

식이섭취빈도수가 흰쥐의 성장 및 각 기관의 조성에 미치는 영향

정은희 · 이연숙 · 전승규*

서울대학교 농과대학 농가정학과 *농촌 영양개선 연수원

The Effect of Feeding Frequency on the Growth and Composition of Individual Organs in Rats

Eun Hee Jung, Yeon Sook Lee and Sung Kyu Chun *

Dept. of Home Economics, College of Agriculture, Seoul National National University

*Rural Nutrition Institute (O.D.)

= ABSTRACT =

The effect of feeding frequency on the growth and composition of individual organs in young and adult rats were investigated. Young and adult male rats were received 20% casein diet by one-meal, three-meals per day or ad libitum for 24 days. The rats were killed and analyzed with regard to the composition of individual organs. DNA, RNA, Protein, lipid and water content of the liver, kidney, spleen were determined. In both young and adult rats, the body weight gain of the three-meal group was similar to that of ad-lib. group, but the body weight gain and food intake of the one-meal group were lower than those of others. In case of young rats, DNA, RNA and protein content of liver, kidney and spleen was less in one-meal group than in ad-lib. group : their compositions per DNA were, however, similar in both instances. In case of adult rats, the weight of liver increased significantly and their composition per DNA except lipid increased in one-meal group, but the total DNA content in the liver did not show any significant difference. The size of stomach and intestine tend to increase in meal-feeding group, but the serum cholesterol showed no significant change.

서 론

최근 식이의 체내 이용율이 그 양과 조성뿐 아니라,

접수일자: 1984년 11월 6일

식이를 섭취하는 양식에 의해서도 영향받고 있음이 주목되고 있다. 즉 같은 식이라도 ad-libitum, meal-feeding 또는 force-feeding 등의 섭취방법에 따라서 체중과 체조성¹⁾²⁾³⁾, 기관의 크기⁴⁾⁵⁾, 위와 장관의 흡수

능력⁶⁾, thyroid 기능의 활성⁷⁾, 여러 조직 내의 gluco-neogenesis 와 lipogenesis 에 관련된 효소활성¹⁾⁸⁾⁹⁾ 및 basal oxygen consumption¹⁰⁾¹¹⁾, 단백질 합성능력¹²⁾¹³⁾ 그리고 혈중 지질 특히 콜레스테롤⁶⁾¹⁴⁾¹⁵⁾ 등이 영향받는 것으로 보고되어 왔다. 그러나 이러한 연구에서 얻어진 결과들이 섭취방법에 따른 체내 여러가지 대사 변 등에 대해서 반드시 일치된 결론을 제시하지는 못하고 있다. 이것은 실험에 이용된 동물의 종, 성장정도 및 식이의 종류, 급여방법, 또 실험동물의 사료섭취량 등의 차이에 기인하는 것으로 생각된다. 특히 성장정도에 따라 식이의 체내 대사에 대한 식이섭취방법의 영향은 상당히 다를 것으로 예상되지만 아직 검토된 바는 없다. Winick 등¹⁶⁾¹⁷⁾ 은 영양장애 및 식이의 제한이 성장기에 더욱 큰 영향을 미치는 것을 보고한 바 있다. 즉, 동물의 성장과 체조성의 변화는 성장기 동물인 경우, 세포의 수와 세포 크기의 변화를 반영하며, 성장완료기 동물의 경우는 주로 세포크기의 변화를 반영한다. 이러한 관점에서 본 연구는 성장기쥐 및 성인쥐에 있어서 식이섭취빈도가 성장과 각 기관의 조성, 특히 DNA 및 RNA 함량에 미치는 영향을 검토하였다. 즉 성장기쥐 및 성인쥐에게 정제식이를 정상적인 식이섭취양식인 ad-libitum feeding 과 1일 3회의 meal-feeding, 그리고 1일 1회의 meal-feeding의 섭취양식으로 급여하여 성

장 및 간, 신장, 비장등 장기의 단백질, 지방, 수분, DNA 및 RNA 함량을 측정, 비교하였다.

실험재료 및 방법

1) 실험동물 및 식이

체중이 약 60g인 흰쥐 Sprague Dawley 종 수컷 20 마리와 체중이 약 250g 되는 같은 종의 수컷 20 마리를 온도 24±2°C, 조명은 7:00 A.M.~7:00 P.M. 동안은 어둡게, 7:00 P.M.~7:00 A.M. 동안은 밝게 자동조절되는 실험동물 사육실에서 사육하였다. 실험동물은 stainless steel wire cage 에 1 마리씩 분리, 사육하였으며, 실험에 사용된 모든 기구는 1% 붕산수로 소독한 후 사용하였다. 실험동물 사육에 이용된 식이의 조성은 Table 1 과 같다.

2) 식이섭취방법

실험동물은 ad-libitum feeding, 1회 식이, 3회 식이의 3 군으로 나누어, meal-feeding 군들은 약 10 일간 식이를 일정기간 내에 섭취하도록 적응시킨 후, 24 일간의 본 실험에 이용하였다. ad-libitum (ad-lib.)군은 식이를 제한없이 자유롭게 섭취하도록 하였으며, 1회 식이 (one-meal) 군은 7:00 A.M.~10:00 A.M. 의 3 시간동안 1일 1회의 식이를 급여하였고, 3회식이 (three-meal) 군은 7:00 A.M.~8:00 A.M., 12:00 AM~1:00 P.M., 5:00 P.M.~6:00 P.M. 동안 1시간씩 1일 3회의 식이를 급여하였다. 식이섭취량은 매일 아침 일정한 시각에 측정하였으며, 3일마다 식이를 급여하기 전에 체중을 측정하여 체중증가율 및 사료효율을 계산하였다.

3) 사료채취 및 분석

(1) 사료채취

실험동물은 최종식이급여 후, 도살하기 전에 18시간 동안 절식시켰으며, ethyl-ether 로 마취시킨 후, 경동맥을 끊어 방혈에 의해 채혈한 다음, 즉시 해부하여 간, 신장, 비장, 위, 소장 등을 분리하였다. 분리한 각 장기는 생리적 식염수 (0.9% NaCl) 로 세정하고, 여과지로 표면의 수분을 제거하여 중량을 측정한 후, 분석에 이용하기까지 -60°C에서 냉동보관하였다.

(2) RNA 및 DNA의 정량분석

간, 신장, 비장의 RNA 및 DNA 함량측정을 위해 신선한 장기의 중량당 1:10 (w/v) 의 비율로 0.2M per

Table 1. Composition of diet

Ingredients	% of diet
Corn starch	70
Casein	20
Soybean oil	4.5
Cellulose powder	0.5
Mineral Mixture ^a	4.0
Vitamin Mixture ^b	0.8
Choline chloride	0.2

a. The mineral mixture based on the pattern of Rogers & Harper (1965) contained the following (g/kg mixture) : CaCO₃ 292.9 ; CaHPO₄ · 2H₂O 4.3 ; KH₂PO₄ 343.1 ; NaCl 250.6 ; MgSO₄ · 7H₂O 99.8 ; ferric citrate · 6H₂O 6.23 ; (NH₄)₂ Mo₇ O₂₄ · 4H₂O 0.025 ; CuSO₄ · 5H₂O 1.56 ; MnSO₄ · H₂O 1.21 ; ZnCl₂ 0.2 ; KI 0.005.

b. The vitamin mixture (per 100g mixture) : Vitamin A 50,000IU ; Vitamin D₃ 10,000IU ; Thiamin HCl 120mg ; Riboflavin 400mg ; Pyridoxin HCl 800mg ; Cyanocobalamin 0.05mg ; Niacin 600mg ; Choline 20,000mg ; Folic acid 600mg ; PABA 500mg ; Calcium pantothenate 500mg ; Inositol 600mg ; Vitamin K₃ 520mg ; Vitamin E 500mg ; Ascorbic acid 3,000mg.

chloric acid (PCA)를 혼합하여 Potter-Elvehjem Homogenizer로 균질화시킨 후, Schmidt법¹⁸⁾을 이용하여 분리하였으며, 분광광도계 (Double Beam Spectrophotometer, UV-200 S, Shimadzu, Japan)을 이용하여 RNA는 260nm, DNA는 595nm에서 측정하였다. Ribonucleic acid (Tokyo Chemical Industries LTD., Japan)와 Deoxyribonucleic acid Type IV (Sigma chemical Company, Japan)을 표준용액으로 각각 이용하였다.

(3) 일반 성분분석

수분함량은 건조법으로, 조지방함량은 Soxhlet법¹⁹⁾으로 측정하였으며, 단백질함량은 micro-kjeldahl법¹⁹⁾으로 측정하였다.

(4) 혈중 콜레스테롤 정량분석

채취한 혈액을 원심분리하여 혈청을 얻은 후, cholesterol C-Test kit(Wako Pure Chemical Industries, L.T.D, Japan)을 이용하여 총혈청콜레스테롤 함량을 505nm에서 비색정량하였다.

(5) 통계 처리

F-test와 LSD (Least Significant Difference) 검정으로 처리간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1) 성장과 식이섭취량

성장기 쥐의 체중과 식이섭취량 및 증체량을 Fig. 1에 제시하였다. ad-lib. 군과 3회 식이군의 식이섭취량 및 증체량은 전 실험기간동안 비슷하게 나타났으나 1회 식이군에서는 식이섭취량 및 증체량이 현저히 낮은 것으로 나타났다. 이것은 식이섭취량식에 의한 차이뿐만이 아니라, 제한된 시간내에 1일의 에너지필요량을 충족시킬 수 없었기 때문이라 본다. 한편 실험말기인 19~24일 사이에는 식이섭취량이 ad-lib.군의 71% 정도에 불과한데 비해 증체량은 ad-lib.군의 81% 정도로 나타나 다른 군보다 식이효율은 더 증가하는 경향을 나타냈다.

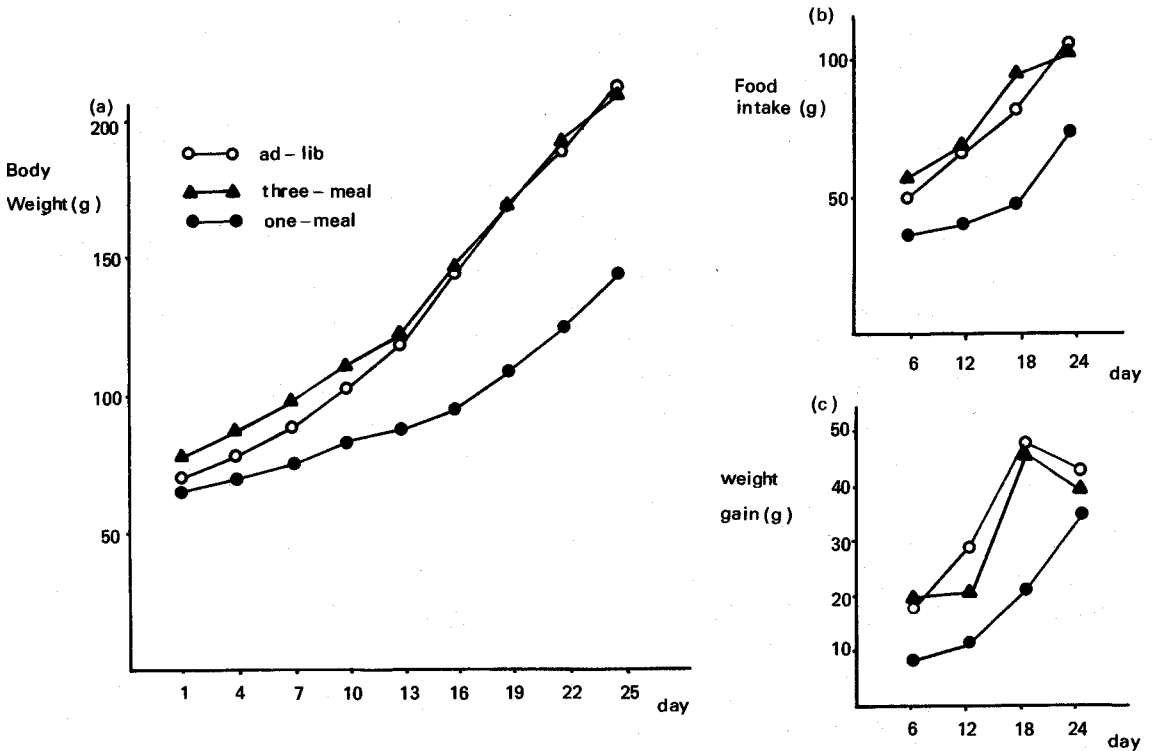


Fig. 1. Body weight (a), food intake (b) and weight gain (c) of young rats fed ad-libitum or meal-fed a complete diet.

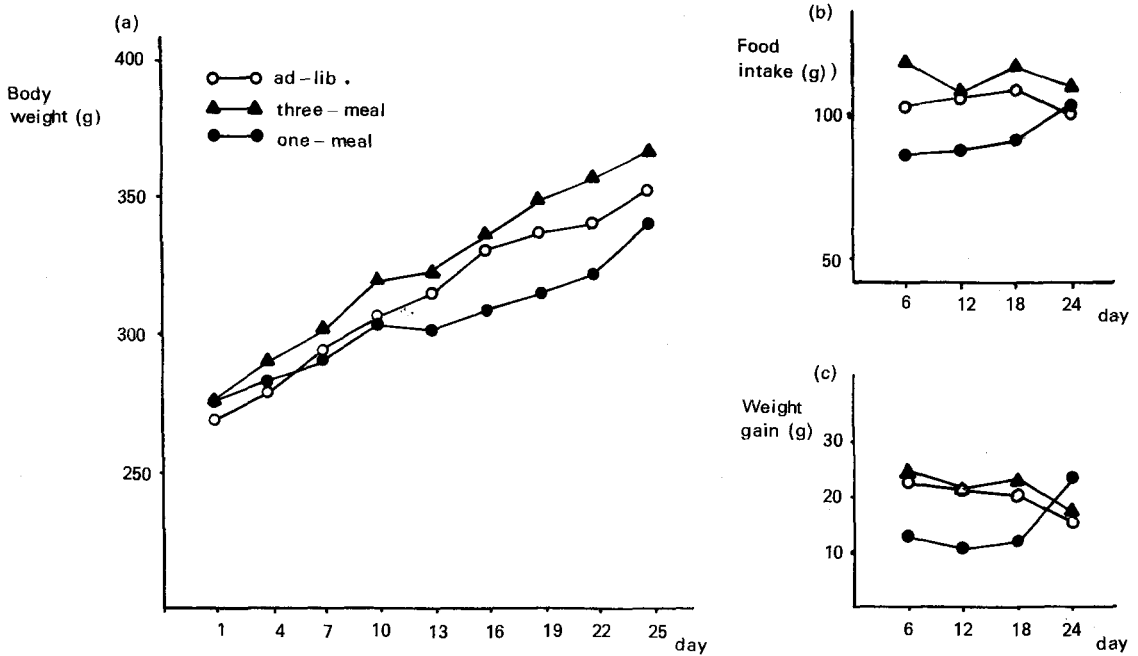


Fig. 2. Body weight (a), food intake (b) and weight gain (c) of adult rats fed ad-libitum or meal-fed a complete diet.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 성인쥐에서는 3회 식이군이 ad-lib. 보다 체중과 식이섭취량 및 증체량이 더 높게 나타났다. 1회 식이군은 실험초기에 식이섭취량이 적었음에도 불구하고 ad-lib. 군과 비슷한 체중을 나타냈으며, 실험말기에는 식이섭취량이 현저히 증가되어 다른 두 군과 비슷한 식이량을 섭취했는데, 이때 증체량은 다른 두 군에 비해 상당히 증가되었다.

이상의 결과에서 성장 및 식이섭취량에 있어서 동물의 성장정도에 따라 섭취양식에 대한 반응은 약간 다르게 나타났는데, 대체적으로 성장기 동물에 있어서는 meal-feeding에 의해 성장 및 식이섭취량이 감소하는 반면, 성장완료기 동물에서는 큰 변화를 보이지 않았다. 이는 성장정도에 따라 위의 용량 및 식이에 대한 적응도가 다름에 기인하는 것으로 생각된다. 한편 실험말기에 1회 식이군의 증체량이 현저하게 증가하는 것으로 보아 좀 더 장기간의 실험은 매우 흥미로운 결과를 나타낼 것으로 사료된다.

2) 간의 DNA와 RNA 함량 및 일반조성에 미치는 식이섭취양식의 영향

Munro와 Fleck²⁰⁾는 세포당 DNA 함량이 일정하

로 DNA 함량으로 세포수를 추정할 수 있으며, DNA 당 조직의 중량을 제산하여 세포의 크기를 추정할 수 있음을 지적한 바 있다. 이에 따라 본 실험에서는 DNA 함량의 변화를 세포수의 변화로 DNA 당 조직의 중량 및 각 성분의 변화를 세포 크기 및 세포당 조성의 변화로 추정하여 결과를 고찰하였다.

Table 2는 성장기 쥐에 있어서 식이섭취양식에 따른 간의 중량, DNA 및 일반 성분 조성을 나타낸 것이다. meal-feeding의 경우, ad-lib에 비해 간의 % body weight가 증가하는 경향을 보였으며, liver wt./DNA도 약간 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 DNA 함량 (DNA/liver wt.)은 오히려 ad-lib에 비해 감소하는 것으로 나타났으며, 이러한 경향은 1회 식이군에서 더욱 현저하였다. 한편 RNA/DNA, Protein/DNA, lipid/DNA, water/DNA 등은 식이섭취양식에 의해 거의 영향을 받지 않았다. 이상의 결과는 성장기에 있어서 간의 세포수의 발달이 meal-feeding의 식이섭취양식에 의해 저해되며 간의 크기 (% of body weight) 및 간세포의 크기 (liver wt./DNA)는 약간 증가하는 경향을 보인 것이다. Winick 등¹⁶⁾¹⁷⁾은 성장초기의 영양불량이

간의 세포분열을 현저히 저해하여 세포수가 감소되며, 이때 저해된 세포발달은 그 후의 충분한 영양공급에 의해서도 회복될 수 없음을 보고하여, 성장기의 세포발달의 저해가 회복될 수 없는 치명적인 것임을 시사했다. 따라서 본 실험의 결과, 일정기간내에 다량의 식이를 섭취하는 meal-feeding의 식이섭취양식에 의해서도

성장기 쥐의 간 세포수의 발달이 저해된다는 것은 매우 중요한 의미를 갖는다. 또 meal-feeding시, liver wt./DNA가 증가하는 경향으로 나타나, 간세포의 크기가 증대됨을 알 수 있는데, 이것은 meal-feeding에 의한 세포수의 감소로 인한 상대적인 증대효과를 볼 수 있다. 성장기 쥐의 간세포 조성을 DNA 당 각 성분으

Table 2. Weight and composition of liver from young rats fed ad-libitum or meal-fed a complete diet

	Ad-lib.	Three-meal	one-meal
Liver weight (g)	7.74±0.09 ^{a1)}	8.73±0.80 ^a	6.17± 1.30 ^b
% of body weight	3.67±0.16	4.05±0.33	4.07± 0.52
DNA (mg)	11.78±1.62 ^a	11.41±1.79 ^a	7.34± 1.11 ^b
DNA/Liver weight (mg/g)	1.60±0.12 ^a	1.31±0.22 ^b	1.22± 0.17 ^b
Liver weight/DNA (g/mg)	0.66±0.10	0.78±0.13	0.83± 0.12
RNA/Liver weight (mg/g)	9.71±1.68	8.48±0.78	8.81± 1.69
RNA/DNA	6.41±0.99	6.60±0.89	7.41± 0.95
Protein/Liver weight (mg/g)	0.20±0.03	0.19±0.02	0.19± 0.04
Protein/DNA	131.2±18.38	145.9±25.26	156.6±15.5
Lipid/Liver weight (mg/g)	0.04±0.01	0.04±0.00	0.03± 0.01
Lipid/DNA	26.84±5.78	27.50±5.25	24.31± 6.17

1) Mean±S.D

a.b. Values within a row not sharing a common superscript letter differ significantly (P<0.05).

Table 3. Weight and composition of liver from adult rats fed ad-libitum or meal-fed a complete diet

	Ad-lib.	Three-meal	one-meal
Liver weight (g)	8.50± 1.48 ¹⁾	9.70± 1.07	9.58± 0.81
% of body weight	2.46± 0.19 ^a	2.63± 0.13 ^a	2.79± 0.22 ^b
DNA (mg)	15.16± 2.02	17.24± 2.22	15.22± 2.10
DNA/Liver weight (mg/g)	1.80± 0.13 ^a	1.78± 0.10 ^a	1.59± 0.16 ^b
Liver weight/DNA (g/mg)	0.56± 0.04 ^a	0.56± 0.03 ^a	0.63± 0.05 ^b
RNA/Liver weight (mg/g)	8.92± 1.40	8.98± 0.79	8.40± 0.85
RNA/DNA	5.0± 0.30	5.08± 0.38	5.33± 0.63
Protein/Liver weight (mg/g)	0.20± 0.04	0.20± 0.02	0.20± 0.02
Protein/DNA	113.9±13.64	116.0±11.95	129.8±16.05
Lipid/Liver weight (mg/g)	0.05± 0.02	0.04± 0.01	0.03± 0.00
Lipid/DNA	25.08± 6.46 ^a	20.31± 2.71 ^b	19.62± 1.51 ^b

1) Mean±S.D.

a. b. Values within a row not sharing a common superscript letter differ significantly (P<0.05).

로 비교해 보면 유의적 차이는 없으나 RNA /DNA protein/DNA, water/DNA 은 약간 증가하는 경향을 나타냈는데, 조직내 RNA 함량은 단백질 합성율과 밀접한 관계를 가지고 있으므로²¹⁾ 이것은 체내 단백질 대사도 식이섭취양식에 의해 영향을 받음을 시사하는 것으로 본다.

Table 3은 성인쥐의 간의 중량, DNA 및 조성을 나타낸 것이다. ad-lib. 군에 비해 3회 식이군의 간의 % body weight는 거의 차이가 없었으나, 1회 식이군에서는 간의 % body weight가 유의적으로 증가하였다. 한편 DNA/liver wt. 를 보면 1회 식이군에서 유의적으로 감소하였는데, 이는 DNA 량 자체의 변화보다는 간 중량의 증가로 인한 상대적인 감소라고 본다. 또한 1회 식이군에서 liver wt./DNA (간세포의 크기)가 현저한 증가를 나타냈으며, 지질을 제외한 모든 DNA 당 각 성분이 증가하는 경향으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면, 성인쥐에 있어서 3회 식이군은 ad-lib. 군과 차이가 없으나, 1회 식이군에서는 간의 크기 및 간세포의 크기가 유의적으로 증대되었는데, 간 세포수 (DNA 함량)의 유의적 변화는 없었으므로 이는 세포크기의 증대 자체로 해석할 수 있다. 이와 같이 정상적인 경우보다 더 큰 세포에 대해서는 병리학적인 검토를 해 볼 필요가 있다.

본 실험결과는 meal-feeding의 식이섭취 양식이 동물의 간에 미치는 영향은 동물의 성장정도에 따라 각각 다른 의미를 가지며, 성장기에서는 성장 지연을 뜻하는 세포수의 감소를 초래하고, 성장완료기에서는 세포크기의 증대를 초래하여 성장완료기보다 성장기 동물에 훨씬 더 심각한 영향을 미침을 시사한다.

3) 신장과 비장의 DNA 및 RNA 함량에 미치는 식이섭취양식의 영향

Table 4는 성장기 쥐의 신장과 비장의 중량, DNA 및

Table 4. DNA and RNA contents of kidney and spleen from young rats fed ad-libitum or meal-fed a complete diet

Organ	Feeding pattern	Organ weight (g)	% of Body weight	DNA (mg)	Organ weight/DNA (g/mg)	RNA (mg)	RNA/DNA
Kidney	Ad-lib.	1.96 ± 0.31 ^{a 1)}	0.93 ± 0.04 ^a	3.57 ± 0.79 ^a	0.56 ± 0.09	11.15 ± 1.78 ^a	3.16 ± 0.36
	Three-meal	1.77 ± 0.15 ^a	0.82 ± 0.06 ^b	3.31 ± 0.65 ^{a,b}	0.55 ± 0.07	10.33 ± 1.09 ^a	3.18 ± 0.38
	One-meal	1.28 ± 0.23 ^b	0.85 ± 0.07 ^b	2.58 ± 0.65 ^b	0.52 ± 0.08	6.73 ± 1.37 ^b	2.72 ± 0.77
Spleen	Ad-lib.	0.60 ± 0.13 ^a	0.28 ± 0.03	6.36 ± 1.77 ^a	0.10 ± 0.01	4.83 ± 1.09 ^a	0.77 ± 0.08
	Three-meal	0.52 ± 0.04 ^b	0.24 ± 0.03	5.45 ± 1.41 ^a	0.10 ± 0.00	4.14 ± 0.45 ^a	0.76 ± 0.05
	One-meal	0.37 ± 0.08 ^b	0.24 ± 0.04	3.81 ± 1.52 ^b	0.10 ± 0.01	3.06 ± 0.92 ^b	0.83 ± 0.13

1) Mean ± S.D.

a. b. Values within a column not sharing a common superscript letter differ significantly (P < 0.05).

Table 5. DNA and RNA contents of kidney and spleen from adult rats fed ad-libitum or meal a complete diet

Organ	feeding pattern	Organ weight (g)	% of Body weight	DNA (mg)	Organ weight/DNA (g/mg)	RNA (mg)	RNA/DNA
Kidney	Ad-lib.	2.13 ± 0.23 ¹⁾	0.62 ± 0.05	3.82 ± 0.44	0.55 ± 0.05	22.72 ± 3.09	5.98 ± 0.78
	Three-meal	2.20 ± 0.15	0.60 ± 0.04	3.86 ± 0.89	0.59 ± 0.11	20.39 ± 1.93	5.45 ± 0.83
	one-meal	2.23 ± 0.22	0.65 ± 0.06	4.30 ± 0.70	0.53 ± 0.06	21.47 ± 2.85	5.02 ± 0.41
Spleen	Ad-lib.	0.67 ± 0.15	0.20 ± 0.05	5.82 ± 1.69	0.12 ± 0.02	5.35 ± 1.53	0.92 ± 0.09
	Three-meal	0.84 ± 0.28	0.26 ± 0.06	7.28 ± 2.58	0.12 ± 0.01	7.15 ± 2.45	0.98 ± 0.10
	one-meal	0.77 ± 0.18	0.22 ± 0.05	6.93 ± 1.57	0.11 ± 0.02	6.72 ± 2.97	0.95 ± 0.24

1) Mean ± S.D.

Table 6. Weights of intestine and stomach relative to total body weight of young and adult rats fed ad-libitum or meal-fed a complete diet

	feeding pattern	Intestine (g)	% of Body weight	Stomach (%)	% of Body weight
Young rat	Ad-lib.	2.81±0.39 ^a	1.34±0.11	0.86±0.07 ^a	0.41±0.07 ^a
	Three-meal	2.53±0.32 ^a	1.17±0.14	0.98±0.07 ^b	0.46±0.02 ^a
	One-meal	2.09±0.43 ^b	1.39±0.26	0.84±0.09 ^a	0.57±0.08 ^b
Adult rat	Ad-lib.	2.09±0.35	0.61±0.11	1.02±0.15 ^a	0.30±0.03 ^a
	Three-meal	2.24±0.14	0.61±0.06	1.10±0.15 ^a	0.30±0.03 ^a
	One-meal	2.19±0.13	0.64±0.04	1.20±0.05 ^b	0.35±0.02 ^b

1) Mean±S.D.

a. b. Values within a column not sharing a common superscript letter differ significantly (P < 0.05).

RNA 함량을 나타낸 것이다. 성장기 쥐의 신장과 비장에서 ad-lib. 과 3회 식이군은 큰 차이를 보이지 않으나, 1회식이군은 다른 군에 비해 유의적 차이를 나타냈다. 즉, 성장기 쥐에서 meal-feeding시, 신장의 % body weight 및 DNA 총량은 ad-lib.에 비해 감소하였으며, organ weight/DNA도 감소하는 경향으로 나타났다. 그러므로 meal-feeding시, 성장기 쥐의 신장은 세포수와 세포크기의 발달이 모두 저해되었음을 알 수 있다. 비장의 경우, 1회 식이군에서 비장의 중량, DNA 및 RNA 총량은 현저히 감소되었으나, organ weight/DNA은 ad-lib. 군과 차이가 없으므로, 성장기 쥐에서 1회식이군의 비장의 크기가 작아진 것은 단지 세포수의 감소에 기인한 것으로 생각된다.

Table 5는 성인쥐의 신장과 비장의 중량, DNA 및 RNA 함량을 제시한 것이다. 성인쥐의 신장과 비장은 식이섭취양식에 의한 유의적 변화가 없었다.

4) 소장과 위의 중량에 미치는 식이섭취양식의 영향

Table 6은 성장기와 성인쥐의 소장과 위의 변화를 나타낸 것이다.

1회 식이군의 경우, 성장기 쥐나 성인쥐에서 위의 % body weight가 각각 37%와 19%씩 유의적 증가를 보였다. 소장의 경우도 비슷한 경향을 나타냈으나 유의성은 없었다. 이런 결과는 한 번에 다량의 섭취량을 수용키 위한 체내 적응의 하나를 반영한 것으로 본다.

한편, 성장기 쥐와 성인쥐에서 혈청 콜레스테롤 함량을 측정했으나 유의적 차이는 볼 수 없었다.

본 연구결과, 성장기 쥐의 경우, 1회 식이군에서 '간의 세포수는 현저히 저하되었으나, 세포크기는 큰 변화가 없었으며, 성인쥐의 경우는 meal-feeding시, 간 세포수는 큰 변화가 없었고 세포크기는 증가하는 경향을 나타냈다.

한편, 본 실험에서는 성인쥐에 있어서 meal-feeding군의 간의 지질 함량이 ad-lib. 군보다 적은 것으로 나타났다. 이에 대해서는 여러 연구자들 사이에서도 일치된 결론을 제시하지 못하고 있다. 즉 Leveille⁸, Chakrabarty & Leveille⁹ 그리고 Kimura & Maji²² 등은 meal-feeding시에 간의 지질 함량이 증가함을 보고하였으나, Reeves & Arnrich 등²³은 오히려 meal-feeding군이 ad-lib. 군보다 간의 지질 함량이 더 적은 것으로 보고한 바도 있다. 또 Pocknee & Heaton²⁴은 섭취양식에 따른 간의 성분 차이는 없음을 주장하였다. 정²⁵도 간의 지질 및 총콜레스테롤, TG 함량은 식이급여방법에 의한 유의적 차이가 없음을 보고하였다. 이에 대해 특히 Cohn 등²⁶은 식이섭취양식이 체조직의 조성을 변화시키려면 에너지섭취량이 임계치 (threshold value)를 초과해야 함을 주장하기도 했다.

혈청콜레스테롤 함량은 본 연구의 실험결과 식이섭취양식에 따라 유의적 차이를 나타내지 않았으나, 여러 연구결과, 사람을 대상으로 한 경우에는 식이섭취 회수를 줄이면 혈청콜레스테롤 함량이 증가한다는 견해가 많다^{6,7,15}. 본 실험에서 식이섭취 양식에 따라 차이를 보이지 않는 것은 실험동물의 차이에 기인하는 것으로 생각된다. 대체로 3회 식이군은 ad-lib. 군과 큰 차이를 보이지 않거나, 1회 식이군보다 경미한 변화를 보이는 것으로 나타났다. 성인쥐보다 성장기 쥐가 식이섭취양식의 변화에 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났다.

요 약

동물의 성장정도에 따라 식이섭취양식이 성장 및 각 기관의 DNA와 RNA 함량에 미치는 영향을 검토하기 위

하여, 성장기와 성장완료기의 흰쥐에게 ad-lib. feeding 과 1일 3회 급여 그리고 1일 1회 급여등 3가지 섭취 양식으로 정제식이를 급여하여 비교하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1) 모든 실험동물에서 3회 식이군은 ad-lib. 군과 비슷한 증체량을 나타냈으나, 1회 식이군은 다른 군보다 낮은 증체량을 나타냈으며, 식이섭취량도 더 적었다.

2) 성장기 쥐의 경우, 1회 식이군은 ad-lib. 군에 비해 간, 신장, 비장 등 내장기관의 DNA, RNA, 단백질 함량이 감소되었으나, DNA mg 당 각 조성은 다른 군과 차이가 없었다. 한편, 성인쥐의 경우는 1회 식이군에서, 간의 크기가 현저히 증가되었으며 DNA mg 당 각 조성은 증가하였으나, 간의 DNA 함량은 유의적 차이가 없었다. 신장과 비장은 식이섭취양식에 의한 유의적 차이를 보이지 않았다.

3) 성장기 쥐와 성인쥐의 위와 소장은 meal-feeding에 의해 크기가 증대된 경향을 나타냈으며, 혈청콜레스테롤은 유의적 차이가 없었다.

본 결과는 식이섭취양식이 성장기 동물에서는 내장기관의 세포수에 크게 영향을 미치며, 성장완료기 동물에서는 내장기관 중 특히 간의 세포크기에 영향을 미침을 시사한다.

REFERENCES

- 1) De Bont, A.J., Romsos, D.R., Tsai, A.C., Waterman, R.A. & Leveille, G.A.: *Influence of Alterations in Meal Frequency on Lipogenesis and Body Fat Content in the Rat. Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 149: 849-854, 1975.
- 2) Romsos, D.R., Belo, P.S., Bergen, W.G. & Leveille, G.A.: *Influence of Meal Frequency on Body Weight, Plasma Metabolites, and Glucose and Cholesterol Metabolism in the Dog. J. Nutr.* 108: 238-247, 1978.
- 3) Heggeness, F.W.: *Effect of Intermittent Food Restriction on Growth, Food Utilization and Body Composition of the Rat. J. Nutr.* 86: 265-270, 1965.
- 4) Holečková, E. & Fábry, P.: *Hyperphagia and Gastric Hypertrophy in Rats adapted to Intermittent Starvation. Br. J. Nutr.* 13: 260-265, 1959.
- 5) Armstrong, M.K., Romsos, D.R. & Leveille, G.A.: *Time Sequence of Lipogenic Changes in Adipose Tissue of Rats when Converted from Ad-Libitum Feeding to Meal-Eating. J. Nutr.* 106: 884-891, 1976.
- 6) Fabry, P. & Tepperman, J.: *Meal Frequency - A Possible Factor in Human Pathology. Am. J. Clin. Nutr.* 23: 1059-1068, 1970.
- 7) Cohn, C.: *Meal-Eating, Nibbling, and Body Metabolism. J. Am. Diet. Ass.* 38: 433-436, 1960.
- 8) Leveille, G.A.: *Influence of Dietary Fat Level on the Enzyme and Lipogenic Adaptation in Adipose Tissue of Meal-fed Rats. J. Nutr.* 91: 267-274, 1967.
- 9) Chakrabarty, K. & Leveille, G.A.: *Influence of Periodicity of Eating on the Activity of Various Enzymes in Adipose Tissue, Liver and Muscle of the Rat. J. Nutr.* 96: 76-82, 1969.
- 10) Leveille, G.A. & O'Hea, E.K.: *Influence of Periodicity of Eating on Energy Metabolism in the Rat. J. Nutr.* 93: 541-545, 1967.
- 11) Fábry, P., Petrásek, R., Horáková, E., Konopásek, E. & Braun, T.: *Energy metabolism and growth in rats adapted to intermittent starvation. Br. J. Nutr.* 17: 295-301, 1963.
- 12) Yokogoshi, H. & Yoshida, A.: *Effects of Supplementation and Depletion of a Single Essential Amino Acid on Hepatic Polyribosome Profile in Rats. J. Nutr.* 110: 375-382, 1980.
- 13) Lee, Y.S., Naito, H. & Kametaka, M.: *The Effect of Force Feeding a Tryptophan-deficient Diet Arterio-Venous Difference of Plasma Amino Acids Across Skeletal Muscle of Rats. J. Nutr.* 109: 119-128, 1979.
- 14) Young, C.M., Hutter, L.F., Scanlan, S.S., Rand, C.E., Lutwak, L. & Simko, V.: *Metabolic effects of meal frequency on normal young men. J. Am. Diet. Ass.* 61: 391-398, 1972.
- 15) Gwinup, G., Byron, R.C., Roush, W.H., Kruger, F.A. & Hamwi, G.J.: *Effect of Nibbling Versus Gorging on Serum Lipids in Man. Am. J. Clin. Nutr.* 13: 209-213, 1963.
- 16) Winick, M. & Nobel, A.: *Cellular Response in Rats during Malnutrition at Various Ages. J. Nutr.* 89: 300-306, 1966.
- 17) Winick M. & Nobel, A.: *Cellular Response with Increased Feeding in Neonatal Rats. J. Nutr.*

- 91 : 179 -182, 1967.
- 18) Seiler, N. & Schmidt - Glenewinkel, T. : *Regional Distribution of Putrescine, Spermidine and Spermine in Relation to the Distribution of RNA and DNA in the Rat Nervous system.* *J. Neurochem.* 24 : 791~795, 1975.
- 19) AOAC : *Official method of analysis of the association of official analytical chemists.* 12th ed. Washington D.C., 1980
- 20) Munro, H.N. & Fleck, A. : "Mammalian Protein Metabolism." Vol. IV., P. 498. Acad. Press. New York & London, 1969.
- 21) Munro, H.N. & Fleck, A. : "Mammalian Protein Metabolism." Vol. III, p.161. Acad. Press, New York & London, 1969.
- 22) Kimura, T., Maji, T. & Ashida, K. : *Periodicity of Food Intake and Lipogenesis in Rats Subjected to Two Different Feeding Plans.* *J. Nutr.* 100 : 691 -697, 1970.
- 23) Reeves, R.D. & Arnrich, L. : *Influence of Frequency of Feeding Low Protein Diets on Lipid Metabolism in Adult Rats Recovering from Malnutrition.* *J. Nutr.* 104 : 118 -125, 1974
- 24) Pocknee, R.C. & Heaton, F.W. : *Changes in Organ Growth with Pattern. The Influence of Feeding Frequency on the Circadian Rhythm of Protein Synthesis in the Rat.* *J. Nutr.* 108 : 1266 -1273, 1978.
- 25) 정호영 : 고지방섭취시, 식이섭취 방법을 달리했을 경우 연령이 다른 흰쥐의 체내 지방대사에 미치는 영향. 한국영양학회 제 19차 학술대회 연례초록, p 32, 1984.
- 26) Cohn, C. & Joseph, D. : *Caloric Intake, Weight Loss and Changes in Body Composition of Rats Influenced by Feeding Frequency.* *J. Nutr.* 96 : 94 -100, 1969.