

## 주야 변경이 흰쥐의 체내 질소 보유에 미치는 영향

김 미 경

이화여자대학교 식품영양학과

### Effect of Alteration of Light-Darkness Cycle on Nitrogen Retention in the Rat

Mi Kyung Kim

*Dept. of Food & Nutrition, Ewha Womans University*

#### = ABSTRACT =

The effect of alteration of light-darkness cycle on the protein metabolism was studied in the rat. The light-darkness cycle was altered either every 3 or 9 days, and animals consumed diets containing 8 or 25% casein. The results were summarized as follows:

1) Food consumptions and body weight gains of the 25% casein groups were higher than those of the 8% casein groups, and, among the animals consumed 25% casein diet, the light-darkness cycle altered group had lower food consumption and body weight gain than the unaltered group.

2) Weights of liver and adrenal gland per 100g body weight were not different with the dietary protein levels, but, at the end of experimental period, the 8% casein diet group of which light-darkness cycle altered every 9 days had the smallest liver weight and the largest adrenal gland weight.

3) Liver nitrogen and plasma protein concentrations of the 25% casein groups were slightly higher than those of the 8% casein groups.

4) Percentages of nitrogen retention of the 25% casein groups at period III were slightly lower in the light-darkness cycle altered animals than that of the unaltered group.

#### 서 론

최근 산업의 발달과 통금해제로 인하여 여러가지 양상으로 작업시간이 변경되는 직종에 종사하는 근로자가 많게 되었고 많은 사람들이 해외여행으로 주야의 변경을 경험하고 있다.

접수일자: 1983. 10. 29.

인체는 낮과 밤에 따라 변화되는 생체리듬(circadian rhythm)을 갖고 있으며<sup>1)</sup> 사람, 쥐등에 있어서 낮과 밤의 체내 효소와 홀몬 분비, 영양소 함량<sup>2-7)</sup>의 차이와 주야 변경에 적응하는 행동 변화에 대한 연구<sup>8)9)10)</sup>는 보고되어 있으나 주야 변경으로 인한 영양소의 체내 이용율의 변화나 또한 장기간 주야를 바꾸어 가면서 노동하는 경우의 체내 여러가지 영양소 대사에 미치는 영향에 대한 연구는 별로 보고된 바가 없다.

주야 주기 변경은 일종의 스트레스로 볼 때 이러한 스트레스로 인한 단백질의 요구량 및 체내 이용이 달라질 것으로 예상되어 본 연구에서는 근로자를 대상으로 연구하기에 앞서 흰쥐를 사용하여 주야를 간격을 달리하여 변경시킬 때 체내 질소 보유에 어떠한 차이가 있는지를 살펴 보고자 하였다. 이때 단백질 섭취량이 부족할 경우 단백질 섭취량이 많을 때 보다 주야변경으로 인한 스트레스를 더 심하게 받지 않을까를 알아보기 위하여 식이 단백질 수준을 8%와 25%으로 달리 하였다.

실 험 방 법

평균체중이 50g인 Sprague Dawley종 수컷 흰쥐 90

마리를 15일간 15% casein 식이로 적응시킨후 체중이 111±1.7g이 되었을 때, 체중에 따라 난괴법(Randomized Complete Block Design)에 의하여 주야변경을 시키지 않은 군, 3일마다 주야를 변경시키는 군, 9일마다 주야를 변경시키는 군으로 나누고 각군을 8% casein 식이군과 25% casein 식이군으로 나누었으며, 동물의 희생시기를 3번에 걸쳐 달리하였으며, 주야변경을 한후 2일간 소변과 대변을 채취하기 위하여 주야변경 2일후 오전 9시에 희생시켰다. 첫 희생은 첫 주야변경 2일후에 하였으며 두번째 희생은 실험 시작 20일후, 세번째는 실험 시작 38일후에 희생시켰다. 주야변경은 주야의 길이를 각각 오전 9시에서 오후 9시까지 12시간씩으로 하고 정상외의 경우 실험실의 전등을 오전 9시에 키고 오후 9시에 꺼주었고, 낮과 밤을 바

Table 1. Classification of experimental animals

Groups *	Intervals of light-darkness cycle alteration	Diets	Feeding periods
C L I	Not altered	8% casein diet	2 days
C L II	"	"	20 days
C L III	"	"	38 days
3 L I	Every 3 days	"	2 days
3 L II	"	"	20 days
3 L III	"	"	38 days
9 L I	Every 9 days	"	2 days
9 L II	"	"	20 days
9 L III	"	"	38 days
C H I	Not altered	25% casein diet	2 days
C H II	"	"	20 days
C H III	"	"	38 days
3 H I	Every 3 days	"	2 days
3 H II	"	"	20 days
3 H III	"	"	38 days
9 H I	Every 9 days	"	2 days
9 H II	"	"	20 days
9 H III	"	"	38 days

\* C : Control, L : low protein, H : high protein  
 I : Diet was given for 2 days and sacrificed.  
 II : Diet was given for 20 days and sacrificed.  
 III : Diet was given for 38 days and sacrificed.

꿀 경우 암실을 사용하여 암실내의 전등을 오후 9시에 키고 오전 9시에 꺼주었다. 실험 동물의 분류는 Table 1과 같고 실험군당 동물의 수는 5마리 이었으며, 실험식이의 내용은 Table 2와 같다.

실험기간동안 식이섭취량과 체중을 측정하였고, 주야 변경을 한후 2일간 채취한 뇨와 변의 질소량을 micro-kjeldahl방법에 의하여 측정하여 질소보유율을 산출하였고 혈장(plasma)내의 총단백질량과 albumin량을 Biuret방법<sup>12)</sup>에 의하여 측정하였으며, 희생시킨 동물의 간과 부신의 무게를 측정하였고, 간내의 질소량을 micro-kjeldahl방법에 의하여 측정하였다.

### 실험결과 및 고찰

#### 1) 식이섭취량

식이섭취량은 Table 3에 나타난 바와 같이 25% casein군들이 8% casein군들에 비하여 높았고, 주야

변경의 영향을 보면 8% casein군들에서는 별 차이가 없었으나 25% casein군들에서는 주야변경을 한 동물들의 식이섭취량이 다소 낮았으나 주야변경간격에 따른 차이는 없었다. Smith<sup>13)</sup>의 흰쥐실험에서는 식이섭취량이 식이내 단백질수준보다는 light-darkness cycle의 영향을 더 받았는데, 본 실험에서는 식이 단백질수준의 영향을 많이 받았고 25% casein군들에서는 주야변경시 식이섭취량이 다소 감소하였다.

#### 2) 체중증가량

Table 4에서 볼 수 있는 바와 같이 25% casein군들의 체중증가량이 8% casein군들에 비하여 현저하게 높았고, 주야변경으로 인하여는 대체로 25%군들의 경우 체중증가량이 다소 낮았으나 주야변경 간격에 따른 차이는 없었다. 식이섭취량에서도 같은 경향을 볼 수 있었다.

#### 3) 간과 부신의 무게

Table 2. Composition of experimental diets

Ingredients	Diets		
	15% casein diet	8% casein diet	25% casein diet
Corn starch	770 g	840 g	670 g
Casein	150 g	80 g	250 g
Cotton seed oil	40 g	40 g	40 g
Salt mixture <sup>11)</sup>	40 g	40 g	40 g
Vitamin A.D. mixture <sup>11)</sup>	1 ml	1 ml	1 ml
Fat soluble vitamins <sup>11)</sup>	2 ml	2 ml	2 ml
Water soluble vitamins <sup>11)</sup>	+	+	+
Vitamin B <sub>12</sub> <sup>11)</sup>	1 ml	1 ml	1 ml

Table 3. Food consumptions \*

Expt. periods Groups	I (g/2days/rat)	II (g/18 days/rat)	III (g/18 days/rat)
	C L	24.2 ± 0.8 ab**	221.2 ± 4.4 bc
3 L	21.1 ± 1.9 ab	214.2 ± 5.8 c	293.7 ± 27.0 b
9 L	20.6 ± 2.1 b	222.6 ± 18.9 bc	282.4 ± 18.1 b
C H	27.8 ± 1.5 a	297.3 ± 9.5 a	388.2 ± 19.4 a
3 H	22.7 ± 0.8 ab	265.8 ± 10.5 ab	347.9 ± 25.1 ab
9 H	20.7 ± 1.5 b	258.1 ± 9.2 abc	337.0 ± 22.6 ab

\* Mean ± S.E.

\*\* Values within a column not followed by the same letter are significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by Tukey's test.

Table 5에 나타난 바와 같이 간전체의 무게는 3번의 회생시기에 걸쳐 25% casein군들이 8% casein군들에 비하여 컸으며, 주야변경에 의하여서는 다소 감소하는 경향이었으나 유의적은 아니었다. 체중에 의한 영향을 없애기 위하여 간의 무게를 체중 100g당으로 환산하였을 경우에는 식이내 단백질 수준에 의한 차이는 볼 수 없었으며, 주야변경에 의하여서는 유의적은 아니나 다소 감소하는 경향을 보여 주었고 세번째 회생시의 9L군이 가장 작았다. Smith의 실험<sup>13)</sup>에서도 주야변경을 한 실험군의 간의 무게가 적었다.

부신의 무게는 Table 6에서와 같이 부신 전체의 무게를 보면 25% casein군들이 8% casein군들에 비하여 높았으나, 체중 100g당으로 환산하였을 경우 식이내

단백질수준에 따른 차이는 볼 수 없었고, 주야변경에 의하여서는 약간 커진 경향을 볼 수 있었고 특히 세번째 회생시의 9L군이 가장 컸다. 스트레스를 받으면 뇌하수체에서 ACTH의 분비가 촉진되고 그 결과 부신으로부터 corticosterone과 catecholamines의 분비가 증가된다<sup>14)</sup>. 또한 Farese<sup>15)</sup>의 연구에서도 light-darkness cycle의 변화에 의해 부신의 크기가 변화하는 것을 볼 수 있었다. 따라서 본 실험에서 9L군의 부신이 가장 큰 것은 8% casein식이를 섭취시 주야변경으로 인하여 동물이 스트레스를 받은 것으로 보인다.

4) 간의 질소농도

Table 7에서와 같이 간분말 1g당 질소의 농도는 대

Table 4. Body weight gains \*

Expt. periods Groups	I (g/2 days/rat)	II (g/18 days/rat)	III (g/18 days/rat)
	C L	6.7 ± 0.5 <sup>b **</sup>	30.7 ± 4.0 <sup>b</sup>
3 L	6.7 ± 0.7 <sup>b</sup>	24.0 ± 4.4 <sup>b</sup>	22.8 ± 6.2 <sup>bc</sup>
9 L	5.5 ± 0.7 <sup>b</sup>	24.0 ± 5.7 <sup>b</sup>	19.6 ± 6.9 <sup>c</sup>
C H	12.1 ± 1.1 <sup>a</sup>	100.1 ± 3.4 <sup>a</sup>	60.9 ± 6.4 <sup>a</sup>
3 H	11.1 ± 0.4 <sup>a</sup>	97.6 ± 2.9 <sup>a</sup>	46.9 ± 6.1 <sup>ab</sup>
9 H	9.8 ± 0.8 <sup>a</sup>	95.0 ± 3.6 <sup>a</sup>	47.6 ± 4.9 <sup>ab</sup>

\* Mean ± S.E.

\*\* Values within a column not followed by the same letter are significantly different at  $\alpha=0.05$  level by Tukey's test.

Table 5. Liver weights \*

Expt. periods Groups	I		II		III	
	Total liver(g)	g/100g body weight	Total liver(g)	g/100g body weight	Total liver(g)	g/100g body weight
C L	6.50 ± 0.42 <sup>bc **</sup>	4.82 ± 0.23 <sup>N.S. ***</sup>	6.67 ± 0.63 <sup>b</sup>	4.25 ± 0.27 <sup>a</sup>	6.93 ± 0.35 <sup>b</sup>	3.70 ± 0.10 <sup>N.S.</sup>
3 L	6.04 ± 0.60 <sup>c</sup>	4.61 ± 0.17	5.47 ± 0.57 <sup>b</sup>	3.57 ± 0.17 <sup>b</sup>	6.48 ± 0.75 <sup>b</sup>	3.29 ± 0.34
9 L	5.67 ± 0.52 <sup>c</sup>	4.46 ± 0.12	5.63 ± 0.57 <sup>b</sup>	3.69 ± 0.15 <sup>ab</sup>	5.04 ± 0.50 <sup>b</sup>	2.90 ± 0.15
C H	7.57 ± 0.65 <sup>ab</sup>	4.94 ± 0.10	10.97 ± 0.92 <sup>a</sup>	4.20 ± 0.11 <sup>ab</sup>	11.94 ± 0.57 <sup>a</sup>	3.70 ± 0.20
3 H	7.79 ± 0.54 <sup>a</sup>	4.83 ± 0.06	9.87 ± 0.63 <sup>a</sup>	3.88 ± 0.14 <sup>ab</sup>	10.23 ± 0.38 <sup>a</sup>	3.28 ± 0.09
9 H	7.59 ± 0.51 <sup>ab</sup>	4.70 ± 0.12	9.46 ± 0.52 <sup>a</sup>	3.86 ± 0.14 <sup>ab</sup>	10.00 ± 0.28 <sup>a</sup>	3.25 ± 0.13

\* Mean ± S.E.

\*\* Values within a column not followed by the same letter are significantly different at  $\alpha=0.05$  level by Tukey's test

\*\*\* Not significant at  $\alpha=0.05$  level by Tukey's test

체로 25% casein군이 높은 경향을 보여 주었으며, 주야변경에 의한 차이는 두번째 희생시 8% casein 군들의 경우 주야변경군이 다소 높은것을 제외하고는 별 차이를 볼 수 없었다.

5) 혈장내 단백질량과 Albumin/Globulin 비율

Table 8에서와 같이 혈장내 단백질 농도는 단백질 섭취량이 많았던 25% casein군들이 8% casein 군들에 비하여 다소 높은 경향을 나타내었고, 주야변경에 의한 영향을 보면 주야변경을 하지 않았던 동물에 비하여 유의적인 차이가 없었다.

Albumin/Globulin 비율을 보면 전체적으로 유의적인 차이가 없었으나, 대체로 25% casein군들이

8% casein군들에 비하여 약간 높은 경향을 보여 주었다. 주야변경에 의하여서는 일정한 경향을 볼 수 없었다.

인체 혈장내 아미노산농도는 같은시간에 단백질을 섭취하여도 단백질 섭취량에 따라 혈장내 아미노산농도가 높고 낮은 시간이 달라지며 고단백식이 섭취시에는 높고 낮은 농도의 차이가 더 크게 나타나고 저단백식이 섭취시에는 그 차이가 적어 진다고 한다<sup>7)</sup>. 본 실험에서는 식이 단백질 수준이 다른 모든 동물을 오전 9시에 희생시켰으므로 주야변경으로 인한 스트레스의 영향을 분명하게 살펴 볼 수 없었다.

6) 질소배설과 체내질소보유율

소변으로의 하루 질소배설량은 Table 9에서와 같이 단백질 섭취가 많은 25% casein군들이 8% casein

Table 6. Adrenal gland weights \*

Expt. periods Groups	I		II		III	
	Total gland (mg)	mg/100g body weight	Total gland (mg)	mg/100g body weight	Total gland (mg)	mg/100g body weight
C L	219.4 ± 15.4 <sup>***</sup> N.S.	16.3 ± 1.5 N.S.	236.8 ± 15.9 <sup>b**</sup>	14.9 ± 0.7 N.S.	322.8 ± 15.1 <sup>b</sup>	15.3 ± 0.7 <sup>ab</sup>
3 L	251.2 ± 17.6	19.5 ± 1.7	288.0 ± 26.3 <sup>ab</sup>	19.1 ± 1.7	276.2 ± 21.2 <sup>b</sup>	14.8 ± 1.1 <sup>ab</sup>
9 L	225.4 ± 18.2	17.8 ± 1.4	224.4 ± 13.6 <sup>b</sup>	15.5 ± 2.3	313.4 ± 17.2 <sup>b</sup>	18.9 ± 1.9 <sup>a</sup>
C H	270.6 ± 7.7	18.2 ± 1.6	399.2 ± 38.9 <sup>a</sup>	15.4 ± 1.3	414.0 ± 24.2 <sup>a</sup>	12.8 ± 0.7 <sup>b</sup>
3 H	284.8 ± 22.8	17.9 ± 1.5	397.8 ± 24.6 <sup>a</sup>	15.8 ± 0.9	405.4 ± 28.4 <sup>a</sup>	13.1 ± 1.0 <sup>b</sup>
9 H	250.8 ± 28.6	15.7 ± 1.6	398.4 ± 40.6 <sup>a</sup>	16.3 ± 1.0	415.2 ± 18.9 <sup>a</sup>	13.5 ± 0.7 <sup>b</sup>

\* Mean ± S.E.

\*\* Values within a column not followed by the same letter are significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by Tukey's test.

\*\*\* Not significant at  $\alpha = 0.05$  level by Tukey's test

Table 7. Liver nitrogen concentrations\*

(unit: mg N/g powder)

Expt. periods Groups	I	II	III
	C L	93.4 ± 5.4 N.S.**	75.2 ± 6.1 <sup>b***</sup>
3 L	96.3 ± 4.0	99.2 ± 2.2 <sup>ab</sup>	100.0 ± 9.9
9 L	94.1 ± 2.0	96.0 ± 4.6 <sup>ab</sup>	103.0 ± 4.2
C H	103.8 ± 5.1	117.5 ± 5.8 <sup>a</sup>	122.5 ± 1.0
3 H	106.8 ± 3.1	102.9 ± 10.5 <sup>a</sup>	126.1 ± 1.5
9 H	111.3 ± 4.9	120.2 ± 2.8 <sup>a</sup>	121.3 ± 3.0

\* Mean ± S.E.

\*\* Not significant at  $\alpha = 0.05$  level by Tukey's test

\*\*\* Values within a column not followed by the same letter are significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by Tukey's test

Table 8. Plasma protein concentrations and albumin/globulin ratios \*

Expt. periods Groups	I		II		III	
	Protein conc. (g/100ml)	Albumin/ globulin	Protein conc. (g/100 ml)	Albumin/ globulin	Protein conc. (g/100 ml)	Albumin/ globulin
C L	6.3±0.2 N.S.**	2.99±0.59 N.S.	6.3±0.4 <sup>b</sup> ***	1.42±0.14 N.S.	6.7±0.3 <sup>b</sup>	1.69±0.09 N.S.
3 L	6.1±0.4	1.49±0.13	7.1±0.5 <sup>b</sup>	1.67±0.17	6.5±0.5 <sup>b</sup>	2.16±0.12
9 L	5.9±0.4	1.87±0.34	7.6±0.3 <sup>ab</sup>	1.29±0.17	6.8±0.2 <sup>b</sup>	1.87±0.34
C H	6.3±0.4	2.05±0.15	7.5±0.3 <sup>ab</sup>	1.87±0.12	8.1±0.2 <sup>a</sup>	2.52±0.62
3 H	6.3±0.4	1.63±0.33	7.3±0.2 <sup>b</sup>	2.34±0.29	7.3±0.2 <sup>ab</sup>	2.12±0.36
9 H	6.9±0.4	2.12±0.12	9.3±0.9 <sup>a</sup>	2.55±0.92	7.7±0.2 <sup>ab</sup>	1.92±0.36

\* Mean ± S.E.

\*\* Not significant at  $\alpha=0.05$  level by Tukey's test

\*\*\* Values within a column not followed by the same letter are significantly different at  $\alpha=0.05$  level by Tukey's test.

Table 9. Urinary and fecal nitrogen excretions \*

(unit: mg/day)

Expt. periods Groups	I		II		III	
	Urinary N	Fecal N	Urinary N	Fecal N	Urinary N	Fecal N
C L	30.6±1.6 <sup>bc</sup> **	22.2±1.8 <sup>ab</sup>	27.9± 2.3 <sup>c</sup>	20.4± 1.3 <sup>***</sup> N.S.	41.7± 7.5 <sup>b</sup>	17.5± 1.4 N.S.
3 L	25.8±2.5 <sup>c</sup>	17.4±1.2 <sup>b</sup>	31.1± 2.3 <sup>c</sup>	17.4± 3.1	44.0± 5.8 <sup>b</sup>	20.7± 1.4
9 L	22.2±1.7 <sup>c</sup>	16.4±1.6 <sup>b</sup>	32.2± 3.0 <sup>c</sup>	18.9± 2.8	34.6± 5.2 <sup>b</sup>	15.3± 2.7
C H	63.6±4.6 <sup>a</sup>	27.5±2.2 <sup>a</sup>	190.5±18.9 <sup>a</sup>	21.8± 2.6	207.9± 35.0 <sup>a</sup>	22.0± 1.2
3 H	46.1±4.5 <sup>b</sup>	21.4±1.6 <sup>ab</sup>	119.2±10.8 <sup>b</sup>	22.4± 1.9	287.4± 32.6 <sup>a</sup>	22.5± 3.0
9 H	63.9±8.0 <sup>a</sup>	20.0±1.8 <sup>b</sup>	142.2±14.8 <sup>b</sup>	19.9± 1.6	243.7± 13.8 <sup>a</sup>	20.9± 3.5

\* Mean ± S.E.

\*\* Values within a column not followed by the same letter are significantly different at  $\alpha=0.05$  level by Tukey's test.

\*\*\* Not significant at  $\alpha=0.05$  level by Tukey's test.

Table 10. Percentages of nitrogen retention \*

(unit: %)

Expt. periods Groups	I	II	III
	C L	65.7 ± 1.8 <sup>c</sup> **	72.6 ± 1.4 N.S. ***
3 L	67.4 ± 2.1 <sup>c</sup>	72.7 ± 3.8	72.1 ± 2.6
9 L	71.0 ± 2.3 <sup>bc</sup>	70.0 ± 3.2	70.0 ± 2.9
C H	82.9 ± 1.0 <sup>a</sup>	73.5 ± 2.2	71.3 ± 3.8
3 H	85.2 ± 0.7 <sup>a</sup>	77.4 ± 1.2	58.9 ± 7.3
9 H	78.7 ± 2.6 <sup>ab</sup>	74.2 ± 3.0	59.3 ± 4.4

\* Mean ± S.E.

\*\* Values within a column not followed by the same letter are significantly different

\*\*\* at  $\alpha=0.05$  level by Tukey's test

Not significant at  $\alpha=0.05$  level by Tukey's test.

군들에 비하여 현저하게 높았고 주야변경에 의한 영향은 3번의 회생시기에 있어 유의적인 일정한 경향을 볼 수 없었다.

대변으로의 하루 질소배설량은 Table 9에서와 같이 첫번째 회생시에는 주야변경군들이 적었으나 그 이후에는 유의적으로 일정한 경향이 나타나지 않았고, 단백질섭취량에 의한 차이는 세시기에 있어 모두 볼 수 없었다.

질소섭취량에서 소변과 대변으로의 배설량을 제하여 구한 질소보유량으로부터 환산한 체내 질소보유율은 Table 10과 같다. 첫번째 회생시에는 단백질 섭취량이 높은 25% casein 식이군들의 질소보유율이 8% casein 식이군들에 비하여 유의적으로 높았고, 나머지 두시기에는 실험군들간에 유의적인 차이가 없었으나, 성장속도가 비교적 더디었던 세번째 회생시 주야변경을 한 25% casein 군들이 낮은 경향을 보여 주었다. 따라서 성장속도가 느린 시기에 단백질을 다량 섭취시 주야변경으로 인하여 단백질 이용효율이 떨어짐을 볼 수 있었다.

### 결 론

본 연구에서는 식이 casein 수준을 8%와 25%로 달리하고 매 3일 또는 9일 간격으로 주야변경을 할 때 흰쥐의 체내대사에 미치는 영향을 살펴 보았으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 식이섭취량과 체중증가량은 25% casein 군들이 8%군들에 비하여 높았고, 주야변경에 의하여서는 25% casein 군들의 경우에만 주야변경간격에 관계없이 다소 낮았다.

2) 간과 부신의 체중 100g당 무게는 식이내 단백질 수준에 따른 차이는 볼 수 없었고, 주야변경에 의하여서는 세번째 회생시 간의 무게는 9L군이 가장 적었으나 부신의 무게는 9L군이 가장 컸다.

3) 간의 질소농도와 혈장내 단백질농도는 25% casein 군들이 8%군에 비하여 다소 높은 경향을 보여 주었으나 주야변경에 의해서는 뚜렷한 차이가 없었다.

4) 체내 질소보유율은 세번째 회생시 25% casein 군들중 주야변경군들이 주야변경간격에 관계없이 다소 낮은 경향을 보여 주었다.

이상의 결과로 미루어 보아 주야변경으로 인하여 실험동물들이 스트레스를 받음을 알 수 있었으며 특히 단백질을 다량 섭취한 경우 단백질 이용효율이 주야변경으로 인하여 감소되는 경향을 보여 주었다.

### REFERENCES

- 1) Christie, G.A. : *Nutritional and metabolic aspects of circadian rhythms. In ; Newer Methods of Nutritional Biochemistry. V : 1-32, edited by A.A. Albanese, Academic Press, New York, 1972.*
- 2) Berman, A. & Meltzer, A. : *Metabolic rate : Its circadian rhythmicity in the female domestic fowl. J. Physiol. 282 : 419-427, 1978.*
- 3) Gibson, M.J. & Krieger, D.T. : *Circadian Corticosterone rhythm and stress response in rats with adrenal autotransplants. Am. J. Physiol. 240 : E 363-366, 1981.*
- 4) Quabbe, H. : *Twenty four hour pattern of growth hormone secretion in the Rhesus monkey: Studies including alterations of the sleep/wake and sleep stage cycles. Endocrinology 109 : 513 - 522, 1981.*
- 5) Wurtman, R.J., Rose, C.M., Chon, C. & Larin, F. : *Daily rhythms in the concentration of amino acids in human plasma. New Engl. J. Med. 279 : 171, 1968.*
- 6) Feigin, R.D., Beisel, W.R. & Wonnemacher, Jr. R.W. : *Rhythmicity of plasma amino acid and relation to dietary intake. Am. J. Clin. Nutr. 24 : 329- 341, 1971.*
- 7) Fernstrom, J.D., Wurtman, R.J., Hammarstrom -Wiklund, B., Rand, W.M., Munro, H.N. & Davidson, C.S. : *Diurnal variations in plasma concentrations of tryptophan, tyrosine, and other neutral amino acids: Effects of dietary protein intake. Am. J. Clin. Nutr. 32 : 1912 - 1922, 1979.*
- 8) Dela, M.G. : *Shift working : The arrangement of hours on night work. Nature. 208 : 1127 - 1128, 1965.*
- 9) Hughers, D.G. & Folkard, S. : *Adaptation to an 8-h shift in living routine by members of a socially isolated community. Nature 264: 432 - 434, 1976.*
- 10) Martin, C.M. : *Transient circadian internal desynchronization after light- dark phase shift*

- in monkeys. Am. J. Physiol.* 232 : R 31-37, 1977.
- 11) 정해랑·김미경 : 식이내 단백질과 철분수준이 흰쥐의 Fe, Cu 및 Zn 대사에 미치는 영향. 한국영양학회지. 15(4) : 258-267, 1982.
- 12) Hawk, P.B., Oser, B.L. & Summerson, W.H. : *Practical Physiological Chemistry*. PP 1219 - 1221. McGraw-Hill Book Co., New York, 1965.
- 13) Smith, E.B. & Rambaut, P.C. : *Effect of alteration of the light-darkness cycle on amino acid utilization in the adult rat. J. Nutr.* 102 : 825-834, 1972.
- 14) Sun, C. L. : *Comparison of the effects of 2-deoxyglucose and immobilization on plasma levels of catecholamines and corticosterone in a wake rats. Endocrinology* 105 : 306-310, 1979.
- 15) Farese, R.V. : *Early effects of ACTH on adrenal protein synthesis. Endocrinology* 78 : 125 - 136, 1966.