

## 사료내 타우린 첨가가 산란계의 지방대사에 미치는 영향

박 강 희

전북대학교 농과대학 동물자원과학과

### Effects of Dietary Taurine on the Lipid Metabolism in Laying Hens

G. H. Park

Department of Animal Resources and Biotechnology,  
College of Agriculture, Chonbuk National University, Chonju, 560-756, South Korea

**ABSTRACT** : Two experiments were conducted to investigate the effect of taurine supplementation on lipid metabolism in laying hens. In experiment 1, 19-wk-old laying hens were given one of four taurine supplemented diets (0 (control), 0.4, 0.8, and 1.2% taurine) for 10 weeks. Abdominal fat weight was lower in the 1.2% diet by 29.2% compared to the control. Serum concentrations of triacylglycerol and HDL-cholesterol were not different among the treatments. However, serum concentration of total cholesterol was higher by 22.4% in the 1.2% diet compared to the control. Concentration of triacylglycerol or total cholesterol in the liver were decreased by 26.1% or 26.4% and 28.2% or 26.4%, respectively in the 0.8% and 1.2% diets compared to the control. The concentration of HDL-cholesterol in liver was also lower by 33.9% in the 1.2% diet compared to the control. In experiment 2, 81-wk-old laying hens were allocated to one of three taurine supplemented diets (0 (control), 1 and 2% taurine) for 6 weeks. Abdominal fat weight was lower by 25% in 1% taurine supplementation compared to the control. Serum concentrations of triacylglycerol, total cholesterol and HDL-cholesterol of hens fed with 1% diet were not different from those of control group. However, serum concentrations of triacylglycerol and total cholesterol were lower by 44.0% and 19.8%, respectively in the 2% diet compared to the control. Furthermore, serum concentration of HDL-cholesterol in the 2% diet was higher by 75% compared to the control. Concentrations of triacylglycerol and total cholesterol in the liver in the 2% diet were decreased in the 1% diet by 36.8 and 23%, respectively, but increased by 78.4% and 70%, respectively, compared to the control. The concentration of HDL-cholesterol in the liver was not different between the 1% diet and the control, but higher by 62.8% in the 2% diet compared to the control. These results indicated that taurine supplementation decreased the fat storage in abdominal cavity, which was accompanied by the changes in triacylglycerol and cholesterol metabolisms of laying hens.

(Key words: taurine, laying hen, abdominal fat, total cholesterol, HDL-cholesterol)

### 서 론

$\beta$ -amino ethansulfonic acid, 즉 타우린은 합황 아미노산인 methionine이나 cysteine과 같은 아미노산 대사과정의 최종 생산물로 조직에서는 유리 아미노산의 형태로 존재하며 단백질 합성이나 에너지원으로는 이용되지 않는다.

타우린은 신체내 각 부위에서 다양한 생리적 활성을 가지며 특히 지방흡수를 개선시킨다는 연구결과는 많이 알려져 있다 (Gaul et al., 1985). 이에 따라 타우린을 이용하여 지방

흡수가 불량한 낭포성 섬유증 환자나 신생아를 대상으로 많은 연구가 진행되었다 (Thompson, 1987; Bijleveld et al., 1987; Galeano, 1987; Colombo et al., 1988; Gaul, 1989). 예를 들면, 타우린은 낭포성 섬유증 환자의 지방 흡수를 증가시키고, 긴 사슬 지방산의 변 배설이 감소하며 (Darling et al., 1985), 혈액에서 중성지방, 총 지방산 및 linoleic acid의 흡수가 향상된다고 하였으며 (Belli et al., 1987), Gaul(1989)은 신생아에게서 타우린은 micelle 형성을 위하여 많은 담즙산이 필요한 포화지방산의 흡수를 촉진시키며, 특히 palmitic acid와 stearic

acid의 흡수를 개선시킨다고 보고하였다.

이처럼 타우린이 체내에서 지방흡수에 많은 영향을 미치는 것으로 보고되었으나, 난 생산을 위해서 체내 지방대사가 중요한 산란계에서 타우린이 체내 지방대사에 미치는 영향에 관한 연구는 전무한 실정이다. 다만 타우린 급여는 육계의 복강지방을 감소시키고, 혈청 중 중성지방과 콜레스테롤 농도를 증가시킨다는 박강희와 최형송(1997)의 보고만이 확인될 뿐이다.

따라서 본 연구는 산란계에 있어서 타우린의 급여가 난 생산에 중요한 지방대사에 미치는 영향을 구명하기 위한 일환으로서 실시되었으며, 이를 위하여 타우린이 복강지방에 미치는 영향과 혈청과 간의 중성지방과 콜레스테롤의 농도에 미치는 영향 등을 중점적으로 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험기간

시험 1은 2000년 7월 23일부터 9월 30일까지 10주 동안 시험 2는 2000년 8월 9일부터 9월 19일까지 6주 동안 사양시험을 실시하였다.

### 2. 시험설계

본 시험에 사용된 타우린은 (주) 동아제약에서 제공받았다. 시험 1의 공시동물을 처리구 당 12수씩 배치하였으며 타우린 무 첨가구를 대조구로 하여 처리구는 타우린 0.4%, 0.8%, 1.2% 사료에 첨가하여 설계하였다. 시험 2는 처리구당 10수씩 배치하였으며, 대조구는 타우린을 첨가하지 않았고, 처리구는 타우린 1% 및 2%를 사료에 첨가하여 설계하였다.

### 3. 공시동물 및 사양관리

시험 1은 19주령, 시험 2는 81주령된 이사브라운 계통 산란계를 공시동물로서 이용하였으며, 시험 전기간동안 사료와 물은 무제한 급여하였고, 점등은 16L 8D 방법으로 사양하였다.

### 4. 시험사료

시험사료는 Table 1을 대조구로 하여 시험 1은 타우린 0.4%, 0.8%, 1.2%를 첨가하여 사용하였고 시험 2는 타우린 1%와 2%를 첨가하여 이용하였다.

### 5. 조사내용 및 방법

**Table 1.** Formula and chemical composition of experimental diets used in this study

Ingredients	Content (%)	
	Experiment 1	Experiment 2
Yellow corn	64.65	64.35
Soybean meal	18.77	17.77
Wheat bran	0.20	1.67
Rape seed meal	0.50	0.50
Corn gluten meal	5.00	4.05
Tricalcium phosphate	1.36	1.55
Limestone	8.39	9.02
Salt	0.34	0.34
Vitamin premix <sup>1</sup>	0.20	0.20
Mineral premix <sup>2</sup>	0.10	0.10
Lysine	0.31	--
DL-Methionine	0.18	--
Total	100.00	100.00
Chemical composition		
ME (kcal/kg)	2,800.00	2,750.00
CP (%)	17.50	16.50
Ca (%)	3.70	4.00
Available P (%)	0.37	0.40
Methionine (%)	0.31	0.30
Lysine (%)	0.98	0.71

<sup>1</sup> Provided per kilogram of diet; vit. A, 5,500IU; vit. D<sub>3</sub>, 1,100IU; vit. E, 11IU; vit. B<sub>12</sub> 0.0066mg; riboflavin, 4.4mg; niacin, 44mg; pantothenic acid, 11mg(Ca-pantothenate, 1.96mg); choline, 190.96 mg (choline chloride 220mg); menadione, 1.1mg(menadione sodium bisulfite complex, 3.33mg); folic acid, 0.55mg; pyridoxine hydrochloride, 2.67mg; biotin, 0.11mg; thiamin, 2.2mg(thiamin mononitrate, 2.40mg); ethoxyquin, 125mg.

<sup>2</sup> Provided in mg per kilogram of diet; Mn, 120; Zn, 100; Fe, 60, Cu, 10; I, 0.46)

#### 1) 체중, 간 중량, 복강지방량

시험종료 후 체중을 측정하고, decapitation에 의하여 시험동물을 희생시킨 다음 혈액을 채취한 후 복강지방과 간을 적출하여 무게를 측정하였다. 채취된 혈액은 4℃에서 12시간 보관한 후 혈청을 분리하였으며 분리된 혈청과 채취된 간은 분석될 때까지 -70℃에서 냉동 보관하였다.

#### 2) 혈청과 간의 분석

혈청과 간의 중성지방, 총 콜레스테롤 그리고 HDL-콜레

스테롤의 함량은 (주)아산제약<sup>1)</sup>의 분석 kit를 이용하여 제조 회사의 지침서에 설명된 방법으로 실시하였다.

## 6. 통계분석

시험에서 얻어진 결과는 분산분석을 실시하였으며 처리 별 차이에 대하여 Duncan's New Multiple Range Test의 방법에 의하여 유의성 검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

Table 2는 산란초기 (19주령~28주령, 시험 1), 그리고 Table 3은 산란후기 (81주령~86주령, 시험 2)의 산란계에 타우린을 급여한 후 체중, 간 중량 및 복강지방량을 조사하여 나타낸 것이다. 체중의 경우, 산란초기나 산란후기에 관계없이 타우린 첨가량이 증가함에 따라 대조구에 비하여 감소하는 경향은 있었으나 유의성은 없었다.

간 중량의 경우, 산란초기에 타우린 0.4%, 0.8% 및 1.2% 첨가구는 대조구에 비하여 각각 10.5%, 13.7% 및 10.0%가 저하하였으며 ( $P<0.05$ ), 체중 대비 간 중량의 비율도 타우린 0.4%와 1.2% 첨가구는 대조구에 비하여 각각 6.9%와 5.4% 감소하였으나 유의성은 없었고, 타우린 0.8% 첨가구는 대조

구에 비하여 9.5% 유의적으로 감소하였다 ( $P<0.05$ ). 그러나 산란후기에는 타우린 급여에 따른 간 중량이나 체중대비 간 중량 비율의 변화가 나타나지 않았다. 타우린 급여가 간 중량이나 체중 대비 간 중량을 산란 초기에는 감소시키고 산란 후기에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타난 본 연구의 결과는 육계에 타우린을 급여하였을 때 간 중량이나 체중 대비 간 중량이 증가한다고 보고한 박강희와 최형송(1997)의 결과와는 상이하였다. 또한 산란초기와 산란후기에 타우린 급여의 효과가 다르게 나타나는 원인은 주령 차이 때문일 수도 있으나 명확하게 밝히기 위해서는 좀 더 심도 있는 연구가 수행되어야 할 것이다.

복강지방량의 경우, 산란초기에 타우린 0.4%와 0.8% 첨가구는 대조구에 비하여 각각 20.2%와 23.3% 감소하였으나 유의성이 없었고, 타우린 1.2% 첨가구는 대조구에 비하여 29.2% 유의적으로 낮았으며 ( $P<0.05$ ), 체중 대비 복강지방량의 비율도 타우린 첨가량에 따라 점차 감소하여 1.2% 첨가구는 대조구에 비하여 25.3% 유의적으로 낮았다 ( $P<0.05$ ). 산란후기에도 타우린 2% 첨가구는 복강지방량과 체중 대비 복강지방량의 비율이 대조구와 차이가 없었지만, 타우린 1% 첨가구는 대조구에 비하여 각각 25.0%와 21.1% 감소하였다 ( $P<0.05$ ). 이러한 결과는 육계에 있어서 적정량의 타우린 첨가 (0.5~1.0%)는 복강지방을 감소시킨다고 보고한 박강희와

**Table 2.** Effects of dietary taurine on liver and abdominal fat weights, and their ratios to body weight of layers in experiment 1

Treatments	Body weight (BW, g)	Liver weight (LW, g)	LW/BW (%)	Abdominal fat (AF, g)	AF/BW (%)
Control	1809±34	40.1±1.7 <sup>a</sup>	2.21±0.07 <sup>a</sup>	62.3±6.84 <sup>a</sup>	3.40±0.32 <sup>a</sup>
0.4%	1737±28	35.9±1.0 <sup>b</sup>	2.06±0.05 <sup>ab</sup>	2.85±0.26 <sup>ab</sup>	2.85±0.26 <sup>ab</sup>
0.8%	1726±42	34.6±1.9 <sup>b</sup>	2.00±0.07 <sup>b</sup>	47.8±4.73 <sup>ab</sup>	2.74±0.24 <sup>ab</sup>
1.2%	1730±36	36.1±1.4 <sup>ab</sup>	2.09±0.06 <sup>ab</sup>	44.1±3.43 <sup>b</sup>	2.54±0.19 <sup>b</sup>

Values represent mean ± SEM.

<sup>a,b</sup> Means within a column with no common superscripts differ significantly ( $p<0.05$ ).

**Table 3.** Effects of dietary taurine on liver and abdominal fat weights, and their ratios to body weight of layers in experiment 2

Treatments	Body weight (BW, g)	Liver weight (LW, g)	LW/BW (%)	Abdominal fat (AF, g)	AF/BW (%)
Control	1868±65.3	46.3±2.81	2.47±0.12	57.7± 6.43 <sup>a</sup>	3.04±0.26 <sup>a</sup>
1%	1788±40.2	41.6±1.86	2.33±0.11	43.3± 4.49 <sup>b</sup>	2.40±0.22 <sup>b</sup>
2%	1782±90.4	50.0±5.60	2.75±0.21	56.6±14.54 <sup>ab</sup>	2.95±0.65 <sup>ab</sup>

Values represent mean ± SEM.

<sup>a,b</sup> Means within a column with no common superscripts differ significantly ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup> 아산제약(주), 경기도 화성군 동탄면 영천리 73.

**Table 4.** Effects of dietary taurine on the concentrations of triacylglycerol, total-cholesterol and HDL-cholesterol in the serum of layers in experiment 1

Treatments	Triacylglycerol (mg/dl)	Total cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)
Control	24.9±1.87	120.5± 7.72 <sup>a</sup>	8.9±1.14
0.4%	22.3±2.26	116.0±10.96 <sup>a</sup>	9.1±1.20
0.8%	23.0±2.13	122.5± 9.66 <sup>ab</sup>	8.3±1.43
1.2%	27.3±2.35	147.5±10.38 <sup>b</sup>	10.8±1.24

Values represent mean ± SEM.

<sup>a,b</sup> Means within a column with no common superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

최형송(1997)의 결과와 일치하였다.

Table 2와 3에 나타난 바와 같이 일반적으로 적정량의 타우린은 산란계의 복강지방의 축적을 억제한다. 이러한 결과는 산란계에 있어서 체내 지질의 대사가 타우린에 의하여 영향 받을 수 있다는 것을 내포한다. 따라서 혈청과 간의 중성지방과 콜레스테롤의 농도를 측정하여 Table 4 (산란초기)와 Table 5(산란 후기)에 나타내었다.

Table 4에 제시된 바와 같이 산란초기에 타우린의 급여는 혈중 중성지방의 농도에 영향을 미치지 못하였으며, 이러한 결과는 육계에 타우린의 급여로 인한 혈중 중성지방의 농도에 대한 차이가 없었다고 보고한 박강희와 최형송(1997)의 결과와 일치하였다. 혈중 총 콜레스테롤의 농도는 타우린 1.2% 첨가구가 대조구에 비하여 22.4% 높았으며( $P < 0.05$ ), 이러한 결과 역시 박강희와 최형송(1997)의 결과와 일치하였으나, 쥐에 타우린의 급여가 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시킨다는 Yamanaka et al.(1985)과 Park and Lee(1998)의 결과와는 상이하였다. 그리고 혈중 HDL-콜레스테롤 농도는 타우린 첨가구와 대조구간 차이가 없었으며, 이러한 결과는 육

**Table 5.** Effects of dietary taurine on the concentrations of triacylglycerol, total-cholesterol and HDL-cholesterol in the serum of layers in experiment 2

Treatments	Triacylglycerol (mg/dl)	Total cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)
Control	26.2±3.16 <sup>a</sup>	180.5±17.2 <sup>a</sup>	10.0±1.40 <sup>a</sup>
1%	31.2±4.06 <sup>a</sup>	198.1±19.2 <sup>a</sup>	9.1±0.75 <sup>a</sup>
2%	17.3±2.66 <sup>b</sup>	144.7±12.9 <sup>b</sup>	17.5±5.23 <sup>b</sup>

Values represent mean ± SEM.

<sup>a,b</sup> Means within a column with no common superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

계에서는 타우린의 첨가가 HDL-콜레스테롤의 농도를 증가시킨다는 박강희와 최형송(1997)의 결과나 쥐에서 타우린 급여에 의하여 혈중 HDL-콜레스테롤 농도의 증가를 보고한 Yokogoshi et al.(1999)의 결과와는 상이하였다.

산란후기의 경우, Table 5에 나타난 바와 같이 타우린 1% 첨가구의 혈중 중성지방, 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤의 농도는 대조구와 차이가 없었으나, 타우린 2% 첨가구는 대조구에 비하여 혈중 중성지방과 총 콜레스테롤의 농도는 각각 44.0%와 19.8%가 낮았고 ( $P < 0.05$ ), HDL-콜레스테롤의 농도는 75% 높았다 ( $P < 0.05$ ).

간은 중성지방과 콜레스테롤의 합성과 담즙의 분비를 통하여 중성지방과 콜레스테롤의 제거에 중요한 역할을 한다. 따라서 간에서의 중성지방과 콜레스테롤의 농도를 측정하여 Table 6에 제시하였다. 중성지방의 농도는 타우린 0.8%와 1.2% 첨가구가 대조구에 비하여 각각 26.1%와 28.2% 낮았으며 ( $P < 0.05$ ), 이러한 결과는 흰쥐에 타우린의 급여는 간의 중성지방의 농도를 감소시킨다는 박태선과 이경신(1997)의 결과와 유사하였다. 총 콜레스테롤의 농도 역시 타우린 0.8%와 1.2% 첨가구가 대조구에 비하여 26.4% 낮았으며( $P < 0.05$ ), 이러한 결과는 타우린이 간의 콜레스테롤 농도를 감소시킨다는 Murakami et al.(1999) 및 Yamamoto(2000) 등의 결과와 일치하였다. 그리고 HDL-콜레스테롤의 농도는 타우린 0.8% 첨가구가 대조구에 비하여 20.9% 낮았으나 유의성이 없었고, 타우린 1.2% 첨가구가 대조구에 비하여 33.9% 낮았다 ( $P < 0.05$ ).

Table 7은 산란후기에 타우린이 간의 중성지방과 콜레스테롤의 농도에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 중성지방과 총 콜레스테롤의 농도의 경우, 타우린 1% 첨가구는 대조구에 비하여 각각 36.8%와 23% 낮았으나 타우린 2% 첨가구는 각

**Table 6.** Effects of taurine supplementation on the concentrations of triacylglycerol, total-cholesterol and HDL-cholesterol in liver of layers in experiment 1

Treatments	Triacylglycerol (mg/g of tissue)	Total cholesterol (mg/g of tissue)	HDL-cholesterol ( $\mu$ g of tissue)
Control	56.1±7.80 <sup>ab</sup>	1.21±0.075 <sup>a</sup>	115±27.5 <sup>ab</sup>
0.4%	61.7±7.75 <sup>a</sup>	1.07±0.107 <sup>ab</sup>	144±27.2 <sup>a</sup>
0.8%	42.0±6.03 <sup>b</sup>	0.89±0.063 <sup>b</sup>	91±17.6 <sup>ab</sup>
1.2%	40.3±4.89 <sup>b</sup>	0.90±0.064 <sup>b</sup>	76±13.6 <sup>b</sup>

Values represent mean ± SEM.

<sup>a,b</sup> Means within a column with no common superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

**Table 7.** Effects of taurine supplementation on the concentrations of triacylglycerol, total-cholesterol and HDL-cholesterol in liver of layers in experiment 2

Treatments	Triacylglycerol (mg/g of tissue)	Total cholesterol (mg/g of tissue)	HDL-cholesterol (mg/g of tissue)
Control	52.5±5.62 <sup>b</sup>	1.28±0.146 <sup>a</sup>	347± 27 <sup>a</sup>
1%	33.2±4.55 <sup>a</sup>	1.04±0.099 <sup>a</sup>	303± 73 <sup>a</sup>
2%	93.7±8.84 <sup>c</sup>	2.21±0.358 <sup>b</sup>	565±128 <sup>b</sup>

Values represent mean ± SEM.

<sup>a-c</sup> Means within a column with no common superscripts differ significantly ( $p < 0.01$ ).

각 78.4%와 70% 높았다 ( $P < 0.05$ ). 그리고 HDL-콜레스테롤 농도의 경우, 타우린 1% 첨가구는 대조구에 비하여 12.7% 낮았으나 유의성이 없었고, 타우린 2% 첨가구는 대조구에 비하여 62.8% 높았다 ( $P < 0.05$ ).

본 연구의 결과에 나타난 바와 같이 산란후기에 타우린 1% 첨가와 2%의 첨가로 인한 복강지방 그리고 혈청이나 간의 중성지방과 콜레스테롤의 농도에 미치는 영향이 아주 상이하게 나타났으며, 이것은 타우린의 효과는 급여량에 따라 달라질 수 있다는 것을 의미할 것이다. 타우린의 급여량에 따라 효과가 달라질 수 있다는 증거는 저농도의 타우린은 prolactin의 방출을 촉진하지만 고농도의 타우린은 prolactin의 방출에 영향을 미치지 않는다고 보고한 Ikuyama et al. (1988)의 연구 결과에 제시되었다.

결론적으로, 적정량의 타우린 첨가는 산란계의 체내 지방 대사에 상당한 영향을 미치며 이에 수반하여 복강지방의 축적을 억제하는 것으로 나타났다. 그러나 산란계에 있어서 타우린 첨가에 의한 지방대사의 변화가 산란계의 생산성에 어떤 영향을 미치는지 명확하게 구명하기 위해서는 연구가 계속되어야 할 것이다.

## 적 요

타우린이 산란계의 지방대사에 미치는 영향을 구명하기 위하여 두 번의 시험을 수행하였다. 시험 1에 있어서 19주령 산란계를 사료에 타우린을 첨가하지 않은 대조구, 0.4%, 0.8% 그리고 1.2%를 첨가한 4가지 시험구에 균일하게 분포시켜 10주 동안 사양하였다. 1.2% 타우린 첨가시 산란계의 복강지방량은 대조구에 비하여 29.2% 낮았다. 혈청 중 중성지방과 HDL-콜레스테롤의 농도는 처리구간 차이가 없었으

나 총 콜레스테롤의 농도는 1.2% 타우린 첨가구가 대조구에 비하여 22.4% 높았다. 간의 중성지방과 총 콜레스테롤의 농도는 0.8% 그리고 1.2% 타우린 첨가구가 대조구에 비하여 각각 26.1%와 26.4% 그리고 28.2%와 26.4% 낮았고, HDL-콜레스테롤의 농도도 1.2% 첨가구가 대조구에 비하여 33.9% 낮았다. 시험 2에서는 81주령 산란계를 사료에 타우린을 첨가하지 않은 대조구, 1% 그리고 2% 첨가한 3가지 시험구에 균일하게 분포시켜 6주 동안 사양시험을 실시하였다. 1% 타우린 첨가구는 대조구에 비하여 복강지방량이 25% 감소하였으나, 혈청 중 중성지방, 총콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤의 농도는 대조구와 차이가 없었다. 그러나 2% 타우린 첨가구는 대조구에 비하여 혈청 중 중성지방과 콜레스테롤의 농도가 각각 44%와 19.8% 낮았으며, HDL-콜레스테롤 농도는 대조구에 비하여 75% 높았다. 그리고 간의 중성지방과 총 콜레스테롤의 농도의 경우, 1% 첨가구가 대조구에 비하여 각각 36.8%와 23% 낮았으나, 2% 첨가구는 대조구에 비하여 각각 78.4%와 70% 높았다. 또한 간의 HDL-cholesterol 농도의 경우, 1% 첨가구는 대조구와 차이가 없었으나 2% 첨가구는 62.8% 높았다. 본 연구의 결과는 산란계에 타우린의 급여는 복강지방의 축적을 억제하며, 이는 중성지방과 콜레스테롤 대사의 변화를 수반한다는 것을 보여준다.

(색인어: 타우린, 산란계, 복강지방, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤)

## 인용문헌

- Belli DC, Lery E, Darling P 1987 Taurine improves the absorption of a fat on male patients with cystic fibrosis. *Pediatr* 80:517-523.
- Bijleveld CM, Vonk RJ, Okken A, Fernandes J 1987 Fat absorption on preterm infants fed a taurine-enriched formula. *Eur J Pediatr* 146(2):128-130.
- Colombo C, Arlati S, Curcio L, Maiavacca R, Garatti M, Ronchi M, Corbetta C Giunta A 1988 Effect of taurine supplementation on fat and bile acid absorption in patients with cystic fibrosis. *Scand J Gastroenterol suppl* 143:151-156.
- Darling P, Lepage G, Leroy C 1985 Effect of taurine supplements on fat absorption in fibrosis. *Pediatr Res* 19:578-582.
- Galeano NF, Darling P, Lepage G, Leroy G, Collet S, Giguere

- R, Goy CC 1987 Taurine supplementation of a premature formula improves fat absorption in preterm infants. *Pediatr Res* 22(1):67-71.
- Gaull GE 1989 Taurine in pediatric nutrition: review and update. *Pediatr* 83:434-443.
- Gaull GE, Pasantes-Morales H, Wright E 1985 Taurine in Human nutrition : Overview, in Oja SL Ahtee, P Kontro et al(eds) : Taurine Biological Action and Clinical Perspectives. New York Alan R Liss 3-21.
- Ikuyama S, Okajima T, Kato KI, Ibayashi H 1988 Effect of taurine on growth hormone and prolactin secretion in rats: possible interaction with opioid peptidergic. *Life Sci* 43: 807-812.
- Murakami S, Kondo-Ohta Y, Tomisawa K 1999 Improvement in cholesterol metabolism in mice given chronic treatment of taurine and fed a high-fat diet. *Life Sci*. 64(1):83-91.
- Park T, Lee K 1998 Dietary taurine supplementation reduces plasma and liver cholesterol and triacylglycerol levels in rats fed a high-cholesterol or a cholesterol-free diet. *Adv Exp Med Biol* 442:319-325.
- Thompson GN, Robb TA, Davidson GP 1987 Taurine supplementation fat absorption, and growth in cystic fibrosis. *J Pediatr* 111(4):501-506.
- Yamamoto K, Yoshitama A, Sakono M, Nasu T, Murakami S, Fukuda N 2000 Dietary taurine decreases hepatic secretion of cholesterol ester in rats fed a high-cholesterol diet. *Pharmacology* 60(1):27-33.
- Yamanaka Y, Tsuji K, Ichikawa T, Nakagawa Y, Kawamura M 1985 Effect of dietary taurine on cholesterol gallstone formation and tissue cholesterol contents in mice. *J Nutr Sci Vitaminol(Tokyo)*. 31(2):225-232.
- Yokogoshi H, Mochizuki H, Nanami K, Hida Y, Miyachi F, Oda H 1999 Dietary taurine enhances cholesterol degradation and reduces serum and liver cholesterol concentrations in rats fed a high-cholesterol diet. *J Nutr* 129(9) :1705-1712.
- 박강희 최형송 1997 Taurine 첨가가 육계의 성장에 미치는 영향과 생리학적 기전. *한축지* 39(2):124-134.
- 박태선 이경신 1997 식이내의 taurine 보강이 무콜레스테롤 식이를 섭취하는 흰쥐의 혈액과 간의 지질수준에 미치는 영향. *한국영양학회지* 30(10):1132-1139.