

## 3대 열량소를 스스로 선택하게 했을 때 흰쥐의 식이 선택성향 및 저전류 Stress가 이에 미치는 영향

장영애 · 이기미 · 김화영

이화여자대학교 식품영양학과

### Studies on Self-Selection of 3 macronutrients and the Effect of Electric Stress on Food Selection in Male Rats

Jang, Young Ai · Lee, Ki Mee · Kim, Wha Young  
*Department of Foods & Nutrition, Ewha Womans University*

#### ABSTRACT

In experiment 1, dietary self-selection of the 3 macronutrients, protein, fat, and carbohydrate were examined in male rats given 3 food cups of 80% carbohydrate, 80% protein, and 70% fat diets simultaneously. All the rats showed normal growth pattern and organ weight, which means they have ability to select just right kinds and amounts of nutrients in order to support their growth and development. Mean values of caloric intake, body weight gain, serum lipid values and empty carcass compositions were not significantly differ between the upper and lower quartile groups of fat intake. However, the upper quartile group(HF) showed a tendency of higher serum lipid and fat proportion of empty carcass compared to the lower quartile group(LF).

Same feeding design was employed in experiment 2 where the effect of mild electric stress on food selection was studied. The rats in both control and electric stress group revealed a normal growth curve and organ weights. The stress group showed higher caloric intake and body weight gain than control group, but no significant effects of stress on serum and empty carcass components was found.

Even though normal rats seemed to select macronutrients according to their physiological needs, there were individual differences in food selection whether they were exposed to stress or not. Therefore life long individual food selection pattern may have a great influence on nutritional status and chronic degenerative diseases of elderly, and on aging process.

**KEY WORD** : self-selection · stress · macronutrient · growth · aging.

## 서 론

생체는 정상적인 성장 발달을 위해 적절한 영양소를 선택할 수 있는 능력이 있고, 체내 항상성을 유지할 수 있으며<sup>1)</sup> 이를 위한 식이섭취의 생리적 조절기준을 갖추고 있다고 알려져 있다<sup>2)</sup>. 식이섭취와 에너지 균형에 대한 조절기전은 수년간 연구되어 왔는데 식이섭취는 체내 에너지 균형을 유지할 수 있도록 조절되며, 적어도 2개 이상의 neurotransmitter가 작용한다고 생각된다<sup>3)</sup>. 사람은 여러가지 식품중에서 선택하여 섭취함으로써 생리적 욕구를 만족시킨다.

이러한 과정에서 개인적인 선택성향을 형성하게 되는데 이것이 식습관이며 이런 식습관의 차이로 식품을 섭취한 결과의 장기간의 누적이 개인의 영양 및 건강상태이고, 또한 식사와 관련된 만성 질환 및 성인병의 직접적인 원인이 된다. 식습관은 많은 개인적, 환경적 인자의 영향을 받으며<sup>4)5)</sup>, 여러가지 환경적 인자 중의 한가지는 stress라고 생각한다. Stress로 인해 식이섭취량과 식이선택성향이 바뀌고<sup>6)7)</sup> 또한 먹는 행위가 stress를 완화시킨다는 보고<sup>8)</sup>는 현대인들이 일상생활에서 끊임없이 접하게 되는 stress가 식습관 형성에 많은 영향을 줄 수 있음을 시사한다. 그러므로 본 실험에서는 동물의 식이섭취실험에서 흔히 사용되는 완전히 혼합된 하나의 식이 대신에 탄수화물, 단백질, 지방급원을 각각 따로 제공하여 마음대로 선택하여 먹게 함으로써 쥐들이 각 영양소를 생리적인 요구에 따라 적절하게 선택하는 능력이 있는가의 여부와 개체별로 독특한 식이섭취경향을 보이는가를 살펴보았다.

또한 현대인은 많은 stress에 접하여 살고 있기 때문에 온건하면서도 지속적인 stress가 흰쥐의 식이선택에 어떤 영향을 미치는가를 관찰하고, 개체별 식습관의 차이가 흰쥐의 성장발달에 어떤 영향을 끼치는지를 보고자 시도되었다. 그동안 식이선택에 관한 연구는 3대 열량소의 비율을 달리한 몇 가지의 혼합식이를 함께 제공하여 선택성향을 연구한 것이 주종을 이루고 있다<sup>9)</sup>. 그러나

이러한 혼합된 식이는 엄밀한 의미에서 본다면 영양소를 완전히 자유롭게 선택할 수 있는 범위를 제한한 것이라고 볼 수 있다. 그러므로 본 실험에서는 3대 열량소의 급원을 각각 따로 동시에 제공하였다. Stress가 식이섭취경향에 미치는 영향에 관한 많은 연구가 전기적 shock을 이용한 것이었는데<sup>10)</sup> 이러한 stress는 사람이 일생에서 접하게 되는 일상적인 stress의 조건으로는 부적합하다고 여겨진다. 따라서 본 실험에서는 온건하지만 지속적으로 누적되는 stress 효과를 얻기 위해서 양전류만 흐르게 하는 저전류 stress가 식이선택성향에 미치는 효과를 조사하였다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 실험식이 및 진행

본 연구에서는 생후 3주된 Sprague-Dawley 종의 수컷 흰쥐를 한마리씩 분리해서 사육하였고, 물은 자유롭게 먹게 하였다. 실험식은 80% 탄수화물, 80% 단백질, 70% 지방식이를 Table 1과 같이 만들었다. 즉, 모든 식이에 동량의 비타민, 무기질 및 pectin을 첨가 하였으며 쥐가 섭취하기 쉽도록 식이의 질을 고려해 다른 열량소 급원을 적당량 배합하였다.

각 쥐마다 3가지 실험식이 그릇을 동시에 넣어 주어 자유롭게 선택하여 먹게 하였고, 이러한 자발적인 영양소 선택성향이 쥐들의 성장, 발달에 미치는 영향을 조사하였다. 실험진행은 2가지로 나누어 행해졌는데 실험 1에서는 정상 쥐의 영양소 선택성향을 관찰하였고, 실험 2에서는 온건하고 지속적인 stress가 정상 쥐의 식이선택성향에 미치는 영향을 조사하였다. 실험 1에서는 52마리의 흰쥐를 14주 동안 사육하면서 각 쥐의 3가지 실험식이의 섭취량을 1주 2회씩 각각 측정하여 지방섭취량을 중심으로 4등급으로 분류하였다.

이중 상위 1/4의 고지방을 섭취한 군(HF) 13마리와 하위 1/4의 저지방을 섭취한 군(LF) 13마리로 분류한 후 영양소 섭취경향에 따른 혈액 및 체구성성분에 차이가 있는지를 조사하였다. 실험 2에서는 52마리의 흰쥐를 이용하여 체중에 따라

흰쥐의 3대 열량소 선택성향

난괴법으로 2군으로 분류하여 12주간 사육하였는데 stress를 받지 않은 대조군과 stress를 받은 실험군으로 나누었다. Stress의 방법으로 택한 저전류 stress는 실험군의 쥐장바닥에 가는 철사를 약 20m 간격으로 설치하여 120volt의 양(+)전류만 흐르게 하였다. 그 주기는 timer를 부착하여 20분간 전류가 흐르고, 다음 60분간은 전류가 흐르지 않게 하여 1일 24시간 전 실험기간동안 지속되도록 하였다.

2. 생화학적 분석 및 자료처리

실험기간이 지난후 흰쥐는 12시간 굶긴후 단두하여 혈액을 채취하고, 간, 뇌, 부고환지방조직(epididymal fat pad E.F.P.), 소장, 신장, 흉선, 지라를 떼어 무게를 측정했다. 장기와 소화기관을 떼어낸 empty carcass는 냉동보관하였다가 각 군에서 반수씩 사체분석에 이용하였다. 혈청 총지

방합량은 Frings법<sup>11)</sup>에 의해, 혈청 cholesterol 함량은 Zak법<sup>12)</sup>에 의해, 중성지방합량은 Neri의 방법<sup>13)</sup>을 이용하여 분석하였다. Empty carcass의 분석은 Mickelson & Anderson법<sup>14)</sup>에 의해 균질화한 후 체단백질 함량은 Micro-kiedahl법<sup>15)</sup>에 의해 측정된 질소함량에 6.25를 곱하여 조단백질 함량을 산출하였으며, 체지방 함량은 Bligh & Dyer법<sup>16)</sup>에 의해 정량했고, 체수분 함량은 균질액을 건조시켜 구하였다. 본 연구의 실험분석결과는 각 실험군당 평균치와 표준오차로 계산하였고,  $\alpha=0.05$  수준에서 student's t-test로 검정하였다.

실험결과

실험 1 : 정상쥐의 영양소 선택성향을 살펴본

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

	80% Protein diet	80% Carbohydrate diet	70% Fat diet
Casein	798.4	104.8	50
Methionine	1.6	0.21	0.1
Corn starch	52.5	400.0	92.5
Sucrose	52.5	400.0	92.5
Corn oil	30.0	30.0	175.0
Shortening	-	-	525.0
Pectin	20.0	20.0	20.0
Salt mixture <sup>1)</sup>	35.0	35.0	35.0
Vitamin mixture <sup>2)</sup>	10.0	10.0	10.0
Choline chloride	2.0	2.0	2.0

1) Salt mixture(g/kg mix.) : Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O 500, NaCl 74, K<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>7</sub>·H<sub>2</sub>O 220, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 52, MgO 24, MnCO<sub>3</sub> 3.5, FeSO<sub>4</sub> 6, ZnCO<sub>3</sub> 1.6, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 0.3, KIO<sub>3</sub> 0.01, Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> 0.01, CrK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O 0.55

2) Mineral mixture(mg/kg mix.) ; thiamin.HCl 600, riboflavin 600, pyridoxine, HCl 700, nicotinic acid 3000, D-calcium pantotheniate 1600, folic acid 200, vitamin B12, calciferol 2.5, menadione 5.0, retinyl palmitate ; 400000IU vitamin A activity, DL-tocopheryl acetate ; 5000IU vitamin E activity

Table 2. Weight gain and calorie intakes of rats of HF and LF groups<sup>1)</sup>

	Weight gain(g/14weeks)	Calorie intake(kcal/14weeks)	Carbohydrate : protein : fat(% kcal)
HF	338.7 ± 12.7	10520.6 ± 67.2	40.8 : 36.8 : 22.4
LF	329.1 ± 11.7	9787.2 ± 59.5	50.2 : 36.1 : 13.7

1) Mean ± SE

There are no significant differences in all values between HF and LF groups by student's t-test.

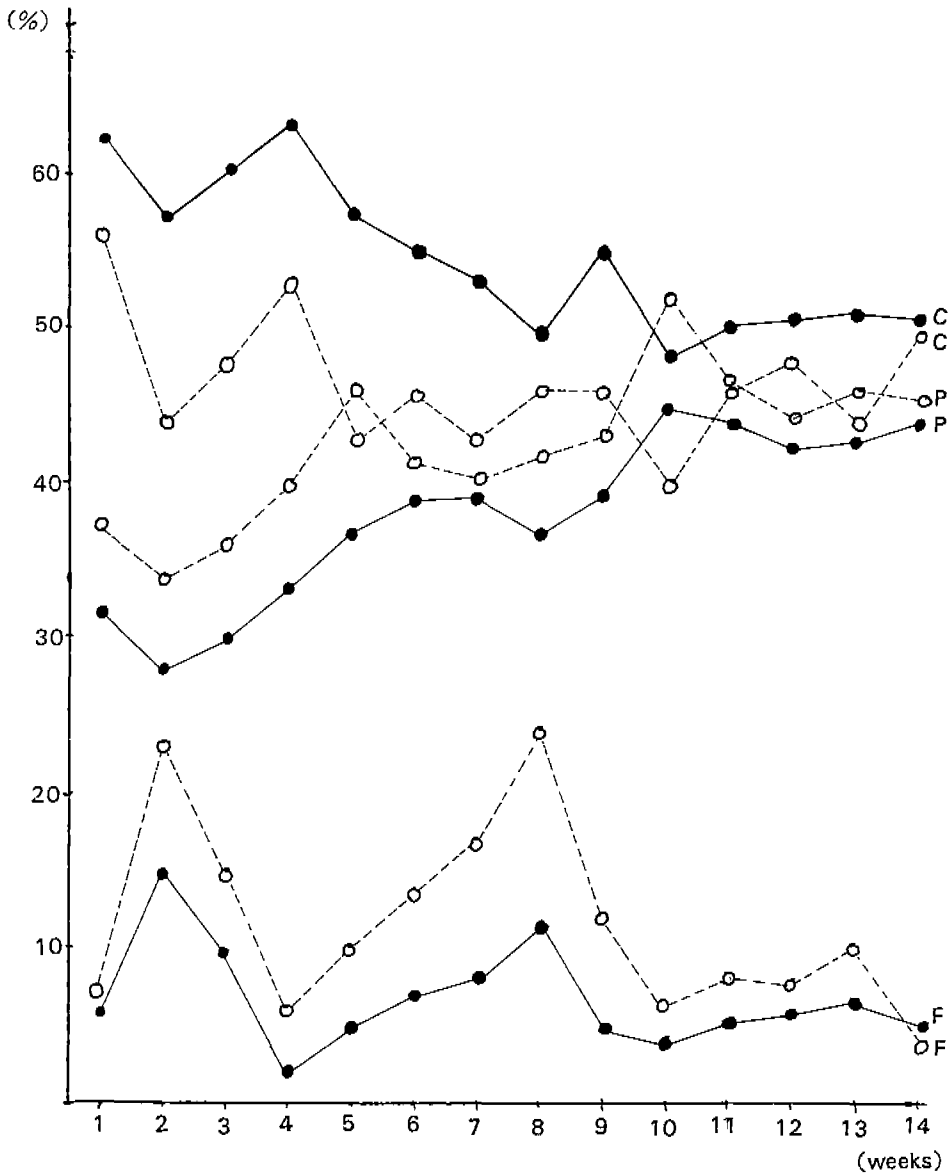


Fig. 1. Weight % of macronutrients intake of total food consumed in experiment 1. (●—● LF ○····○ HF)  
 C : Weight % of carbohydrate intake of total food consumed.  
 P : Weight % of protein intake of total food consumed.  
 F : Weight % of fat intake of total food consumed.

실험 1에서 52마리의 체중증가는 본 실험실에서 표준식이를 제공받았던 비슷한 연령의 흰쥐들의 체중증가곡선과 비교해 볼 때<sup>17)</sup> 비슷한 경향을 보여 쥐들은 3가지 열량소를 각기 따로 제공하여도

정상적인 성장발달을 하기 위해 필요한 영양소를 스스로 선택, 조절하여 섭취할 수 있는 능력이 있음을 보여주고 있다. 14주간 사육한 후 지방섭취성향에 따라 4등급으로 나눈 후 하위 1/4에 해

흰쥐의 3대 열량소 선택성향

Table 3. Weights of brain, liver, E.F.P(epididymal fat pad), intestine, thymus, and spleen of rats of HF and LF groups<sup>1)</sup> (g)

	Brain	Liver	E.F.P	Kidney	Intestine	Thymus	Spleen
HF	2.09±0.04	11.27±0.6	7.50±0.7	2.96±0.1	7.87±0.4	0.31±0.03	1.14±0.05
LF	2.11±0.04	10.80±0.4	5.57±0.7	3.07±0.1	7.54±0.3	0.27±0.02	1.17±0.06

1) Mean±SE

There are no significant differences in all values between HF and LF groups by student's t-test.

Table 4. Total lipid, cholesterol and triglyceride in serum of rats of HF and LF groups<sup>1)</sup> (mg/100ml serum)

	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride
HF	268.7±22.1	65.7±7.8	329.7±50.2
LF	255.3±21.9	49.3±6.2	238.6±20.2

1) Mean±SE

There are no significant differences in all values between HF and LF groups by student's t-test.

당하는 저지방 군(LF)과 상위 1/4에 해당하는 고지방 군(HF)으로 분류하여 체중증가량과 총열량 섭취량을 비교하였더니 두 군간에 유의적 차이가 없었다(Table 2).

그러나 영양소 섭취비율에는 약간 차이가 있어 총열량에 대한 탄수화물 : 지방의 비가 HF군은 40.8% : 22.4%인 반면 LF군은 50.2% : 13.7%였고 단백질 섭취는 비슷하였다. HF군과 LF군의 열량소 섭취량의 각 주별 섭취경향을 Fig. 1에 나타내었는데 각 군에서 각 영양소 섭취경향이 비교적 지

속적으로 비슷한 경향을 보였다. 체중 및 열량 섭취량은 비슷하지만 영양소 선택경향의 차이로 인해 장기무게, 혈청내 성분, 체구성성분 등에 군간의 차이가 있는가를 비교하였다. Table 3에서 보듯이 LF군과 HF군의 뇌, 간, 신장, 소장, 흉선, 지라의 무게는 비슷하였으나, E.F.P.는 HF군이 높은 경향을 보였다. 혈청내 총지방, 중성지방, cholesterol 함량은 두 군사이에 유의적인 차이는 없으나 HF군이 LF군에 비해 혈청 cholesterol과 중성지방함량이 높은 경향을 보였다(Table 4).

Empty carcass의 체구성 성분도 두 군간에 유의적인 차이는 없었으나 단백질, 지방, 수분의 함량이 모두 HF군이 LF군보다 높아 HF군은 전반적으로 E.F.P. 및 혈청내 지방, 체지방 함량이 LF군보다 높은 것으로 나타났다(Table 5).

실험 2 : Stress가 식이선택경향에 영향을 미치는지를 알고자 한 실험 2에서 온건한 저전류 stress를 받았던 실험군과 대조군의 모든 쥐들은 Fig. 2에서 보듯이 정상적 체중증가를 보여 실험 1에

Table 5. Empty carcass composition of rats of HF and LF groups<sup>1)</sup>

	Total wt.(g)	Protein(g)	Fat(g)	Water(% total wt.)
HF	398.3±9.4	43.3±4.3	143.7±9.1	57.0±6.5
LF	411.2±11.1	34.0±4.1	130.8±6.0	64.7±6.4

1) Mean±SE

There are no significant differences in all values between groups by student's t-test.

Table 6. Weights of brain, liver, E.F.P, kidney, intestine, thymus, and spleen of rats of stress experiment<sup>1)</sup> (g)

	Brain	Liver	E.F.P	Kidney	Intestine	Thymus	Spleen
Control gr.	1.99±0.03	11.88±0.56	8.16±0.75	8.05±0.25	3.07±0.13	0.29±0.02	1.41±0.13
Exp. gr.	2.06±0.02	13.78±0.75	9.64±1.29	8.79±0.32	0.29±0.12	0.29±0.02	1.49±0.05

1) Mean±SE

There are no significant differences in all values between control & experimental groups by student's t-test.

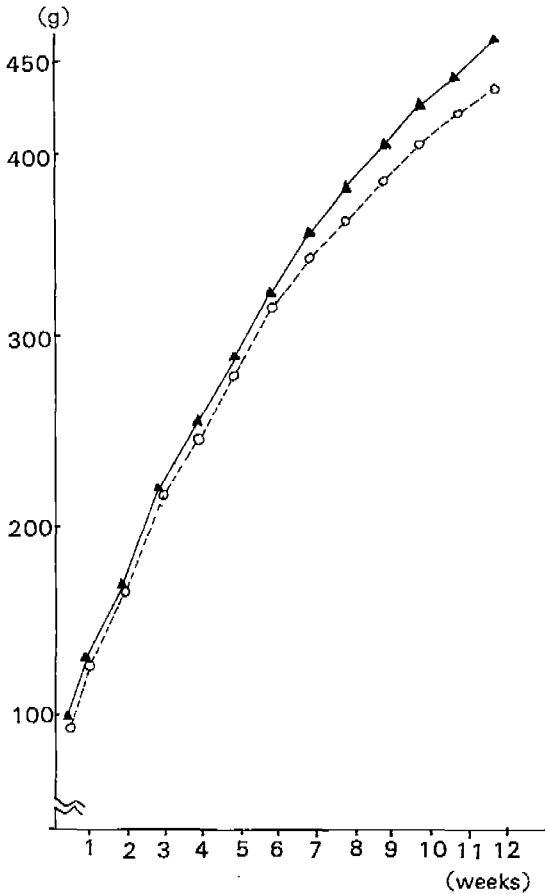


Fig. 2. Growth curves of the rats of experiment 2. (○····○ control group, ▲—▲ experimental group)

서와 마찬가지로 3가지 열량소를 따로 제공하여도 스스로의 성장발달을 위해 필요한 영양소를 적절히 선택, 조절하여 섭취할 수 있는 능력이 있음을 보였다. 그러나, 실험이 진행됨에 따라 점차로 실험군의 체중증가량이 대조군의 체중증가량보다 커지는 경향을 보였다. 또한 식이섭취량도 실험이 진행됨에 따라 실험군이 대조군에 비해 많아지는 경향을 보였다. 식이섭취량에 대한 각 열량소 섭취량의 무게비율을 Fig. 3에 나타내었는데 전체적으로 볼 때 실험군의 식이섭취량이 대조군에 비해 많았기 때문에 각 열량소의 섭취량도 마찬가지로 실험군의 섭취량이 대조군에 비해 높은 수가 많았다. 열량소별로 살펴보면 실험 12주중 8주까지

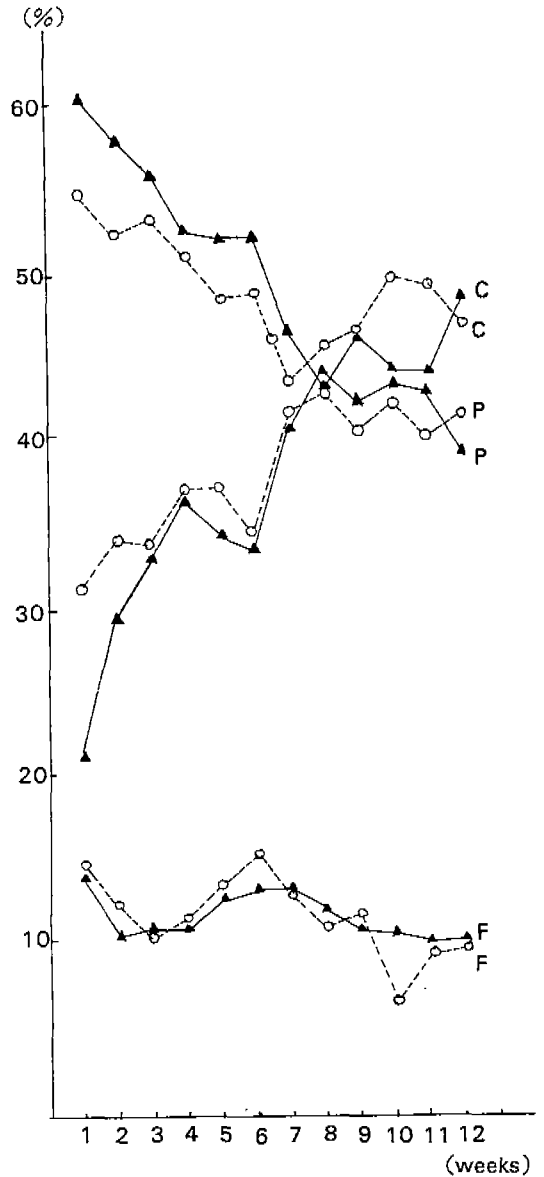


Fig. 3. Weight % of macronutrients intake of total food consumed in experiment 2. (○····○ control group, ▲—▲ experimental group) C, P, F; same as Fig 1.

는 단백질의 섭취량이 대조군에 비해 실험군이 많았고 지방의 섭취량은 실험 전기간동안 비슷하였다. 실험군과 대조군의 장기무게, 혈청내 성분 등은 Table 6에서 보는 바와 같이 뇌, 소장, 신장,

흰쥐의 3대 영양소 선택성향

Table 7. Total lipid, cholesterol, triglyceride in serum of rats of stress experiment<sup>1)</sup>

	(mg/100ml serum)		
	Total lipid	Cholesterol	Triglyceride
Control gr.	333.52± 31.45	143.39± 17.98	322.74± 29.44
Exp. gr.	360.90± 28.29	131.20± 17.63	321.06± 55.70

1) Mean± SE

There are no significant differences in all values between control & experimental groups by student's t-test.

Table 8. Empty carcass composition of rats of stress experiment<sup>1)</sup>

	Weight(g)	Protein(g)	Fat(g)	Water(% total wt.)
Control gr.	378.83± 8.71	35.26± 3.39	47.14± 4.67	53.20± 1.25
Exp. gr.	410.77± 15.61	39.70± 2.27	44.19± 4.01	57.70± 0.49

1) Mean± SE

There are no significant differences in all values between control & experimental groups by student's t-test.

E.F.P., 홍선, 지라의 무게는 두 군간에 유의적인 차이가 없었다. 혈청내 총성지방과 총지방함량은 실험군과 대조군 사이에 비슷하게 나타났으나, 혈청 cholesterol량은 실험군이 대조군보다 약간 낮게 나타났다(Table 7).

Empty carcass의 성분도 실험군과 대조군의 체단백질, 체지방, 체수분함량이 거의 비슷하게 나타났다(Table 8). 혈청내 지방함량과 empty carcass의 성분함량에 관한 결과가 실험 1, 2간에 차이를 보이는 것이 있었는데 이것은 실험시기가 다르고 실험조건이 달랐기 때문에 생긴 오차라고 생각된다. 그러나 같은 실험에서 실험군간의 상대적인 비교는 가능하다고 생각된다.

고찰 및 결론

흰쥐에서 탄수화물식이, 단백질식이, 지방식을 각각 한꺼번에 제공하여 스스로 선택하여 먹을 수 있는 기회를 주었을 때, 영양소의 선호경향에는 차이를 보였으나 정상적인 성장발달을 하였으므로 쥐들은 생리적인 필요에 합당하게 영양소를 선택, 조절하여 섭취하는 능력이 있음을 보였다. 그러나, 실험기간을 통하여 각 영양소와 총열량섭취량에 있어서는 각 개체간에 상당한 차이가 있었다. 정상쥐의 영양소 선택경향, 즉 식습관 형성과정을

살펴본 실험 1에서 각 영양소의 섭취비율은 변해도 총열량섭취량은 큰 차이가 없었는데 이것은 동물에게 총열량섭취량을 조절하는 기전이 있어 탄수화물을 많이 섭취할 때는 단백질 또는 지방섭취를 줄여 조절하는 것으로 보여진다. 다른 자유선택식이 실험에서도 총열량섭취량은 매우 일정한 것으로 나타났다<sup>3)4)18)</sup>. 모든 흰쥐는 정상적인 성장발달을 하였으므로 체중, 식이섭취량, 생화학적 분석결과에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 그러나 지방을 선호한 군(HF)이 탄수화물을 선호한 군(LF)에 비하여 혈청 총지방, cholesterol 함량이 더 높고, E.F.P.의 무게도 다소 높게 나타났으며 Empty carcass의 체구성 성분중에서도 체단백질 및 체지방 함량이 많은 경향을 보였다. 따라서 식이내 지방함량이 높을수록 체지방량과 혈청내 지방 수준이 높아 지방대사와 관련된 성인병의 위험이 증가한다고 보고한 김숙희<sup>19)</sup>의 보고와 그 외의 실험 결과들을 종합해 볼 때 총열량섭취량이 비슷하더라도 지방을 선호하는 식습관이 일생동안 계속되면 성인병 발생의 위험이 증가할 수 있다고 생각된다.

실험 2의 저전류 stress를 받은 쥐들도 정상적인 성장발달을 하여 stress를 받을 때도 쥐들은 각 개체에게 필요한 영양소를 선택, 조절하여 먹을 수 있는 능력이 있음을 보였다. Stress로 인해 식

이섭취량이 증가하였다는 보고들<sup>6)7)8)9)10)</sup>과 같이 본 실험에서도 지속적인 저전류 stress를 받은 실험군이 대조군에 비해 열량섭취량이 증가하고 체중도 약간 커지는 것을 보였으며, 그 차이는 실험기간이 진행됨에 따라 점차로 벌어졌다. Levine 등은 tail-pinch법을 이용하여 장, 단기간의 stress를 주었을 때 먹는 행위가 증가한다고 보고하였는데<sup>20)</sup> 이것은 stress가 시상하부의 dopaminergic 체계를 자극하기 때문에 이때 체내의 opioids가 개입된다고 설명하고 있다<sup>21)22)</sup>. Stress로 혈청 및 체구성성분 분석결과에 뚜렷한 차이는 볼 수 없었으나 장기간 stress를 받았던 군이 대조군에 비해 혈청 cholesterol 함량이 다소 낮았다. 이것은 극심한 stress에 노출되었을 때는 긴급사태로 인한 대사상의 필요량을 충족하기 위해 혈청내 cholesterol, 인지질, 지단백질 등이 증가하고 adrenal에 저장된 cholesterol의 양은 감소하며<sup>23)24)</sup> 장기간 stress에 노출되면 저장된 cholesterol이 고갈되어 혈청 cholesterol이 낮아진다는 보고<sup>25)26)</sup>와 일치한다. stress에 단기간 노출되었을 때는 혈청내 지방 및 지방산이 증가되고, 이로 인한 고지혈증, 고단백질혈증 등이 문제로 대두되지만<sup>23)24)</sup> 이런 stress 자체의 영향 이외에도 stress가 식이섭취량을 늘리는 경향이 있어 이로 인한 체중증가 및 체지방 저장량의 증가 등 비만으로 이르는 것이 더 큰 문제가 될 수 있는 것 같다.

본 실험의 결과로 보아 흰쥐는 자기에게 필요한 열량을 적절히 섭취할 수 있는 능력이 있지만, 각 개체간의 적은 차이는 존재하고 있음을 볼 수 있다. 이러한 영양소 혹은 열량섭취량의 차이가 장기적으로 혹은 일생동안 누적된 효과는 개체의 영양상태에 큰 영향을 끼칠 수 있으리라고 여겨진다. 또한 온건하게 지속된 stress가 식이섭취량을 증가시키고 이것이 노년에까지 지속된다고 할 때 이로 인한 체중증가나 비만에서 야기되는 현대인의 성인병 등의 원인이 되고, 노화 및 수명에도 영향을 미치게 된다고 할 수 있으므로 개체들의 식이선택경향 및 이에 영향을 미치는 환경인자에 대한 연구가 좀더 활발히 이루어지기를 바란다.

## Literature cited

- 1) Cannon WB. The wisdom of body. Rev NY : W.W. Norton, 1939
- 2) Hamilton CL. Physiologic control of intake. *J Am Diet Asso* 62 : 35-40, 1973
- 3) Chee KM, Romsos DR, Bergen WG. Effect of dietary fat on protein intake regulation in young obese and lean mice. *J Nutr* 111 : 668-677, 1981
- 4) Castonguay TW, Hartman WJ, Fitzpatrick EA, Stern JS. Dietary self-selection and Zucker rat. *J Nutr* 112 : 796-800, 1982
- 5) Kenler HA, Brolin RE, Cody RP. Changes in eating behavior after horizontal gastropasty and Roux-en-Y gastric bypass. *Am J Clin Nutr* 52 : 87-92, 1990
- 6) Morley JE, Levine AS, Rowland NE. Stress induced eating. *Life Sci* 32 : 2169-2182, 1983
- 7) Antelman SM, Szechtman H, Chin P, Fisher AE. Tail-pinch induced eating, gnawing & licking behavior in rats ; dependence on the nigrostriatal dopamine system. *Brain Res* 99 : 337, 1975
- 8) Rowland NE, Antelman SM. Stress induced hyperphagia and obesity in rats ; A possible model for understanding human obesity. *Sci* 191 : 310-311, 1976
- 9) Vaswani K, Tejwani GA, Mousa S. Stress induced differential intake of various diets and water by rat ; The role of the opiate system. *Life Sci* 32 : 1983-1996, 1983
- 10) Drewett MJ, Milner JS. Effects of electroconvulsive shock on food and water intake in the rat. *Physiol Behav* 19(2) : 341-343, 1977
- 11) Frings CS, Dunn RT. A colorimetric methods for determination of total serum lipid based on the sulfo-phosphovanillin reaction. *Am J Clin Pathol* 53 : 89-92, 1970
- 12) Seligson B. Standard method of clinical chemistry. NY Academic Press Inc. 1968
- 13) Neri BP, Frings CS. Improved method for determination of triglycerides in serum. *Clin Chem* 19 (10) : 1201-1206, 1973
- 14) Hawk PB, Oser BL, Summerson WH. Practical



흰쥐의 3대 열량소 선택성향

- physiological chemistry. *McGraw Hill Book NY* pp 1219-1223, 1965
- 15) Paik HS, Yearick ES. The influence of dietary fat and meal frequency on lipoprotein lipase and hormon sensitive lipase in rat adipose tissue. *J Nutr* 108 : 1798-1805, 1978
  - 16) Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification *Can J Biochem Phys* 37 : 911-917, 1959
  - 17) 박선민. 나이와 식이내 지방함량이 흰쥐의 체내 대사 및 면역능력에 미치는 영향. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문 1986
  - 18) Anderson GH, Leprohon C, Chambers JW, Co-seina DV. Intact regulation of protein intake during the development of hypothalamic or genetic obesity in rats. *Physiol Behav* 23 : 751-755, 197
  - 19) 김숙희. 지방영양. 민음사 393-400, 1984
  - 20) Levine AS, Morley JE. Stress induced eating in rats. *Am J Physiol* 241 : R72-R76, 1981
  - 21) Morley JE, Levine AS. Stress induced eating is mediated through the endogenous opiated. *Soci* 209 : 1256-1261, 1980
  - 22) Morley JE, Levine AS. The role of the endogenous opioids as regulators of appetite. *Am J Clin Nutr* 35 : 757-761, 1982
  - 23) Kissebah AH. Stress hormones and lipid metabolism. *Proc R Soc Med* 67 : 665-667, 1974
  - 24) Gittleman B, Shatin L, Bierenbaum ML, Fleisohman AI, Hayton T. Effects of quantified stressful stimuli on blood lipids in man. *J Nerv Ment Dis* 147 : 196-201, 1968
  - 25) Paul P, Holmes WL. Free fatty acid metabolism during stress ; exercise, acute cold exposure, and anaphylactic shock. *Lipid* 8 : 142-150, 1973
  - 26) Wolf S. Cardiovascular adjustments and serum lipid concentration in relation to the integrative funtion of the nervous system. In : Blumental HT Cowdry's Atherosclerosis. A survey of the problem. Thomas CC. 2nd ed 679-685, 1967