

## 나이가 다른 단계에서 식이지방 수준이 흰쥐의 체내 지방대사에 미치는 영향

조 미 숙

배화여자전문대학 식품영양과

### Effects of Dietary Fat Level on the Lipid Metabolism in Rats of Different Stages of Aging

Mi-Sook Cho

*Department of Food and Nutrition, Baewha Women's Junior College  
Pilun-dong 12-1, Chongro-ku, Seoul, Korea*

#### Abstract

Male rats of 2 months-old(young), 6 months-old(adult) and 30 months-old(old) were fed 8 or 16 weeks to investigate the effects of dietary fat level on the lipid metabolism in the different stages of aging. The response of 30 month old rats to dietary fat level differed from either 2 or 6-months old rats. In 30-months old rats, dietary fat level had a little effect on weight gains, lipid content of serum as compared with other two age groups. Young rats showed higher body weight gain, F.E.R. and PER compared with aged rat. The younger and the more high fat fed the rats were, the more body weight gains, FER and PER showed. Weight of liver and kidney was increased in aged rats but ratio per unit weight of liver and kidney was not affected by age. Serum lipid content was higher in aged rat compared with the young and liver lipid content was higher in high fat diet fed rats. But TG of liver and serum was not changed with aging process. Intake, excretion and absorption of lipid was not changed by age of animals, but absorption was decreased as experimental period was increased.

Key words : dietary fat level, aging, serum triglyceride, cholesterol

#### 서 론

식이 지방수준은 비만증이나 뇌혈관계질병 및 암과 같은 만성 퇴행성 질병 발생에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 다른 한편으로 혈청내의 지방, 특히 콜레스테롤 증가와 같은 나이가 들면서 나타나는 지방대사의 변화는 노화과정에서 나타나는 체내 대사변화의 기전을 설명할 수 있는 하나의 현상으로써 검토되어 왔다.<sup>1-4)</sup> 연령이 증가되면 혈청내 지방 성분인 중성지방, 콜레스테롤 및 HLD-cholesterol 함량이 증가된다는 것은 잘 알려져 있다.<sup>5-8)</sup>

그러나, 식이지방수준이 노화과정 또는 수명에 어떤 영향을 주는지에 대해서는 잘 알려지지 않았다.

지금까지의 연구결과는 열량과 지방 섭취가 노화의 원인이 되는 면역기능이나 동맥경화증, 만성신장염과 같은 퇴행성질병과 혈청 지방수준 등에 영향을 미쳐서, 노화과정에 관여하는 것으로 보고 있다.<sup>9-10)</sup> 그러나, Carroll은<sup>11-12)</sup> 지방산의 조성 뿐만 아니라 총 지방 섭취량이 암과 같은 질병 발생에 중요한 영향을 준다고 보고하고 있다. 우리나라와 서구의 식생활을 비교해 볼 때 지방의 종류에 의한 차이 뿐만 아니라 총량에서 나는 차이가 더 큰 것으로 보인다. 또한, 아직도 서구에 비해서는 탄수화물의 섭취가 많고 지방의 섭취는

적은 상태이지만, 일부 계층에서는 지방의 과잉섭취도 나타나고 있다.<sup>13-14)</sup> 그러나, 이러한 지방의 영향이 나이 단계가 다른 경우에 어떤 영향을 미치는가에 대한 연구는 거의 없는 형편이다. 노인에서 지방섭취의 제한은 노인들의 삶의 질에 영향을 미치므로 특별한 질병이 없는 건강한 노인에서 지방섭취를 제한하여야 하는지, 또는 어느 나이 단계부터 얼마나 제한해야 하는지와 같은 노인의 건강유지를 위해 섭취해야 하는 적절한 지방수준은 불분명하다. 따라서 각 나이 단계에서 적용할 수 있는 실질적인 식이지침을 유도하기 위해서는 언제부터 노화과정을 지연시키는 식이변화를 해야 하는지에 대한 연구가 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 나이단계가 다른 동물(2, 6, 30개월)을 대상으로 식이내 지방수준이 흰쥐의 체내 지방 대사에 미치는 영향이 성장단계와 노화에 따라 다른가를 비교 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험동물 사육 및 식이

본 연구에서 사용한 동물은 Sprague-Dawley종 수컷 흰쥐로 성숙한 쥐와 늙은 쥐는 출생 후 6과 30개

월이 될 때까지 고형 배합사료(삼양사료)로 사육한 뒤 실험에 사용하였고, 어린 쥐는 이유 후 2개월의 나이가 될 때까지 사육한 후 실험에 사용하였다. Todhunter<sup>15)</sup> 쥐와 사람의 수명을 비교하였을 때, 쥐의 3년은 사람의 약 90년에 해당된다고 하였으며, 쥐들의 10일은 사람의 1년과 같다고 하였다. 따라서 본 실험에서 사용한 2, 6 및 30개월된 쥐들은 각각 사람의 약 5~6, 15~18 및 75~85세에 해당되어 어린 나이와 성적으로 성숙한 나이 그리고 늙은 나이 단계에 있는 쥐들이었다. 실험시작시의 평균체중은 2개월된 어린 쥐가  $200.4 \pm 2.7g$ , 6개월된 성숙한 쥐가  $292.7 \pm 4.0g$  그리고 30개월된 쥐가  $541.4 \pm 10.3g$  이었다. 실험동물은 난괴법(Randomized Complete Block Design)에 의해 각 나이에서 고지방식이군(H:High fat)과 저지방식이군(L:Low fat)으로 나누었으며 그 가운데 50%는 실험식으로 사육한 후 8주에, 그리고 나머지 50%는 16주에 희생하였다. 실험식은 Table 1에서와 같이 30%의 지방을 함유한 고지방식이와 6%의 지방을 함유한 저지방식으로 나누었고, 지방급원은 우지(서울 하인즈)와 옥수수기름(해표)를 2:1의 비율로 섞어서 사용하였다. 실험식의 구성은 Table 2와 같다.

**Table 1. Experimental Design**

Group	Initial age (month)	Feeding period (weeks)	Final age (month)	Number of rats
OH - 8	30	8	32	8
OL - 8	30	8	32	8
AH - 8	6	8	8	6
AL - 8	6	8	8	6
YH - 8	2	8	4	8
YL - 8	2	8	4	8
OH -16	30	16	34	6
OL -16	30	16	34	6
AH -16	6	16	10	6
AL -16	6	16	10	6
YH -16	2	16	6	8
YL -16	2	16	6	8

O: 30 months-old rat, A: 6 months-old rat, Y: 2 months-old rat

H: High fat diet with 30% fat, L: Low fat diet with 6% fat

8, 16: Feeding period(weeks)

**Table 2. Composition of experimental diets**

Ingredients	High fat	Low fat
	g /kg diet	
Corn starch	478	718
Casein	160	160
Beef tallow	200	40
Corn oil	100	20
Cellulose	10	10
Salt mixture <sup>1)</sup>	40	40
Vitamin mixture <sup>2)</sup>	10	10
Choline chloride	2	2

<sup>1,2)</sup> AIN mixture

### 1) 실험동물의 사육

실험동물은 한마리씩 분리하여 사육하였고 물과 식이는 제한없이 공급하였다. 실험기간동안 식이섭취량은 매주 2회 일정한 시간에 측정하였고, 체중측정은 일주일에 한번 일정한 시간에 측정하였다. 이때 식이섭취에 의한 갑작스러운 체중변화를 막기 위해 체중측정 2시간 전에 식이그릇을 빼주었다. 식이효율(F.E.R: Food Efficiency Ratio)은 실험 전기간의 체중증가량을 같은 기간에 섭취한 식이량으로 나누어 산출하였고, 체내 지방흡수율(A.F.D: Apparent Fat Absorption)은 실험 종료전 1일 동안의 지방섭취량과 같은 기간의 변으로 배설된 지방량의 차이를 같은 기간 동안의 지방섭취량으로 나누어 각각 다음식으로 계산하였다.

### 2) 시료의 채취

8주와 16주의 실험기간이 끝난후 흰쥐들을 12시간 동안 굶긴 뒤 ethyl ether로 미취하여 단두에 의해 죽인 후 혈액을 채취하였다. 혈액은 실온에서 30분간 원심분리하여 혈청을 얻고, E.D.T.A(Ethylene Diamine Tetra Acetic acid)를 처리한 병에 넣어 냉동보관 하였으며 간, 신장, 부고환조직의 무게를 측정하였

다.

### 3) 생화학적 분석

혈청의 총지방 함량은 Frings법<sup>16)</sup>에 의해 sulfophosphovanillin reagent를 이용하여 spectrophotometer(Miltonroy: spectronic 301)로 540nm에서 비색정량 하였다. 간과 변의 총지방 함량은 Folch법에 의해 정량하였고, 간의 cholesterol함량은 Folch법으로 추출한 총지방을 chloroform용매에 녹여 Zak법<sup>17)</sup>을 이용하여 spectrophotometer 550nm에서 비색정량 하였고, 중성지방 함량은 Fletcher의 방법을 변형한 Neri 등의 방법을<sup>18)</sup> 사용하였다. 혈청의 총 콜레스테롤과 HDL-cholesterol은 신선한 혈청에서 cholesterol esterase를 이용한 효소시약 kit(국제시약, 일본)로 측정하였다. 혈청내의 중성지방은 lipoprotein lipase를 이용한 효소시약 kit(아산제약)을 이용하여 550nm에서 비색정량 하였다.

### 4) 자료의 처리

실험분석 결과는 각 실험군간의 평균치와 표준오차를 계산하였고, 각 실험군의 평균치간의 유의성을  $\alpha=0.05$  수준에서 Scheffe test에 의해 검정하였다. 또한, 각 변수에 따라서 나이와 식이지방수준 및 실험기간에 따른 차이를  $\alpha=0.05$  수준에서 3요인 분산분석으로 분석하였다.<sup>19)</sup>

## 결과 및 고찰

### 1. 체중변화와 식이섭취량

실험동물의 주당 평균 식이섭취량과 체중변화는 Table 3과 같았다. 주당 평균 식이섭취량은 2개월된 어린 쥐에서 가장 높았으며, 고지방 식이군보다 저지방식이군에서, 16주보다는 8주의 실험기간에서 높은 경향을 보이면서 유의적인 차이가 있었다. 따라서, 8주

$$F.E.R = \frac{\text{body weight gain for total experimental period (g)}}{\text{food intake for total experimental period (g)}}$$

$$A.F.D = \frac{\text{Ingested fat for one day (g)} - \text{Excreted fecal fat for one day (g)}}{\text{Ingested fat for one day (g)}} \times 100$$

**Table 3. Food intakes, body weight gains and efficiency of food and calorie**

Group	Mean food intake (g/week)	Mean calorie intake (g/week)	Mean body weight gain (g/week)	F.E.R	C.E.R
OH - 8	109.9± 6.0 <sup>2)</sup> abcd <sup>1)</sup> ab	629.8±31.4 n,s <sup>3)</sup>	9.1±1.9 cd e	0.072±0.01 bcde e	1.37±0.27 bcd e
OL - 8	142.5± 3.9 cd	577.5±15.9	-6.2±3.0 bcd	-0.034±0.02 ab	-1.80±0.50 abc
AH - 8	100.7± 5.3 abcd	528.7±28.1	13.3±1.8 cd	0.161±0.03 bcd	2.48±0.30 bcd
AL - 8	132.2± 5.4 abcd	536.2± 1.7	10.1±3.3 a	0.085±0.02 a	0.88±0.70 a
YH - 8	119.8± 3.5 a	629.3±18.2	27.5±1.9 ab	0.230±0.02 ab	4.39±0.30 a
YL - 8	148.8± 2.4 d	603.1± 9.8	26.1±1.2 de	0.176±0.01 cde	4.33±0.20 cde
OH - 16	99.9± 6.5 abc	524.9±34.4	3.3±1.5 de	0.042±0.01 de	0.55±0.03 de
OL - 16	136.6± 7.5 bcd	553.6±30.3	0.4± 2.0 bcd	0.004±0.02 abc	0.01±0.40 abc
AH - 16	109.1± 9.0 abcd	573.1±47.3	13.4±1.3 cd	0.121±0.01 bcde	2.34±0.10 bcd
AL - 16	118.6± 4.0 bcd	480.4±16.4	8.0±1.0 abc	0.070±0.01 ab	1.67±0.20 ab
YH - 16	105.9± 6.2 abc	556.2±32.4	17.7±1.8 bcd	0.164±0.01 bcd	3.15±0.20 abc
YL - 16	127.6± 5.1	517.9±20.6	12.9±1.5	0.110±0.01	2.49±0.30
Significant factor <sup>4)</sup>	A, F, P	A, P	A, F, P, AP	A, F	A, F, P AF, AFP

1) Values with different alphabet within the column were significantly different at  $\alpha=0.05$  by Scheffe test

2) Mean± SD

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

4) Statistical significance was calculated by 3-way ANOVA at  $\alpha=0.05$ .

A:age, F: dietary fat level, P: experimental period

동안 저지방식이를 섭취한 어린쥐(YL)에서 가장 높았으며, 16주 동안 고지방 식이를 섭취한 늙은쥐(OL)에서 가장 낮았다.

그러나 이것을 열량섭취량으로 환산해보면, 식이지방 수준에 의한 차이가 나타나지 않았으며, 나이에 의한 차이도 없어서 늙은 쥐에서 열량섭취량이 낮지 않

은 것으로 나타났다. 2개월된 어린 쥐와 6개월된 성숙한 쥐는 실험전기간 동안 체중증가량이 꾸준히 증가되었으며, 반면 30개월된 늙은 쥐는 거의 변화를 보이지 않았다. 주당 평균 체중증가량과 식이효율, 열량효율은 2개월된 어린 쥐에서 가장 높아서 이시기의 빠른 성장을 반영하였으며, 6개월된 성숙한 쥐는 어린 쥐에 비

해 증가폭은 적었으나 꾸준한 체중증가를 보여 성장이 계속되고 있음을 나타내었다. 반면에, 30개월된 늙은 쥐는 식이섭취량이 저하되지 않았음에도 불구하고, 식이효율이 매우 낮아서 이들이 노년기에 있음은 나타내 주었다. 30개월된 늙은 쥐에서는 16주의 실험기간동안 사망한 동물이 있었는데, 저지방식이군(OL)은 실험 시작시 총 20마리 가운데 6마리가 사망하여 30%의 사망율을 나타냈으며, 고지방식이군은 19마리 중 4마리가 사망하여 21%의 사망율을 나타냈다. 사망시의 최종 체중은 저지방식이군에서 낮았다. 성숙한 쥐에서는 13주에 저지방식이군에서 1마리가 사망하였고, 그외의 실험군(YL, YH 및 AH)에서는 16주의 실험기간 동안 사망한 쥐가 없었다. 이러한 현상은 사람의 경우 체중이 50세 중반까지 증가하며 그후 감소하기 시작하여 60~70세 후반에는 체중이 감소한다는 보고와 일치하는 것이다. OL과 OH군에서 나타난 사망율은 노화에 따른 자연사망인 것으로 생각된다.

각 나이에서 고지방식이군은 저지방식이군에 비해 식이효율과 열량효율이 높았으며, 따라서 고지방식은 성장기는 물론 노년기에도 체중증가를 촉진시키는 것으로 보인다. 또한 모든 나이군에서 실험기간이 경과함에 따라 식이효율과 열량효율이 감소한 것으로 나타났는데, 이것은 실험식에 대한 적응현상과 함께 실험기간이 길어짐에 따라 동물들의 나이가 증가되었기 때문으로 보인다.

## 2. 지방조직, 간 및 신장의 무게

Epididymal fat pad, 간 및 신장의 무게는 Table 4와 같았다. 노화에 따른 체지방함량의 변화를 추정하기 위해 측정된 epididymal fat pad의 무게는 나이에 따른 차이가 나타나서 30개월된 늙은 쥐, 6개월된 성숙한 쥐, 2개월된 어린 쥐의 순으로 나이가 증가할수록 epididymal fat pad의 양이 증가했고, 각 나이군에서는 고지방식을 섭취했을 때 높아서 고지방식이의 섭취로 인한 지방축적을 반영하였다. 노화에 따른 체지방량 축적은 피하부위보다는 장기내부에 축적되는데, 특히 부고환지방조직은 체내의 지방함량을 반영하는 부위로 알려져 있다. 장기간(16주) 고지방식을 공급하였을 때, 어린 쥐와 성숙한 쥐는 부고환지방조직의 무게가 약 30~60% 증가한 반면, 늙은 쥐는 3%의 증

가에 그쳤고, 체중에 대한 부고환조직의 비율도 8주에 비해 16주에 낮아져서 30개월된 늙은 쥐는 고지방식이의 섭취에도 불구하고 체지방축적이 일어나지 않았음을 보여주었다. 그러나, OH군에서 적은폭이기는 하지만 계속 체중과 부고환지방조직의 무게가 증가한 것은 노년기에도 식이지방섭취량에 따라 비만해질수 있는 가능성을 시사해 준다고 본다.

간무게는 나이에 따른 차이가 나타나서 30개월된 늙은 쥐에서 가장 높았고, 어린 쥐와 성숙한 쥐에서는 차이가 없었다. 그러나 이것을 단위체중에 대한 무게비로 환산해보면, 늙은 쥐의 값이 어린 쥐와 성숙한 쥐에 비해 낮은 경향을 보여서, 늙은 쥐에서 나타난 간무게 증가는 체중차에 의한 것으로 보인다. 체중에 대한 간의 무게비는 어린 쥐와 성숙한 쥐에서는 저지방식이군이 높은 반면, 늙은 쥐에서는 고지방식이군에서 높은 경향을 보였다.

나이가 증가함에 따라 기능이 가장 빨리 퇴화되는 기관중의 하나로 신장을 들 수 있는데, 신장은 성인이 되면 최대 크기에 도달하며, 그후 계속 부피가 감소한다고 알려져 있다.<sup>20)</sup> 쥐의 경우, 생후 150일 경에 최대 무게가 되며, 그후 무게가 감소하여 500일 경에는 20~30%의 무게저하가 나타난다고 보고되고 있다.<sup>21~22)</sup> 이러한 나이에 따른 신장의 변화는 단백질 증가나 사구체 경화와 같은 신장기능의 장애를 일으키고, 이것이 사망의 중요한 원인이 되므로 신장무게와 기능의 변화는 노화과정을 측정하는 척도로 생각하기도 한다.<sup>23~25)</sup> 본 실험에서도 실험기간이 길어짐에 따라 모든 나이군에서 신장의 무게가 30~37% 감소한 것으로 나타났다. 신장무게는 늙은 쥐에서 높았으나, 신장/체중의 비는 오히려 늙은 쥐에서 낮아졌고, 저지방식이군에서 높은 경향이어서 노화에 따른 신장의 수축현상이 고지방식이로 인해 더욱 심해지는 현상을 보였다. 신장의 노화과정에 미치는 식이의 영향은 주로 식이제한과 단백질 함량에 따른 것으로 식이지방에 대한 연구는 거의 보고되고 있지 않다. 그러나, 식이제한을 받은 쥐의 신장무게가 자유섭취한 쥐에 비해 감소하지만, 이것을 체중에 대한 비율로 환산하면 오히려 식이제한군에서 증가하였다는 보고와 같이<sup>26)</sup> 본 실험에서도 신장/체중의 비가 저지방식이군에서 높은 경향을 보임으로써, 저지방식은 고지방식에 비해 나이에

**Table 4. Weight of liver, kidney and epididymal fat pad**

Group	Liver		Kidney		Epididymal fat pad	
	g	mg /g body wt	g	mg /g body wt	g	mg /g body wt
OH - 8	n,s <sup>1)</sup> 14.80±0.31 <sup>2)</sup>	ab <sup>3)</sup> 27.54±1.3	a 2.39±0.06	b 8.31±0.26	n,s 14.29±1.58	n,s 24.40±2.2
OL - 8	13.64±0.53	ab 25.30±1.1	a 2.35± 0.06	ab 8.74±0.35	11.65±1.21	21.51±2.1
AH - 8	11.85±0.55	ab 27.94±0.7	ab 1.95± 0.05	ab 9.21±0.28	9.90±1.01	23.02±1.6
AL - 8	12.27±0.67	a 31.55±0.7	ab 1.99± 0.08	a 10.37±0.46	6.62±0.64	17.00±1.3
YH - 8	12.86±0.84	ab 30.39±1.0	ab 2.08± 0.05	ab 9.83±0.29	11.33±1.39	26.38±2.2
YL - 8	12.76±0.46	a 31.60±1.5	ab 1.96± 0.02	ab 9.71±0.17	8.87±0.54	21.90±1.2
OH - 16	14.64±1.20	ab 24.67±1.7	bc 1.70± 0.11	c 5.61±0.21	14.75±1.94	25.83±3.2
OL - 16	12.60±0.71	b 23.96±0.6	bc 1.64± 0.07	c 6.00±0.27	11.69±2.13	20.42±2.8
AH - 16	13.39±1.09	ab 27.14±1.9	cd 1.27± 0.10	c 5.17±0.30	14.82±1.81	29.90±3.1
AL - 16	12.82±0.63	ab 30.88±0.5	d 1.16± 0.12	c 5.58±0.31	8.15±1.29	19.30±2.1
YH - 16	13.45±1.30	ab 27.95±1.3	cd 1.31± 0.08	c 5.57±0.26	14.56±2.16	29.35±2.6
YL - 16	12.78±0.85	ab 31.02±1.2	cd 1.32± 0.06	c 6.35±0.18	8.53±1.21	20.18±1.9
Signifi- cant factor <sup>4)</sup>	A	A,F AF	A, P	A, F, P AP	A, F	F

1) Not significant at  $\alpha=0.05$  by Scheffe test

2) Mean±SD

3) Values with different alphabet within the column were significantly different at  $\alpha=0.05$  by Scheffe test

4) Statistical significance was calculated by 3-way ANOVA at  $\alpha=0.05$ . A: age, F: dietary fat level P: experimental period

따른 신장손실을 둔화시키는 것으로 보인다.

### 3. 체내 지방함량 및 흡수율

혈청과 간의 지방함량 및 흡수율은 Table 5, 6 및 7에 제시되었다. 혈청의 총지방함량과 총 콜레스테롤 그리고 HDL-cholesterol함량은 나이에 따른 차이가

나타나서, 30개월된 늙은 쥐가 가장 높았으며, 어린 쥐와 6개월된 쥐 사이에는 차이가 없었다. 식이지방수준에 따른 차이는 없었으며, 모든 나이군에서 실험기간이 증가함에 따라 혈청내 총지방량이 증가하였다. 특히, 이러한 기간경과에 따른 차이는 저지방식이군보다는 고지방식이군이, 어린 쥐와 성숙한 쥐보다는 늙은

**Table 5. Concentration of serum lipids****(mg/dl serum)**

Group	Total lipid	Triglyceride	Total Cholesterol	HDL-Cholesterol
	ab <sup>1)</sup>	n,s <sup>3)</sup>	n,s	n,s
OH - 8	200.78±51.53 <sup>2)</sup>	167.19±19.20	90.02±11.59	51.08± 5.71
	ab			
OL - 8	253.55±43.30	157.49±32.56	103.44±13.74	65.53± 9.50
	ab			
AH - 8	162.81±10.18	167.52±37.02	59.68± 2.94	42.64± 3.42
	ab			
AL - 8	172.96± 5.00	180.39±21.52	59.61± 4.52	42.83± 6.77
	b			
YH - 8	140.53±37.25	269.01±70.66	77.85± 7.84	46.53± 4.50
	ab			
YL - 8	205.76±33.36	220.71±28.63	61.65± 7.11	43.54± 3.26
	a			
OH - 16	380.29±49.77	116.72±18.70	109.43±15.42	79.43±11.57
	ab			
OL - 16	308.26±21.12	110.65±24.32	103.14±10.22	78.70±11.57
	ab			
AH - 16	244.60±13.59	138.38±35.87	65.34±13.30	53.50± 3.33
	ab			
AL - 16	207.69±29.52	247.55±19.63	106.48±12.27	74.37± 7.40
	ab			
YH - 16	223.69±18.76	133.01±19.82	90.61± 6.12	71.38± 9.16
	ab			
YL - 16	231.62±27.53	145.78±25.30	108.68±15.30	66.86± 9.88
Significant factor <sup>4)</sup>	A, P	P	A, P	A, P

1) Values with different alphabet within the column were significantly different at  $\alpha=0.05$  by Scheffe test

2) Mean±SD

3) Not significant at  $\alpha=0.05$  by Scheffe test4) Statistical significance was calculated by 3-way ANOVA at  $\alpha=0.05$ .

A:age, F: dietary fat level, P: experimental period

쥐의 증가폭이 커서 고지방식을 섭취한 늙은 쥐는 약 2배의 증가를 보였다. 나이에 따른 혈청 콜레스테롤의 증가는 잘 알려져 있으며, Story 등은 Sprague-Dawley종과 Fisher종의 흰쥐를 이용한 실험에서 노화에 따라 혈청 콜레스테롤은 증가하였으나, 간의 콜레스테롤은 두 종(strain) 모두에서 나이에 따른 변화가 없다고 보고하였으며, 혈청지방은 나이에 따른 증

가를 나타냈으나, 식이지방에 따른 차이는 없었다고 보고하였다.<sup>27)</sup> 본 실험결과 OH군에서 혈청지방함량이 가장 높게 나타난 것은 노화로 인한 혈청지방량의 증가현상이 고지방식으로 인해 더욱 촉진될수 있음을 시사해준다. 혈청내의 중성지방 함량은 나이가 증가함에 따라 일관된 차이를 나타내지 않는 것으로 보고되고 있는데, 본 실험에서도 혈청의 중성지방함량은 총

Table 6. Contents of liver lipids

Group	(mg)					
	Total lipid		Triglycerides		Cholesterol	
	g liver	total liver	g liver	total liver	g liver	total liver
	n.s <sup>1)</sup>	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
OH - 8	47.03±5.24 <sup>2)</sup>	689.92±64.40	5.57±0.64	82.58± 10.57	4.50±0.74	67.21±10.58
OL - 8	38.76±1.97	553.95±45.08	5.43±1.90	76.34± 26.72	3.94±0.52	56.74± 9.14
AH - 8	44.00±4.02	533.13±57.24	4.75±1.19	57.57± 15.21	4.60±0.71	55.17± 8.23
AL - 8	42.95±2.89	523.84±59.23	7.01±0.67	84.99± 8.75	3.89±0.67	46.70± 8.05
YH - 8	46.29±4.47	542.52±36.96	7.00±1.83	83.95± 23.09	5.18±1.15	61.08±11.35
YL - 8	40.50±1.13	518.53±35.68	6.66±0.86	83.37± 12.51	4.49±0.62	58.97± 9.06
OH - 16	38.38±2.25	526.53±49.12	7.24±1.98	92.20± 20.53	4.63±0.50	64.51± 3.77
OL - 16	41.20±5.93	501.90±47.41	6.44±1.27	82.40± 21.05	3.00±0.45	38.50± 8.05
AH - 16	44.65±0.60	597.61±48.45	14.07±5.98	195.52± 83.41	6.28±1.23	81.96±14.67
AL - 16	39.28±0.94	502.56±22.12	6.92±0.77	89.01± 11.73	3.60±0.91	47.39±14.04
YH - 16	43.24±2.50	528.71±61.81	6.64±0.65	87.59±141.48	5.84±1.07	75.36±20.68
YL - 16	39.02±1.13	485.60±39.05	8.69±1.58	106.46± 17.04	5.31±0.95	69.30±16.94
Signifi- cant factor <sup>3)</sup>	F	F			F	F

1) Not significant at  $\alpha=0.05$  by Scheffe test

2) Mean±SD

3) Statistical significance was calculated by 3-way ANOVA at  $\alpha=0.05$ . F: dietary fat level

지방량이나 총콜레스테롤, HDL-cholesterol 과는 달리 나이에 따른 변화가 관찰되지 않았다.

나이에 따른 차이를 반영한 혈청지방함량과는 달리 간의 지방함량은 나이에 따른 변화는 없었으나, 식이 지방수준에 따른 유의적인 차이가 나타나서 저지방식이군에 비해 고지방식이군에서 총지방량과 콜레스테롤함량이 높아서 고지방식으로 인해 간에서 지방축적이 일어났음을 보여주었다. 간의 g당 지방함량 역시 총지방량과 같은 경향을 보여서 고지방식이군에서 유의적으로 높았으나, 실험기간이 경과함에 따라 식이에 의한 차이가 적어졌다. 간의 중성 지방 함량은 나이와 실험기간에 따른 차이는 없었고, 각 나이에서 전 실험기간을 통해 고지방식을 섭취한 군에서 높아서 지방수준에 따른 유의적인 차이가 있었다. 이러한 결과는 혈청은 식이지방 보다는 나이에 의한 변화를 예민하게

반영하며, 반면 간의 나이보다는 식이 지방수준에 대한 반응을 잘 나타냄을 보여주는 것이다.

지방섭취량은 모든 나이군에서 식이지방 수준이 높을 때 유의적으로 증가하였고, 실험동물의 나이와 실험기간에 따른 차이는 없었다. 변으로 배설된 지방량은 나이에 따른 차이는 없었으나, 저지방식이군보다는 고지방식이군이, 8주보다는 16주에 높았다. 지방의 흡수율도 나이에 따른 차이가 나타나지 않아서 30개월된 늙은 쥐들의 경우도 감소하지 않았으며, 따라서 나이가 지방의 이용율에 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 지방의 흡수율은 실험기간에 따른 차이가 나타나서 실험기간이 길어질수록 지방의 흡수율은 저하되는 경향을 보였는데, 이것은 실험기간이 길어짐에 따라서 식이효율이 낮아진 원인이 되었을 것으로 보인다.

**Table 7. Apparent Fat Absorption**

Group	Ingested fat (g/day)	Fecal fat (mg/day)	Fat absorption (%)
	a <sup>1)</sup>	ab	n,s
OH - 8	4.52 ± 0.30 <sup>2)</sup>	56.03 ± 8.11	98.81 ± 0.15
	b	ab	
OL - 8	1.15 ± 0.09	37.09 ± 0.01	96.93 ± 0.99
	a	ab	
AH - 8	4.38 ± 0.28	55.37 ± 6.56	98.70 ± 0.18
	b	b	
AL - 8	1.14 ± 0.06	23.09 ± 2.92	98.02 ± 0.19
	a	ab	
YH - 8	4.54 ± 0.16	70.90 ± 9.39	98.44 ± 0.19
	b	b	
YL - 8	1.20 ± 0.05	24.45 ± 2.69	97.95 ± 0.23
	a	ab	
OH - 16	3.98 ± 0.49	67.73 ± 7.16	98.18 ± 0.33
	b	ab	
OL - 16	1.36 ± 0.12	49.47 ± 0.01	96.46 ± 0.94
	a	a	
AH - 16	4.52 ± 0.02	84.12 ± 7.53	98.18 ± 0.15
	b	b	
AL - 16	1.07 ± 0.07	33.14 ± 0.43	96.89 ± 0.19
	a	ab	
YH - 16	4.15 ± 0.33	69.69 ± 7.49	98.46 ± 0.18
	b	ab	
YL - 16	1.19 ± 0.07	35.89 ± 1.98	96.37 ± 0.55
Signifi- cant factor <sup>3)</sup>	F	F, P, AF	F, P

1) Values with different alphabet within the column were significantly different at  $\alpha=0.05$  by Scheffe test

2) Mean ± SD

3) Statistical significance was calculated by 3-way ANOVA at  $\alpha=0.05$ . A:age, F:dietary fat level, P:experimental period

## 요 약

2, 6 및 30개월로 나이단계가 다른 흰쥐들을 대상으로 지방 수준이 6와 30%인 식이를 16주간 사육하면서 식이지방 수준이 노화과정과 체내 지방 대사에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같았다.

1) 실험기간동안 체중증가량과 식이효율, 열량효율은 성장기의 쥐(어린쥐와 성숙한 쥐)에서 높았

으며, 고지방식이군에서 높았다.

2) 간과 신장의 무게는 늙은 쥐가 성장기의 쥐들보다 무거웠으나, 체중에 대한 무게비는 오히려 성장기의 쥐에서 높았다.

3) 체지방함량을 조사하기위해 측정된 epididymal fat pad의 무게는 늙은 쥐에서 높았으나, 식이지방 수준에 의한 영향은 성장기의 쥐에서 분명하게 나타났다.

- 4) 혈청의 지방함량(total lipid, cholesterol, HDL-cholesterol)은 늙은 쥐에서 높았고, 간의 지방함량은 고지방식이군에서 높았다. 그러나 간과 혈청의 중성지방함량은 나이와 식이지방수준에 따른 변화가 없었다.
- 5) 지방섭취량과 배설량 및 흡수량은 나이에 따른 차이가 없었으며, 흡수율은 실험기간이 길어짐에 따라 저하되었다.

### 참고문헌

1. Nestle, P.J.: Dietary fat for the elderly :what are issues? In: *Nutrition of the elderly* ed. by H. Munro and G. Schlierf, Nesle Nutrition Workshop Series 29, pp119, evey / Raven press, NY(1992)
2. Guigoz, Y. and Munro, H.: Nutrition and aging, In: *Handbook of the Biology of Aging* II. 2nd ed. edited by Finch CE and Schneider EL, pp878, Van Nostrand Reinhold Co. NY
3. Prentice, R.L., Pepe, M. and Self, S.G.: Dietary fat and breast cancer: a quantitative assessment of the epidemiological literature and a discussion of methodological issues, *Cancer Research*, **49**, 3174(1989)
4. Norum, R.K.: Dietary fat and blood lipids, *Nutr Rev*, **50**(4), 30(1992)
5. de Groot, L.C., Hauvast, J.G. and van Stavereen, W.A.: Nutrition and health of elderly people in Europe:the EURONUT-SENECA study, *Nutr Rev*, **50**(7), 185(1992)
6. Finch, S.: Cholesterol changes with aging: their nature and significance, *Geriatrics*, **42**, 79(1987)
7. Kritchevsky, D.: Age-related changes in lipid metabolism, *Proc Soc Exp Biol Med*, **165**, 193(1980)
8. Schneider, E.D.: *Nutrition in aging*, 2nd ed. Mosby-Year Book(1993)
9. 김숙희, 김화영: 노화, pp.253-312, 대우학술총서, 민음사(1995)
10. Chandra, R.K.: Nutritional regulation of immunity and risk of infection in old age, *Immunology*, **67**, 141(1980)
11. Carroll, K.K.: Dietary fats and cancer, *Am J Clin Nutr*, **53**, 1064s(1991)
12. Carroll, K.K. and Parenteau, H.I.: A suggested mechanism for effects of diet on mammary cancer, *Nutrition Research*, **12**(1), s519(1992)
13. 김숙희: 지방섭취 양상에 따른 연령별 건강상태에 관한 동·서양 비교연구, 한국과학재단, (1993)
14. 이양자: n-3계 지방산의 영양생화학적 기능, 한국영양학회지, **27**, 600(1994)
15. Todhunter, E.N.: Rats in nutrition research, *Chemistry*, **52**(3), 8-11(1979)
16. Frings, C.S. and Dunn, R.T.: A colorimetric method for determination of total serum lipids based on the sulphosphovanillin reaction, *Am J Clin Pathol*, **53**, 89(1970)
17. Zak, S.B.: *Standard method of clinical chemistry*, Academic Press Inc. NY(1968)
18. Neri, B.P. and Frings, C.S.: Improved method for determination of triglyceride in serum, *Clin Chem*, **19**, 1201(1973)
19. Zar, J.H.: *Biostatistical analysis*, 2nd ed., Prentice Hall(1984)
20. Harper, A.Z.: Nutrition, aging and longevity, *Am J Clin Nutr*, **36**, 737(1982)
21. Rudman, D.: Kidney senescence: A model for aging, *Nutr Rev*, **46**, 209(1988)
22. Royb, A.T., Johnson, L.E., Lee, D.B., Brautbar, N. and Norley, J.E.: Renal failure in older people UCLA grand rounds, *J Am Geriatric Soc*, **38**, 239-253(1990)
23. Fliser, D., Seise, M., Nowack, R. and Rits, E.: Renal functional reserve in healthy elderly subjects, *J Am Soc Nephrol*, **3**, 1371(1993)
24. 안주원: 나이가 다른 흰쥐에서 식이 단백질 수준이 신장기능 및 Ca 대사에 미치는 영향, 이화여자대

학교 대학원 석사학위 청구논문(1990)

25. Lee, H.S. and Kim, W.Y.: The effect of level of dietary protein on kidney development and function in growing rats, *Korean J Nutr*, 23(6), 401(1990)
26. Tucker, S.M., Mason, R.L. and Beauchene, R.E.: Influence of diet and food restriction on kidney function of aging male rats, *J Gerontol*, 32, 264(1976)
27. Story, J.A.: Aging and lipid metabolism, In: *Nutrition in gerontology*, edited by JM Ordy, D. Harman, RB Alfin-slater, Raven Press, NY (1985)

---

(1995년 9월 25일 수리)