

청둥오리 난황유에서 분리한 인지질이 쥐 뇌에 미치는 영향

정인택 · 문윤희 · 류병호[†]

경성대학교 식품공학과

Effects of the Phospholipid separated from Duck Egg Oil on the Rat Brain

In-Teak Jung, Yoon-Hee Moon and [†]Beung-Ho Ryu

Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungsung University

Abstract

This study was performed to investigate the biocogical activity of the phospholipid separated and purified from duck egg yolk as functional brain food. A quantitative restriction of maternal diet was given to Sprague-Dawely rats during lactation. Animals were separated into three groups, such as control, duck egg phospholipid(PL) or pig-brain phospholipid additions groups. And *ad libitum* during lactation was given to control groups. All of the offsprings at 3 weeks of age fed a diet *ad libitum* for 4 weeks of rehabilitation.

Body weight and brain weight and protein, phospholipid, and cholesterol were determined on offsprings of each of group sacrificed at 0, 1, 2, 3, 5 and 7 weeks of age, sacrificed body weight of duck egg phospholipid and pig brain phospholipid group were significantly higher than the control group. Body weight and brain weight after a recovery period were significantly at the control group. However, protein, phospholipid and cholesterol contents were significantly high than the control group. Response latency in the passive avoidance task was the lowest in the β -amyloid group and highest in the phospholipid group.

It is consequently suggested that phospholipid supplement may be effective in memory improvement.

Key words : duck egg oil, phospholipid

서 론

청둥오리는 우리 주변에서 방목하는 가축 중 다른 동물과는 다르게 한 마리가 1년에 169개의 알을 생산 할 정도로 번식력이 대단하며 가정 하수나 공장 폐수, 오염된 하천에서도 무엇이든 먹고 잘 자라며, 해충을 잡아먹어 무공해 작물을 재배하는데 큰 공을 세우는 특이한 동물로 알려져 있다¹⁾. 오리는 민간약으로 중 풍, 고혈압, 동맥경화 등 성인병의 특효약으로 동의보감에 기록되어 있다²⁾. 오리알은 영양분이 골고루 들

어있고 그 자체만으로도 새로운 생명을 탄생시키는 완전 식품이다. 특히 지방산으로는 필수지방산인 리놀레산, 리놀렌산 및 아라키돈산이 이상적으로 함유되어 있고 특히 뇌혈관성 질환 등 성인병 예방에 큰 역할을 한다³⁾. 그리고 인지질은 사람의 뇌 속에 많이 함유되어 있는 특수 성분의 하나로 노인성 치매나 어린이에게는 기억력을 증강시킨다고 알려져 있다⁴⁾.

계란의 난황은 총 건물의 66% 이상이 지질이고 그 중에 20% 이상이 인지질로 구성되어 있다⁵⁾. 이러한 난황의 인지질 중에는 레시틴의 화학명이라고 할 수

[†] Corresponding author : Beung-Ho Ryu, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungsung Univ., Busan 608-736, Korea.

Tel : +82-51-620-4712, E-mail : bhryu@star.ks.ac.kr

있는 phosphatidylcholine(PC)의 함량이 69% 이상으로 인지질 중의 대부분을 차지하여 phosphatidylcholine의 중요한 자원이라고 할 수 있다⁶⁾. 난황 인지질 중의 데시틴은 이용도가 매우 다양하여 의약용, 화장품용 및 식품용으로 많이 사용된다. 식품용으로는 주로 유화제로 사용되나 지방산 함량이 모유의 지방산의 구성과 유사하기 때문에 유아용 조제분유에 첨가하여 사용되기도 한다⁷⁾.

데시틴은 글리세린·인·콜린·필수지방산 등으로 구성되어 있어 뇌와 신경 조직의 주요 구성 성분과 유사하여 두뇌 식품(brain food) 또는 자연의 신경 안정제라고도 불리고 있다⁸⁾.

인지질은 우리 신체의 전 세포, 그 중에서도 특히 뇌세포의 건강에 큰 작용을 한다. 인체의 가장 중요한 기관인 대뇌에는 약 140억 개의 뉴런이라 불리는 신경 세포가 존재하고 있으며 뉴런과 뉴런은 신경 섬유로 연결되어 있고 이 신경 섬유의 말단에는 시냅스라는 정보 전달 조직이 있어 다른 신경 세포와 정보 교환을 수행하고 있다¹⁰⁾. 따라서 난황유에 들어있는 유용 성분을 섭취하면 아세틸콜린이 증가되어 시냅스가 점점 발달하게 되고 이로 인해 정보의 교환이 원활하게 이루어지게 된다^{10,11)}.

신경 전달 물질인 acetylcholine의 농도는 식이 choline 혹은 PC 보충으로 뇌 조직에서 현저히 증가되며 이러한 acetylcholine 농도의 증가는 choline성 신경 세포를 활성화시킨다^{12,13,14)}. Choline의 보충은 choline성 신경 세포를 활성화 시키므로 학습 및 기억력 향상에 효과적일 것으로 기대된다^{15,16)}. 특히 태아 혹은 신생아의 경우에는 조직의 분화 및 성장을 위해 다량의 choline을 필요로 한다^{17,18)}. 모체의 혈중 choline은胎반을 통해 태아로 이동되어 모체 혈액에서 보다 태아의 혈중 choline 농도가 높고, 특히 신생기에는 혈액의 choline을 뇌로 이동시키는 능력이 최대에 달한다^{19,20)}. 인지질은 세포 기능의 중재자 역할로 호르몬, 성장 인자, 신경 전달 물질 등의 작용에 영향을 주는 한편 콜린의 공급원으로 노인성 치매를 예방하는데도 중요한 역할을 한다^{21,22)}. 청동오리 난황유는 달걀 난황유에 비하여 불포화지방산이 많고 콜레스테롤의 함량이 매우 적어 많은 사람들이 즐겨먹고 있으며 또 난황유에 비해 phospholipid 중 phosphatidylcholine, phosphatidylethanolamine 및 sphingomyelin 등의 함량이 높다.

본 연구는 인지질이 뇌의 성장과 발달에 미치는 영향을 알아보기 위하여 청동오리 난황유로부터 분리 정제한 인지질을 식이에 첨가하여 실험하였다.

재료 및 실험 방법

1. 대상 동물 및 식이

체중이 180~220 g 되는 Sprague-Dawley계 암컷 랫드(서울대학교 동물 사육장에서 공급받음) 여러 마리를 교배시킨 후(♀:♂=2:1) 임신한 쥐 30마리를 10마리씩 대조군과 청동오리 난황 인지질(duck yolk phospholipid) 첨가군 및 돼지 뇌 인지질(pig brain phospholipid)을 각각 첨가한 군 3개의 식이군으로 나누었다(Fig. 1). 대조군은 실험기간 동안 실험 식이를 임의로(*ad libitum*) 섭취시켰고, 실험군은 임신 중에는 임의로 섭취시켰으며, 수유기 3주 동안 1일 30 g의 식이를 주었다. 이 양은 대조군의 1일 평균섭취량의 2/3가량 된다. 생후 3주에 3 군의 새끼 랫들을 어미 쥐로부터 분리시켰으며, 4주 동안 식이를 임의로 섭취시켰다. 식이의 조성은 Table 1과 같으며 Pig brain phospholipid(Pig-PL, Sigma Co.)는 비교군으로 사용하였다.

2. 사육방법

새끼 랫들은 출생 후 7주간 사육하였으며, 생후 0, 1, 2, 3, 5 및 7주에 각 군의 새끼 랫들의 체중을 측정하였고, 이어 각 군당 몇 마리씩 임의 추출하여 희생시킨 후 뇌의 무게를 측정하였다.

3. 지질의 분리 및 정량

시료의 지질은 silicic acid column chromatography (SACC)에 의하여 중성지질, 당지질 및 인지질로 각각 분리하여 정량하였다. 즉 silicic acid 20 g을 chloroform에 혼탁시켜 18 mm × 40 cm column에 넣고 시료를 500 mg 취하여 chloroform에 용해시키고 column에 주입한 다음 용출액의 속도가 1 mL/min이 되도록 추출하고, 조절하면서 중성지질은 silicic acid 혼탁액의 10 배 량의 chloroform으로, 당지질은 같은 양의 acetone으로, 인지질은 같은 양의 methanol로 용출시켜 분획하였

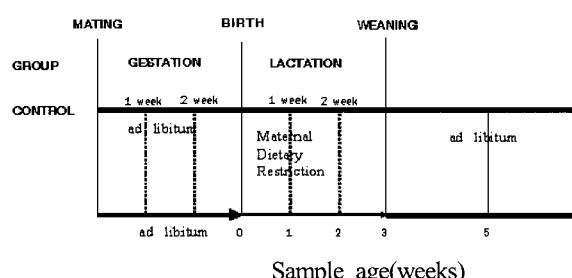


Fig. 1. Scheme of experimental design for diets.

→ ; *ad libitum*, —→ ; dietary restriction.

Table 1. Composition of experiment diet

	Diets		
	Control (g/kg)	Control + duck egg PL ^a (g/kg)	Control + pig brain PL ^a (g/kg)
Casein	220	220	220
Corn starch	425.6	410.7	412.7
Saccharose	212.8	205.4	206.3
Cellulose	20	20	20
Mineral mixture ^c	40	40	40
Vitamin mixture ^d	10	10	10
DL Methionine	1.6	1.6	1.6
Peanut oil	48.1	48.1	48.1
Rapeseed oil	21.9	21.9	21.9
Egg PL	0	15.5	
Brain PL	0		15.5

^a PL: phospholipids.

^c Composition of mineral mixture(mg/kg diet): CaHPO₄ · 2H₂O, 15200; K₂HPO₄, 9600; CaCO₃, 7200; NaCl, 2760; MgO, 800; MgSO₄ · 7H₂O, 3600; FeSO₄ · 7H₂O, 340; ZnSO₄ · H₂O, 200; CuSO₄ · H₂O, 40; NaF, 32; CrK(SO₄) · 2H₂O, 20; (NH₄)₆Mo₇O₂₄ · 4H₂O, 8; KI, 1.6; CoCO₃, 8; Na₂SeO₃ · 5H₂O, 20.

^d Composition of vitamin supplement, titrated in dextrose (mg/kg diet): retinyl acetate, 10; cholecalciferol, 0.0625; acetate all-rac- α -tocopherol, 50; menadione, 1; thiamine HCl, 10; riboflavin, 10; nicotinic acid, 45; D-calcium pantothenate, 30; pyrodoxine HCl, 10; inositol, 50; D-biotin, 0.2; folic acid, 2; cyanocobalamin, 0.0135; L-ascorbic acid, 100; p-aminobenzoic acid, 50; choline chloride, 750.

다. 각 용출물은 rotary vaccum evaporator로 용매를 제거, 건조하여 중량법에 의하여 각 지질 분획의 함량을 구하였다²¹⁾.

4. 인지질의 분리 및 정량

시료의 인지질 함량은 아세톤 불용물질의 양을 측정하여 정량하였다. 인지질의 구성분인 phosphatidylcholine(PC), phosphatidylethanolamine(PE)과 sphingomyeline(SM) 등의 조성을 분석하기 위하여 본 실험에서 사용한 HPLC의 장비 및 조건은 Column은 Agilent zorbax sb-c18(5 μm, 4.6×150cm)며 용매는 n-hexane : butanol : water(6 : 8 : 1.8, v/v)로 유속은 1 mL/min 이었고

UV detector로 측정하였다.

PC 및 PE의 정량은 검량 곡선을 이용하여 실시하였으며 이 곡선은 약 10 mg의 PC 및 PE 표준품(Sigma Co.)를 10 mL의 이동상 용매에 녹인 후 각 농도 1:1, 1:2, 1:4로 희석하고, 시료당 세 번씩 주입한 후 측정한 값의 평균을 구하여 주입량(μg)에 대한 peak area를 plotting하여 얻었다. 각 시료중의 PC 및 PE 함량을 측정하기 위하여 약 10 mg의 시료를 정확히 칭량하여 10 mL의 이동상 용매에 녹인 다음 주입하였다^{22,23)}.

5. 콜레스테롤의 정량

콜레스테롤 표준 용액 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.0 mL를 각각의 시험관에 취하여 5 α 콜레스탄(5 α -cholestane) 내부 표준물질 용액 0.4 mL씩 가하여 혼산으로 정확하게 2 mL로 되게 한다. 각각 2 μL gas-chromatography column 내에 주입하였다. 그래프의 횡축에 내부 표준물질에 대한 표준물질의 중량비를 구하고 종축에 면적비를 또는 높이비를 구하여 작성하였다. 피크 면적비 또는 높이비가 1.0의 중량비를 표로부터 구하여 환산계수(중량비/피크 면적비 또는 높이비)로 환산하였다²¹⁾.

6. 단백질의 정량

단백질의 정량은 표준품으로 bovine serum albumin 을 사용하여 Lowry 등의 방법²⁴⁾에 따라 측정하였다.

7. 수동 회피 검사(Passive Avoidance Test)

1) 사육 방법

체중 180~220 g 되는 Sprague-Dawley계 암컷 랫드를 각 군별로 10마리씩 대조군 및 phospholipid(PL) 첨가군으로 나누었다. 대조군에는 물만 섭취시키고 식이군인 Duck-PL 및 Pig-PL 첨가군은 β -amyloid를 1.85 μg 씩을 뇌실에 투여하여 치매를 유발시킨 후 4주 동안 사육하였다.

2) 검사 방법

밝게 조명된 방과 어두운 방으로 이루어지고 바닥에는 전기 충격을 줄 수 있도록 장치된 수동 회피 상자를 검사에 사용하였다. 먼저 생쥐를 밝은 방에 놓고 생쥐가 어두운 방으로 들어가는 즉시 0.25 mA로 1초간 전기 충격을 주었다. 훈련 후 24시간 뒤 생쥐를 밝은 방에 놓고 어두운 방으로 들어가기까지의 시간을 측정하여 수동 회피 반응 시간으로 하였다. 최대 제한 시간은 300초로 하는데, 300초가 넘도록 어두운 방으

로 들어가지 않으면 수동 회피 반응 시간을 300초로 결정하였다(Fig. 2).

3) 통계 처리

모든 자료에 대한 통계 분석은 analysis of variance를 사용하여 유의성을 검정하였다²⁵⁾.

결과 및 고찰

1. 체중 증가량

새끼 랫드는 출생 후 7주간 사육하는 동안 0, 1, 3, 5 및 7주의 체중을 측정하였다. Table 2에서 보는 바

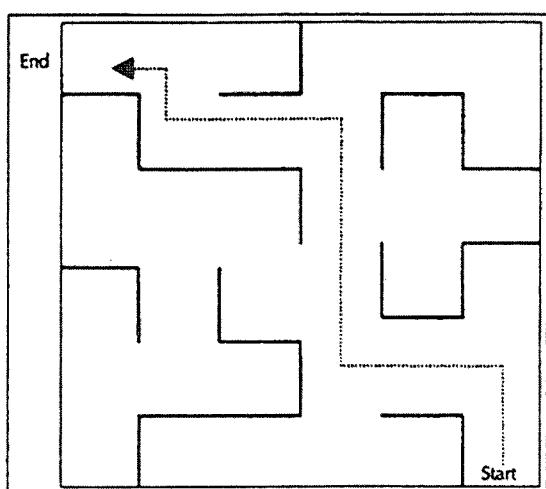


Fig. 2. Diagram passive avoidance test.

Table 2. Effects of maternal dietary restriction during lactation on body weight of offspring
(g)

Groups age (weeks)	Control	Duck-PL	Pig-PL
0	6.04± 0.12 ¹⁾	6.04± 0.12	6.04± 0.12
1	14.27± 0.31	15.05± 0.35*	14.93± 0.45*
3	40.43± 3.63	42.71± 4.02*	41.95± 4.26*
5	98.42±11.30	101.43±12.40**	101.03±11.67**
7	186.13±18.64	191.54±20.27**	191.06±21.39**

Duck-PL, Duck-Egg phospholipid, Pig-PL, Pig Brain-Phospholipid.

¹⁾ Mean±SD.

²⁾ * $p<0.05$: Significantly different from control group.

** $p<0.01$: Significantly different from control group.

와 같이 생후 1주 후부터 Duck-PL 및 Pig-PL은 대조군과 매우 유의적인 차이($p<0.01$)를 나타내었으며, 생후 3주에는 대조군이 40.43±3.63 g 이었으나 Duck-PL 및 Pig-PL의 체중은 각각 42.71±4.02 g 및 41.95±4.26 g으로 거의 비슷하였고 인지질을 첨가한 실험군에서는 대조군보다는 체중이 유의적인 차이를 나타냈다.

생후 5 및 7주에서도 대조군에 비하여 Duck-PL과 Pig-PL은 감소하는 현상을 나타내었으므로 대조군의 식이와 인지질의 첨가 식이의 실험 결과는 Kullenberg⁶⁾의 레시틴 실험 결과와 비슷하게 감소하는 경향을 나타내었다.

2. 뇌의 무게

Table 3에서 나타낸 바와 같이 대조군 그리고 인지질을 첨가한 실험군에서는 뇌의 무게는 3주후 차이가 나타나기 시작하였다. 새끼 랫드의 생후와 1주일 후의 뇌의 무게는 대조군 및 인지질 첨가군의 상호 관계는 크게 차이를 찾아 볼 수 없었다.

생후 3주의 뇌의 무게를 보면 대조군은 1.307±0.055 g이었고, 인지질이 첨가군인 Duck-PL 군은 1.401±0.043 g, Pig-PL은 1.400±0.025 g으로 대조군에 비하여 유의적으로 증가하였다. 그리고 생후 7주의 뇌 무게는 대조군이 1.726±0.029 g, 식이 제한군인 1.530±0.052 g, 인지질 첨가군인 Duck-PL이 1.804±0.038 g, Pig-PL이 1.807±0.019 g으로 대조군보다 유의적으로 증가하였으며, Duck-PL 및 Pig-PL 군의 뇌 무게는 큰 차이를 찾아볼 수 없다.

본 실험의 결과로 보아 본 실험에 사용된 사료로 7주간 사육시킨 결과 체중은 7주간 3 실험군 간의 유의적 큰 차이를 나타내고 있으나 뇌의 무게는 체중에 비하여 무게의 차이가 크게 없었으나 대조군과 Duck-

Table 3. Effects of maternal dietary restriction on brain weight of offspring
(g)

Groups age(weeks)	Control	Duck-PL	Pig-PL
0	0.187±0.04 ¹⁾	0.187±0.04	0.187±0.04
1	0.541±0.031	0.560±0.042	0.560±0.042
3	1.307±0.055	1.401±0.043*	1.400±0.025*
5	1.562±0.027	1.680±0.047*	1.672±0.028*
7	1.726±0.029	1.804±0.038*	1.807±0.019*

¹⁾ Mean±SD.

* $p<0.05$: Significantly different from control group.

PL 및 Pig-PL간의 유의적인 차이는 있었고 식이 제한군 사이에는 큰 차이를 찾아볼 수 없었다.

3. 뇌의 단백질의 함량

Fig. 3에서 보는바와 같이 대조군의 뇌 protein 함량이 PL 첨가군인 Duck-PL 및 Pig-PL에 비하여 다소 낮게 나타났다.

뇌의 단백질 함량은 생후 2주에는 약간의 차이가 있었으나 생후 3주에는 대조군에 비하여 Duck-PL 및 Pig-PL이 각각 57.84 ± 4.38 및 56.41 ± 5.49 mg으로 대조군의 35.46 ± 0.02 mg에 비해 다소 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 수유기에 정상적인 사료를 주었음에도 불구하고 대조군의 뇌 단백질이 낮은 것은 뇌 발달은 수유기에 영양을 충분히 공급해야 정상적인 뇌 기능이 활성화 될 것으로 사료된다.

4. 뇌의 Cholesterol 및 Phospholipid의 함량

뇌의 cholesterol은 양이 많으면 뇌의 기능이 떨어지지만 뇌의 대사 기능을 위해서는 일정량 함유되어야 한다. Fig. 4는 뇌의 cholesterol의 함량을 나타낸 것으로 생후 수유기인 2주까지는 대조군에 비하여 함량의 차이는 크지 않으나, 생후 3주후부터는 대조군의 15.9 ± 2.28 mg에 비하여 Duck-PL 및 Pig-PL은 각각 19.65 ± 2.43 및 18.35 ± 2.43 mg으로 cholesterol 함량이 매우 유의적인 차이로 나타났으며 이는 새끼 쥐의 뇌 성장 과정에서 수유기보다는 성장 초기에 cholesterol 함량이 크게 차이가 나므로 성장 초기에 cholesterol의 대사가 phospholipid을 첨가하지 않은 대조군에서 영향을 받았을 것으로 판단된다.

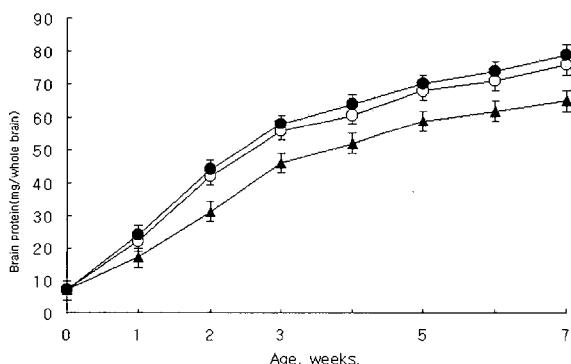


Fig. 3. Effects of dietary restriction during lactation and rehabilitation on brain protein of offsprings.

▲-▲ : Control, ●-● : Duck-PL, ○-○ : Pig-PL.
Value are significantly different from control at $p < 0.05$.

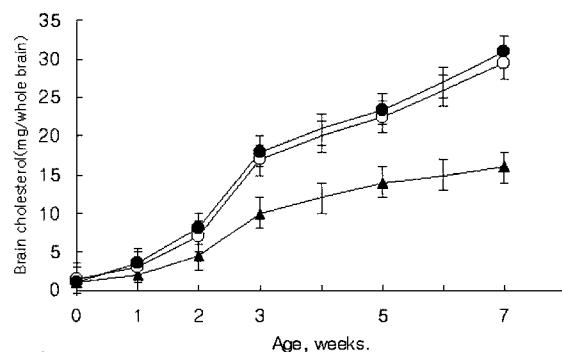


Fig. 4. Effects of dietary restriction during lactation and rehabilitation on brain cholesterol of offsprings.

▲-▲ : Control, ●-● : Duck-PL, ○-○ : Pig-PL.

Values are significantly different from control at $*p < 0.05$.

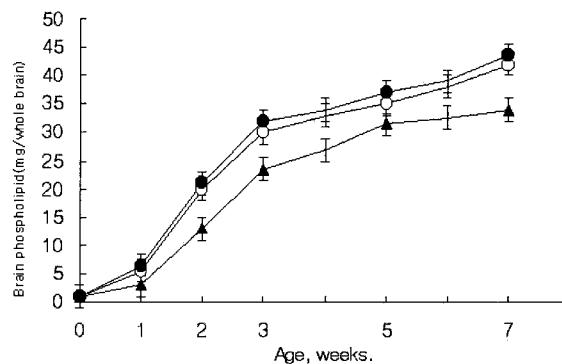


Fig. 5. Effects of dietary restriction during lactation and rehabilitation on brain phospholipid of offsprings.

▲-▲ : Control, ●-● : Duck-PL, ○-○ : Pig-PL.

Values are significantly different at $*p < 0.05$.

Fig. 5는 phospholipid의 함량을 나타낸 것으로 생체 대사가 원활히 진행되는 생후 2주와 3주 사이에 cholesterol의 합성이 현저히 억제되지만 phospholipid의 함량은 수유기 2주부터 증가하기 시작하여 3주에서는 대조군에서 27.23 ± 4.16 mg이었으나, Duck-PL Pig-PL은 각각 33.40 ± 4.72 mg 및 32.29 ± 4.19 mg였으며 첨가군에서 성장 초기에도 phospholipid의 대사가 원활히 이루어졌으며 유의적인 차이를 나타내었다. 성장기 7주에서는 대조군은 34.18 ± 3.78 mg이었으나 Duck-PL 및 Pig-PL에서는 각각 44.16 ± 4.05 및 42.96 ± 4.16 mg으로 성장기에서는 원활히 이루어지고 있다. 따라서 사료에 phospholipid를 첨가하여 사육하면 정상적인 인지 질의 대사가 이루어질 것으로 판단된다. 극심한 영양 부족 상태에서도 phospholipid의 축적이 유의적으로 나타났다는 Jop의 보고¹¹⁾와 비슷한 결과를 나타내었다.

5. 뇌 및 혈청, 간 조직의 Phosphatidylcholine(PC)의 함량

Phospholipid가 첨가된 사료를 3주일 먹인 후 뇌 및 혈청 간 조직의 phosphatidylcholine의 함량을 조사한 결과 유의적인 차이를 찾아볼 수 있었다.

Fig. 4에서 나타낸 바와 같이 뇌 조직내 phosphatidylcholine 함량은 대조군의 14.47 ± 2.55 mg/g에 비하여 Duck-PL은 20.73 ± 1.29 mg/g이었고, Pig-PL은 20.18 ± 1.30 mg/g으로 대조군에 비하여 Duck-PL 및 Pig-PL은 각각 PL의 농도가 유의적으로 높았다.

이러한 결과는 임신 중에 choline을 첨가한 사료를 먹으면 태아의 뇌에 phosphatidylcholine 및 betaine의 농도가 현저히 증가한다는 결과¹¹⁾와 비슷한 경향을 나타내었다.

Table 4에서 보는 바와 같이 혈청의 phosphatidylcholine의 함량은 대조군에서 38.14 ± 1.28 mg/mL 이었으나 Duck-PL 및 Pig-PL 첨가군에서 PC의 함량은 각각 50.27 ± 1.36 및 49.76 ± 1.42 mg/mL로 대조군에 비하여 높은 함량을 나타내었다. 간 조직의 PC 함량을 보면 대조군의 7.20 ± 1.34 mg/g에 비하여 Duck-PL 및 Pig-PL의 각각의 농도는 10.59 ± 1.21 및 10.48 ± 1.37 mg/g으로 대조군보다 PC 함량이 유의적으로 높게 ($p < 0.05$) 나타내었다. 이와 같은 결과는 임신 혹은 수유 중에 choline 결핍 식이를 공급할 때 체내 choline의 함량에 영향을 미치는 지표가 되는 PC의 농도와 betaine이 낮다는 Mesulam¹²⁾ 연구 보고와 일치하는 것으로 판단된다. 태아중의 choline의 함량은 성인보다 현저히 높고 신생아들의 혈액의 choline을 뇌로 전달하는 능력이 뛰어나며, choline을 뇌로 운반하는 N-methyltransferase의 활성이 매우 높다는 것은 신생기에 choline의 소모가 많고, choline의 보충이 뇌 신경의 조직 발생 및 성숙에 매우 중요하다는 것을 의미한다.

본 실험에서는 임신기의 PC의 함량은 식이에 PL을 첨가하였을 때 뇌의 PC의 농도가 증가하였으므로 태생기에 choline를 보충하면 뇌의 성장과 발달에 좋은 영향을 미칠 것으로 판단된다.

6. 실험 동물의 수동 회피 검사(Passive Avoidance Test)

Sprague-Dawley 쥐(20~22 g) 각 군별로 7마리씩 대조군과 치매를 유발하는 β -amyloid 군, 치매 예방이 예상되는 Duck-PL 군 및 Pig-PL 군 등 생리적 기능이 서로 다른 4개 군으로 나누었다. 4주 동안 사육시킨 후 수동 회피 검사를 실시하였다.

본 실험에서는 A 및 B군의 쥐는 4주동안 물만 공급

Table 4. Phosphatidylcholine concentration in brain serum and liver of oft springe at 3 week of age

Groups	Brain PC (mg/g)	Serum PC (mg/mL)	Liver PC (mg/g)
Control	$14.47 \pm 2.55^1)$	38.14 ± 1.28	7.20 ± 1.34
Duck-PL	20.73 ± 1.29	$50.27 \pm 1.36^*$	$10.59 \pm 1.21^*$
Pig-PL	20.18 ± 1.30	$49.76 \pm 1.42^*$	$10.48 \pm 1.37^*$

PC : phosphatidylcholine.

PL : phospholipid.

¹⁾ Mean \pm SD.

* $p < 0.05$: Significantly different from control group.

하였고, C군은 Duck-PL을 200 mg/kg, D군은 Pig-PL을 각각 20 mg/kg 씩 섭취시켰다. B군에는 β -amyloid를 1.2 μ g을 투여하여 대조군으로 하였고, C 및 D군에는 각각 1.2 μ g씩 뇌실에서 투여하여 치매를 유발시킨 후 수동 회피 검사를 실시하였다.

Fig. 6에서 나타나는 바와 같이 β -amyloid를 단독 투여한 B군은 대조군에 비하여 수동 회피 시간이 유의성 있게 나타났으나 ($p < 0.05$), C 및 D군은 수동 회피 시간이 β -amyloid 투여군에 비하여 증가하였다($p < 0.05$).

이러한 결과는 phospholipid를 첨가한 Duck-PL 및 Pig-PL 첨가 사료에 의하여 인지질의 함량이 대조군보다 높아 뇌의 대사가 원활히 이루어지는 것으로 판단된다.

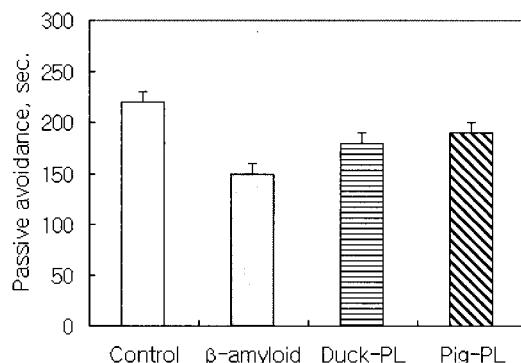


Fig. 6. Response latency in the passive avoidance task in Duck-PL and Pig-PL.

Rats were subjected to an one-way step-through type of passive avoidance apparatus. The retention trials were carried out 1, 2, 3, 5 and 7 days. After acquisition trials and response latency was measured up to a maximum of 300 sec.

* $p < 0.05$: Significantly different from control group.

요 약

인지질의 기능적 특성을 조사하기 위하여 체중이 180~220 g 되는 Sprague-Dawley계 암컷 랙트를 사용하여 대조군(식이 제한군)과 청동오리 인지질의 투여군으로 실험하였다. 대조군은 전 실험기간 동안 먹이를 주었고 청동오리 인지질 첨가군은 임신 중에 임의로 주고 수유 3주 동안 제한사료를 주었다. 생후 3주에 새끼 쥐들을 어미 쥐로부터 분리시켰으며, 이후 4주 동안 임의로 사료를 먹도록 하였다. 각 군에서 0, 1, 2, 3, 5 및 7주에 새끼 쥐의 체중을 측정하고 희생하여 뇌 무게, 뇌의 protein, phospholipid, cholesterol 함량을 측정하였다. 그 결과 체중은 생후 1, 2, 3주에 대조군 및 인지질 첨가군 간에 체중이 증가하여 매우 유의적인 차이를 나타내었고, 생후 5주까지 그 차이가 나타났으나, 후기에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 뇌 무게는 생후 2, 3, 7주에 증가하여 유의적인 차이를 나타냈다. 뇌의 protein 함량은 생후 2주부터 대조군과 인지질 첨가군 사이에 증가하여 유의적인 차이를 나타내었으며, 그 차이는 식이회복 기간 중에도 나타냈다. 뇌의 phospholipid, cholesterol 함량은 생후 2, 3주에 두 군 사이에 유의적인 차이를 나타냈으며, 식이 회복 후기인 생후 7주에는 phospholipid(PL) 만이 점차적으로 증가하였다.

쥐를 대상으로 한 수동 회피 검사에서는 대조군에 비하여, Duck-PL 및 Pig-PL 첨가군의 수동 회피율이 우수하였다.

감사의 말씀

본 연구는 2005년도 산학협동재단의 연구비 지원에 의하여 수행된 것으로 이에 깊이 감사의 말씀을 전합니다.

참고문헌

1. 이상진, 유승원. 난유의 위력, p.47. 상원당 출판사. 1954
2. 허준. 동의보감, p.378. 남산당. 1975
3. 유태종. 식품보감, p.28. 서유출판. 1993
4. 신재용. 보약과 식생활, p.8. 동화문화사. 1992
5. Zeisel, SH. Lecithin in health nutrition. In "Lecithins: Sources, Manufacture & Uses." Ed. Szuhaj, B.F. AOCS, Champaign. ILL, 225. 1989
6. Kullenberg, FW. Lecithin in animal health and nutrition. In Lecithins: Sources, Manufacture & Uses. Ed, Szuhaj, B.F. AOCS, Champaign. ILL, 237. 1989
7. Sim, JS. New extraction and fractionation method for lecithin. In Lecithins : Sources, Manufacture & Uses. Ed, Szuhaj, B.F. AOCS, Champaign. ILL, 237. 1989
8. Schneider, M. Fractionation of lecithin, In "Lecithins: Sources, Manufacture & Uses." Ed. Szuh. B.F. AOCS, champaign. ILL, 199. 1989
9. Hirsch, MJ and Wuraman, RJ. Lecithin consumption increases acetylcholine concentrations in rat brain and adrenal gland. *Science*. 202:233-224. 1978
10. Jop, RS. Effects of phosphatidylcholine administration to rat in blood and choline and acetylcholine in brain. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 220:322-328. 1982
11. Jope, RS and Jenden, DJ. Choline and phospholipid metabolism and the synthesis of acetylcholine in rat brain. *J. Neurosci. Res.* 4:69-82. 1979
12. Mesulam, MM. Human brain cholinergic pathways. *Progress in Brain Research*. 84: 231-241. 1990
13. Bartus, RY and Dean, RLB. The cholinergic hypothesis of geriatric memory dysfunction. *Science*. 217: 408-416. 1982
14. Tucek, S. The synthesis of acetylcholine: twenty years of progress. *Progress in Brain Research*. 84:467-477. 1990
15. Zeisel, SH and Blusztajn JK. Choline and human nutrition. *Ann. Rev. Nutr.* 14:269-296. 1994
16. Durkin, T. Central cholinergic pathways and learning and memory processes. Presynaptic aspects. *Comp. Biochem. Physiol A. Comp. Physiol.* 93: 293-280. 1989
17. Garner, SC, Mar, MH and Zeisel, SH. Choline distribution and metabolism in pregnant rats and fetuses are influenced by the choline content of the maternal diet. *J. Nutr.* 125:2851-2858. 1995
18. Fibiger, HC. Cholinergic mechanisms in learning and memory dementia. A review of recent evidence. *Trends Nutr. Sci.* 14:220-223. 1991
19. Rovbertis, D. Cholinergic and noncholinergic nerve ending in rat brain (I). *J. Neurochem.* 9:23-35. 1962
20. Zeisel, Epstein, MF and Wurtman, RJ. Elevated choline concentration in neonatal plasma. *Life Sci.* 26: 1826-1831. 1980
21. Bligh, EG and Dyer, WJ. A rapid method of total

- lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem.* 71: 225-230. 1986
22. Hanras, C and Perrin, JL. Gram-scale preparative HPLC of phospholipids from soybean lecithins. *JAACS*, 68(11):812. 1991
23. Yamagishi, T, Akiyama, H and Toyoda, M. Quantitative determination of phosphatidylcholine by HPLC-RI system. *JAACS*. 66(12):1801-1813. 1989
24. Lowry, OH, Rosebrough, NJ, Farr, AL and Randall, RJ. Protein measurement with Folin phenil reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265-266. 1951
25. Dukan, DB. Multiple range and multiple test. *Biometries*. 1:1-42. 1959

(2006년 1월 9일 접수; 2006년 2월 20일 채택)