韓國營養學會誌 第2卷 第4號 1969
K. J. N. Vol. 2, No. 4 1969

乳幼期白鼠의 蛋白質不足에 關한 營養學的 硏究

德成女子大學 營養學科

劉 貞 烈

Studies on Early Protein Undernutrition of Rats

Jong Yull Yu

Department of Nutrition, Duk Sung Women's College
Seoul, Korea

=Abstract=

These experiments were designed to study the influence of early protein undernutrition on growth, behaviors toward food, general attitude toward a new environment, brain size and body composition of the experimental rats.

The following experimental groups were studied.

Lactation period (3 weeks) (Diets of mother rats)	After-weaning protein deprivation period
25% Casein diet	None deprivation (25% Casein diet)
12% Casein diet	None deprivation (25% Casein diet)
25% Casein diet	5% Casein diet (4 weeks)
25% Casein diet	5% Casein diet (8 weeks)
12% Casein diet	5% Casein diet (4 weeks)
12% Casein diet	5% Casein diet (8 weeks)

After a long period of rehabilitation with 25% casein diet the following results were obtained.

1. Growth rate during lactation period is closely related with the protein levels of the diet for mother rats. The average body weight of offsprings of the mother rat fed 25% casein diet is 46.0 grams at 21 days old. However, that of the mother rat fed 12% casein diet is only 25.0 grams.

2. The group of protein undernutrition during lactation (3 weeks) (offsprings of mother rat fed low protein diet, 12% casein diet) could never catch up with the normal group in its growth even after twenty-four (24) weeks of rehabilitation.

3. However, the groups of protein undernutrition during either four (4) or even eight (8) weeks after weaning could catch up with the normal group in their growth after long period of rehabilitation.

4. The absolute amounts of carcass protein and fat of the normal group are larger than those of the protein deficient groups. In terms of percent carcass, however, the normal group showed higher body fat and lower body protein than the early deficient groups. However, there is no difference between preweaning (3 weeks) and postweaning (8 weeks) deficient groups. It is assumed, from these differences in body composition, that there might be any differences in physiological and metabolic functions among these various groups, and also that the basic formation of various metabolic regulators (protein-nature) might be fixed mostly during lactation and postweaning period.

* 1969. 12. 1 接受

5. The groups of protein undernutrition during either three (3) weeks lactation or four (4) weeks after weaning are not so remarkably different from the normal group in their amounts of food intake and spillage. However, the groups of undernutrition during either eight (8) weeks postweaning or eleven (11) weeks (3 weeks lactation period plus 8 weeks postweaning period) showed higher amounts of food intake and spillage. In these respects, it seems that desire for food is closely related with the degree of early hunger in protein and also seems that the longer be deficient in early life the more food spillage is found.

6. Both preweaning and postweaning deficient groups showed generally nervous and restless. The normal group is staid and showed less mobilities.

7. The average size of the brains of the group subjected to protein deficiency during three (3) weeks lactation period is smaller than that of the group of the eight (8) weeks postweaning deficiency. This means that the development of the brain is made mostly during lactation period. The group of the eleven (11) weeks postnatal deficiency is significantly different from the normal group in its brain development.

It is assumed, in connection with the results of various maze tests reported, that the brain size is closely related with the intellectual ability.

緖　論

最近 乳幼兒의 營養에 關하여 世界的으로 硏究되고 있으며 乳幼期의 營養狀態가 成長後의 健康의 基礎가 된다고 하고 있다. 最近 우리나라에 있어서 成長期兒童의 體位가 이웃 日本 兒童보다 低下되고 있다는 點[1] 또한 1966年의 우리나라 兒童의 發育標準値가 10年前인 1956年의 그것보다 劣等化를 보여 주고 있다는 點[2]에 國家的인 關心을 기우리기 始作하였으며 이것의 중요한 原因이 임신부, 수유부의 영양부족 및 成長期兒童의 영양부족에 있다고 한다.[1]

우리나라의 경우에는 特히 蛋白質의 營養問題가 時急하며, 蔡等[3,4]의 報告에 의하면 우리나라 국민의 蛋白質 섭취량이 1日 1人當 都市 70g, 山村 67g, 漁村 77g, 農村 80g, 鑛村 70g, 工業地域 62g로 되어 있으며 그들의 總蛋白質量에 對한 動物性蛋白質量의 比는 都市 15%, 山村 3%, 漁村 19%, 農村 6%, 鑛村 5%, 工業地域 6%이라고 報告되어 있다.

著者等의 農村地域에 대한 영양조사[5,6]에 의하면 蛋白質의 섭취량이 平均 1日 1人當 58~64g이며 그중 動物性蛋白質이 不過 13%였으며 蛋白價로 計算하면 不過 74였다. 이러한 蛋白質不足生活을 하고 있으므로 血淸蛋白質, hemoglobin의 量도 매우 낮었다. 血淸蛋白質에 있어서는 特히 女子의 平均値가 男子의 그것보다 0.4g/100ml나 낮으며 임신 또는 수유부는 一般 女子의 平均値보다 0.1~0.2g/100ml나 낮었다. 또한 hemoglobin에 있어서도 女子의 値가 男子의 그것보다 2.8g/100ml나 낮었으며 임신 또는 수유부는 모두가 低値 或은 缺乏値를 보여 주고 있었다.

이와 같은 事實은 上記한 바와 같이 蛋白質不足 生活을 하고 있는데 起因한다고 思慮된다.

한편 Lee等[7]의 報告에 의하면 한국 어린이의 離乳食은 그들의 父母들의 食事와 마찬가지로 主로 穀類이고 또한 야채와 간장으로 만든 국이라고 報告하고 있으며 農村地域의 어린이와 離乳期幼兒에 대한 영양조사의 결과 蛋白質의 섭취량이 권장량의 50% 미만이었다고 報告하였으며 그는 또한 이 어린이들의 體位의 劣等은 特히 離乳期 영양관리의 不合理에서 온다고 報告하고 있다.

李等[8]은 또한 農村地方의 離乳實態調査에서 한국 농촌의 乳兒들의 95.6%가 母乳만을 먹고 있고 牛乳製品 또는 其他 適切한 補充食事를 받고 있지 않다고 報告하고 있으며 最近의 保健社會部 發表[1]에 의하면 우리나라의 都市兒童과 農村兒童의 體位에 있어서 乳幼期부터 未就學期 兒童의 경우 男女 共히 身長과 體重이 都市兒童이 퍽 좋았다고 한다.

朴等[9]의 特殊地域에 대한 조사 보고에 의하면 火田民의 경우 蛋白質의 섭취량이 매우 적으며 特히 動物性 蛋白質은 거의 먹지 않고 있고 1日 1人當 平均 0.4~0.6g로서 總蛋白質의 0.7%에 不過하였다.

한편 우리나라의 生産面에서 본 蛋白質의 需給量을 보더라도 FAO한국협회의 報告[10]에 의하면 1日 1人當 76g라고 하며 總蛋白質에 대한 動物性蛋白質의 比는 겨우 15%에 不過하며 이 수치는 비율빈 30%, 日本 37%, 대만 29%, 미국 71%, 캐나다 66%, 이태리 40%, 영국 59%에 비해서 매우 낮은 수치라고 報告하고 있다.

이와 같은 영양적인 문제는 비록 우리나라의 경우에만 있는 것이 아니라 György[11]에 의하면 發展途上에 있는 나라의 未就學兒童의 약 70%가 熱量 或은 蛋白質의

不足에 直面하고 있다고 한다.

Brock[12]는 急性的인 蛋白質 缺乏의 結果로는 일에 대한 精力과 意欲이 없어지며 慢性的인 경우에는 精神 및 感情의 障害까지 온다고 報告하고 있다.

蛋白質의 長期缺乏에서 오는 kwashiorkor 疾患에 걸린 어린이는 感情이 鈍하고 每事에 意欲이 적다고 Clark[13]는 發表하고 있다.

Stoch 等[14]은 成長期에 영양이 좋지 않은 아이들은 좋은 아이들보다 I.Q.의 평균치가 낮다고 報告하였으며 McCance[15]는 영양부족의 장해는 그 發生時期가 어리면 어릴수록 더 그 장해가 심하다고 報告하고 있다. Cravioto 等[16]의 報告에 의하면 幼年期에 영양부족이 일어나면 精神的인 障害가 永久的으로 된다고 한다.

한편 이러한 문제에 關한 動物 實驗 報告에 의하면 Kennedy[17]는 白鼠의 授乳期營養에 關한 實驗에서 한 어미쥐에 새끼쥐의 마리수가 많은 群의 成長度는 마리수가 적은 群의 그것에 따라가지 못한다고 報告하고 있으며 Jackson 等[18]은 젖먹는 白鼠를 어미쥐로부터 가끔 분리시켜서 젖먹는 時間을 적게 하면 離乳後에 충분한 식사를 주어도 성장에 장해가 생긴다고 보고 하고 있다.

Schultze[19]는 白鼠를 갖이고 實驗한 結果 授乳期間동안 영양섭취를 제한 시켰드니 성장에 영구적인 장해가 생기고 生殖機能에도 영향이 있었다고 하며 Barnes[20]도 乳幼期의 營養缺乏實驗에서 성장의 장해를 報告하고 水上迷路(water maze)實驗의 結果 지능의 저하를 報告하고 있다.

Tang 等[21]의 水上迷路(water maze)의 實驗에 의하면 어릴때 植物性食品만으로 사육한 白鼠는 正常白鼠에 比하여 그 지능이 매우 떨어지며 그 섭취기간이 길면 길수록 그 度는 더 심하다고 報告하고 있으며 Riess 等[22]의 實驗에 의하면 離乳後 一定期間동안 lysine과 cystine을 缺乏시켰드니 迷路(maze)실험에서 그 成績이 매우 劣等했다고 報告하고 있다. 또한 Slonaker[23]의 報告에 의하면 白鼠의 飼料中의 蛋白質의 含量에 있어서 14~18%의 경우에 白鼠의 自發的活動이 가장 컸다고 報告하고 있다.

Chow 等[24,25]은 임신중의 모체의 영양이 그 後代에 미치는 영향에 關한 硏究結果 임신중의 어미쥐의 식사가 부족되면 그 後代의 성장이 나쁘고 빈혈에 걸리기 쉬우며 또한 그 後代의 蛋白質 이용능력도 적어지며 尿中의 아미노산 배설량이 많아지고 特히 鹽基性 아미노산의 배설량이 正常群의 白鼠보다 많다고 報告하고 있다.

Lee 等[26]의 報告에 의하면 굶주리게한 어미쥐의 새끼는 正常어미쥐의 새끼보다 單位體重當의 사료 섭취량이 더 많다고 한다.

Culley 等[27]은 白鼠에 대한 實驗에서 生後 15日 동안 授乳量을 制限시킨 群과 正常群을 비교해 보았드니 腦의 크기, 腦中의 水分, 脂肪質, cholesterol 量에 減少를 보았으며 特히 cerebrosides의 減少가 현저하였다고 報告하고 있으며, Evelyn 等[28]은 生後 2日째부터 14日동안 생쥐새끼를 어미쥐로부터 가끔 분리시켜서 젖먹는 것을 제한시킨 後 그후는 正常群과 同一하게 사육하여 9個月後에 體重, 腦의 무게, DNA 量을 보았드니 正常群보다 各各 17%, 7~14%, 8~22%의 減少를 보았다고 하며 cholesterol 量도 약간 減少되었다고 報告하고 있다.

Winick 等[29]의 白鼠에 대한 實驗報告에 의하면 生後부터 離乳時까지의 期間中 熱量을 결핍시키면 腦와 肺臟의 重量, 蛋白質量, RNA 量 및 DNA 의 量이 영구히 감소되며 한편 離乳後 一定期間동안 熱量을 결핍시켰드니 그 외의 器官의 크기, 蛋白質量, RNA 量 및 DNA 의 量은 감소되나 腦와 肺臟中의 그들의 量은 別로 변화가 없었다고 報告하고 있다.

著者等[30]은 白鼠에 대한 實驗에서 몇가지 蛋白質食品을 白米에 添加하여 離乳期부터 4週間 사육하여 본 結果 蛋白質食品添加群들은 非添加群에 비하여 肝脂肪質量이 현저하게 적고 血淸蛋白質量 및 albumin 과 globulin 의 比(A/G 比)가 높아짐을 報告하고 있다.

이와 같이 위의 여러 報文에 의하면 胎兒時節을 포함한 어릴때의 영양상태가 成長後에 미치는 영향은 크며 성장 및 정신의 발달과 깊은 관계가 있는 것 같다. 따라서 著者는 特히 우리나라 授乳婦 및 乳幼兒의 食事에 不足되어 있는 蛋白質의 영향에 관심을 갖이고 本 實驗에 着手하였으며 授乳期 및 離乳後를 몇개 단계로 나누어 그 一定期間동안만 蛋白質을 결핍시킨 다음 長期恢復시켜 어릴때 一定期間의 蛋白質不足이 成長後에 나타나는 영향과 이러한 蛋白質不足이 體位發達에만 影響을 줄뿐 아니라 性格面의 變化와도 關係가 있는가를 검토 코저 本實驗을 着手하였다.

즉 實驗動物로 白鼠를 使用하여 定해진 一定期間동안 熱量과 기타 영양소는 충분히 주고 단지 蛋白質만을 不足시킨 後 長期間의 恢復期間을 거친 다음에 나타난 動物의 성장도와 그 體成分, 식사에 대한 習性, 一般動作 및 腦의 크기를 고찰하였기에 이에 報告하는 바이다.

實驗方法

44마리의 임신을 確認한 Holtzman 雌白鼠를 얻어 체중을 달고 개별사육장에 넣어 分娩時까지 正常飼料인 25% casein 飼料로 사육하였다.

分娩日에 22마리의 어미쥐는 低蛋白質飼料인 12% casein 飼料를 먹이고 나머지 22마리의 어미쥐는 分娩前

과 같이 正常飼料를 먹였다. 이때 한 어미쥐의 젖을 먹는 새끼쥐의 마리수는 어미쥐에 관계없이 8마리로 同一하게 하였다.

分娩日 다음날에 숫 새끼쥐만을 골라서 역시 한 어미쥐에 8마리씩 同一하게 配定하고 그中 正常飼料를 먹이는 2마리의 어미쥐와 그 16마리의 새끼쥐들과 低蛋白質飼料를 먹이는 2마리의 어미쥐와 그 16마리의 새끼쥐들 만을 택하여 本實驗에 使用하였으며 授乳期間을 3週間으로 하고 3週後에 離乳시켜 正常飼料群의 새끼쥐 16마리를 다시 2個群으로 나누어 한群은 正常飼料로, 다른 群은 蛋白質 不足飼料인 5% casein 飼料로 하고 低蛋白質飼料群의 새끼쥐 16마리 역시 마찬가지 方法으로 2個群으로 나누어 모두 4個 實驗群으로 했다.

이 實驗에서 使用된 各 實驗飼料의 조성은 다음 第1表와 같다.

이와 같이 4個群으로 나눈 離乳期의 새끼쥐에 대하여 離乳後의 蛋白質不足期間의 영향을 보기 위하여 離乳後蛋白質不足期間이 서로 다른 다음의 두개 實驗을 實施하였다.

〔實驗 Ⅰ〕

離乳後蛋白質不足期間을 4週間으로 하고 그후는 4個群 모두 25% casein 飼料로 바꾸어서 21週間 恢復시켰다. 즉 實驗 Ⅰ의 사육節次는 다음 第2表와 같다.

즉 Ⅰ-A群은 授乳期, 離乳後 모두 正常飼料

Ⅰ-B群은 授乳期만 蛋白質不足飼料

Ⅰ-C群은 離乳後만 蛋白質不足飼料

Ⅰ-D群은 授乳期와 離乳後 모두 蛋白質不足飼料이고 그후는 4個群 모두 正常飼料로 21週間 恢復시켰다.

恢復期間中(恢復 17週째부터 2週間) 식사에 대한 習性을 보기 위하여 사료의 섭취량과 spillage量을 測定하였으며 첫 1週日間은 任意取食(ad libitum)方法으로 사육하면서 그 섭취량과 spillage量을 測定하였고 다음 1週間은 더 굶주리게 한 方法으로서 1日에 1時間取食(1 hour feeding) 方法으로 사육하면서 그 섭취량과 spillage量을 測定하였다.

實驗動物의 體重은 每週 1回 평량 기록하였다.

〔實驗 Ⅱ〕

實驗 Ⅰ과 다르게 離乳後의 蛋白質不足期間을 8週로 延長하여 다음 第3表와 같은 사육節次를 取하였다.

즉 Ⅱ-A群은 授乳期, 離乳後 모두 正常飼料

Ⅱ-B群은 授乳期만 蛋白質不足飼料

Ⅱ-C群은 離乳後만 蛋白質不足飼料

Ⅱ-D群은 授乳期와 離乳後 모두 蛋白質不足飼料이고 그후는 各群 모두 正常飼料로 16週間 恢復시켰다.

Table 1. Diet composition[20]

	25% Casein diet	12% Casein diet	5% Casein diet
	g	g	g
Major components			
Casein[1]	25.0	12.0	5.0
Glucose monohydrate[2]	52.7	65.7	72.7
Hydrogenated vegetable oil[3]	15.0	15.0	15.0
Salt mixture[4]	4.0	4.0	4.0
B-vitamins in sucrose	2.0	2.0	2.0
Fat-soluble vitamins in corn oil	1.0	1.0	1.0
Choline[5]	0.3	0.3	0.3
Total	100.0	100.0	100.0

B-vitamins in 2.0 g sucrose	(mg)
Thiamine·HCl	0.40
Riboflavin	0.80
Pyridoxine·HCl	0.40
Ca-pantothenate	4.00
Niacin	4.00
Inositol	20.00
Biotin	0.02
Folic acid	0.20
Vitamin B_{12}	0.003
Menadione	1.00

Fat-soluble vitamins in 1.0 g corn oil	(mg)
Vitamin A acetate	0.31
Vitamin D (Calciferol)	0.0045
α-Tocopherol	5.00

1. Vitamin-test casein, General Biochemicals, Chagrin Falls, Ohio, U.S.A.
2. Cerelose, Corn Products Company, Argo, Illinois, U.S.A.
3. Primex, Procter and Gamble Company, Cincinnati, U.S.A.
4. Hubbell, R.B., L.B. Mendel and A.J. Wakeman 1937: A new salt mixture for use in experimental diets, J. Nutr., 14 : 273. Nutritional Biochemicals Corporation, Cleveland, U.S.A.
5. Choline dihydrogen citrate, Nutritional Biochemicals Corporation, Cleveland, U.S.A.

恢復 12週째에 역시 식사에 대한 習性을 보기 위하여 實驗 Ⅰ 때와 같은 方法으로 1日 1時間 取食때의 사료 섭취량 및 spillage量을 測定하고 한편 이 測定의 最終日에 space feeding으로써 1時間 간격으로 30分間씩 4

Table 2. Feeding design of Expt. I

Group	No. rats	Lactation period (3 wks) (Diet of mother rat)	After weaning period (4 wks)	Rehabilitation period (21 wks)
I-A	8	25% Casein diet	25% Casein diet	25% Casein diet
I-B	8	12% Casein diet	25% Casein diet	25% Casein diet
I-C	8	25% Casein diet	5% Casein diet	25% Casein diet
I-D	8	12% Casein diet	5% Casein diet	25% Casein diet

Table 3. Feeding design of Expt. II

Group	No. rats	Lactation period (3 wks) (Diet of mother rat)	After weaning period (8 wks)	Rehabilitation period (16 wks)
II-A	8	25% Casein diet	25% Casein diet	25% Casein diet
II-B	8	12% Casein diet	25% Casein diet	25% Casein diet
II-C	8	25% Casein diet	5% Casein diet	25% Casein diet
II-D	8	12% Casein diet	5% Casein diet	25% Casein diet

번 밥통을 넣어 주어서 每回마다 사료의 섭취량을 測定하였다.

그리고 14주째에 任意取食에 대한 사료섭취량과 spillage量을 測定하였으며 恢復 15週째에 一般動作을 보기 위하여 mobility test를 하였다.

Mobility test는 그림 第1圖와 같이 밑바닥에 赤線으로 그린 6″×6.75″의 直四角形을 8個 만들고 그주위를 3面은 合板으로 1面은 유리板으로 하고 장치위를 형광등으로 밝혀서 장치 속의 白鼠는 실험하는 사람을 볼 수 없게 하였다. 그리고 白鼠를 그 장치 속에 넣어 처음 보는 새로운 환경에 대한 白鼠의 動作을 관찰하였다. 9分間동안에 白鼠가 움직인 눈금의 數(No. of squares crossed)와 앞다리를 들고 일어서는 回數 및 일어서 있는 時間을 秒를 單位로 測定하였다.

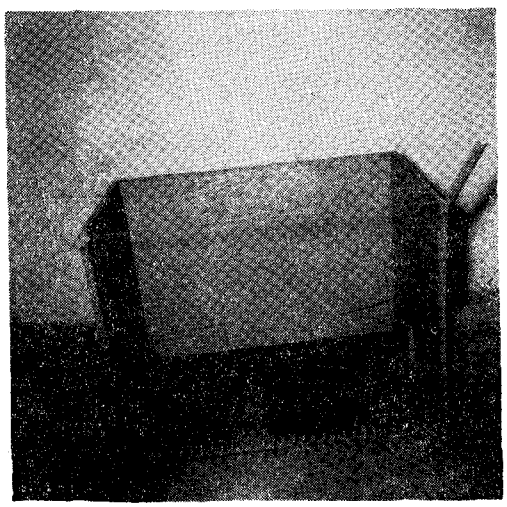


Fig. 1. Apparatus for mobility test

恢復 16週가 끝난 다음에 腦의 크기와 體成分으로서 蛋白質 및 總脂肪質을 測定하고자 산 白鼠의 體重을 달고 "Guillotine"으로 목을 짤라 瀉血한 다음에 頭部中의 腦를 적출하여 그 무게를 달고 體部에서 胃, 小大腸을 除去하고 頭部와 體部를 합한 屍體의 무게를 단 다음에 1 *l* 비커에 넣고 6 N-HCl를 屍體 100 g當 100 ml 加하고 시계접시로 덮어 121°C에서 16시간 加壓分解하여 液化시키고 이것을 waring blender로 다시 잘 혼합하여 1 *l*로 만들어 그中 一定量을 取하여 다음과 같이 蛋白質 및 總脂肪質의 量을 測定하였다.

蛋白質定量：上記 屍體分解物 1 ml를 取하여 micro-kjeldahl方法에 따라 마이크로 킬달 分解병에 넣고 이에 黃酸칼륨 1.9 g, 酸化水銀 40 mg 및 진한 黃酸 4 ml를 넣은 다음 비등석 2~3個를 넣고 直火에서 약 2時間 加熱하여 檢體가 完全 투명 될때까지 分解시켰다.

分解병이 完全히 식은 다음에 그 목 부분을 소량의 증유수로 잘 씻어 내리고 마이크로 킬달 증유장치에 연결시킨다. 受器로서 125 ml 三角훌라스크에 飽和硼酸 5 ml와 2~3滴의 指示液(1容의 0.2% methyl-red alcohol 용액+5容의 0.2% bromocresol-green alcohol 용액)을 넣은 것을 사용하였다.

다음에 NaOH-$Na_2S_2O_3$ 용액(1,200 g NaOH + 100 g $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$를 2 *l*로 만듦) 8~10 ml를 分解瓶에 注加하여 受器의 증유액이 약 50 ml 될때까지 증유한 다음 이것을 0.01 N-HCl으로 滴定하여 灰色이 되는 點을 終末點으로 하였다.

總脂肪質의 定量：위의 屍體分解物 5 ml와 물 5 ml 및 석유에텔 10 ml를 유리마게 시험관에 넣어 30分間 진탕시키고 5分間 遠沈시킨 후 석유에텔 層에서 5 ml를 取

하여 미리 무게를 단 秤量瓶에 옮겨 70°C에서 건조 시켜 秤量하였다.

實驗成績

上記 實驗方法에 의하여 얻은 성적은 다음과 같다.

1. 成長度 및 體成分

a. 成長度

實驗 Ⅱ에서 사육한 實驗動物의 授乳期間中의 平均體重 變化는 다음 第4表와 같다.

第4表에 의하면 正常飼料를 먹인 어미쥐의 새끼쥐들은 生後 1日에 6.4g, 7日째에 16.2g, 14日째에 25.0g, 離乳日에는 46.0g인데 反하여 低蛋白質飼料인 12% casein 飼料를 먹인 어미쥐의 새끼쥐들은 各各 6.2g, 10.6g, 15.7g, 25.0g이다.

實驗 Ⅰ 및 Ⅱ에 있어서 각각 21週間 및 16週間 恢復시킨 후 各群의 平均體重을 測定한 結果는 다음 第5表와 같다.

第5表에 의하면 實驗 Ⅰ의 경우 週令 28週 때에 Ⅰ-A群이 401g, Ⅰ-B 群 359g, Ⅰ-C 群 379g이며 Ⅰ-D 群은 320g이다. Ⅰ-B 群과 Ⅰ-D 群은 Ⅰ-A 群(正常群)과 현저한 差異를 보여 주고 있다. 實驗 Ⅱ의 경우에는 Ⅱ-A 群이 419g, Ⅱ-B 群 384g, Ⅱ-C 群 402g, Ⅱ-D 群이 341g이며 Ⅱ-B 群과 Ⅱ-D 群 역시 Ⅱ-A 群(正常群)과 현저한 差異를 보여주고 있다.

b. 體成分

위의 實驗 Ⅱ에서 사육한 27週의 週令을 갖인 實驗動物의 體成分 分析値는 다음 第6表와 같다.

Table 4. Average body weight of pups during lactation period

Diet of mother rat	No. rats	one day old	7 days old	14 days old	21 days old
		g	g	g	g
25% Casein diet	16	6.4	16.2	25.0	46.0
12% Casein diet	16	6.2	10.6	15.7	25.0

Table 5. Average body weights after rehabilitation[1]

Group	Expt. Ⅰ	Group	Expt. Ⅱ
	g		g
Ⅰ-A	401 ±5.8[2]	Ⅱ-A	419 ±10.2
Ⅰ-B	359* ±4.1	Ⅱ-B	384* ±12.7
Ⅰ-C	379 ±2.0	Ⅱ-C	402 ±11.2
Ⅰ-D	320** ±4.1	Ⅱ-D	341** ±9.3

8 rats each group

1. Expt. Ⅰ 21 weeks rehabilitation (28 weeks old)
   Expt. Ⅱ 16 weeks rehabilitation (27 weeks old)
2. Mean±Standard error

* $P<0.05$

** $P<0.01$

Table 6. Body composition, 27 weeks of age in Expt. Ⅱ[1]

	GP Ⅱ-A		GP Ⅱ-B		GP Ⅱ-C		GP Ⅱ-D	
	g	% carcass	g	% carcass	g	% carcass	g	% carcass
Body wt	419±10.2		384*±12.7		402±11.2		341**±9.3	
Carcass[2]	388±10.1		352 ±12.3		369±10.4		311 ±8.5	
Protein	82±2.3	21.3±0.25	80 ±2.9	22.6**±0.22	82±2.0	22.2*±0.20	69 ±1.9	22.1*±0.25
Fat	55±2.7	13.8±0.49	43 ±2.7	12.1* ±0.49	45±2.1	12.1*±0.50	39 ±1.3	12.4*±0.40

8 rats each group

1. Mean±Standard error
2. Wet weight of body minus brain, blood and gastro-intestinal tract

* $P<0.05$

** $P<0.01$

Table 7. Average food intake and spillage (7 days period) in Expt. I

Group	No. rats	Food intake / 100 g body wt	Food intake / body $wt^{0.75}$	Food spillage as % of food intake
		g/day	g/day	%
		ad libitum		
I-A	8	4.4±0.10[1]	0.195±0.006	2.0±0.40
I-B	8	4.3±0.13	0.184±0.014	2.2±0.41
I-C	8	4.6±0.10	0.204±0.013	2.2±0.80
I-D	8	4.3±0.20	0.187±0.009	2.6±0.79
		one hour feeding		
I-A	8	2.1±0.12	0.093±0.006	4.2±0.94
I-B	8	2.2±0.09	0.096±0.004	4.9±1.08
I-C	8	1.9±0.09	0.083±0.004	3.9±1.08
I-D	8	2.3±0.24	0.098±0.009	4.9±0.92

1. Mean±Standard error

Table 8. Average food intake and spillage (7 days period) in Expt. II

Group	No. rats	Food intake / 100 g body wt	Food intake / body $wt^{0.75}$	Food spillage as % of food intake
		g/day	g/day	%
		ad libitum		
II-A	8	3.8 ±0.18[1]	0.171 ±0.007	2.9±0.72
II-B	8	4.2 ±0.16	0.185 ±0.019	3.2±1.10
II-C	8	4.3* ±0.11	0.189 ±0.003	3.9±0.90
II-D	8	4.8**±0.05	0.204**±0.003	4.8±1.10
		one hour feeding		
II-A	8	2.3 ±0.19	0.102 ±0.006	5.3±1.02
II-B	8	2.5 ±0.14	0.109 ±0.006	5.9±1.10
II-C	8	2.5 ±0.12	0.111 ±0.005	5.6±1.12
II-D	8	3.0**±0.13	0.123*±0.006	10.8±2.04

1. Mean±Standard error
* $P<0.05$
** $P<0.01$

Table 9. Average rate of decrease in food intake in repeated space feedings* in Expt. II (Food intake in grams / 100 g body wt)

Group	No. rats	Feedings			
		1 st	2 nd	3 rd	4 th
II-A	8	2.8	1.2	0.7	0.6
II-B	8	3.1	1.0	1.0	0.6
II-C	8	3.2	1.1	0.7	0.5
II-D	8	3.9	1.2	0.8	0.5

* Intervals between feedings are one hour and each feeding duration is 30 minutes

Table 10. Results of mobility test in Expt. Ⅱ[1]

Group	No. rats	No. squares[2] crossed	No. Standings up	Duration of standings up[3]
Ⅱ-A	8	54.4 ±10.5[4]	40.6±7.8	62.2±14.3
Ⅱ-B	8	89.6*±12.5	48.9±7.7	74.8±15.8
Ⅱ-C	8	92.4*± 9.9	56.2±8.1	83.6±14.9
Ⅱ-D	8	88.2*± 8.2	52.8±5.2	75.4±11.7

1. All data are those happened during 9 minutes test per rat
2. Each square is 6″×6.75″
3. Time unit is second
4. Mean±Standard error
* $P<0.05$

Table 11. Brain weight and its relation to body weight at 27 weeks of age

Group	Ⅱ-A	Ⅱ-B	Ⅱ-C	Ⅱ-D
Brain wt, g	1.89±0.08[1]	1.74±0.10	1.80±0.13	1.65*±0.07
Brain wt, % of body wt	0.45±0.05	0.46±0.05	0.45±0.06	0.48 ±0.08
Brain wt, % of $BW^{0.75}$	2.05±0.02	2.01±0.03	2.01±0.02	2.10*±0.02

8 rats each group
1. Mean±Standard error
* $P<0.05$

屍體의 무게는 全動物에서 血液, 腦 및 胃腸을 除去한 것이며 體重의 경우와 마찬가지로 Ⅱ-A 群이 388 g로서 제일 크고 Ⅱ-C 群이 369 g로 두번째이며 Ⅱ-D 群은 311 g로서 제일 적었다.

그 中의 蛋白質과 總脂肪質의 量도 屍體의 무게와 比例해서 많다. 屍體中의 蛋白質量과 總脂肪質量을 百分率로 表示하면 Ⅱ-A群은 總脂肪質量이 13.8%로서 Ⅱ-B 群, Ⅱ-C 群 및 Ⅱ-D 群 보다 많으며 蛋白質量은 21.3% 로서 이들 群보다 낮다.

2. 飼料攝取量 및 Spillage 量

實驗 Ⅰ 및 Ⅱ에 있어서 각각 7日間의 平均 飼料攝取量 및 spillage 量은 第7表 및 第8表와 같다.

實驗 Ⅱ의 各群의 食事에 對한 態度를 다른 角度에서 관찰하기 위하여 space feeding 실험을 한 결과 나타난 사료 섭취량의 감소율을 위의 第9表에 表示한다.

第9表에서 보는 바와 같이 Ⅱ-A 群은 第1回 2.8 g, 第2回 1.2 g, 第3回 0.7 g, 第4回는 0.6 g인데 反하여 Ⅱ-D 群의 경우에는 各各 3.9 g, 1.2 g, 0.8 g, 0.5 g로서 그 섭취량의 감소율이 큰 것을 볼 수 있다.

3. Mobility test

實驗動物을 새로운 환경속에 넣었을 때에 그들의 一般動作을 보기 위하여 실시한 mobility test의 結果는 第10表와 같다.

第10表의 結果는 9分 동안의 실험결과이며 實驗動物의 움직이는 回數와 앞다리를 들고 일어서는 頻度와 그 시간을 보기 위한 것이다.

즉 움직인 눈금의 回數가 Ⅱ-A 群이 54.4, Ⅱ-B 群이 89.6, Ⅱ-C 群이 92.4, Ⅱ-D 群이 88.2로서 漸次增加하고 있으며 이들 各群은 Ⅱ-A 群과 현저한 差가 있다.

앞다리를 들고 일어서는 頻度와 서서 있는 총시간 역시 Ⅱ-A 群에 비하여 Ⅱ-B 群, Ⅱ-C 群, Ⅱ-D 群 모두가 많아지고 있다.

4. 腦의 發達

實驗 Ⅱ의 各群의 腦의 크기는 위의 第11表와 같다.

週令 27週째의 各群의 腦의 크기는 Ⅱ-A 群이 1.89 g, Ⅱ-B 群이 1.74 g, Ⅱ-C 群이 1.80 g, Ⅱ-D 群이 1.65 g로서 Ⅱ-B 群과 Ⅱ-D 群이 매우 적다. 特히 Ⅱ-D 群은 Ⅱ-A 群과 현저한 差를 보여주고 있다. 腦의 體重에 대한 比率은 各群間에 別差가 없으며 代謝體重에 대한 比率은 Ⅱ-D 群만이 Ⅱ-A 群과 差異를 보여 주고 있다.

考 察

1. 成長度 및 體成分

a. 成長度

第4表, 第2圖에서 보는 바와 같이 授乳期間中의 成長度는 어미쥐의 사료중의 蛋白質 含量과 重大한 關係

가 있으며 25% casein 飼料를 먹인 白鼠의 새끼는 3週日에 46.0g의 體重인데 對해서 12% casein 飼料를 먹인 白鼠의 새끼는 25.0g에 불과하다.

또한 第5表, 第3圖에서 보는 바와 같이 어릴 때에 蛋白質이 不足된 白鼠의 成長度는 正常群의 그것에 비하여 劣等하며 授乳期에 蛋白質이 不足된 群은 그 後에 長期間의 恢復期를 거쳐도 永久히 正常群에 따라가지 못한다. 이러한 結果는 授乳期間中 한 어미쥐에 새끼쥐의 마리수가 많은 群의 成長度가 마리수가 적은 群의 그것에 좇아가지 못한다는 Jackson[18]의 報告, 또한 授乳期間동안 授乳量을 制限시킨 結果 成長에 장해가 생겼다는 Schultze[19]의 報告 및 生後 2週間 授乳量을 制限시킨 結果 完全成長後에 正常群보다 17%의 成長減少를 보았다는 Evelyn[28]의 報告와 類似한 結果이다.

Fig. 2. Growth at the age of 21 days. 25% and 12% casein in their mother-rat diets

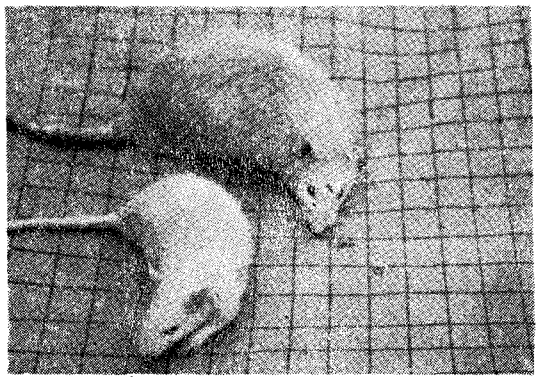


Fig. 3. Growth after 25 weeks rehabilitation from the Fig. 2

그러나 授乳期間中에 正常的인 蛋白質을 먹인 群은 離乳後에 4週間 或은 8週間 蛋白質을 不足시켰다가도 나중에 25% casein 飼料로 恢復시키면 正常群의 成長에 따라 갈 수 있다는 點이 興味로운 點이다. 授乳期間中의 蛋白質 不足이 成長에 永久的 障害를 주는 여러 原因中의 하나로는 아마도 腦의 成長不良과 더불어 腦下垂體의 成長홀몬에도 어떠한 영향을 주기 때문이 아닌가 생각된다. 實驗 I 및 II의 成長度를 曲線으로 表示하면 第4圖 및 第5圖와 같다.

b. 體成分

正常群은 蛋白質不足群에 비하여 體重이 크기 때문에 그 속의 蛋白質 및 脂肪質의 절대량은 不足群에 비하여 많다. 그러나 이들 量을 % carcass로 表示하면 正常群은 不足群에 비하여 蛋白質의 含量이 적으며 反對로 脂肪質의 量이 많다.

이들은 統計學的으로도 有意義한 差를 보여 주고 있다. 그러나 授乳期間中의 蛋白質不足群과 離乳後 8週間의 蛋白質不足群間의 差異는 없다. 이러한 體成分의 差異로 미루어 여러가지 生理作用 및 代謝機能에도 서로 差異가 있을 것으로 생각되며 이러한 代謝機能에 영향을 주는 여러가지 蛋白質性代謝機能調節物質의 基本的인 構成이 主로 乳幼期때에 固定되는 것으로 믿어진다.

過量의 熱量素가 體內에서는 脂肪質로 變하여 體脂肪質로 저장된다는 사실로 보아 어릴때 充分한 蛋白質을 取한 群의 體脂肪質量이 많아 졌다고 생각되며 일에 대한 持久力, 굶주림에 대한 忍耐力, 그리고 體內의 均衡된 代謝를 위해서는 어느 程度의 體脂肪質이 있어야 될 것으로 믿는다.

2. 習性 및 動作

어릴때의 蛋白質不足에서 오는 習性 및 動作의 變化를 두가지 면에서 관찰하였다. 그 하나는 食事에 對한 習性이고 또 하나는 새로운 환경에 對한 一般動作을 관찰하였다.

a. 食事에 對한 習性

第7表에 의하면 사료의 섭취량에 대하여 各群의 差가 거의 없다. 즉 授乳期와 離乳後 4週間의 蛋白質不足은 사료 攝取量에 別 影響을 주지 않음을 보여 주고 있다. 또한 food spillage의 量도 別差가 없음을 보여 주고 있다. 그러나 第8表에 의하면 各群間에 어느 정도 差異가 생기고 있다. 統計學的으로 보면 離乳後 8週間이란 長期間동안 蛋白質不足 시킨 群은 사료의 섭취량이 높으며 正常群과의 差가 統計學的으로 有意義하였다. 이러한 點으로 보아 食事에 대한 욕구는 어릴때의 蛋白質不足의 期間과 關係가 있는 것 같다. 이러한 結果는 임

Fig. 4. Growth Curves of Expt. I

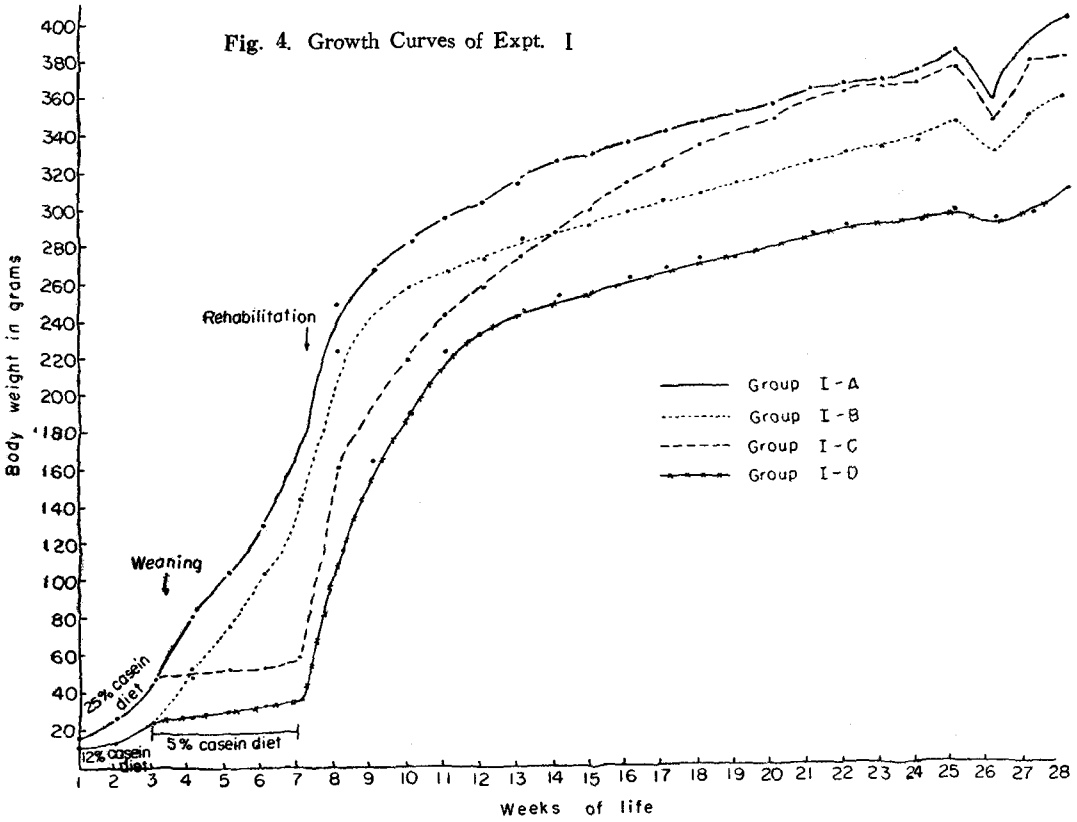
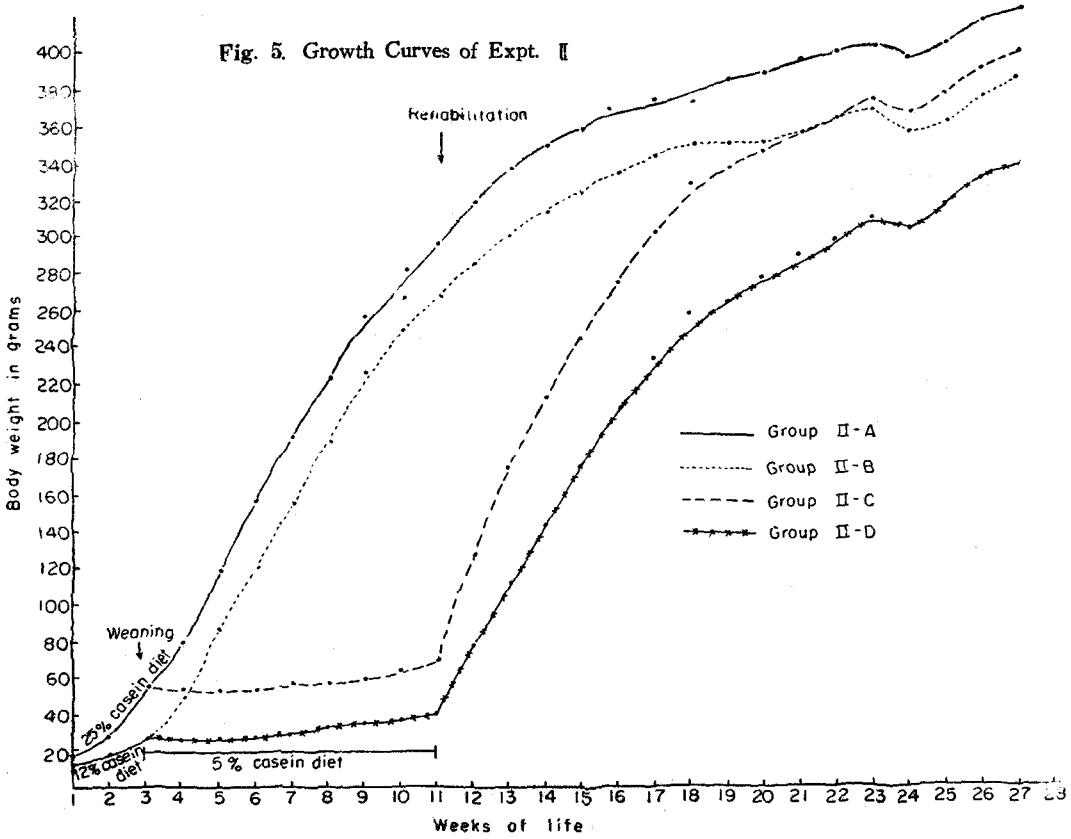


Fig. 5. Growth Curves of Expt. II



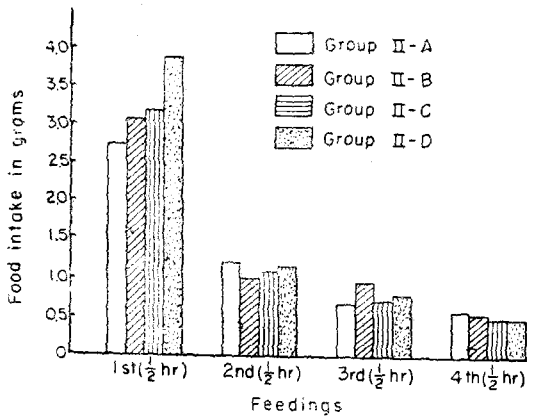


Fig. 6. Rate of decrease in food intake in repeated space feedings* in Expt. Ⅱ $\left(\frac{\text{Food intake in grams}}{\text{100 grams body weight}}\right)$

* Intervals between feedings are one hour and each feeding duration is 30 minutes.

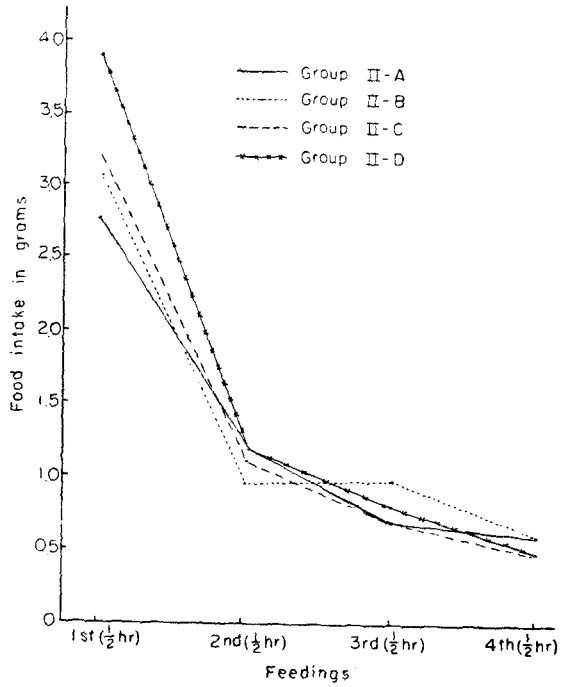


Fig. 7. Rate of decrease in food intake in repeated space feedings* in Expt. Ⅱ $\left(\frac{\text{Food intake in grams}}{\text{100 grams body weight}}\right)$

* Intervals between feedings are one hour and each feeding duration is 30 minutes.

신중에 굶주리게 한 어미쥐의 새끼는 正常어미쥐의 새끼보다 單位 體重當의 사료섭취량이 더 많다고 報告한 Lee 等[26]의 見解와 類似한 結果라고 하겠다. 이 사료 攝取量의 差異는 아마도

(1) 어릴 때의 蛋白質不足 生活로 因하여 食事에 對한 心理的인 欲求가 形成된 것.

(2) 第6表에 表示된 바와 같이 體蛋白質의 含量이 많기 때문에, 즉 單位 體重當의 代謝活動이 높기 때문 등을 들을 수 있다. 食事에 對한 欲求를 더 分析하기 위하여 space feeding 실험에서 얻은 第9表의 結果를 그림으로 表示하면 다음 第6圖 및 第7圖와 같다.

이에 의하면 正常群에 비하여 蛋白質不足群은 사료의 섭취에 있어서 첫回에는 그 섭취량이 많으나 2回째, 3回째, 4回째로 갈수록 그 섭취량의 減少率이 높다. 이것은 食事에 對한 欲求가 심하다는 것을 表示하며 첫回에 飽食하기 때문에 다음 回의 攝取量이 줄어지는 것으로 思慮된다.

第8表의 food spillage 量에 있어서는 第7表의 경우보다 各群의 差가 크다. 이런 點으로 볼 때 어릴 때의 蛋白質不足期間이 길면 길수록 food spillage 量이 많음을 알 수 있다. 사료를 먹을 때의 態度를 보면 蛋白質不足群의 白鼠들은 食事中에 매우 右往左往하며 한편 사료통에서 떨어질줄을 모른다. 특히 굶주리게한 다음에 사료통을 넣어 주었을 때에 그러하다. 따라서 正常群에 비하여 사료통에 머무는 시간이 길며 앞다리로 사료를 파헤치는 경우가 일수이다. 이러한 結果는 食事에 대한 欲求와 또한 沈着치 못한 習性에서 온것이라고 생각된다.

b. 一般動作

第10表에 나타난 結果는 지금까지 自己 취장에서만 살어온 白鼠를 형광등으로 밝힌 새로운 환경속에 옮겼을 때의 白鼠의 動作을 보기 위한 실험으로서 各群의 實驗數値에 差異가 생기고 있다. 特히 움직인 눈금의 數(No. of squares crossed)는 統計學的으로 有意義한 差를 보여 주고 있다. 一般的으로 어릴 때 蛋白質이 不足되면 神經過敏으로 되고 침착성을 잃게 된다는 것을 이 實驗에서 볼 수 있는 것이다. 正常群은 不足群에 비하여 침착하고 右往左往하지 않는 傾向이 있다.

3. 腦의 發達

第11表에서 보는 바와 같이 授乳期 3週間의 不足群은 離乳後 8週間의 不足群보다 腦의 크기가 적으며 이것은 腦의 發達이 主로 授乳期에 이루어 짐을 알 수 있다. 生後 11週間 不足群(Ⅱ-D 群)은 正常群과 統計學的으로 有意義한 差가 있다.

이러한 結果로 미루어 腦의 發達이 主로 授乳期에 이

루어진다 할지라도 離乳後에도 어느 정도 계속 發達하고 있는 것 같다. Culley[27]는 白鼠를 生後 15日 동안 授乳量을 制限시켰드니 正常群에 비하여 腦의 크기가 減少되었다는 報告와 Evelyn[28]의 報告한 바 生後 2週間동안 역시 授乳量을 制限시킨 생쥐의 腦의 무게는 그 동물이 完全成長後에 正常群보다 7~14%나 減少되었으며 그리고 또한 Winick[29]의 報告한 바 生後부터 離乳時까지 熱量을 $\frac{1}{2}$로 缺乏시키면, 腦의 무게가 永久히 감소되며 離乳後 一定期間동안(3週間) 같은 方法으로 熱量을 缺乏시켰드니 腦의 무게는 別로 줄어지지 않했다는 點과 매우 類似한 結果이다. 이와 같이 어릴 때에 熱量 또는 蛋白質을 不足시키면 腦의 發達이 低下되었다. 그리고 여러 迷路(maze) 실험[20,21]의 결과 지능의 低下를 보여 주고 있는 것은 腦의 크기와 지능과의 關係는 밀접한 것으로 생각된다.

結　論

實驗動物로서 白鼠를 使用하여 乳幼期의 蛋白質不足이 그 動物의 成長을 비롯하여 習性 및 動作의 變化, 腦 및 體成分의 變化에 까지 영향을 줄 것으로 생각되어 實施한 本硏究를 다음과 같이 結論한다.

1. 授乳期間中의 成長度는 어미쥐의 飼料중의 蛋白質含量과 重大한 關係가 있다. 正常飼料인 25% casein 飼料를 먹인 白鼠의 새끼는 生後 3週間에 平均 46.0g의 體重인데 對하여 低蛋白質飼料인 12% casein 飼料를 먹인 白鼠의 새끼는 不過 平均 25.0g이다.

2. 授乳期(3週間)때에 蛋白質이 不足된 飼料를 먹인 白鼠의 새끼는 그後에 長期間 恢復시켜도 永久히 正常群의 成長에 따라가지 못한다.

3. 授乳期間中에 正常的인 蛋白質飼料를 먹인 白鼠의 새끼는 離乳後에 4週間 혹은 8週間 蛋白質을 不足시켰다가 다음에 正常蛋白質飼料로 恢復시키면 正常群의 成長에 따라 갈 수 있다.

4. 體成分에 있어서 蛋白質과 總脂肪質의 量은 正常群이 蛋白質不足群보다 많지만 그것을 百分率로 表示할 때 正常群은 蛋白質不足群에 비하여 總脂肪質量이 많고 蛋白質量은 적다. 그러나 授乳期間中의 蛋白質不足群과 離乳後 8週間의 蛋白質不足群間의 差異는 볼 수 없었다. 이러한 體成分의 差異로 미루어 여러가지 生理作用 및 代謝機能에도 서로 差異가 있을 것으로 생각되며 이러한 代謝機能에 영향을 주는 여러가지 蛋白質性 代謝機能調節物質의 基本的인 構成이 主로 乳幼期때에 固定되는 것으로 믿어진다.

5. 授乳期와 離乳後 4週間의 蛋白質不足群은 사료 攝取量과 food spillage 量에 別 影響을 주지 않으나 離乳後 8週間까지 蛋白質을 不足시킨 群은 單位體重當 사료의 섭취량이 높으며 正常群과의 差가 統計學的으로 有意義하였다. 이러한 事實로 보아 食事에 對한 欲求는 어릴 때의 蛋白質不足度와 많은 관계가 있는 것으로 믿어진다.

Food spillage 量에 있어서도 離乳後 8週間까지 蛋白質을 不足시킨 群은 4週間 不足시킨 群보다 그 量이 많다. 이는 어릴 때의 蛋白質不足期間이 길면 길수록 food spillage 量은 많음을 알 수 있으며 이러한 結果는 沈着치 못한 習性에서 온 것이라고 생각된다.

6. 授乳期 또는 離乳後에 蛋白質을 不足시키면 一般的으로 神經過敏이 되고 침착성을 잃게 되는 것 같다. 그러나 正常群은 蛋白質不足群에 비하여 右往左往하지 않는 傾向이 있음으로 침착함을 인정할 수 있다.

7. 授乳期 3週間의 蛋白質不足群은 離乳後 8週間의 蛋白質不足群보다 腦의 크기가 적으며 이것은 腦의 發達이 主로 授乳期에 이루어짐을 알 수 있다. 生後 11週間(授乳期 3週間과 離乳後 8週間) 蛋白質不足群은 正常群과 統計學的으로 有意義한 差가 있으며 또한 여러 迷路(maze) 실험에서 보여 주고 있는 지능의 低下라는 點과 結付시켜 볼 때 腦의 크기와 지능발달과의 관계는 밀접한 것으로 생각된다.

끝으로 本 實驗에 있어서 많은 도움을 주신 Cornell 대학교 영양대학원장 Dr. Richard H. Barnes에게 深謝하는 바이다.

文　獻

1) 보건사회부·대한소아과학회：한국소아의 發育標準値, 대한소아과학회잡지, ***10***, 제 4 호 부록(*1967*)
2) 尹德眞：韓國小兒의 體位에 關하여, 韓國營養學會誌, ***1***, *121* (*1968*)
3) 蔡禮錫：食品及榮養量攝取狀態調査報告, 國立化學硏究所報告, ***1***, *65* (*1948*)
4) Re Suk Chai: *Food consumption of Korean individuals, National Chemistry Laboratories, Ministry of Health and Social Affairs, Republic of Korea* (*1956*)
5) 劉貞烈·許鈴：國民榮養調査第一報, 國立化學硏究所報告, ***10***, *65* (*1962*)
6) 劉貞烈·蔡禮錫：國民榮養調査 第二報, 國立化學硏究所報告, ***10***, *82* (*1962*)
7) Lee, K.Y., Bang, S. and Yun, D.J.: *Dietary survey of wanling infants in South Korea, J. Ame. Dietet. Assoc.*, ***43***, *457* (*1963*)
8) 李鉉金·獨孤英昌·黃祐兢：農村地方離乳實態調査,

韓國營養學會誌, **1**, 117 (1968)

9) 朴春子·兪德子·金英順·劉貞烈：特殊地域의 영양섭취상태조사 第一報, 韓國營養學會誌, **2**, 47 (1969)

10) FAO 한국협회：食品需給表 (1967)

11) György, P.: *How to reach the preschool child, Amer. J. Clin. Nutr.*, **14**, 65 (1964)

12) Brock, J.F.: *Protein malnutrition. In: Control of malnutrition in man, Amer. Pub. Health Assoc.* (1960)

13) Clark, M.: *Kwashiorkor, E. Afr. Med. J.*, **28**, 229 (1957)

14) Stoch, M.B. and P.M. Smythe: *Infant undernutrition and brain growth, Arch. Dis. Childhood*, **38**, 546 (1963)

15) McCance, R.A.: *Food, growth and time, Lancet*, **2**, 267 (1962)

16) Cravioto, J. and B. Robles: *Evolution of adaptive and motor behavior during rehabilitation from kwashiorkor, Am. J. Orthopsych.*, **35**, 449 (1965)

17) Kennedy, G.C.: *The development with age of hypothalamic restraint upon the appetite of the rat, J. Endocrinol.*, **16**, 9 (1957)

18) Jackson, C.M. and A.C. Stewart: *The effects of inanition in the young upon ultimate size of the body and of various organs in the albino rat, J. Expt'l Zool.*, **30**, 97 (1920)

19) Schultze, M.O.: *Effect of malnutrition in early life on subsequent growth and reproduction of rats, J. Nutr.*, **56**, 25 (1955)

20) Barnes, R.H.: *Influence of nutritional deprivatibns in early life on learning behavior of rats as measured by performance in water maze, J. Nutr.*, **89**, 399 (1966)

21) Tang, Y., Chin, K. and Tsang, Y.H.: *The effect of a vegetation diet on the learning ability of albino rats, Psychol. Abst.*, **7**, 119 (1933)

22) Riess, B.F. and Bloch, R.J.: *The effect of amino acid deficiency on the behavior of the white rat: lysine and cystine deficiency, J. of Psychol.*, **14**, 101 (1942)

23) Slonaker, J.R.: *Effects of different per cents of protein in the diet. II-Spontaneous activity, Am. J. Physiol.*, **96**, 557 (1931)

24) Chow, B.F. and C.J. Lee: *Effect of dietary restriction of pregnant rats on body weight gain of the offsprings, J. Nutr.*, **82**, 10 (1964)

25) Lee, C.J. and B.F. Chow: *Metabolism of protein by progency of underfed mother rats, J. Nutr.*, **94**, 20 (1968)

26) Lee, C.J. and B.F. Chow: *Protein metabolism in the offspring of underfed mother rats, J. Nutr.*, **87**, 439 (1965)

27) Culley, W.J. and Mertz, E.T.: *Effect of restricted food intake on growth and composition of preweaning rat brain, Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.*, **118**, 233 (1965)

28) Evelyn H. and D.M. Granoff: *Effect of neonatal food restriction in mice on brain growth, DNA and cholesterol, and on adult delayed response learning, J. Nutr.*, **95**, 111 (1968)

29) Winick, M. and A. Nable: *Cellular response in rats during malnutrition at various ages, J. Nutr.*, **89**, 300 (1966)

30) 劉貞烈·金權鎬·蔡禮錫： 白米食의 榮養學的研究 第一報(高蛋白性食品添加試驗), 國立化學研究所報告, **7**, 26 (1958)