

食餌制限이 後孫의 成長發達에 미치는 影響*

梨花女子大學校 家政大學 食品營養學科

金 賢 淑 · 金 淑 喜

The Effect of Maternal Dietary Restriction on the Growth and Development of Offsprings

Hyun Sook Kim and Sook He Kim

Department of Food and Nutrition Ewha Women's University, Seoul, Korea

= Abstract =

Thirty female and six male rats aged forty days were divided into two groups in order to feed them by pairfeeding for 50% dietary restriction in the pair group two weeks interval. Each group contains 15 female and three male rats matched each rat between two groups in consideration of body weight.

Two female groups, one fed by 50% restricted diet and other Ad Libitum were divided into four groups each by the duration of dietary restriction during pregnancy:

- First ten days dietary restriction at 50% level,
- Last ten days dietary restriction at 50% level,
- Dietary restriction at 50% level for full period,
- And dietary unrestriction for full period

Urinary total nitrogen and creatinine were determined.

The birth weights of offsprings were decreased partial and full period dietary restriction of pregnant rats. There was no significant difference in the litter size of progeny due to the maternal diets. The growth was stunted in offsprings from the mothers fed restricted diet at 50% level for full period of pregnancy. No effect in the body weight gain of offsprings was observed in account of partial period of maternal dietary restriction. The urinary nitrogen of offsprings from eight different groups did not show any statistically significant difference.

I. 緒 論

임신전이나 임신후의 어머니의 영양상태가 어머니 자신의 건강을 위해서나 태아의 건강을 위해서 중요하다고 여러학자들에 의해서 오래 전 부터 주장 되어 왔다.¹⁾³⁾⁸⁾¹⁰⁾¹⁷⁾¹⁸⁾²¹⁾

임신기간 동안에는 신체 전체의 생리적인 그리고 代謝上的 변화를 가져오고 있다. 그러므로 필수 영

양소들의 공급은 모체를 위해서나 자라고 있는 태아를 위해서 비례적으로 증가 되어야만 한다. 과거로부터 영양섭취와 일부의 영양상태와 자손의 영양상태간의 상관관계를 측정하기 위한 많은 연구가 행하여져왔다.¹⁾³⁾⁴⁾⁷⁾¹⁰⁾¹⁵⁾

이러한 연구 결과들은 일부의 병이나 병발증은 영양이 좋지않은 부인사이에 더 많다는 것을 보여 주고 있으며 모체의 영양과 출생하는 신생아의 건강상태 사이에는 명확한 상관관계가 있고 자손의 성장발달에도 영향을 미침을 밝혀 주고 있다.

* 1969. 3. 8 接受

본 실험에서는 임신동안의 영양상태 뿐만 아니라 임신전 모체의 영양상태가 자손의 성장발달에 어떠한 영향을 미치는가를 쥐 실험을 통하여 보고자 한다.

II. 實驗方法

1. 實驗材料 및 飼料

실험대상으로 生後 35~45일된 젓 떨어진 흰쥐를 암놈 30마리와 수놈 6마리를 구입하였다.

암수를 각각 식이를 제한하는 group (Restricted group)과 제한하지 않는 group (Unrestricted group) 두 group으로 initial body weight가 비슷하도록 분류하고 매 쥐마다 쥐장 사르그릇 물병을 각각 1개씩 준비하여 주었다.

본 실험에 사용한 사료성분은 [표 1]과 같다.

표 1: Composition of Diet

성분	백분율 (%)
Carbohydrate ①	64.9
Protein ②	19.9
Fat ③	4.4
Salt mixture ④	4.0
간유	+
Fat Soluble Vitamin	+
Water Soluble Vitamin ⑤	+

- ①: Cho의 Source는 Sugar와 Rice
- ②: Pro의 Source는 Casein과 Rice
- ③: Fat의 Source는 면실유와 Rice
- ④: Hegsted Salt Mixture에 의함⁽¹³⁾
- ⑤: [표 2]와 같다.

사료에 사용한 쌀은 찌서 건조 시킨후 가루를 내어 사용하였다.

물은 제한없이 주었으며 오물 처리는 매일 하였다.

2. 動物飼育

본 실험에서 사용한 동물사육은 Pair-feeding 방법에 의해서 사육하였다.

임신전에는 동물의 암컷 15마리씩 2 group으로 나누고 수컷 3마리씩 2 group으로 나누어서 2 group사이의 동물은 체중에 따라서 서로 짝을 지었다.

암컷 15마리와 수컷 3마리는 50% restricted diet에 의해서 사육하였다. Unrestricted group은 실험시작일에 사료 10g에서 시작하여서 10일째 되는날부터 20g씩 달아주고 restricted group은 2주를 간격으로 restricted diet과 recovery diet을 주었다.

Restricted group의 식이를 제한하는 동안은 Pair-

표 2: Water Soluble Vitamin wt/2kg Diet

성분	무게
Choline Chloride	4gr
Thiamine hydrochloride	20mg
Riboflavin	40mg
Nicotinic acid	240mg
Pyridoxine	20mg
Calcium pantothenate	200mg
Biotin	0.1mg
Folic acid	8mg
Inositol	1gr
Para-amino benzoic acid	200mg
Vitamin B ¹²	0.02mg

feeding으로써 Unrestricted group의 섭취량을 측정한 후 그양의 50%를 restricted group에 주었다.

임신동안의 식이제한은 성장하는 동안 Restricted group이 섭취한 restricted diet 섭취량의 1일 평균 약 8gr을 취하여 1일 섭취량으로 하였다.

임신기간 동안의 식이제한 종류에 따르는 group의 분류는 다음의 [표 3]과 같다. 임신전의 Unrestricted group과 Restricted group을 각각 임신동안 Full Restricted group, 임신초기 Restricted group, 임신 후기 Restricted group, Unrestricted group의 4 group으로 모두 8 group이 되었다.

Full-Restricted group은 임신 全期間 식이 제한한 group이며 임신초기와 후기의 Restricted group은 각각 임신前期와 後期에 식이 제한한 group을 말하고 Unrestricted group은 임신 全期間 식이제한을 하지 않은 group을 말한다.

표 3: 실험 group의 분류

임신전 group名	임신동안의 group名	비고
Unrestricted group	Full Restriction	임신 초기간식이 제한을 함
	임신초기 Restriction	임신前期 <
	임신후기 Restriction	임신後期 <
Restricted group	Unrestriction	초기간식이 제한을 하지않음
	Full Restriction	Unrestricted group의 비교난과 같음
	임신초기 Restriction	
	임신후기 Restriction	
	Unrestriction	

임신초기와 후기의 식이제한은 임신기간을 21일로 하여 처음 10日間을 初期로 하고 그 이후를 後期로 하였다.

授乳期間은 식이제한을 하지 않고 사료 20gr에서 시작하여 섭취량을 보아 차차 늘려 주었다.

새끼를 분리한 이후는 모든 group의 쥐에게 모두 정상 diet으로 식이제한을 하지 않았다.

3. 사료 섭취량

동물 사육법에 의하여 준 양을 매일 측정 하였다.

4. 체중

체중 측정은 체중의 상세한 변화와 새끼를 용이하게 낳고 새끼를 낳은 후의 사고를 방지 할수 있도록 친숙하기 위한 두가지 목적으로 매일 측정하였다. 임신기간 동안도 매일 측정 하였다. 새끼를 난후부터는 어미의 체중은 측정하지 않았으며 3주의 授乳기간 동안 새끼의 체중을 매일 측정하고 3주가 지난후 한마리씩 분리하고 4주째부터는 매주마다 체중을 측정하였다.

5. 繁殖

실험기간 14주가 지난후 交尾(mate)를 시작하였으며 mate는 같은 group間에 행하였다.

즉 Restricted group의 암놈은 Restricted group의 숫놈과 Unrestricted group의 암놈은 Unrestricted group의 숫놈과 mate하였다. 임신은 vaginal washing에서 sperm이 발견된후부터 임신기간으로 계산하였고 이때부터 임신동안의 실험 diet을 주었다. 새끼를 낳은후 곧 litter size와 birth weight를 측정하였다.

6. 尿分析

1) Urine collection

Mate하기전 실험쥐에 대한 urine collection은 실험 시작후 만 4주가 지나고 Restricted group에 대해 recovery diet을 행하는 동안과 13주와 14주 사이에 Restricted group이 restricted diet을 먹는 동안 Unrestricted group과 Restricted group 두 group에 대해 두번 노를 채취 하였다.

새끼쥐에 대한 urine collection은 1차로 젖 떨어진 후 8주와 9주 사이에 행하였다.

2) Nitrogen Balance 측정

Micro-Kjeldahl method에 의하여 측정하였다¹¹⁾.

3) Creatinine determination

Folin's method에 의하여 측정하였다¹²⁾.

7. 통계 처리 방법

모든 data는 통계적으로 처리 하였다. Data의 산술 평균과 표준오차를 구했고 분산분석법으로 통계학적인 유의성 검정을 t-분포를 사용하여 산출하였다²²⁾.

III. 結果 및 考察

환취 암놈 15마리와 숫놈 3마리씩 두 group 36마리를 대상으로 한 group은 Ad libitum diet으로 사육하고 한 group은 50%의 식이제한과 Ad libitum diet을 2주씩 교대로 행하였다.

두 group을 임신동안의 식이에 따라 Unrestricted group, 초기제한 group, 후기제한 group, Full-restricted group, 4 group으로 나누어 번식 시킨후 제2세의 성장발달에 미치는 영향을 본 실험결과는 다음과 같다.

1. 사료 취량

식이제한 하는 시기는 pair-feeding으로 50%의 식이제한을 행하였으므로 Restricted group의 사료섭취량은 Unrestricted group의 50%이다(표4, 그림1).

Restricted group의 쥐에게 recovery diet을 주는 동안은 Restricted group의 사료 섭취량이 Unrestricted group의 사료 섭취량보다 높았다.

특히 recovery diet을 주는 첫주는 두 group 사이에 차이가 심하였고 차차 차이가 적어짐을 알수 있다.

표 4: 어미의 飼料攝取量 단위 : gr.

group 週	어미의 飼料攝取量			
	UR(♀)	R(♀)	UR(♂)	R(♂)
1	89.0	44.5	90.0	45.0
2	119.7	59.5	127.1	63.6
3	115.4	119.5	124.1	130.6
4	113.1	114.6	118.5	121.9
5	115.7	111.1	126.0	128.2
6	114.6	62.3	136.6	75.9
7	111.8	55.9	136.3	68.1
8	112.2	144.1	140.7	155.0
9	109.8	112.5	140.1	140.0
10	106.3	53.9	130.4	55.6
11	107.4	65.2	137.4	68.7
12	108.1	132.9	129.7	139.4
13	99.0	102.6	134.1	136.5
14	87.2	45.4	119.8	61.8
평균	107.8	87.4	127.9	99.3

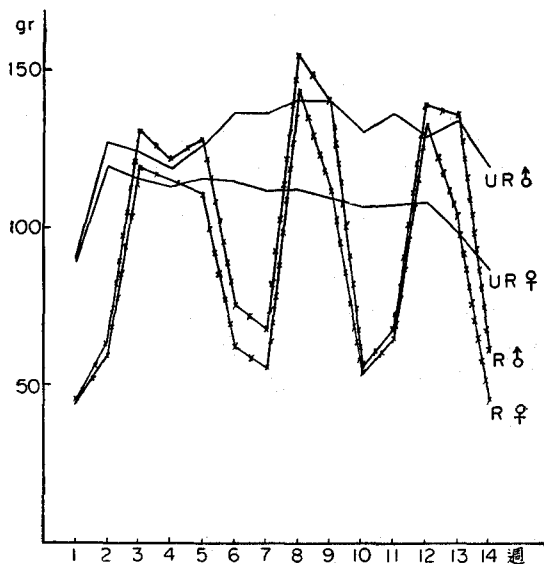


그림 1: 어미의 飼料섭취량

제 2 세의 사료 섭취량은 [표 5,6] 과 같으며 암컷에서 UR—UR (임신前 Unrestricted group 중 임신 동안의 Unrestricted group)이 가장 낮고 다음이 UR—FR (임신前 Unrestricted group 중 임신 동안의 Full-restricted group) 이었으며 UR—초기 (임신前 Unrestricted group 중 임신 동안의 초기제한 group)가 가장 컸다.

UR—초기를 제외하고는 Unrestricted group 들보다 Restricted group들의 사료섭취량이 컸으나 이러한 관계를 숫컷에서는 볼 수 없었다. 숫컷에서는 UR—FR이 가장 낮고 다음이 UR—UR 이었으며 UR—초기가 가장 컸다.

Chow와 Lee는¹⁴⁾식이 제한을 한 어미에게서 난 새끼의 체중當 평균 사료섭취량은 정상쥐보다 크다고 하였으나 본 실험에서는 일정한 상관관계는 없었다.

표 5:

새끼의 飼料攝取量 (♀)

단위 : gr.

	Unrestriction				Restriction			
	UR	초기제한	후기제한	FR	UR	초기제한	후기제한	FR
2	73.6	89.5	72.9	85.2	89.8	100.5	78.0	71.4
3	82.0	109.6	88.6	88.9	102.0	105.2	104.2	90.0
4	99.2	109.9	85.7	111.2	103.8	109.3	110.2	80.9
5	98.4	123.9	89.0	104.2	112.8	110.3	113.1	90.8
6	114.1	125.9	90.1	112.0	123.7	121.1	113.5	100.9
7	118.3	138.1	98.8	120.3	126.0	122.0	125.6	101.4
8	122.0	122.7	109.9	114.3	130.4	122.4	117.7	105.6
9	113.8	136.7	119.4	120.5	129.7	129.7	132.7	123.1
10	111.6	126.1	123.4	121.7	119.6	127.3	136.4	129.3
11	113.5	128.9	129.0	103.8	127.4	124.2	131.7	132.6
12	116.8	129.4	147.3	100.8	111.4	120.1	131.7	140.2
13	126.1	144.9	163.5	110.2	125.0	122.9	148.1	140.9
14	102.8	157.4	113.3	110.3	141.8	115.1	139.8	135.0
평균	107.1	126.4	110.1	108.0	118.7	117.7	121.7	110.9

표 6:

새끼의 飼料攝取量 (♂)

단위 : gr.

	Unrestriction				Restriction			
	UR	초기제한	후기제한	FR	UR	초기제한	후기제한	FR
2	83.1	91.1	84.3	88.3	88.9	91.3	82.7	72.8
3	103.7	124.4	109.9	102.8	117.2	112.1	109.8	97.0
4	120.6	133.7	116.5	117.2	121.0	129.9	118.2	107.8
5	131.6	131.9	119.1	116.7	114.8	131.5	129.1	121.8
6	133.5	137.9	126.6	129.9	134.8	134.1	125.2	125.6
7	135.4	142.2	136.9	133.6	123.6	135.6	135.4	136.1
8	129.7	134.5	135.1	124.8	132.8	135.4	132.1	137.3
9	138.4	135.1	134.6	119.5	139.5	133.0	136.2	139.4
10	133.5	134.6	140.0	134.9	140.0	135.5	145.9	134.9

11	133.9	131.9	156.9	130.3	152.1	138.6	147.8	141.5
12	154.9	162.6	194.0	148.6	149.8	167.9	156.3	197.1
13	159.5	174.3	167.3	156.2	149.2	186.5	189.7	169.4
14	156.1	183.9	173.2	157.2	172.2	173.3	152.0	179.2
평균	131.8	139.9	138.0	127.7	132.8	138.8	135.4	135.4

표 7: 어미의 체중 단위: gr.

group	UR(♀)	R(♀)	UR(♂)	R(♂)
initial	71.0	70.2	90.0	88.7
1	98.6	69.3	110.3	68.3
2	130.9	79.9	145.0	79.0
3	151.8	121.1	178.3	129.3
4	165.8	150.8	202.3	164.7
5	177.1	162.3	219.0	193.3
6	187.4	153.1	242.7	181.3
7	197.5	148.2	260.0	172.7
8	206.0	185.8	284.0	217.3
9	214.5	205.6	308.3	258.3
10	218.3	190.5	317.0	242.7
11	220.7	181.0	331.0	229.3
12	228.5	210.4	342.7	257.0
13	235.7	226.5	364.3	296.0
14	233.1	211.1	368.7	283.0

2. 체중

임신前 성장기의 체중변화는 [표 7]과 [그림 2]와 같다.

위에서 보는 바와 같이 임신前 성장기의 체중 증가는 사료 섭취량과 일치 하였다.

Unrestricted group은 지속적인 체중 증가를 보였으며 증가율은 암컷에서 보다도 수컷에서가 더 컸다.

암수 모두 2주 간격으로 제한식이를 주었을 때는 현저한 체중감소를 나타냈다가 recovery diet을 주는 동안의 체중증가는 상당히 급격했다.

표 8: 授乳期の 새끼 체중 단위: gr.

日	Unrestriction				Restriction			
	UR	초기	후기	FR	UR	초기	후기	FR
1	5.6	5.0	5.1	4.7	6.0	5.0	4.9	4.8
2	5.7	5.1	5.5	4.9	6.7	5.6	5.3	5.1
3	6.4	5.6	6.1	5.5	7.8	6.3	5.9	5.4
4	7.5	6.5	7.0	6.4	9.5	7.3	6.8	6.0
5	9.1	7.3	8.4	7.2	10.9	8.7	8.0	7.6
6	10.4	8.4	9.3	8.2	12.6	10.1	9.1	8.9
7	12.3	9.2	11.1	8.8	14.0	11.3	10.4	10.2
8	13.4	11.3	11.9	10.2	15.9	13.1	11.6	11.6
9	14.9	12.4	12.9	11.6	17.9	14.2	13.0	13.1

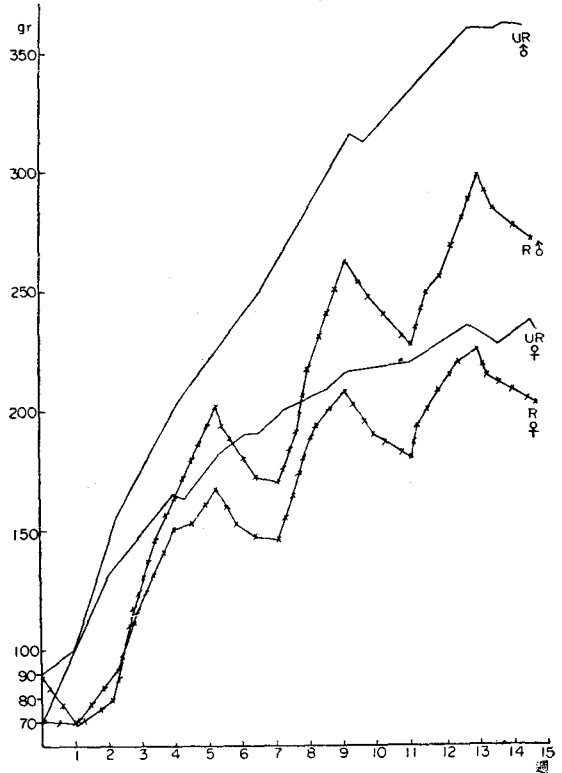


그림 2: 어미의 체중

Unrestricted diet의 group과 Restricted diet의 group과의 체중 증가율의 차이는 수컷에서 컸으며 암컷에서는 recovery diet을 주는 동안에는 거의 Unrestricted group에 가깝게 증가 했다.

제 2세의 각 group에 따른 체중변화는 [표8, 9, 10]

10	16.4	13.7	14.6	12.8	19.5	16.2	14.5	14.5
11	18.2	15.8	16.1	14.3	21.8	17.5	16.2	15.6
12	19.4	17.6	18.3	15.1	23.6	19.5	17.7	17.7
13	20.8	19.0	21.0	16.5	25.5	22.0	19.4	19.5
14	21.9	21.6	22.3	17.7	27.6	23.0	21.4	21.4
15	23.1	24.0	24.3	18.8	29.3	25.3	23.0	23.2
16	25.1	25.2	26.5	20.0	31.7	26.1	25.0	25.3
17	27.6	27.1	28.4	21.4	32.4	28.0	27.1	27.8
18	29.6	29.2	30.3	23.0	34.1	30.0	29.3	29.5
19	31.3	31.0	34.2	24.1	37.3	31.8	31.9	32.1
20	32.9	33.1	37.2	26.5	40.7	34.3	34.5	34.9
21	36.8	36.1	41.2	29.2	45.4	37.6	37.4	38.3

표 9:

새끼의 체중 (♀)

단위 : gr.

	Unrestriction				Restriction			
	UR	초기제한	후기제한	FR	UR	초기제한	후기제한	FR
initial	40.8	38.4	40.8	33.3	44.0	40.7	33.9	40.8
1	71.8	67.3	67.8	62.2	65.6	67.1	66.9	66.1
2	101.3	94.6	95.0	90.5	96.1	98.5	98.7	94.9
3	119.5	122.1	120.0	108.5	130.1	126.7	121.2	119.5
4	145.4	143.9	137.3	128.2	149.9	147.6	149.8	136.8
5	170.5	162.3	154.8	147.7	163.6	168.0	166.5	158.3
6	184.8	173.8	165.5	163.8	187.2	188.7	172.8	169.0
7	194.8	199.8	179.3	171.7	207.8	204.9	189.6	182.5
8	206.5	206.2	192.5	182.3	212.8	207.5	188.3	195.8
9	212.8	211.9	198.8	189.7	222.5	223.0	189.9	204.1
10	221.0	221.8	215.7	204.2	234.8	234.6	206.4	208.9
11	227.5	224.4	219.0	213.0	238.0	237.6	223.4	216.6
12	228.4	232.7	231.0	215.3	242.8	243.8	227.3	229.1
13	229.4	234.0	236.7	212.3	247.4	244.5	226.9	230.9
14	235.3	238.9	236.0	220.8	252.2	248.0	229.3	232.9

표 10:

새끼의 체중 (♂)

단위 : gr.

	Unrestriction				Restriction			
	UR	초기제한	후기제한	FR	UR	초기제한	후기제한	FR
initial	41.2	37.9	43.1	33.6	44.2	41.2	42.4	39.9
1	72.3	68.5	71.6	63.3	82.0	69.4	72.4	66.5
2	112.6	98.6	109.3	99.4	119.7	109.1	110.8	100.5
3	145.0	135.2	145.7	134.8	161.5	147.6	140.8	132.6
4	168.5	176.9	185.1	171.4	192.0	187.1	189.8	173.5
5	229.4	208.1	222.8	195.2	216.5	217.3	224.3	220.6
6	244.5	230.8	242.1	219.0	235.2	247.0	236.6	245.6
7	260.1	258.1	262.1	238.1	251.2	268.7	260.3	275.0
8	272.0	254.4	287.9	254.1	262.8	265.9	275.3	294.7
9	280.2	259.1	290.3	246.5	290.2	272.5	262.6	296.7
10	285.7	285.7	289.4	262.4	300.2	288.2	269.3	295.3
11	295.6	298.7	294.4	279.9	314.0	294.1	285.4	300.7
12	313.7	328.1	321.8	288.5	352.7	322.4	298.3	341.4

13	321.7	339.2	340.3	311.2	363.3	340.5	329.5	356.7
14	344.1	353.1	361.8	329.8	383.0	364.6	343.0	373.8

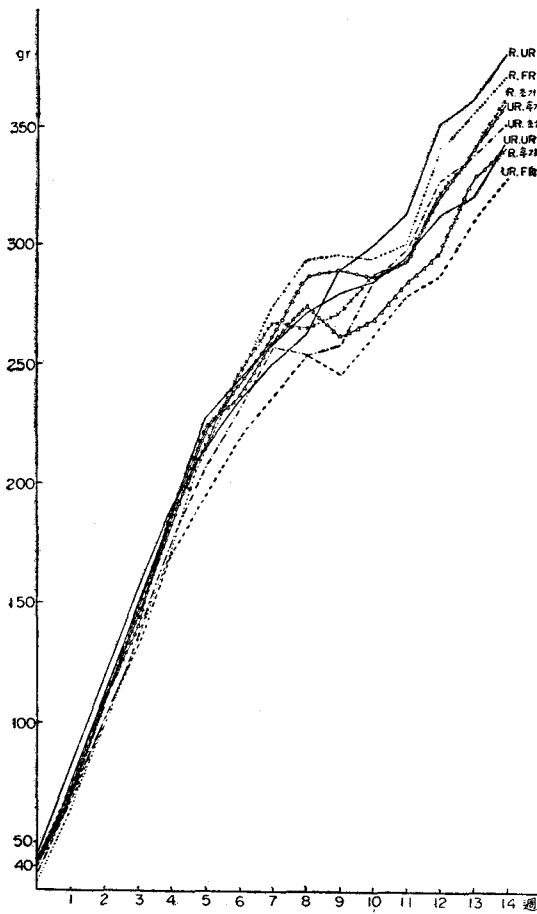


그림 3 : 새끼의 체중(♀)

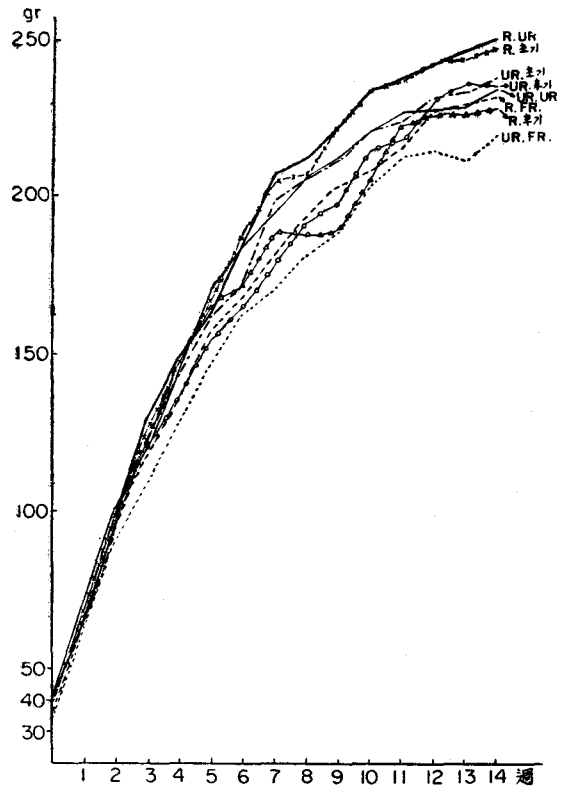


그림 4 : 새끼의 체중(♂)

과 [그림 3.4]에서 나타내고 있다. [표8]은 첫떨어지기전 3주동안 매일매일의 체중변화이며 R-UR (임신前 Restricted group 중 임신동안 Unrestricted group)이 3주동안 계속해서 체중이 다른 group 보다 월등히 컸고 UR-FR은 나머지 7 group에 비해 체중이 훨씬 적었다.

UR-UR group은 R-UR을 제외한 다른 group 보다 첫 10일간은 우위를 차지했으나 나머지 기간은 R-UR, UR-FR을 제외한 6 group이 비슷하였다.

전체적으로 R-UR group이 R-FR(임신前 Restricted group중 임신동안에 全期間을 식이제한한 group) 보다도 컸고 UR-UR이 UR-FR 보다 컸다.

또한 R-UR, R-FR 보다도 UR-UR, UR-FR이 체중이 떨어졌다.

R-초기(임신前 Restricted group중 임신동안 初期에 식이제한한 group)와 R-후기(임신前 Restricted

group중 임신동안 後期에 식이제한한 group)의 체중이 R-UR보다 떨어졌으나 UR-후기(임신前 Unrestricted group중 임신동안 後期에 식이제한한 group)는 오히려 UR-UR 보다도 컸다.

임신동안의 Unrestricted group들과 Full-Restricted group들에 있어서는 Venkatachalam과 Remanatham¹⁹⁾의 실험에서 태어나기전이나 첫배기전에 protein이 결핍된 쥐는 첫떨때의 체중이 정상쥐보다 낮았다고 한 결과와 일치하고 있으나 임신동안의 초기와 후기의 식이제한에서는 이러한 관계를 찾아볼 수 없었다.

[표10, 11] [그림3, 4]는 첫떨어진후 14주간의 체중 변화이다.

암컷에 있어서는 첫떨어진후 2주째까지는 각 group 사이에 심한 체중의 차이는 없었고 UR-FR group이 둘째주부터 나머지 7 group 보다 현저히 떨어져 14주까지 最下位의 체중을 유지하였다.

R-UR, R-초기 두 group이 나머지 6 group보다 시종 체중증가가 컸으며 7주째부터 뚜렷하게 다른 group

과 차이가 있었다.

그러나 R-UR group의 14주째의 최종체중이 R-초기 group보다 컸다.

UR-UR group은 좋은 체중 증가를 보였으나 R-UR, R-초기 group에는 떨어졌고 12주째부터는 UR-초기, UR-후기, R-FR, R-후기 group과 비슷하였다.

14주째의 최종체중은 UR-UR, UR-초기, UR-후기 R-FR, R-후기의 5 group이 비슷하였다.

숫컷에 있어서는 R-UR group이 initial에서부터 4주까지 10주에서 14주까지 다른 group보다 체중이 월등히 컸다.

암컷에서와 마찬가지로 UR-FR group은 8 group 중 最下位의 체중을 유지 하였으며 5주부터는 다른 7 group의 체중보다 훨씬 떨어졌다.

R-FR group은 4주까지는 UR-FR group과 비슷한 수준을 유지하였으나 5주째부터는 증가가 커져 10주째부터는 R-UR 다음순으로 R-UR group을 제외한 나머지 6 group보다 컸다.

R-UR, R-FR, UR-FR, 3 group을 제외한 UR-UR UR-초기, UR-후기, R-초기, R-후기, 5 group은 5주까지는 거의 차이가 없고 6주부터 약간의 차이를 나타내기 시작 하였다. 그러나 R-초기, UR-후기는 14주까지는 체중이 거의 같았고 UR-UR과 R-후기가 14주째는 거의 비슷하였다. 종합적으로 젖떨어진후 14주후의 최종체중에 있어서 암컷에서는 UR-UR group이 UR-FR group보다 크고 R-UR group이 R-FR보다 컸다.

R-UR group이 UR-UR group보다 크고 R-FR이 UR-FR보다 컸으나 R-FR은 UR-UR보다 적었다.

숫컷에서도 암컷에서와 마찬가지로 UR-UR group과 UR-FR group, R-UR group과 R-FR group 사이에는 체중의 차이가 있었고 R-UR group이 UR-UR group보다 체중이 크고 R-FR이 UR-FR보다 컸으며 R-FRgroup의 체중이 UR-UR group 보다도 컸다. 여러 쥐실험에서 임신 수유동안의 식이제한은 새끼에게 젖 떨어진후 사료를 Ad libitum으로 섭취시켜도 새끼의 성장발육의 방해를 초래했고 임신동안만 식이제한을 했을 경우에도 나타났다.⁵⁾⁶⁾⁹⁾¹⁴⁾¹⁹⁾

이러한 실험결과들은 본 실험에서 임신동안의 Full-Restricted group들이 Unrestricted group들보다 체중이 적은것과 일치하고 있다.

또한 Chow⁵⁾의 실험에서 임신전의 식이제한은 새끼 성장에 영향을 주지 않았다.

본 실험에서도 임신전 Restricted group들의 새끼 체중이 오히려 Unrestricted group보다 컸으므로 임신전의 식이제한이 새끼 성장에 영향을 주었다고 할

수 없다.

또한 Chow와 Lee⁶⁾는 모체의 영양상태가 자손의 미래발육에 중요성을 미치는 것은 다만 후반기라고 한다고 하였다.

본 실험결과는 숫컷에서 UR-후기가 UR-초기 보다 컸으며 임신전 Unrestricted group에 있어서 임신 초기와 후기제한 group이 Control group보다 암수 모두 체중이 컸다. Restricted group에서는 초기와 후기제한이 Control 보다 적었으며 암컷에서 R-후기는 R-FR보다 적고 숫컷에서는 R-FR이 R-UR 다음 이었다.

이러한 결과로 임신초기와 후기의 식이 제한이 자손의 미래발육에 장애를 일으켰다는 뚜렷한 증거를 찾을 수 없었다. 이러한 임신동안의 부분적인 식이

표 11: 어미의 Protein Efficiency Ratio

group	UR(♀)	R(♀)	UR(♂)	R(♂)
1	1.55	-0.10	1.13	-2.27
2	1.36	0.89	1.37	0.84
3	0.91	1.73	1.35	1.93
4	0.62	1.30	1.02	1.46
5	0.49	0.55	0.67	1.12
6	0.45	-0.74	0.87	-0.79
7	0.45	-0.40	0.64	-0.63
8	0.38	1.31	0.86	1.45
9	0.39	0.88	0.87	1.47
10	0.18	-1.41	0.34	-1.41
11	0.11	-0.73	0.51	-0.98
12	0.36	1.11	0.45	1.00
13	0.37	0.79	0.81	1.43
14	-0.15	-1.71	0.18	-1.06
平均	0.35± 0.123	0.25± 0.291	0.79± 0.090	0.25± 0.366

제한은 출생후 Ad libitum diet을 줌으로써 회복될 수도 있을 것이다.

3. 단백질 효율(Protein Efficiency Ratio)

어미의 단백질 효율은 [표11]과 같다. Restricted group이 식이제한을 당하고 있는 동안은 negative의 P.E.R. Value를 나타내고 있으며 recovery diet과 restricted diet에 따라 심한 차이를 나타내고 있으나 최종평균에 있어 각 group간에 유의적인 차이는 없었다.

제 2세의 단백질 효율은 [표12]와 [표13]에 나타난 바와 같으며 전체적으로 처음의 P.E.R. Value가 가장 높았고 성장함에 따라 P.E.R. Value가 낮아졌다.

표 12:

새끼의 Protein Efficiency Ratio (♀)

	Unrestriction				Restriction			
	UR	초기제한	후기제한	FR	UR	초기제한	후기제한	FR
2	2.02	1.53	1.88	1.66	1.70	1.57	2.05	2.03
3	1.12	1.26	1.42	1.02	1.67	1.35	1.09	1.38
4	1.31	1.00	1.01	0.89	0.96	0.96	1.31	1.07
5	1.28	0.74	0.99	0.94	0.61	0.93	0.74	1.15
6	0.63	0.46	0.60	0.72	0.96	0.86	0.28	0.53
7	0.43	0.94	0.70	0.33	0.82	0.67	0.67	0.67
8	0.48	0.27	0.60	0.47	0.19	0.11	-0.06	0.63
9	0.28	0.21	0.26	0.31	0.38	0.60	0.06	0.34
10	0.37	0.39	0.69	0.60	0.52	0.46	0.61	0.19
11	0.28	0.10	0.13	0.43	0.13	0.12	0.65	0.29
12	0.04	0.32	0.41	0.11	0.22	0.26	0.15	0.45
13	0.04	0.05	0.18	-0.14	0.18	0.03	-0.01	0.06
14	0.29	0.16	-0.03	0.39	0.17	0.15	0.09	0.07
평균	0.66±0.165	0.57±0.132	0.68±0.150	0.59±0.128	0.65±0.158	0.62±0.137	0.59±0.170	0.68±0.161

표 13:

새끼의 Protein Efficiency Ratio (♂)

	Unrestriction				Restriction			
	UR	초기제한	후기제한	FR	UR	초기제한	후기제한	FR
2	2.44	1.66	2.24	2.05	2.13	2.18	2.33	2.34
3	1.57	1.48	1.66	1.73	1.79	1.73	1.37	1.66
4	1.81	1.57	1.70	1.57	1.27	1.52	2.09	1.90
5	1.56	1.19	1.59	1.03	1.07	1.15	1.34	1.95
6	0.57	0.83	0.77	0.92	0.70	1.11	0.49	1.00
7	0.58	0.96	0.74	0.72	0.65	0.80	0.88	1.08
8	0.46	-0.14	0.96	0.65	0.44	-0.10	0.57	0.72
9	0.30	0.17	0.09	-0.32	0.98	0.25	-0.47	0.07
10	0.21	0.99	-0.03	0.59	0.36	0.58	0.23	-0.05
11	0.37	0.50	0.16	0.68	0.49	0.21	0.55	0.19
12	0.59	0.91	0.71	0.29	1.30	0.85	0.41	1.04
13	0.25	0.32	0.56	0.73	0.36	0.49	0.82	0.45
14	0.72	0.38	0.62	0.59	0.57	0.70	0.45	0.48
평균	0.88±0.199	0.83±0.156	0.91±0.197	0.87±0.173	0.93±0.156	0.88±0.180	0.85±0.212	0.99±0.215

같은 Sex에 있어서는 14주간의 평균 P.E.R. Value
는 각 group간에 유의적인 차이는 없었다.

4. 尿 分 析

1) Nitrogen Balance

어미의 Nitrogen Balance는 [표14]와 같고 Nitrogen
섭취 량에 대한 Nitrogen Retention의 백분율은 [표15]

표 14:

어미의 Nitrogen Balance^①

단위 : mg

	UR(♀)		R(♀)		UR(♂)		R(♂)	
	1회 ^②	344.5±14.8		349.7±10.1		427.5±10.0		412.2±44.7
2회 ^③	297.8±14.9		157.2±6.6		362.2±28.0		185.9±18.9	

① : Nitrogen retention

② : Restricted group에 recovery diet을 주는 동안

③ : Restricted group에 식이 제한을 하는 동안

표 15:

어미의 Nitrogen Retention의 百分率

	UR(♀)	R(♀)	UR(♂)	R(♂)
1回 ^①	63.1±1.87	68.3±1.88	70.4±2.31	71.5±2.50
2回 ^②	74.2±1.08	77.2±1.64	68.7±5.83	67.9±3.27

①: Restricted group에 recovery diet을 주는 동안

②: Restricted group에 식이 제한을 하는 동안

표 16:

새끼의 Nitrogen Balance

	Unrestriction				Restriction			
	UR	초기제한	후기제한	FR	UR	초기제한	후기제한	FR
①♀	433.2±22.8	449.3±18.0	374.5±32.2	447.4±20.7	459±24.2	422.6±17.2	416.0±11.9	420.3±14.5
♂	484.3±23.0	511.9±9.4	519.1±15.8	523.9±17.0	523.5±23.8	491.3±13.2	483.3±20.2	515.0±15.3
②♀	81.2±2.5	80.7±2.1	89.4±0.9	83.7±2.8	80.1±3.5	77.0±1.7	80.3±1.1	88.7±1.0
♂	77.7±2.6	81.5±1.3	88.6±1.3	85.8±1.2	88.7±1.6	79.1±1.5	78.3±1.8	87.4±1.0

①: Nitrogen retention量(단위 mg)

②: Nitrogen retention의 百分率

에 나타나 있다.

두 group 모두 2회에 걸쳐 Positive의 Nitrogen Balance를 유지하고 있으며 Nitrogen retention量에 있어서 1회에서는 Unrestricted group과 Restricted group 간에 암수 모두 유의적인 차이가 없었다.

2회째에는 Unrestricted group과 Restricted group사이에 심한 차이를 나타내고 있으며 통계적으로도 유의적인 차이를 나타내고 있다(p<0.01).

이것은 Restricted group에 식이제한을 하는 시기로 Restricted group의 섭취량이 적는데 기인하며 이는 nitrogen 배설량이 사료 섭취량과 관계하여 사료 섭취량이 많으면 많이 나가고 적으면 적게 배설됨을 나타낸다.

Nitrogen 섭취량에 대한 Nitrogen retention의 백분율은 1, 2회에 걸쳐 암수 모두 유의적인 차이가 없었다.

새끼의 Nitrogen Balance는 [표16]과 같다. 새끼의 Nitrogen Balance의 유의성 검정에서 Nitrogen retention의 양은 암수 모두 각 group 간에 유의적인

차가 없었다.

Nitrogen 섭취량에 대한 Nitrogen retention의 백분율은 암컷에서 UR-UR group과 UR-후기 R-UR과 R-FR group간에 유의적인 차이가 있었고 (p<0.05) 수컷에서는 UR-UR group과 UR-후기(p<0.01) UR-FR (p<0.05) 사이에 유의적인 차이가 있었으며 이상에서는 R-UR, UR-UR, group의 백분율이 낮았다.

또한 R-UR과 R-초기, R-UR과 R-FR간의 수컷에서 유의적인 차이가 있었고(p<0.01) 여기에서는 R-UR group의 백분율이 컸다. Lee와 Chow¹⁴⁾는 쥐를 임신 수유동안 50% 식이제한을 한 실험에서 식이 제한한 쥐에게서 난 새끼의 성장 장애의 원인의 하나로써 비정상적인 대사를 들고 있다. 이들은 이러한 쥐는 정상쥐에 비해 Nitrogen retention이 결핍되며 단백질 흡수의 손상이 관찰 되기는 했으나 중요한 원인은 질소 배설량이 정상 쥐보다 크기 때문이라고 하였다.

본 실험에서는 Lee와 Chow의 실험에서와 같은 질소 배설량의 차이는 없었다.

표 17:

어미의 creatinine 排泄量

단위: gr/kg body weight/daily

	UR(♀)	R(♀)	UR(♂)	R(♂)
1回 ^①	25.42±3.56	30.89±4.78	25.92±2.64	30.97±8.44
2回 ^②	16.17±2.77	11.04±1.76	19.85±2.37	16.73±1.33

①: Restricted group에 recovery diet을 주는 동안

②: Restricted group에 식이제한을 하는 동안

표 18:

새끼의 creatinine 排泄量

단위: gr/kg body weight/daily

	Unrestriction				Restriction			
	UR	초기제한	후기제한	FR	UR	초기제한	후기제한	FR
♀	3.97±1.33	6.84±2.02	9.94±5.61	5.53±2.02	10.42±2.22	10.33±1.57	8.85±1.95	7.19±1.98
♂	5.10±1.69	4.66±1.71	13.11±4.19	5.71±1.32	3.27±2.17	6.17±1.96	7.99±2.16	6.93±2.10

표 19:

Birth weight 및 litter Size

	Unrestriction				Restriction			
	UR	초기제한	후기제한	FR	UR	초기제한	후기제한	FR
Birth ^① weight	5.63±0.07	5.04±0.14	5.06±0.04	4.70±0.18	5.83±0.25	5.04±0.15	4.86±0.06	5.15±0.38
Litter ^② Size	9.5±1.5	12±2.0	9.5±0.5	11±2	7±1.5	10.8±0.5	8.3±1.1	8.7±1.9

① 단위 : gr

② 단위 : 마리

2) Creatinine 배설량

어미와 새끼의 체중 1kg당 1日 creatinine 배설량은 [표17]과 [표18]에 나타난 바와 같다.

어미래의 배설량은 Restricted group이 recovery diet을 먹는 첫회에서는 Restricted group이 암수 모두 많은 경향을 나타내었고 Restricted group의 식이제한 동안은 Restricted group이 암수 모두 적은 경향을 나타내었다.

새끼와 어미래의 Creatinine 배설량에 있어서는 어미래 보다 새끼때가 적었다. 새끼의 배설량은 대체적으로 임신초기 동안 식이제한을 하지않은 group이 적은 편이었다.

그러나 어미와 새끼 모두 각 group간에 유의적인 차이는 없었다.

5. Birth weight 및 litter size

Birth weight 및 litter size는 [표19]와 같다. Birth weight에서는 임신동안의 Unrestricted group과 Full-Restriction, 임신초기, 임신후기제한 group間에 임신前 Unrestricted group이나 Restricted group을 막론하고 모두 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$).

이러한 결과는 Berg³⁾, Venkatachalam과 Ramanatham¹⁹⁾, Nelson과 Evans¹⁶⁾, Chow⁵⁾, Wallace²⁰⁾의 실험결과와 일치하는 것으로 Unrestricted group에 비해 임신동안 수기간의 식이제한이나 부분적인 식이제한을 한 group의 birth weight가 현저히 적었다.

Litter size는 [표19]에서 보는 바와 같이 임신前 Unrestricted group이나 Restricted group 모두 임신 동안 식이제한을 하지 않은 group이 임신 수기간 식이제한이나 부분적인 식이제한의 쥐보다 적은 경향을 나타내고 있으나 각 group간에 유의적인 차이는 없었다.

이는 Berg³⁾, Venkatachalam과 Ramanatham¹⁹⁾의 실험에서 litter size는 사료 섭취량에 영향을 받지 않았다고 한것과 일치하고 있다.

IV. 要 約

임신前 Restricted diet을 먹은것과 Unrestricted diet을 먹은 group간에 2세의 체중증가에 미치는 영향에는 차이가 없었으며 임신前 체중변화에 있어서 Restricted diet에 수컷이 더 예민하였다. 암컷에서는 Recovery diet을 주는 기간에는 Unrestricted group을 거의 쫓아 갔으나 수컷에서는 그차이가 심하였다. 새끼들의 체중에 있어서 임신동안의 초기와 후기의 식이제한 group은 관계없이 임신수기간 식이제한 group과 Unrestricted group간에 체중의 차이를 나타내었다. 어미의 Nitrogen 배설량에서 보면 섭취량에 대한 배설량의 백분율은 사료섭취량의 増減에 관계없이 일정하며 배설량은 사료섭취량이 많으면 많이 나가고 적으면 그것에 비례해서 적게 배설되었다.

새끼의 Nitrogen 배설량은 8 group사이에 큰 차이를 보여주지 않고있다. Birth weight는 임신前 Restricted diet이나 Unrestricted diet의 영향을 받지 않았으며 임신동안의 Unrestricted group의 새끼가 임신 동안 수기간 식이제한을 하였거나 부분적으로 식이제한을 한 group의 새끼보다 Birth weight가 컸다.

litter size는 사료섭취량에 영향을 받지 않았다.

V. 참 고 문 헌

- 1) Bagchi, K. and K.B. Amiya : *Effect of low nutrient intake during pregnancy on obstetrical performance and offspring.* Amer. J. Clin. Nutr., 11:586, 1962
- 2) Berg, B.N. : *Dietary restriction and reproduction in the rat.* J. Nutr., 87:344, 1965
- 3) Burke, B.S., S.S. Stevenson, J. Worcester and H. C. Stuart. : *Nutrition studies during pregnancy.* J. Nutr., 38: 453, 1949
- 4) Burke, B.S., V.A. Beal, S.B. Kirkwood and H.C. Stuart. *Amer. J. Obstet, Gynec.*, 46:38, 1943
- 5) Chow, B.F. : *Growth of rats from normal dams restricted in diet in previous pregnancies.* J. Nutr., 83 239, 1964

- 6) Chow, B.F. and C.J. Lee. : *Effect of dietary restriction of pregnant rats on body weight gain of the offspring.* *J. Nutr.*, 82:70, 1964
- 7) Clements, F.W.: *Effect of the level of nutrition on birth weight.* *Bull. WHO.*, 26:301, 1962
- 8) Ebbs, J.H., F.F. Tisdall and W.A. Scott.: *J. Nutr.*, 22: 515, 1941
- 9) Frances, J.Z.: *Effects of maternal protein restriction on the kidney of the newborn young of rats.* *J. Nutr.*, 94:111, 1968
- 10) Gopalan, C.: *Effect of nutrition on pregnancy and lactation.* *Bull. WHO.*, 26:203, 1962
- 11) Hawk, P.B., B.L. Oser and W.H. Summerson.: *Practical physiological chemistry*, New York McGraw-Hill Book Co., (1965) pp. 1219-1220.
- 12) Ibid., pp. 1233-1234.,
- 13) Hegsted., M.P.: *J. Biol. Chem.* 138:459, 1941
- 14) Lee, C J. and B.F. Chow. : *Protein metabolism in the offspring of underfed mother rats.* *J. Nutr.*, 94:20, 1968
- 15) Murphy, P.P. and A.D. Bowes.: *Food habits of mothers of congenitally malformed children.* *Amer. J. Obstet. Gynec.*, 37:460, 1939
- 16) Nelson, M.M. and H.M. Evans.: *Relation of dietary protein levels to reproductive in the rat* *J. Nutr.*, 51:71, 1953
- 17) Raiha, C.E.: *Relation of maternal heart volume in pregnancy to prematurity and perinatal motality.* *Bull. WHO.*, 26:296, 1962
- 18) Venkatachalam, P.S.: *Maternal nutritional status and its effect on the newborn.* *Bull. WHO.*, 26:193, 1962
- 19) Venkatachalam, P.S. and K.S. Ramanatham *Effect of protein deficiency during gestation and lactation on body weight and composition of offspring.* *J. Nutr.*, 84:38, 1964
- 20) Wallace, L.R.: *The growth of lamb before and after brth in relation to the level of nutrition.* *J. Agr. Sci.*, 38:93, 1948
- 21) Woodhill, J.M., A.S. Vanden Berg, B.S. Burke and F. J. Stare.: *Amer. J. Obstet. Gynec.* 70:987, 1955
- 22) 鄭英鎮:近代統計學의 理論과 實際, 서울寶晉齋 (1961)