

성장 중인 쥐에서 칼로리 제한이 보상 성장 및 에너지 대사에 미치는 영향

양 양 한

제주대학교 자연과학대학 식품영양학과

Effect of Caloric Restriction at Different Periods on Subsequent Growth and Energy Metabolism in Growing Rats

Yang-Han Yang

Department of Food Science & Nutrition,
Cheju National University

Abstract

Effect of caloric restriction at different periods on subsequent growth and energy metabolism in growing rats have been investigated. The 56 male rats from Sprague-Dawley were divided into eight groups a' 7. Ia-b, IIa-b, IIIa-b and IVa-b were fed with low energy level(LEL; $34\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$) for 0, 8, 16 and 24 days respectively, and then the carcass composition of each control groups (Ia, IIa, IIIa and IVa) was determined. Meanwhile, the experimental groups (Ia, IIb, IIIb and IVb) fed with high energy level(HEL; $45\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$) for the various feeding periods have been reached 180g. The crude proteins of high and low energy levels of diets were 11.3% and 15.0%, respectively, and the intake of crude protein of LEL and HEL were 5.1g per metabolic body

weight. The daily weight gains of Ib, IIb, IIIb and IVb were 3.05g, 3.67g, 4.34g and 4.72g, respectively. The daily moisture depositions of Ib, IIb, IIIb and IVb were 1,807mg, 1,931mg, 2,391mg and 2,402mg, and the daily deposition of crude ash were 105mg, 141mg, 181mg and 133mg, and those of crude fat were 453mg, 788mg, 854mg and 970mg, and those of crude protein were 660mg, 475mg, 612mg and 750mg, respectively. The daily heat productions of Ib, IIb, IIIb and IVb per metabolic body weight were 618kJ, 574kJ, 553kJ and 522kJ, respectively.

Key words : rat, energy restriction, body composition, heat production

서 론

제한 급이란 일정 기간 식이를 제한하여 급여함을 말한다. 제한 급이후 식이를 비제한하여 급여 시는 대조군에 비해 식이 섭취량이 증가하며, 따라서 1일 증체량은 높고, 식이 요구율은 현저히 감소한다(Fried et al., 1983; Hill et al., 1984; Harris et al., 1984). 이 현상을 보상 성장이라 하는 데, 아직도 그 원인은 명확히 규명되고 있지 않다. Harris 등(1984)과 Szepesi 등(1976)은 식이 섭취량의 증가가 그 원인임을 지적하였으나, 비제한 기간중 대조군과 동량의 식이를 섭취하였을 때도 이 현상이 나타난다고 보고하고 있다(Fried et al., 1983; Boyle et al., 1978). 그리고 사람에서도 식이 제한으로 감소된 체중을 쉽게 회복하는 현상을 볼 수 있는데(Sohar et al., 1973; MacCuish et al., 1968), 이것을 요요 현상이라 한다. 그리고 보상 성장 기간에 체단백질이 증가했다는 보고가 있는 반면에(Waterlow, 1961; Jackson, 1984), 많은 인체 실험 및 동물 실험에서 체단백질보다는 체지방이 증가하였다고 한다. 그리고 MacLean과 Graham(1980)의 연구에서도 영양 결핍후 회복 단계에서의 체중 증가는 체성분중에서도 체지방의 증가에

기인하며, 무지방 기준으로는 회복군과 대조군간에 차이가 없었다고 한다. 본 실험에서는 에너지 제한 급여 기간을 달리했을 때, 체조성 및 에너지 대사가 대조군과 어떤 차이를 보이는지 규명하고자 했다.

재료 및 방법

1. 실험 계획

4주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐 60마리를 사육실에서 6일 동안 고에너지 수준($45\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)으로 급여하여 적응기를 둔 후, 56마리를 선발하여 7마리씩 8개군으로 나누었다. Ia군은 군편성후에, 그리고 Ib군은 20일간 고에너지 수준으로 급여후에, 체성분 분석을 위해 도살하였다. IIa군과 IIb군은 8일간 저에너지 수준($34\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)으로 급여한 후 IIa군은 도살하였고, IIb군은 16일간 더 고에너지 수준으로 식이를 급여한 후 도살하여, 체성분을 분석하였다. IIIa군과 IIIb군은 16일간 저에너지 수준($34\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)으로 급여한 후 IIIa군은 도살하였고, IIIb군은 14일간 더 고에너지 수준으로 식이를 급여한 후 도살하여 체성분을 분석하였다. IVa군과 IVb군은 24일간 저에너지 수준($34\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)으로 급여한 후 IVa군은 도살하였고, IVb군은 10일간 더 고에너지 수준으로 식이를 급여한 후 도살하여, 체성분을 분석하였다. 군편성시 실험 동물의 체중은 평균과 표준 편차를 비슷하게 조정하여 케이지에 한 마리씩 완전 임의 배치하였다. 그리고 식이 조성은 Table 1과 같다.

조단백질 함량은 고에너지 수준에서 11.3%, 저에너지 수준에서는 15.0% 가 되도록 식이를 배합

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

| Ingredient | Energy level ³⁾ | |
|----------------------------|----------------------------|-------|
| | Low | High |
| Casein | 144.6 | 116.4 |
| DL-Methionine | 8 | 6 |
| Corn starch | 610.4 | 640.6 |
| Sucrose | 100 | 100 |
| Cellulose | 40 | 40 |
| Corn oil | 50 | 50 |
| Vitamin mix. ¹⁾ | 10 | 10 |
| Mineral mix. ²⁾ | 35 | 35 |
| Choline chloride | 2 | 2 |

¹⁾AIN vitamin mixture(mg/kg mixture) : Thiamine · HCl 600, Riboflavin 600, Pyridoxine · HCl 700, Nicotinic acid(Nicotinamide is equivalent) 3,000, D-Calcium pantothenate 1,600, Folic acid 200, D-Biotin 20, Cyanocobalamine(Vitamin B₁₂) 1, Retinyl palmitate or acetate(Vitamin A) as stabilize powder to provide 400,000IU vitamin A activity or 120,000 retinol equivalents, Tocopheryl acetate(Vitamin E) as stabilized powder to provide 5,000IU vitamin E activity, Cholecalciferol(100,000IU, may be in powder form) 2.5, Menaquinone(Vitamin K, Menadione) 5, Sucrose finely powdered, to make 1,000

²⁾AIN mineral mixture(g/kg mixture) : Calcium phosphate, dibasic(CaHPO₄ · 2H₂O) 500, Sodium chloride(NaCl) 74, Potassium sulfate(K₂SO₄) 220, Magnesium oxide(MgO) 52, Manganous carbonate(43-48% Mn) 24, Ferric citrate(16-17% Fe) 3.5, Zinc carbonate(70% ZnO) 6, Cupric carbonate(53-55% Cu) 1.6, Potassium iodate(KIO₃) 0.3, Sodium selenite(Na₂SeO₃ · 5H₂O) 0.01, Chromium potassium sulfate [CrK(SO₄)₂ · 12H₂O] 0.55, Sucrose finely powdered, to make 1,000

³⁾LEL=low energy level ($34\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)

HEL=high energy level($45\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)

하였다. 그리고 두 에너지 수준에서, 모두 대사 체중(kg^{0.75})당 1일 5.1g의 조단백질을 급여하였다.

2. 실험 동물의 사육

실험 동물은 철제 케이지에 한 마리씩 사육하였으며, 체중은 2일마다 오전 8:00시에 동물저울을 이용해 측정하였다.

2일마다 측정된 체중을 기준으로 고에너지 수준(45g DM · kg^{-0.75} · d⁻¹)은 대사 체중당 1일 45g의 식이를 저에너지 수준(34g DM · kg^{-0.75} · d⁻¹)에서는 34g의 식이를 고형물 기준으로 계산하여 급여하였다. 아침 8:00 시에 식이통을 제거하여 섭취량을 측정하였고, 식이는 오후 3:00 시에 급여하였다.

실험 기간 동안 사육실 온도는 23±1°C로, 상대 습도는 50~70%로 유지하였고, 물은 임의로 섭취할 수 있도록 하였다.

명암 주기는 12시간 간격 (점등 시간 06:00~18:00, 소등 시간 18:00~06:00)으로 조절하였다.

실험이 끝난 쥐는 장내용물을 최소화하기 위해, 식이 섭취후 약 16시간 경과후 오후 2시에 chloroform으로 희생시켰다.

3. 시료 준비

실험이 끝난 후 -18°C에서 냉동 보관한 쥐를 1L의 밀폐 용기에 넣어서 Autoclave에서 121°C, 1 bar로 3시간 처리한 후 상온에서 식힌 다음, 균질기로 잘게 분쇄하였다. 분쇄한 시료에서 10~15g씩 2개 시료를 취하여 고형물 함량을 측정하였다. 그리고 냉동 건조할 때까지 나머지 시료를 -18°C의 냉동실에서 보관하였다. 냉동 건조한 시료를 다시 곱게 분쇄기로 분쇄하여 체성분 분석에 이용하였다.

4. 시료의 화학적 성분 분석

일반 시료의 고형물 함량은 3~4g의 시료를 105°C로 고정된 drying oven에서 항량이 될 때까지 수분을 증발시킨 후, 잔류물의 백분율로 구하였다. 균질기에서 분쇄한 쥐 시료는 10g~15g를 취하여 48~72시간 동안 건조시켜 고형물 함량을 측정하였다. 식이 및 시료의 조단백질, 조지방, 조지방 함량은 AOAC 방법에 따라서 측정하였

다. 조단백질 함량은 Kjeldahl 방법에 의해 N 함량을 구한 후 6.25를 곱하여 계산하였다.

5. 통계 분석

본 실험의 자료는 SPSS program을 이용하여 통계 처리 하였다. 모든 연속성 자료에 대해 Kolmogrov-Smirnov Goodness of Fit Test (K-T-Test)로 정규 분포 여부를 검정 하였으며, 정규 분포를 이루지 않은 자료에 대해서는 Dixon 극한치 제외 검정(Sachs, 1968)으로 극한치를 제외한 후, 정규 분포 검정을 다시 실시하였다. 각 군간의 유의성은 유의 수준 p<0.05에서 분산 분석한 후, 각 군의 평균치간의 유의성 검정을 Scheffe'-test로 하였다.

결과 및 고찰

1. 실험 경과

Table 2에 나타낸 결과와 같이 군 편성 후 평균 체중은 114.6~115.6g으로서 각 군간에 유사하게 편성되었다. 실험 종료시의 체중은 오전 8시에, 사후 체중은 오후 2시에 각각 측정하였는데, 이 체중의 차이는 날의 섭취와 분과 오줌의 배설에 의한 것으로 볼 수 있다.

2. 식이 섭취량, 일증체량 및 식이 요구율

각 군별 식이 섭취량, 일증체량 및 식이 요구율은 Table 3에 제시된 바와 같다. 일식이 섭취량은 군간에 유의차가 없었다. 일 증체량은 연령과 체중이 증가함에 따라 증가하였다. 식이 요구율은 일식이섭취량을 일증체량으로 나누어 계산하였다. 에너지 제한 기간이 길면 길수록 식이 요구율은 감소하는 경향을 보였다.

3. 체성분 측정

체수분, 조지방, 조지방 및 조단백질의 일축적량은 Table 4에 나타내었다. 각 체성분의 축적량은 각 군과 대조군과의 차이로 계산하였다. 그리고 각 체성분의 1일 축적량은 총체성분 축적량을 실험 일수로 나누어 계산하였다.

체수분, 조지방 및 조단백질의 1일 축적량은 군

Table 2. The change of body weight during experimental period¹⁾

| Group | Ia | Ib | IIa | IIb | IIIa | IIIb | IVa | IVb |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Energy level | H | H | L/- | L/H | L/- | L/H | L/- | L/H |
| Number of rat(n) | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Feeding period(d) | 0 | 20 | 8/- | 8/16 | 16/- | 16/14 | 24/- | 24/10 |
| Initial body weight(g) | | | | | | | | |
| mean | 114.6 ^a | 114.9 ^a | 115.6 ^a | 115.3 ^a | 115.3 ^a | 114.7 ^a | 115.0 ^a | 115.2 ^a |
| SD | 4.3 | 3.8 | 3.5 | 3.9 | 3.9 | 4.1 | 3.8 | 3.9 |
| Body weight in change of diet(g) | | | | | | | | |
| mean | | | | 112.5 ^a | | 115.9 ^{ab} | | 126.9 ^b |
| SD | | | | 7.0 | | 9.2 | | 6.2 |
| Final body weight(g) | | | | | | | | |
| mean | 114.6 ^a | 175.8 ^b | 117.3 ^a | 171.2 ^b | 120.0 ^a | 176.7 ^b | 128.1 ^a | 174.1 ^b |
| SD | 4.3 | 3.1 | 5.1 | 13.1 | 10.5 | 17.6 | 14.0 | 10.8 |
| Carcass weight(g) | | | | | | | | |
| mean | 111.5 ^a | 172.0 ^b | 114.3 ^a | 167.1 ^b | 117.3 ^a | 172.1 ^b | 125.2 ^a | 169.4 ^b |
| SD | 4.8 | 3.5 | 5.7 | 11.3 | 10.5 | 10.5 | 14.4 | 10.5 |

¹⁾ Values with different alphabet within a row were significant different at $p < 0.05$

²⁾ H=high energy level($45\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)
L=low energy level($34\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)

간에 유의차가 없었으나, 조지방의 일일 축적량은 에너지 제한 기간이 길면 길수록 많은 양이 축적되었다.

Jäger(1986)의 실험 결과에 의하면, 쥐를 저에너지 수준으로 5, 10, 15, 20, 30 및 40일간 급여하는 동안, 대조군에 비해 체지방량은 -2, -3.4, -3.3, -2.2, 0.4 및 3.0g의 변화가 있었다. 즉 체지방이

10일 동안만 감소하였고, 그 이후에는 서서히 증가하였는데, 이 현상을 유지 에너지의 감소에 기인한 것이라고 하였다.

Yang(1998)의 실험 결과에 의하면, 쥐를 고에너지 수준으로 60~90, 90~120, 120~150 그리고 150~180g 체중 범위에서 식이를 급여하는 동안, 체지방량은 대조군에 비해서 각각 2.64, 3.56, 3.86

Table 3. Feed intake, body weight gain and feed conversion¹⁾

| Group | Ib | IIb | IIIb | IVb |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Energy level ²⁾ | HEL | HEL | HEL | HEL |
| Number of rats(n) | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Feeding period(d) | 20 | 16 | 14 | 10 |
| Feed intake(g/d) | | | | |
| mean | 10.30 ^a | 10.19 ^a | 10.25 ^a | 10.67 ^a |
| SD | 0.18 | 0.49 | 0.65 | 0.44 |
| Body weight gain(g/d) | | | | |
| mean | 3.05 ^a | 3.67 ^{ab} | 4.34 ^{bc} | 4.72 ^c |
| SD | 0.17 | 0.40 | 0.66 | 0.67 |
| Feed conversion(g/g) | | | | |
| mean | 3.38 ^a | 2.78 ^b | 2.36 ^c | 2.26 ^c |
| SD | 0.23 | 0.18 | 0.26 | 0.25 |

¹⁾ Values with different alphabet within a row were significant different at $p < 0.05$

²⁾ HEL=high energy level($45\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)
LEL=low energy level($34\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)

Table 4. Deposition of chemical components in growing rats¹⁾

| Difference | Ib-Ia | IIb-IIa | IIIb-IIIa | IVb-IVa |
|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Energy level ²⁾ | HEL | HEL | HEL | HEL |
| Number of rats(n) | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Feeding period(d) | 20 | 16 | 14 | 10 |
| Deposition for | | | | |
| moisture (g) | 36.13 | 30.89 | 33.47 | 24.02 |
| (mg/d) | 1,806.5 ^a | 1,930.6 ^b | 2,390.7 ^a | 2,402.0 ^a |
| crude ash (g) | 2.09 | 2.26 | 2.53 | 1.33 |
| (mg/d) | 104.5 ^a | 141.3 ^a | 180.7 ^b | 133.0 ^a |
| crude fat (g) | 9.05 | 12.60 | 11.96 | 9.70 |
| (mg/d) | 452.5 ^a | 787.5 ^b | 854.3 ^b | 970.0 ^b |
| crude protein (g) | 13.20 | 7.60 | 8.57 | 7.50 |
| (mg/d) | 660.0 ^a | 475.0 ^a | 612.1 ^a | 750.0 ^a |

¹⁾Values with different alphabet within a row were significant different at p<0.05

²⁾HEL=high energy level(45g DM · kg^{-0.75} · d⁻¹)

LEL=low energy level(34g DM · kg^{-0.75} · d⁻¹)

및 6.64g으로, 150~180g 체중 범위에서 체지방이 급격히 증가하였는데, 이 현상을 연령과 체중이 증가함에 따라 유지 에너지가 감소하는 데에 그 원인이 있는 것으로 추정하고 있다.

Table 5는 대사 에너지 섭취량, 체지방 및 체단백질로 축적된 에너지, 그리고 열발생량을 대사 체중 기준으로 나타내고 있다. 체단백질 및 체지방의 에너지 함량은 Brouwer (1965)가 측정치인 각각 23.9kJ/g 및 39.8kJ/g을 이용하여 계산하였다. 고에너지 수준 식이 및 저에너지 수준 식이의

4. 에너지 급여 수준 및 에너지 대사

Table 5. Energy deposited for body fat and body protein, and heat production per metabolic body weight¹⁾

| Difference | Ib-Ia | IIb-IIa | IIIb-IIIa | IVb-IVa |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Energy level ²⁾ | HEL | HEL | HEL | HEL |
| Number of rats(n) | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Feeding period(d) | 20 | 16 | 14 | 10 |
| Mean of body weight(g) | 140.4 | 136.2 | 139.4 | 145.6 |
| ME intake (kJ · kg ^{-0.75} · d ⁻¹) | 765 | 765 | 765 | 765 |
| Energy deposited for | | | | |
| body fat (kJ · kg ^{-0.75} · d ⁻¹) | 78.0 ^a | 139.3 ^b | 148.4 ^b | 167.2 ^b |
| body protein (kJ · kg ^{-0.75} · d ⁻¹) | 68.7 ^{ab} | 49.9 ^a | 63.9 ^{ab} | 75.7 ^b |
| Heat production (kJ · kg ^{-0.75} · d ⁻¹) | 618.3 ^a | 574.4 ^b | 552.7 ^c | 522.1 ^d |

¹⁾Values with different alphabet within a row were significant different at p<0.05

²⁾HEL=high energy level(45g DM · kg^{-0.75} · d⁻¹)

LEL=low energy level(34g DM · kg^{-0.75} · d⁻¹)

대사 에너지 함량은 Brüggemann(1984)의 측정치 17.0kJ/g과 16.9 kJ/g을 이용하여 계산하였다. 1일 열발생량은 대사 에너지 섭취량에서 체지방과 체단백질로 축적된 에너지를 빼어 계산하였다.

Ib군, IIb군, IIIb 및 IVb군의 대사 체중당 1일 대사 에너지 섭취량은 각각 765kJ이었고, 체지방으로 축적된 에너지는 각각 78.0kJ, 139.3kJ, 148.4kJ 및 167.2kJ 이었으며, 체단백질로 축적된 에너지는 각각 68.7kJ, 49.9kJ 63.9kJ 및 75.7kJ이었다. 대사 체중당 1일 열발생량은 Ib군, IIb군, IIIb 및 IVb군에서 각각 618.3kJ, 574.4kJ, 552.7kJ 및 522.1kJ이었다.

양(1998)의 결과에 의하면 에너지 제한 기간이 길면 길수록 보상 성장기에 많은 에너지가 체지방으로 축적되었고, 대사 체중당 1일 열발생량은 감소하는 경향을 보였다. 또한 실험 동물에서도 에너지를 제한했을 때, 비제한한 대조군 보다 보상 성장기에 많은 에너지가 체지방으로 축적되었다는 보고가 많이 있다(Meyer and Clawson, 1964; Szepesi and Epstein, 1976; Harris and Widdowson, 1978; Ozelci et al., 1978; Okasaki et al., 1981; Dulloo and Girardier, 1993).

참고문헌

- Boyle, P.C., Storlien, L. H. and R. E. Keeseey, 1978. Increased efficiency of food utilization following weight loss. *Physiol. Behav.* 21: 261-264.
- Brouwer, E., 1965. Report of sub-committee on constants and factors, Energy metabolism, EAAP-publ., Academic Press, London, Nr.II: 441-443
- Brüggemann, E., 1984. Untersuchung an wachsenden Ratten zum Einfluß der Energie- und des kompensatorischen Wachstums auf den Proteinumschlag. Diss. Univ. Bonn
- Dulloo A. G. and L. Girardier, 1993. Adaptive role of energy expenditure in modulating body fat and protein deposition during catch-up growth after early undernutrition. *Am. J. Clin. Nutri.* 58: 614-621.
- Fried, S. K., Hill, J. O., Nickell, M. and M. DiGirolamo, 1983. Prolonged effects of fasting-refeeding on rat adipose tissue lipoprotein lipase activity: influence of caloric retraction during refeeding. *J. Nutr.* 113: 1861-1869.
- Harris, P. M. Widdowson, 1994. Deposition of fat in the body of the rat during rehabilitation after early undernutrition. *Br. J. Nutr.* 39: 201-211.
- Harris, R. B. S. and R. J. Martin, 1984. Recovery of body weight from below "set point" in mature female rats. *J. Nutr.* 114: 1143-1150.
- Hill, J. O., Fried, S. K. and M. DiGirolamo, 1984. Effects of fasting and restricted refeeding on utilization of injected energy in rats. *Am. J. Physiol.* 242: 318-327.
- Jackson, A. A., 1984. Nutritional adaptation in disease recovery. In: Blaxter K, Waterlwo, J. C. eds. Nutritional adaptation in man. London, John Libbey, 111-126.
- Jäger, K., 1986. Untersuchung an wachsenden Ratten zum Einfluß der Dauer einer zeitlich begrenzten Reduktion der Energiezufuhr auf den Proteinumschlag und den Stoffansatz. Diss. Uni. Bonn.
- MacCuish, A. C. Munro, J. F. and L. P. J. Duncan, 1968. Follow-up study of refractory obesity treated by fasting. *Br. Med. J.* I: 91-92.
- MacLean, W. C. and G. G. Graham, 1980. The effect of energy intake on nitrogen content of weight gained by recovering malnourished infants. *Am. J. Clin. Nutri.* 33: 903-909.
- Meyer, J. H. and W. J. Clawson, 1964. Undernutrition and subsequent realimentation of rats and sheep. *J. Anim. Sci.* 23: 214-224.
- Okasaki, S., Matsueda, S., Ohnaka, M. and Y. Niyama, 1981. Effects of various period of protein restriction immediately after weaning

- on subsequent catch-up growth in rats. *Nutr. Rep. Int.* 23: 471-484.
- Ozelci, A., Romsos, D. R. and G. A. Leveille, 1978. Influence of initial food restriction on subsequent body weight gain and fat accumulation in rats. *J. Nutr.* 108: 1724-1732.
- Sachs, L., 1968. *Statische Auswertungs methoden.* Springer verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Sohar, E. and E. Sneh, 1973. Follow-up of obese patients 14 years after a successful reducing diet. *Am. J. Clin. Nutr.* 26: 845-848.
- Szepesi, B. and M. C. Epstein, 1976. Effect of severity of caloric restriction on subsequent compensatory growth. *Nutr. Rep. Int.* 14: 567-574.
- Waterlow, J. C. 1961. The rate of recovery of malnourished infants in relation to the protein and calorie levels of diet. *J. Trop. Periatr.* 7: 16-22.
- Yang, Y. H., 1987. Einfluß von Alter, Lebendmasse und Fütterungsniveau auf den Stoffansatz bei wachsenden Ratten. *Diss. Univ. Bonn*
- 양양한, 1998. 에너지 제한 섭취 기간이 성장중인 쥐의 체조성 및 에너지 대사에 미치는 영향. *제주대학교 방사능이용연구소 연구보고* 12: 20-28.