber fil-

Table 1. Composition of experimental diets (g/kg diet)

Ingredients	Group No fat	Sesame oil diet			Perilla oil diet			Beef tallow		
		L-SO	M-SO	H-SO	L-PO	M-PO	H-PO	L-BT	M-BT	H-BT
Carbohydrate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corn starch	885									
Rice		826	737	569	826	737	569	826	737	569
Protein										
Casein	75	80	87	102	80	87	102	80	87	102
Methionine	0.015	0.016	0.017	0.124	0.016	0.017	0.124	0.016	0.017	0.124
Fat										
Sesane oil	-	54	136	289	-	-	-	-	-	-
Perilla oil	-	-	-	-	54	136	289	-	-	-
Beef tallow	-	-	-	-	-	-	-	54	136	289
Salt mixture(1)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Vitamin A.D.(2)										
mixture	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml
Vitamin E.K.(3)										
mixture	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml
Water soluble(4)										
vitamins	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vitamin B ₁₂ (5)	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml	1ml
Total calorie(6)										
(Kcal/1kg diet)	3840	4188.5	4590.0	5339.1	4188.5	4590.0	5339.1	4188.5	4590.0	5339.1
FAt(% : diet)	-	7	15	30	7	15	30	7	15	30
FAt(% : Kcal)	-	15	29	50	15	29	50	15	29	50

(1) Salt mixture(g/kg salt mixture) : calcium carbonate 300.0 ; Dipotassium phosphate, 3225 ; Magnesium sulfate 1020 ; Monocalcium phosphate 75.0 ; Sodium Chloride, 167.5 ; Ferric citrate. 6H₂O.0.275 ; Potassium iodide 0.8 ; Zinc chloride 0.25 ; Copper sulfate 5H₂O 0.3 ; Mananous sulfate H₂O, 5.0

(2) Vit A, D Mix(mg/ml corn oil) : Vit A 0.1(850I.U.) Vit D, 0.01(85LU.)

(3) Vit E, K Mix : Alpha tocopherrol acetate, 5g ; Menadion 200mg ; Corm oil 200ml

(4) Water soluble vit(mg/kg diet) : Choline chloride 2,000 ; Thiamine hydrochloride, 10 ; Ribolflavin 20 ; Nicotinic acid, 120 ; Pyridoxin 10 ; Calcium pantothenate, 100 ; Biotin, 0.05 ; Folic acid, 4 ; Inositol, 500 ; Para-amino benzoic acid, 100

(5) Vit B₁₂ Solution : Vit B₁₂ 5mg+Distilled water 500ml

(6) Calculated number

ter에 harvesting시킨후 건조시켰다. 각 filter disc를 counting vial에 넣고 Toluene 1ℓ 에 P.P.O(2,5-Diphenyl oxazol) 4g, P.O.P.O.P(1,4-di-2(5-pheuyI oxazol)-benzene) 100mg을 녹인 scintillation fluid를 10ml씩 분주하여, liquid scintillation β-counter(Beckman LS 6800)을 이용해서 lymphocyte에 labeling된 반사능을 Count per minute(CPM)으로 나타내었다.

3) 통계처리

본 연구의 모든 실험결과는 각 실험군당 평균치와 평균오차로 계산하였고 α=0.05수준에서 Scheffé test에 의하여 각 실험군당 평균치간의 유의성을 검증하였다.

또한 참기름, 들기름, 우지를 한가지씩 섭취한 9

Table 2-1. Body weight gain, food intake F.E.R and Calorie intake

Group	Final body wt. (g)	Body wt. gain (g)	Food intake (g/day)	F.E.R.	Calorie intake (Kcal/day)
NF*	258.2± 10.8 ^{1) a,2)}	1.83± 0.17 ^a	20.60± 0.67 ^{ab}	0.08± 0.01 ^a	79.41± 2.56 ^{3) NS}
L-SO	339.3± 8.7 ^{ab}	3.36± 0.15 ^b	20.24± 0.29 ^{ab}	0.17± 0.01 ^b	84.80± 1.22
M-SO	336.4± 5.5 ^{ab}	3.33± 0.12 ^b	18.15± 0.41 ^{ab}	0.18± 0.00 ^{bc}	83.29± 1.90
H-SO	294.0± 8.8 ^{ab}	2.54± 0.16 ^{ab}	13.33± 0.38 ^a	0.19± 0.01 ^{bc}	71.29± 2.07
L-PO	342.5± 7.2 ^{ab}	3.50± 0.12 ^b	19.05± 0.49 ^{ab}	0.18± 0.00 ^{bc}	79.80± 2.06
M-PO	346.6± 14.5 ^b	3.47± 0.22 ^b	18.24± 0.55 ^{ab}	0.19± 0.01 ^{bc}	83.71± 2.54
H-PO	293.5± 18.9 ^{ab}	2.42± 0.20 ^{ab}	13.93± 0.74 ^{ab}	0.17± 0.01 ^{bc}	74.35± 3.96
L-BT	318.0± 11.6 ^{ab}	2.96± 0.22 ^{ab}	18.65± 0.49 ^{ab}	0.16± 0.01 ^b	78.10± 2.03
M-BT	341.4± 9.1 ^{ab}	3.39± 0.14 ^b	17.75± 0.42 ^{ab}	0.19± 0.01 ^{bc}	81.44± 1.94
H-BT	361.4± 18.6 ^b	3.73± 0.32 ^b	16.22± 0.99 ^{ab}	0.23± 0.01 ^c	86.57± 5.30
L-FS	345.4± 16.3 ^{ab}	3.47± 0.23 ^b	20.88± 1.24 ^{ab}	0.17± 0.01 ^b	87.40± 5.26
M-FS	352.5± 13.7 ^b	3.55± 1.87 ^b	25.89± 5.73 ^b	0.18± 0.01 ^{bc}	90.10± 3.38
H-FS	333.8± 16.5 ^b	3.28± 0.23 ^b	17.31± 1.13 ^{ab}	0.19± 0.00 ^{bc}	93.07± 5.86

1) mean± S.E

2) Values with different alphabet within the column were significantly different at α=0.05 by Scheffé test.

3) Not significant at α=0.05 by Scheffé test.

Table 2-2. Significant factor analysis of body wt gain and food intake

	Final body wt.	Body wt. gain	Food intake	F.E.R.	Calorie intake
Significant ¹⁾ Factor	AB	B, AB	B, AB	B, AB	AB

1) Statistical results was calculated from the only 9 groups expect NF and 3 selection groups.

A : Significantly different among dietary fats at α=0.05

B : Significantly different among dietary fat levels at α=0.05

AB : There are interaction between dietary fats and dietary fat levels at α=0.05

*NF : No fat

L : Low fat(7% diet weight basis)

M : Medium fat(15% diet weight basis)

H : High fat(30% diet weight basis)

SO : Sesame oil

PO : Perilla oil

BT : Beef tallow

FS : Fat selection

군에 대해서는 $\alpha=0.05$ 수준에서 F-test에 의해서 지방종류와 지방수준에 따른 영향을 분석하였다.

실험 결과

1) 체중변화와 식이섭취량 및 장기무게

Table 2-1, 2-2에는 체중, 식이섭취량 및 열량섭취

를 Table 3-1, 3-2에는 장기무게를 수록하였다.

평균체중 증가량은 무지방식이군이 유의적으로 낮았으며 참기름군, 들기름군, 식이선택군에서는 지방수준이 낮을수록 높은 경향을 나타내었으나 우지군에서는 반대경향을 보였다. 식이섭취량은 참기름군, 들기름군, 우지군에서 모두 지방수준이 낮을수록 높아지는 유의적인 차이가 있었으나($p<0.05$) 중

Table 3-1. Weight of liver kidney and epididymal fat pad and epididymal fat pad index

Group	Liver(g)	Kidney(g)	Epididymal fat pad(g)	Epididymal ¹⁾ fat pad index	E.F.P/Total Kcal ²⁾
NF*	7.09 ± 0.32 ^{3) a 4)}	1.53 ± 0.05 ^a	3.86 ± 0.38 ^{N.S.5)}	14.78 ± 0.97 ^{N.S.}	9.01 ± 0.83 ^{N.S.}
L-SO	9.82 ± 0.37 ^{ab}	2.18 ± 0.08 ^b	4.87 ± 0.37	14.36 ± 1.02	10.04 ± 0.88
M-SO	9.72 ± 0.17 ^{ab}	2.13 ± 0.09 ^{ab}	5.30 ± 0.33	15.71 ± 0.84	11.80 ± 0.68
H-SO	8.66 ± 0.46 ^{ab}	1.85 ± 0.09 ^{ab}	3.87 ± 0.47	12.97 ± 1.24	9.95 ± 0.93
L-PO	9.47 ± 0.33 ^{ab}	2.07 ± 0.07 ^{ab}	5.35 ± 0.59	15.68 ± 1.80	12.43 ± 1.36
M-PO	9.76 ± 0.42 ^{ab}	2.27 ± 0.13 ^b	4.35 ± 0.50	12.46 ± 1.10	9.51 ± 0.84
H-PO	8.42 ± 0.39 ^{ab}	2.00 ± 0.13 ^{ab}	4.34 ± 0.43	15.02 ± 0.96	10.47 ± 1.07
L-BT	8.41 ± 0.48 ^{ab}	2.02 ± 0.07 ^{ab}	5.48 ± 0.67	16.96 ± 1.73	12.92 ± 1.49
M-BT	9.44 ± 0.39 ^{ab}	2.09 ± 0.06 ^{ab}	6.10 ± 0.60	17.67 ± 1.38	13.70 ± 1.04
H-BT	10.54 ± 0.91 ^b	2.32 ± 0.12 ^b	7.30 ± 0.86	19.73 ± 1.75	15.30 ± 1.39
L-FS	9.60 ± 0.58 ^{ab}	2.31 ± 0.11 ^b	4.90 ± 0.54	14.01 ± 1.06	10.39 ± 0.32
M-FS	9.52 ± 0.50 ^{ab}	2.20 ± 0.10 ^b	5.63 ± 0.67	15.82 ± 1.30	11.48 ± 1.05
H-FS	9.21 ± 0.58 ^{ab}	2.16 ± 0.09 ^{ab}	5.82 ± 0.78	17.01 ± 1.56	11.28 ± 0.97

1) epididymal fat pad index = $\frac{\text{weight of epididymal fat pad(g)}}{\text{weight of body(g)}}$

2) E.F.P/Total Kcal = $\frac{\text{weight of epididymal fat pad(g)}}{\text{calorie intake for total experimental period(Kcal)} \times 10,000}$

3) mean ± S.E

4) Values with different alphabet within the column were significantly different at $\alpha=0.05$ by Scheffé test.

5) Not significant at $\alpha=0.05$ by Scheffé test.

Table 3-2. Significant factor analysis of liver, kidney epididymal fat pad wt and EFP index

	Liver	Kidney	Epididymal fat pad	Epididymal fat pad index	E.F.P/total kcal
Significant ¹⁾ factor	AB	AB	A, AB	A	A

1) Statistical results were calculated from the only 9 groups except NF and 3 selection groups.

A : Significantly different among dietary fats at $\alpha=0.05$

B : Significantly different among dietary fat levels at $\alpha=0.05$

AB : There are interaction between dietary fats and dietary fat levels at $\alpha=0.05$

류에 따른 차이는 없었다. 식이선택군의 식이섭취량중 각지방 종류가 차지하는 비율을 살펴보면 저지방 선택군은 참기름식이 : 들기름식이 : 우지식이의 비가 33.3 : 25.9 : 39.9이고 중등지방선택군은 20.9 : 18.7 : 60.7, 고지방선택군은 10.1 : 9.1 : 79.0으로 수준이 증가할 수록 우지를 선택하는 경향을 보였다. 열량섭취는 지방수준이 증가할 수록 높은 경향을 보이거나 유의적인 차이는 없었다.

간과 신장무게는 무지방식군에서 낮고 고지방우

지군에서 높은 값을 나타내었으나 지방종류별 수준별로는 유의적인 차이가 없었다. Epididymal fat pad (EFP)의 무게와 EFP index, EFP 무게를 총 Kcal로 나눈 값모두 종류에 따른 유의적 차이를 보여서 참기름, 들기름, 우지순으로 높은 값을 나타내었다.

2) 혈청과 간내의 지방함량

Table 4-1, 4-2에서 보는 바와 같이 혈청내 총 지방량과 중성지방량은 significant factor 분석에 의하

Table 4-1. Total lipid and triglyceride contents of serum (mg/100ml serum)

Group	Total lipid	Triglyceride
NF	402.8± 3.48 ^{1) N.S. 2)}	296.9± 51.2 ^{N.S}
L-SO	337.8± 22.9	287.4± 33.0
M-SO	246.5± 26.9	264.7± 19.3
H-SO	293.4± 22.5	262.0± 19.6
L-PO	299.0± 31.3	236.4± 15.3
M-PO	212.4± 21.3	185.6± 33.2
H-PO	158.2± 13.7	172.7± 30.3
L-BT	272.1± 42.8	246.9± 40.0
M-BT	348.7± 38.6	309.1± 19.3
H-BT	303.3± 51.5	279.7± 35.4
L-FS	290.8± 30.1	283.5± 24.0
M-FS	294.5± 15.0	294.7± 25.6
H-FS	364.9± 48.8	214.9± 9.6

1) mean± S.E

2) Not significant at $\alpha=0.05$ by Scheffé test

Table 4-2. Significant factor analysis of total lipid and TG Contents of serum

	Total lipid	Tryglyceride
Significant ¹⁾ factor	A. AB	A

1) Statistical results were calculated from the only 9 groups except NF and 3 selection groups.

A : Significantly different among dietary fats at $\alpha=0.05$

B : Significantly different among dietary fat levels at $\alpha=0.05$

AB : There are interaction between dietary fats and dietary fat levels at $\alpha=0.05$

Table 5-1. Total lipid and triglyceride contents of liver (mg/g liver)

Group	Total lipid	Triglyceride
NF	51.94± 3.19 ^{1) N.S. 2)}	13.49± 3.20 ^{N.S.}
L-SO	46.36± 2.44	10.37± 6.63
M-SO	72.92± 6.53	14.03± 5.46
H-SO	54.16± 3.95	4.58± 0.57
L-PO	50.56± 2.91	4.90± 0.87
M-PO	60.32± 4.09	7.54± 2.07
H-PO	70.66± 8.95	12.90± 5.67
L-BT	46.76± 2.28	5.76± 0.47
M-BT	47.89± 2.52	9.90± 1.97
H-BT	73.53± 5.61	23.81± 4.54
L-FS	45.02± 3.19	4.54± 0.59
M-FS	50.19± 3.28	6.84± 1.16
H-FS	61.43± 4.53	10.08± 2.57

1) mean± S.E

2) Not significant at $\alpha=0.05$ by Scheffé test

Table 5-2. Significant factor analysis of total lipid and triglyceride contents of liver

	Total lipid	Tryglyceride
Significant ¹⁾ factor	B. AB	AB

1) Statistical results were calculated from the only 9 groups except NF and 3 selection groups.

A : Significantly different among dietary fats at $\alpha=0.05$

B : Significantly different among dietary fat levels at $\alpha=0.05$

AB : There are interaction between dietary fats and dietary fat levels at $\alpha=0.05$

Table 6-1. Cholesterol intake and contents of serum, liver and feces

Group	Intake(mg/day)	Serum(mg/100ml)	Liver(mg/g)	Feces(mg/g)
NF	-	142.0±21.2 ^{3) N.S}	6.92±0.39 ^{ab}	3.52
L-SO	-	134.2±5.2	6.16±0.41 ^a	11.12
M-SO	-	136.8±12.7	10.39±0.81 ^{ab}	20.90
H-SO	-	133.9±7.3	8.48±0.62 ^{ab}	21.97
L-PO	-	133.3±20.2	6.38±0.36 ^{ab}	7.62
M-PO	-	88.9±12.1	8.87±1.10 ^{ab}	15.01
H-PO	-	77.7±8.2	11.92±1.93 ^{bc}	24.19
L-BT	19.21±0.49 ^{1) a2)}	112.7±6.3	5.64±0.32 ^a	8.25
M-BT	43.72±1.07 ^b	130.6±11.6	5.85±0.28 ^a	6.54
H-BT	79.87±4.90 ^c	117.8±14.5	8.27±0.80 ^{ab}	6.97
L-FS	9.39±0.81 ^a	117.9±8.0	5.86±0.24 ^a	9.44
M-FS	29.53±1.18 ^b	129.4±9.4	7.37±0.58 ^{ab}	10.83
H-FS	71.29±4.09 ^c	132.5±13.3	8.24±1.06 ^{ab}	8.46

1) mean±S.E

2) Values with different alphabet within the column were significantly different at $\alpha=0.05$ by Scheffé test.

3) Not significant at $\alpha=0.05$ by Scheffé test.

Table 6-2. Significant factor analysis of cholesterol contents of serum and liver

	Serum	Liver
Significant ¹⁾ factor	A. AB	A. B. AB

1) Statistical results were calculated from the only 9 groups except NF and 3 selection groups.

A : Significantly different among dietary fats at $\alpha=0.05$

B : Significantly different among dietary fat levels at $\alpha=0.05$

AB : There are interaction between dietary fats and dietary fat levels at $\alpha=0.05$

면 들기름군이 가장 낮고 참기름군, 우지군 순으로 높은 유의적인 차이를 나타내었으며($p<0.05$) 식이 선택군에서도 우지섭취가 많은 고지방식이선택군이 높은 경향을 나타내었다.

간내 단위무게당 총지방함량과 중성지방함량은 Table 5-1, 5-2에서와 같이 평균치간의 유의적인 차이는 없으나 혈청에서와는 달리 지방수준에 영향을 받아 지방수준이 증가할 수록 높은 경향을 보이면서

유의적인 차이가 있었다($p<0.05$).

콜레스테롤 섭취량과 혈청, 간, 변내 콜레스테롤 함량은 표 6-1, 6-2에 수록하였다. 콜레스테롤 섭취는 식물성 유지군과 무지방군에서 없었고 우지군과 선택군에서는 우지함량이 높을 수록 많은 섭취가 있었다. 혈청내 콜레스테롤 함량은 무지방군에서 가장 높았으며 지방종류에 영향을 받아 들기름군이 가장 낮았고 우지군, 참기름군 순으로 높은 경향을 나타내었다. 간내 콜레스테롤 함량은 지방종류와 수준의 영향을 받아서 우지군, 참기름군, 들기름군으로 높으며 지방수준이 증가할 수록 높은 경향을 보였다.

변은 군내의 모든 sample을 혼합하여 군별로 분석하였으므로 통계 처리는 불가능하였으나 변으로의 군별 cholesterol 배설을 보면 무지방식이군이 가장 낮았고, 참기름군, 들기름군에서 높은 경향을 나타내었다.

3) 면역능력

Table 7-1, 7-2는 Thymus 및 spleen무게와 각각의 index를 수록하였다.

Thymus무게는 무지방식이군에서 가장 낮았으며

Table 7-1. Weight and index of thymus and spleen

Group	Thymus(g)	Thymus index ¹⁾	Spleen(g)	Spleen index ²⁾
NF	0.30±0.03 ^{3) N.S. 4)}	11.55±0.01 ^{N.S}	0.52±0.07 ^{N.S.}	20.54±2.05 ^{N.S.}
L-SO	0.45±0.05	13.07±1.49	0.70±0.06	20.72±2.06
M-SO	0.41±0.02	12.29±0.61	0.58±0.06	17.29±2.11
H-SO	0.30±0.03	10.31±1.25	0.69±0.05	23.77±2.00
L-PO	0.40±0.03	11.67±0.97	0.72±0.10	21.04±3.14
M-PO	0.38±0.03	11.07±0.79	0.80±0.13	23.00±3.58
H-PO	0.33±0.04	11.52±1.72	0.60±0.07	20.92±3.00
L-BT	0.30±0.04	9.18±1.04	0.78±0.07	24.86±2.65
M-BT	0.44±0.04	12.87±1.03	0.75±0.16	21.90±4.45
H-BT	0.38±0.04	10.45±0.73	0.80±0.11	22.56±2.58
L-FS	0.39±0.04	11.27±1.22	0.79±0.13	23.32±4.16
M-FS	0.47±0.07	13.10±1.71	0.88±0.14	25.41±4.27
H-FS	0.42±0.06	12.63±0.64	0.83±0.07	25.64±3.07

1) Thymus index = $\frac{\text{Weight of thymus(g)}}{\text{Weight of body(g)}} \times 10,000$

2) Spleen index = $\frac{\text{Weight of thymus(g)}}{\text{Weight of body(g)}} \times 10,000$

3) mean±S.E

4) Not significant at $\alpha=0.05$ by Scheffé test.

Table 7-2. Significant factor analysis of Wt. of thymus, spleen

	Thymus	Thymus index	Spleen	Spleen index
Significant ¹⁾ factor	B, AB	-	-	-

1) Statistical results were calculated from the only 9 groups except NF and 3 selection groups.

A : Significantly different among dietary fats at $\alpha=0.05$

B : Significantly different among dietary fat levels at $\alpha=0.05$

AB : There are interaction between dietary fats and dietary fat levels at $\alpha=0.05$

식물성 유지인 참기름, 들기름군에서는 지방수준이 증가함에 따라 무게가 낮아졌으나 동물성유지인 우지군과 선택군은 중등지방식이에서 가장 높았다. Thymus index도 같은 경향을 나타내었다. 그러나 spleen 무게는 지방의 수준이나 종류에 영향을 받지 않았다.

Mitogen을 이용한 면역능력을 실험한 결과는 Table 8-1, 8-2와 같다. ConA를 사용한 경우 참기름,

들기름군은 고 지방군이 저지방군보다 반응성이 현저히 낮았으나 우지군에서는 수준별 차이가 적었다. 그리고 저수준의 식물성유지군에서 반응성이 높았다. 선택군은 지방수준이 증가할 수록 반응성이 높았다. Mitogen으로 10 μ g/10의 PHA를 사용한 경우가 15 μ g/15 μ l의 PHA를 사용했을 때 보다 비교적 높은 값을 나타내었고 결과는 ConA와 비슷한 경향을 보였다.

Table 8-1. Mitogen response (Stimulation index/ 2.5×10^5 Spleen Cell)

Group	Con A	PHA(10 μ g/10 μ l)	PHA(15 μ g/15 μ l)
NF	79.56 \pm 17.43 ^{1) N.S. 2)}	77.19 \pm 17.20 ^{N.S}	50.63 \pm 16.31 ^{N.S.}
L-SO	174.74 \pm 63.54	93.39 \pm 29.49	69.82 \pm 17.71
M-SO	88.64 \pm 22.95	69.62 \pm 15.17	53.76 \pm 13.18
H-SO	52.47 \pm 12.00	38.31 \pm 7.65	31.58 \pm 6.05
L-PO	101.39 \pm 24.50	62.28 \pm 14.18	61.39 \pm 15.52
M-PO	105.36 \pm 19.45	70.87 \pm 18.96	50.50 \pm 6.87
H-PO	74.17 \pm 16.85	62.01 \pm 18.87	55.71 \pm 14.90
L-BT	70.89 \pm 9.44	34.20 \pm 9.94	48.63 \pm 13.34
M-BT	68.49 \pm 15.97	53.31 \pm 18.44	71.62 \pm 32.97
H-BT	60.30 \pm 13.22	45.15 \pm 9.79	42.18 \pm 10.19
L-FS	80.57 \pm 19.55	57.77 \pm 15.23	43.20 \pm 10.84
M-FS	82.80 \pm 16.76	53.09 \pm 9.11	51.71 \pm 9.41
H-FS	92.76 \pm 22.74	61.6 \pm 15.39	68.93 \pm 14.68

1) mean \pm S.E

2) Not significant at $\alpha=0.05$ by Scheffé test.

Table 8-2. Signiicant factor analysis of Wt of thymus, spleen

	Con A	PHA(10 μ g/10 μ l)	PHA(15 μ l/15 μ l)
Significant ¹⁾ factor	—	—	—

1) Statistical results were calculated from the only 9 groups except NF and 3 selection groups.

A : Significantly different among dietary fatsat $\alpha=0.05$.

B : Significantly different among fat levels at $\alpha=0.05$.

AB : There are interaction between dietary and dietary tat levels at $\alpha 0.05$.

고찰 및 결론

1) 체중변화, 식이섭취 및 장기무게

지방섭취가 없는 무지방식이군이 유의적으로 낮은 체중 증가를 보였다($P < 0.05$). 이는 다른군에 비해 무지방식이 군에서 식이 섭취량이나 열량섭취량은 낮지 않았으나 사료효율이 유의적으로 낮았기 때문이며, 박도²⁷⁾ 0% 지방식이군에서 10% 지방식이군보다 낮은 체중 증가를 보였다고 하였다. 참기름, 들기름군에서는 지방 수준이 낮을수록 체중이 증가하였고 우지군에서는 고지방군에서 체중증가가 많았는데 이는 열량섭취량과 일치한다.

식이선택군중 저지방군은 각 식이를 약 1/3씩 섭취하였으나 지방수준이 증가할 수록 우지섭취가 많았는데 이는 우지함량이 많을 수록 식이가 단단해져 질감에 의한 선호인 것으로 사료된다. 또한 각 지방수준에서 한가지 식이를 섭취한 군들과 선택군들간의 식이섭취량을 비교하면 식이 선택군이 한가지 식이를 섭취한 군보다 높았는데, 식이를 선택하게 하는 것이 많은 식이섭취를 초래한 것으로 생각된다. 간과 Kidney무게는 체중증가가 많을수록 무거웠다.

EFPM무게와 총 섭취 열량으로 EFP무게를 나누값이 우지군에서 가장 높았는데, 우지가 체내지방을 축적시키는 작용이 있기 때문으로 사료된다.

2) 체내 지방대사

혈청내 총지방량과 중성지방량은 지방 수준보다 지방종류의 영향을 받아 참기름, 들기름군이 우지군보다 낮은 경향을 보이면서 유의적인 차이가 있었고($P < 0.05$), 열량의 40%를 지방으로 주었을때 포화지방산 섭취군에 비해 불포화 지방산 섭취군에서 혈청내 중성지방량이 낮았다는 Mattson¹⁷⁾의 보고와 일치한다.

간내 단위무게당 총지방량과 중성지방량은 혈청과는 달리 지방수준에 따라 유의적인 차이를($P < 0.05$) 보여, 고지방군에서 높은 경향을 나타내었고 이는 박²⁸⁾의 실험결과와 일치하였다.

콜레스테롤 대사에 관해 살펴보면 혈청 콜레스테롤은 지방종류에 따라 유의적인 차이를 보여 들기름군이 가장 낮고 우지군, 참기름군 순으로 높았으나 지방수준별 차이는 없었다. 불포화 지방산 섭취시 hypocholesterolemic effect가 있다는 보고들이¹²⁻¹⁶⁾ 있는데, Ramesha는¹³⁾ 변으로 콜레스테롤의 배설이 증가하고, Grurdy는²⁹⁾ 간을 포함한 신체장기로의 콜레스테롤 재분배가 촉진되기 때문이라고 하였다. 본 실험에서도 불포화 지방산을 많이 함유하고 있는 들기름군들과 포화지방산을 함유하고 있는 우지군을 비교해 보면 들기름군에서는 지방수준이 증가할수록 변과 간내 콜레스테롤은 높아지고 혈청내 함량은 현저히 저하되었다. 즉 배설이 많고 조직으로 재분배되어 혈청내 콜레스테롤양이 낮아지는 것으로 생각된다. 그리고 우지군에서는 들기름군에서보다 변과 간내에 콜레스테롤 함량이 적었고 혈청 cholesterol 양은 높았다. 그러므로 불포화지방산이 많은 들기름이 혈청 cholesterol을 낮추는³⁰⁾ 효과가 있으며 dose-dependent하게 작용한다고 사료된다.

그러나 식물성유지인 참기름을 섭취한 군이 우지군보다도 혈청 Cholesterol 함량이 높았고, 이는 박²⁸⁾의 연구결과와 일치하였다. 따라서, 불포화 지방산을 포함하고 있다. 하더라도 지방종류에 따라 hypocholesterolemic effect에 미치는 효과가 다르다고 생각할 수 있겠다.

한편 식이선택군에서는 고지방선택군에 비해 식

물성 지방을 많이 섭취한 저지방선택군에서 혈청 콜레스테롤 함량이 낮았으며 이는 P/S ratio라 증가할수록 혈청내 콜레스테롤 함량이 낮아진다는 보고³²⁾와 일치한다.

3) 면역능력에 미치는 영향

면역능력에 있어 중요기관인 thymus의 무게는 무지방식이군에서 가장 낮았고 참기름 들기름군에서는 지방수준이 증가할수록 낮아져서 고지방식이를 먹을 경우 thymus의 퇴화가 가속된다는 윤³³⁾등의 결과와 일치한다. 그러나 우지군과 식이선택군은 일치하지 않았다.

또한 mitogen response 실험에서 참기름, 들기름군은 고지방군에서 반응성이 현저히 감소했는데 이것은 고지방섭취로 인한 thymus의 퇴화에 기인한다는 실험보고³³⁾와 일치한다. Cell membrane 구성물질인 prostaglandin은 linoleic acid¹⁰⁾로 부터만 들어지고 T-cell에 의한 lymphokin 생성을 억제하고³⁵⁾ mitogen에 대한 blastogenesis를 방해¹¹⁾하는 등 면역능력조절 기능을 가지고 있다고 보고되었다. Goodcoin³⁶⁾은 prostagradin이 많을수록 cell-membrane에 대한 유동성을 증가시켜 dose-dependent하게 T-cell에 대한 반응성을 억제한다고 하였다.

그리하여 식물성지방섭취군들이 지방 수준이 증가할수록 반응성이 급격히 떨어지는 것은 prostaglandin합성이 증가 되었기 때문이라고 사료되며 앞으로 더 많은 연구가 요구된다.

우지군들은 지방수준이 증가되었다해도 반응성이 저하되지는 않았지만 모든 수준에서 참기름, 들기름군보다 낮았고 무지방군과는 비슷한 수준을 나타내었다.

결론적으로 본 실험에서 들기름은 섭취가 증가할수록 혈청내 cholesterol 함량을 낮추었으나 참기름은 이러한 효과가 없었다. 그리고 면역능력에 있어서는 고지방식이군보다 저지방식이군에서 반응성이 높았고, 특히 식물성유지군에서 차이가 심했다. 따라서 저지방 수준의 식물성유지의섭취가 면역능력에 바람직하다고 생각된다.

References

- 1) Kramer TR, Good RA. *Increased in vitro cell-mediated immunity in protein-malnourished Guinea Pigs. Clinical immunology and Immunopathology* 11 : 212-228, 1978
- 2) Suskind R, Sirisbiba S, Vithayasai V, Edelman R, Damrong sak D. *Charupatana C and Olson RE. Immunoglobulins and antibody response in Children with PCM. Am J Clin Nutr* 29 : 836-841, 1976
- 3) Chandra RK. *Immune response in Overnutrition. Cancer Res* 41 : 3795-3796, 1981
- 4) Vitale JJ, Broitman SA. *Lipids and immune system. Cancer Res* 41 : 3706-3710, 1981
- 5) Morrow WJ, Ohashi Y, Hall J, Pribnow J, Hirose S, Shirai T. *Dietary fat and immune function I. Antibody response, Lymphocyte and accessory cell function in [NZB×NZW] F. mice. J Immuno* 135 : 3857-3863, 1985
- 6) Loctiskar M, Naus KM, Newbern PM. *The effect of Quality and quantity of dietary fat on the immune system. J Nutr* 113 : 951-961, 1983
- 7) Marshall LA, John Son DV. *The influence of dietary essential fatty acids on rat immune competent cell prostaglandin synthesis and mitogen induced blastogenesis. J Nutr* 115 : 1572-1580, 1985
- 8) Roitt D, Male D. *Immunology. Gower Medical publishing London. New York* 1985
- 9) Dwille JW. *Effect of essential fatty acid deficiency and various levels of dietary polyunsaturated fatty acids on humoral immunity in mice. J Nutr* 109 : 1018-1027, 1979
- 10) Thomas IK, Erickson KL. *Dietary fatty acid modulation of murine T-cell response in vitro. J Nutr* 115 : 1526-1534, 1985
- 11) Erickson KL, McNeill CJ, Gershcon ME. *Influence of dietary fat concentration and saturation on immune ontogeny in mice. J Nutr* 110 : 1555-1572, 1980
- 12) Truswell AS. *Diet and plasma lipids-a reappraisal. Am J Clin Nutr* 31 : 977-989, 1978
- 13) Ramesha CS, Paul R, Garguly J. *Effect of dietary unsaturated oil on the biosynthesis of cholesterol and on biliary and fecal excretion of cholesterol and bile acids in rat. J Nutr* 110 : 2149-2158, 1980
- 14) Nancy Becker BS, Illmgworth DR, Alaupovic P, Connor WE, Sundberg EE. *Effect of saturated, monosaturated and w-6 polyunsaturated fatty acids on plasma lipids lipoproteins and apoproteins in human. Am J Clin Nutr* 37 : 355-360, 1983
- 15) 박현서. 식이의 총지방량과 P/S ratio가 plasma HDL cholesterol과 혈장 및 조직내의 지질 함량에 미치는 영향. *KJN* 16(2) : 200-208, 1983
- 16) Reiser R, Probstfield JL, Silver LW, Insull W. *Plasma lipid and lipoprotein response of humans of beef fat coconut oil and safflower oil. Am J Clin Nutr* 42 : 190-197, 1985
- 17) Mattson FH, Grundy SM. *Comparison of effect of dietary saturated, monosaturated and polysaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. J Lip Res* 26 : 194-202, 1985
- 18) 이양자, 강승현, 송 일, 김혜경, 이기열. 불포화 지방산의 필요량과 안전성에 관한 연구. *KJN* 12(2) : 99-105, 1979
- 19) Chandra RK. *Nutrition immunity and infection : present knowledge and future directions. Lancet Vol* 1 : 688-691, 1983
- 20) Nerobern PM, Thurman GB. *Lipids and the immune system* 41 : 3803-3804, 1981
- 21) 보건사회부. 국민영양 보고서 1976
- 22) 보건사회부. 국민영양 보고서 1986
- 23) Frings CS, Dunn RT. *A calorimetric method for determination of total serum lipids based on the sulfo-phospho-vanillin reactions. Am J Clin Pathol* 53 : 89-91, 1970
- 24) Neri BP, Frings CS. *Improved method for determination of triglycerides in serum. Clin Chem* 19 : 1201, 1973
- 25) Seligson B. *Standard method of clinical chemistry.*

- Academic press Inc New York 1968*
- 26) Folch JM, Lees G, Stanley HS. *A sample method for the isolation and purification of total lipides from animal tissue. J Biol Chem* 226 : 497-509, 1957
- 27) 박귀례, 한인규. 섭취지방의 종류가 흰쥐와 병아리의 성장 및 혈청 *cholesterol* 함량에 미치는 영향. *KJN* 9(2) : 59-67, 1976
- 28) 박선민. 「나이와 식이내 지방함량이 흰쥐의 체내 대사 및 면역능력에 미치는 영향」. 이화여자대학교 대학원. 석사학위논문 서울 1986
- 29) Grundy SM, Ahrens EH. *The effect of unsaturated dietary fats on absorpction, excretion, synthesis and distribution of cholesterol in man. J Clin Invest* 49 : 1135-1152, 1970
- 30) 이종미. 「식이내 지방종류와 수준차이가 흰쥐의 체내 지방대사와 면역반응에 미치는 영향」. 이화여자대학교 대학원 박사학위 논문서울 1986
- 31) 박현서, 최경희. 고불포화 지방식이가 흰쥐의 *plasma High Density Lipoprotein cholesterol* 량과 혈청 및 지방조직내의 지방성분에 미치는 영향 *KJN* 15 (1) : 47-53, 1982
- 33) 윤군애, 김화영, 김숙희. 고·저 탄수화물 식이로 사육된 흰쥐의 노화과정중 나타나는 지방과 *Ca* 대사 및 면역능력에 미치는 영향 연구. *KJN* 20(2) : 135-144, 1987
- 33) Rashida AK. *Fatty acids inhibition. Am J Clin Nutr* 45 : 225-229, 1987
- 34) Gordon P, Morley J. *Control of lymphokine secretion by prostaglandins. Nature* 262 : 401-402, 1976
- 35) Goodcoin JS, Bankhugt AO, Messenger RP. *Suppression of humane T-cell mitogenesis by prostaglandin. J Exp Med* 146 : 1719-1734, 1977