九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

スレオニンインバランス食白ネズミにおける脂質代謝 : 第3報 肝臓の脂質成分に及ぼす影響

前田, 英雄
九州大学農学部栄養化学教室

管野, 道廣
九州大学農学部栄養化学教室

和田, 正太
九州大学農学部栄養化学教室

https://doi.org/10.15017/23192

出版情報：九州大學農學部學藝雜誌. 30 (1/2), pp.1-8, 1975-08. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

九大農学芸誌 (Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.)
第30巻 第1・2号 1-8 (1975)

スレオニンインバランス食白ネズミにおける脂質代謝

第3報 肝臓の脂質成分に及ぼす影響

前田英雄・菅野道廣・和田正太
九州大学農学部栄養化学教室
(1975年2月25日受理)

Lipid Metabolism in Rats Fed Threonine Imbalanced Diet

Part 3. Effects of Threonine Imbalanced Diet on Liver Lipids

HIDEO MAEDA, MICHIHIRO SUGANO
and MASAFUTO WADA
Laboratory of Nutrition Chemistry, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, Fukuoka

低カゼイン食に少量の含硫アミノ酸を添加した飼料(スレオニンインバランス食)で飼育した白ネズミでは脂肪肝が発現する(Harper *et al.*, 1954b). この飼料による肝臓の脂肪沈着量は, 飼育2週間あるいは3週間で最高に達するが, 6週間以降ではむしろ減少する(Harper *et al.*, 1954a). また, スレオニンインバランス食に少量のスレオニンを添加しても脂肪肝を防ぐことができる(Harper, 1958). 一方, スレオニンインバランス食の糖質源としてフルクトースを用いると, グルコースの場合に比べ肝臓脂肪の沈着量はより顕著である. さらに, この際脂肪源としてサフラワー油から得たオレイン酸含量の高い画分を用いると, サフラワー油そのものの場合より脂質量を増加させることが知られている(Williams and Carroll, 1973).

蓄積する脂質は主に TG であり, その構成脂肪酸の変化が推測されるが, Ogura *et al.* (1971) はパルミチン酸, パルミトオレイン酸の占める割合が増加し, ステアリン酸, オレイン酸およびリノール酸の割合が減少することを報告している. また, Williams and Carroll (1973) はスレオニンインバランス食とそれにスレオニンを添加した飼料を与えた場合の肝臓総脂質中の脂肪酸組成を比較し, インバランス食でパルミトオレイン酸, オレイン酸の割合が増加し, ステアリン酸の割合が減少することを報告している. 同時に, アラキドン酸に対するリノール酸の割合が増加することも認めている.

スレオニンインバランス食における TG を中心とした脂質代謝異常は他の脂質成分にも影響を及ぼすことが考えられるが, 現在まで TG 以外の脂質の脂肪酸の変化に関する知見は十分でない.

本実験では, 上記のことを考慮にいれ, 肝臓脂質の詳細な分析および主要脂質(TG, PC, PE, CE および FFA)の構成脂肪酸の分析を行なった. さらに, 屠体脂質についても検討した.

実験方法

1. 実験動物

ウィスター系雄の白ネズミを用い, 個別ケージにいれて室温 22~24°C で飼育した. 飼料組成は Table 1 に示すとおりであり, 8% カゼイン食を基本食(B)とし, 基本食にメチオニン 0.3%添加した飼料(BM)および基本食にメチオニン 0.3% とスレオニン 0.36%を添加した飼料(BMT)の3通りとした. 実験1では1, 3および7日, 実験2では6日, 実験3および実験4では14日, 実験5では37日間飼育した.

本論文中では下記の略号を用いた. TLC: 薄層クロマトグラフィー, GLC: ガスクロマトグラフィー, TG: トリグリセリド, PC: ホスファチジルコリン, PE: ホスファチジルエタノールアミン, CE: コレステロールエステル, FFA: 遊離脂肪酸.

Table 1. Composition of diets (%).

Components	Groups		
	B	BM	BMT
Sucrose	77.85	77.55	77.19
Casein	8.0	8.0	8.0
L-Methionine	—	0.3	0.3
L-Threonine	—	—	0.36
Corn oil[a)]	5.0	5.0	5.0
Mineral mixture[b)]	4.0	4.0	4.0
Vitamin mixture[b),c)]	1.0	1.0	1.0
Choline chloride	0.15	0.15	0.15
Cellulose	4.0	4.0	4.0

a) Contains following fatty acids (%): 14:0; 0.2, 16:0; 9.6, 16:1; 0.6, 18:0; 1.8, 18:1; 25.6, 18:2; 61.7, 18:3; 0.5.
b) Obtained from the Tanabe Amino Acid Research Foundation.
c) Diets were supplemented further with vitamin A, 2400 IU, vitamin D_2, 200 IU and vitamin E, 10 mg per 100 g.

2．脂質成分の分析法

動物は断頭屠殺後，直ちに肝臓を摘出し，Folch *et al.* (1957) の方法に従って脂質を抽出，純化した．総脂質は重量法，TG は Fletcher (1968) 法，脂質態リンは Gomori (1942) 法（リン量を 25 倍してリン脂質量とした），コレステロールは Sperry and Webb (1950) 法により，それぞれ測定した．各脂質の分離はシリカゲルG の TLC により行なった．TG の分離は Schlierf and Wood (1965) 法，PC および PE の分離は Mangold *et al.* (1964) の方法に準じた．各脂質成分は 0.2% 2′, 7′-ジクロロフルオレッセインエタノール溶液を噴霧し紫外線下で検出同定した．TG, CE および FFA 画分はクロロホルム：メタノール (2:1, v/v)，PC および PE はクロロホルム：メタノール：酢酸：水 (50:39:1:10, v/v/v/v) でシリカゲルから溶出した．得られた各脂質画分についての脂肪酸組成の測定は GLC によった (Sugano *et al.*, 1969)．ガスクロマトグラフは日本電子製 (JEOL, 750F) を用い，充てん剤はジエチレングリコールサクシネートポリエステル (DEGS) を 5% 濃度でコートした Chromosorb P (AW) DMCS (60～80 メッシュ) を使用した．クロマトグラム上のピークを保持時間と高さの積で計算し，脂肪酸組成を重量パーセントで示した．標準脂肪酸メチルエステル混合物 (Applied Sci. Lab.) による測定精度では，主成分についての誤差は±5%，少量成分についての誤差は±8%であった．各リン脂質成分の分析は Rouser *et al.* (1966) の方法に従った．

屠体（肝臓，血液，胃および腸内容物を除去）は凍結乾燥後，粉砕した．得られた屠体からの脂質の抽出および分析は上記に示した方法に準じた．また，脂肪組織を左精巣周辺から摘出し，総脂質の脂肪酸組成については上記の方法に準じて測定した．

実 験 結 果

1．体重増加量および肝臓重量

各実験における動物の成長および肝臓重量を Table 2 に示す．いずれの飼育期間においても BM 群の体重増加量はB群より大であり，さらに肝臓肥大も認め

Table 2. Weight gain and food intake.[a)]

Expt. no.	Groups	Periods of feeding (day)	Initial body weight (g)	Food intake (g)	Weight gain (g)	Liver weight/ 100 g body weight (%)
1	B (11)	1	107±2	12± 1	−0.2±0.9	4.9±0.1
	BM (11)	1	108±2	11± 1	0.8±0.7	5.6±0.3*
	B (11)	3	103±1	33± 2	−3±1	4.9±0.1
	BM (11)	3	103±1	38± 1	5±1**	5.8±0.2**
	B (11)	7	80±1	57± 2	2±1	5.0±0.1
	BM (11)	7	80±1	69± 3	9±2**	5.7±0.3*
2	B (4)	6	57±2	41± 1	5±1	5.6±0.2
	BM (4)	6	57±2	44± 2	8±2	6.5±0.2**
	BMT (4)	6	57±3	57± 3*	13±3*	6.0±0.2
3	B (4)	14	70±3	85± 7	5±1	4.2±0.2
	BM (4)	14	70±3	109±10*	15±3*	5.2±0.3*
4	B (5)	14	61±3	82± 6	8±1	5.2±0.1
	BM (5)	14	61±3	114± 8*	19±3**	6.7±0.4*
5	B (15)	37	69±2	357±14	56±3	5.2±0.1
	BM (15)	37	68±1	439± 9	95±3**	5.8±0.1*

a) Means ± SE. Numbers of rats in parentheses.
*, ** Significantly different from control rats (group B) at * $P<0.05$ and ** $P<0.01$.

Table 3. Liver triglyceride contents (Expt. 1).[a)]

Groups	Periods of feeding (day) (mg/g liver)		
	1	3	7
B	14.5	17.5	26.4
BM	21.3	35.0	50.9

a) Each data represents the duplicate analyses of 11 rats.

られた.

2. 肝臓の脂質成分

Table 3 に BM 食摂取1, 3および7日後における肝臓 TG 量を示す (実験1). BM 食摂取1日目ですでに僅かながら TG は沈着の傾向にあり, 3日目および7日目では脂肪肝を呈した. なお, B食摂取でもTG 量は7日目まで僅かながら漸次増加する傾向を示した.

実験2～4における肝臓脂質成分の濃度を Table 4 に示す. BM 群の TG 量は Table 3 におけると同様に6日間の飼育で増加した. TG 量は BMT 群でもB群より有意に増加したが, BM 群に比べ明らかに減少した.

リン脂質量についてはいずれの実験においてもB群と BM 群の間に差は認められなかった. 飼育6日間における BMT 群のリン脂質量はB群および BM 群より有意に増加した. コレステロール量は BM 群で増加の傾向にあった.

なお, 実験4での肝臓グリコーゲン量は BM 群で増加する傾向を示した (53.9±10.0, 77.5±7.7 mg/g liver).

3. 肝臓リン脂質の組成

飼育2週間の白ネズミ (実験4) における肝臓リン脂質の組成を Table 5 に示す. 各リン脂質の相対的な割合には差がなかった.

Table 5 Liver phospholipid components (%, Expt. 4).[a)]

Phospholipid fractions	Groups	
	B	BM
CL etc.	9.1±1.6	7.2±0.9
PE	28.6±0.6	28.5±0.6
PC	42.9±1.1	45.5±1.3
SPH	4.1±0.5	4.4±0.6
LPC	10.3±1.5	8.6±0.7
Unknown	4.9±0.5	5.8±0.1

a) The phospholipid fractions separated by TLC were indentified as follows: CL etc.; perhaps cardiolipin and phosphatidic acid, PE; phosphatidylethanolamine, PC; phosphatidylcholine, SPH; sphingomyelin, LPC; lysophosphatidylcholine, Unknown; those present in the spotting origin. Values are the means ± SE of 5 rats.

4. 肝臓脂質の脂肪酸組成

実験1の肝臓各脂質の脂肪酸組成を Table 6 に示す. BM 食摂取1日目ですでに脂肪酸組成に変化が認められた. すなわち, TG におけるリノール酸の割合の減少, PC, PE でのアラキドン酸の減少はかなり著しく, 3日目以降でもこの変化はほぼ同じ傾向を示した. さらに, 3日目以後ではパルミチン酸の割合の増加がこれら3種の肝臓の主要脂質で観察された. また, PE でのドコサヘキサエン酸 (ω 3) は BM 食摂取3日目および7日目で著しく減少する傾向を示した. CE および FFA もB食および BM 食摂取によってそれぞれ特徴的な変化を示した.

B食, BM 食および BMT 食で6日間飼育した場合 (実験2) の肝臓 TG の脂肪酸組成および脂肪酸量を Table 7 に示す. 6日間飼育により, BM 群でパルミトオレイン酸の占める割合が増加し, ステアリン酸の割合が減少した以外に差はなかった. 一方,

Table 4. Liver lipid contents.[a)]

Expt. no.	Periods of feeding (day)	Groups	Triglyceride (mg/g liver)	Phospholipid (mg/g liver)	Cholesterol (mg/g liver)
2	6	B	17.1± 0.1	20.4±0.9	2.00±0.15
	6	BM	39.1± 4.8**	19.4±0.7	2.23±0.17
	6	BMT	22.9± 2.1*	23.8±0.7*	2.49±0.16
3	14	B	11.5± 2.4	20.4±0.8	2.01±0.24
	14	BM	45.4±13.0*	21.7±1.1	2.24±0.23
4	14	B	18.2± 1.2	22.2±0.8	2.47±0.10
	14	BM	32.2± 9.2*	23.5±1.3	3.16±0.20*

a) See Table 2.

Table 6. Fatty acid composition of liver lipid components (Expt. 1).[a)]

Lipids	Periods of feeding (day)	Groups	Fatty acids (wt. %)						
			16: 0	16: 1	18: 0	18: 1	18: 2	20: 4	22: 6
TG	1	B	33.6	4.6	4.2	37.8	18.9		
	1	BM	34.7	7.5	4.0	36.0	15.7		
	3	B	29.6	4.0	4.1	42.0	19.2		
	3	BM	35.1	9.6	2.5	41.3	9.8		
	7	B	28.1	3.3	3.1	40.1	24.2		
	7	BM	32.4	5.5	2.6	45.5	12.4		
PC	1	B	29.5	2.0	20.8	8.6	11.8	20.0	6.8
	1	BM	28.8	2.7	22.9	10.6	13.4	16.0	5.0
	3	B	26.1	1.7	17.2	12.0	17.8	18.8	5.8
	3	BM	33.3	2.3	20.8	9.8	11.6	16.9	4.8
	7	B	22.1	1.3	22.3	14.4	14.8	19.3	5.5
	7	BM	29.9	1.8	20.2	10.1	11.9	21.0	4.8
PE	1	B	20.6	1.0	19.2	5.8	7.0	25.9	20.1
	1	BM	29.0	2.0	20.6	5.2	3.7	18.7	20.0
	3	B	25.0	1.0	20.8	4.2	6.0	23.2	19.4
	3	BM	32.1	1.2	25.6	5.9	4.9	17.1	12.7
	7	B	24.7	1.2	19.0	5.4	3.7	24.8	20.7
	7	BM	32.0	1.6	28.9	5.0	3.4	17.7	10.9
CE	1	B	51.4	4.2	15.4	18.4	7.1	1.8	
	1	BM	47.4	5.6	13.4	23.7	7.2	1.2	
	3	B	43.7	4.7	11.1	25.5	9.9	3.9	
	3	BM	44.1	6.9	12.7	24.6	7.0	2.8	
	7	B	36.7	4.8	11.1	34.1	8.5	4.2	
	7	BM	33.4	7.0	9.1	29.4	15.2	4.8	
FFA	1	B	35.4	5.4	11.3	23.3	17.9	5.2	
	1	BM	30.4	9.5	9.0	26.0	17.6	5.4	
	3	B	34.8	4.8	11.5	24.6	17.2	5.6	
	3	BM	32.7	8.2	11.0	28.9	13.2	4.3	
	7	B	29.8	3.9	9.1	30.4	18.5	6.8	
	7	BM	32.7	5.7	9.8	27.5	15.3	7.1	

a) Values are from pooled livers of 11 rats per groups. Fatty acids less than 1% were not given in this table.

Table 7. Fatty acid composition and contents of liver triglyceride.[a)]

Expt. no.	Groups	Fatty acids						
		14: 0	16: 0	16: 1	18: 0	18: 1	18: 2	20: 4
		(wt. %)						
2	B	1.2±0.1	38.1±1.2	3.9±0.3	4.3±0.4	39.8±1.0	12.5±0.7	0.2±0.1
	BM	1.3±0.1	40.2±1.7	5.8±0.6*	2.9±0.3*	37.8±0.9	11.8±1.6	0.2±0.1
	BMT	1.0±0.1	37.1±1.2	4.1±0.4	3.2±0.2	40.6±0.9	13.6±1.8	0.4±0.1
4	B	1.2±0.4	30.6±0.9	3.4±0.5	3.8±0.3	50.3±1.6	10.7±2.3	—
	BM	1.0±0.2	33.4±2.1	5.1±0.6	4.0±0.4	47.6±0.7	8.9±1.7	—
		(μmole/g liver)						
2	B	0.8±0.1	22.8±1.1	2.3±0.2	2.4±0.3	21.6±0.3	6.8±0.5	0.2±0.1
	BM	2.0±0.2**	55.1±7.4**	7.8±0.6**	3.6±0.7	47.1±5.7**	14.8±2.5*	1.0±0.7
	BMT	0.9±0.1	29.8±3.2	3.4±0.5	2.3±0.2	29.6±3.1**	9.7±1.0**	0.2±0.1

a) Values are the means ± SE. See Table 6.
*, ** Significantly different from control rats (B) at * $P<0.05$ and ** $P<0.01$.

BMT 群では主要な脂肪酸の組成にB群とほとんど差が認められなかった．2週間飼育（実験4）の場合にも，B群と BM 群の脂肪酸組成にはほとんど差が認められなかった．脂肪酸組成より算出した平均分子量と肝臓 TG 量から，肝臓単位重量あたりの TG の脂肪酸量を求めた．BM群ではB群に比べ主要構成脂

肪酸量はいずれも著しく増加した．B群より有意にTG量が多いBMT群ではオレイン酸およびリノール酸の増加のみが認められた．

肝臓のPCおよびPEの脂肪酸組成をTable 8に示す．6日間飼育（実験2）で，B群とBM群のPCおよびPEの脂肪酸組成の間にはほとんど差が認められなかった．しかし，BMT群のPCではB群よりステアリン酸，アラキドン酸の割合が有意に増加し，パルミチン酸，オレイン酸，ドコサヘキサエン酸の割合はそれぞれ減少した．BMT群のPEではステアリン酸が僅かに増加するのみであった．2週間飼育（実験4）でもB群とBM群のPCとPEの主要脂肪酸の間に差は認められなかったが，BM群でドコサヘキサエン酸の割合が減少した．

5．脂肪組織および屠体の脂肪酸組成

脂肪組織および屠体の脂肪酸組成をTable 9に示す．2週間飼育（実験3）で，屠体の総脂質でもBM群でリノール酸の割合は減少したが，他の成分には変化はなかった．37日間飼育（実験5）による脂肪組織の脂肪酸組成ではBM群でオレイン酸が僅かに減少した以外，他の主成分には変化はなかった．

実験2の屠体の総脂質量をTable 10に示す．断

Table 8. Fatty acid composition of liver phosphatidylcholine and phosphatidylethanolamine.[a)]

Expt. no.	Phospholipid fraction	Groups	Fatty acids (wt. %)						
			16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:4	22:6
2	PC	B	30.2±0.8	2.1±0.1	16.9±0.6	13.4±0.6	12.9±0.6	14.6±0.5	7.3±0.6
		BM	29.7±1.5	2.1±0.2	18.0±0.7	12.1±0.6	12.2±0.1	16.6±1.4	6.0±0.7
		BMT	26.8±0.2**	1.6±0.1	20.4±0.6**	10.7±0.7**	12.9±0.4	21.0±0.9*	5.6±0.2*
	PE	B	23.2±1.8	1.4±0.2	22.8±0.5	5.2±0.2	6.9±0.4	22.7±1.6	14.7±1.0
		BM	24.6±1.1	1.0±0.1	24.1±0.5	4.4±0.1*	6.9±0.3	23.3±1.3	12.9±0.8
		BMT	23.3±1.0	0.9±0.1	25.4±0.4**	5.0±0.1	6.3±0.4	25.1±0.8	13.6±0.6
4	PC	B	30.6±1.4	1.6±0.2	18.1±0.9	13.4±0.6	10.2±0.7	20.5±1.5	4.2±0.5
		BM	31.1±0.2	1.5±0.1	17.9±0.9	11.8±0.5	10.6±0.8	23.2±0.8	2.5±0.2*
	PE	B	23.0±0.7	0.9±0.1	25.1±1.4	5.0±0.6	4.6±0.6	30.0±1.0	11.3±0.5
		BM	24.8±1.4	1.0±0.1	26.1±0.6	4.5±0.4	5.0±0.7	31.9±1.5	6.6±1.1*

a) Values are the means ± SE. See Table 6.
*, ** Significantly different from control rats (B) at * $P<0.05$ and ** $P<0.01$.

Table 9. Fatty acid composition of carcass total lipids and epididymal adipose tissue.[a)]

Expt. no.	Groups	Fatty acids (wt. %)							
		12:0	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:4
3 (carcass)	B	1.5±0.3	2.4±0.2	28.1±0.4	6.6±0.2	6.2±0.3	35.1±0.8	19.2±0.7	1.0±0.3
	BM	1.0±0.1	1.9±0.2	30.0±0.4	7.2±0.5	5.9±0.2	35.8±0.8	16.8±0.4**	1.3±0.1
5 (adipose)	B	—	1.5±0.1	25.3±0.8	6.3±0.5	2.2±0.1	40.8±0.6	23.9±0.8	—
	BM	—	1.6±0.1	27.0±0.3	7.1±0.4	2.3±0.1	38.8±0.3*	23.2±0.5	—

a) Values are the means ± SE. See Table 6.
*, ** Significantly different from control rats (B) at * $P<0.05$ and ** $P<0.01$.

Table 10. Whole body lipids (Expt. 2).[a)]

Groups	Carcass dry weight (g)	Carcass Total lipid (mg/g dry carcass)	Carcass Phospholipid (mg/g dry carcass)	Carcass Total lipid (g)	Liver Total lipid (mg)	Whole body Total lipid (g)
B	21.1±0.8	247±46	35.6±1.0	5.31±1.13	128± 3	5.44±1.11
BM	25.3±3.9	293±43	33.5±1.8	7.48±1.56	349±71*	7.83±1.61

a) Values are the means ± SE. See Table 2.
* Significantly different from control rats (B) at $P<0.05$.

頭屠殺時に失なわれる血液および消化管内容物を除いた屠体単位重量あたりの総脂質量は BM 食により増加する傾向を示した.

考　　察

本報告ではスレオニンインバランス食に伴う生体内諸変化のうち，脂質代謝異常という観点から肝臓脂質を中心に濃度および脂肪酸の変動を調べた.

スレオニンインバランス食による脂肪肝は TG の増加によるものであるが，肝臓を除いた屠体で比較してみると脂質の蓄積は明確でなく，したがって脂質沈着はほぼ肝臓だけに限られているようである.

一方，肝臓および屠体のリン脂質量あるいは肝臓リン脂質の構成割合には変化が認められなかった. BM 食摂取の PE ではドコサヘキサエン酸（ω 3）の割合が 3 日間あるいは 7 日間の飼育で低下する傾向を示した. これはメチオニンによる特異的な作用によるのか，あるいは二次的なものであるのか明らかでない. BMT 群の PC におけるパルミチン酸とオレイン酸の減少ならびにステアリン酸の増加は，著者らが以前に報告した食餌タンパク質レベル（8％，20％および 32％カゼイン）の差による PC の脂肪酸組成の変化と類似している（前田ら，1973). しかし，BMT 群における食餌タンパク質態窒素量にはB群と大きな差がみられないことから，BMT 群の脂肪酸組成の変化はスレオニンの脂肪酸代謝に対する特異的な作用によるものであるのかもしれない.

BM 群では，摂食量から判断して B群よりも摂取されたリノール酸量（飼料脂質のコーンオイルの約 62％がリノール酸であった）が多いにもかかわらず，肝臓 TG のリノール酸の割合に変化が認められず，パルミトオレイン酸の割合が増加した. パルミトオレイン酸の変化は，Ogura *et al.* (1971) および Williams and Carroll (1973) の報告と一致する. しかし，肝臓単位重量あたりの TG の脂肪酸量についてみると，BM群では生体内で合成可能なパルミチン酸，パルミトオレイン酸およびオレイン酸のみならずリノール酸量も同様に 2 倍以上に増加した. 食餌摂取量がもっとも多い BMT 群の肝臓 TG のリノール酸量は，肝臓リン脂質量の増加を考慮しても，BM 群より著しく少ない. このことは，リノール酸自身あるいはリノール酸を含む TG の代謝が BM 群と BMT 群で著しく異なっていることを示唆するのかもしれない. なお，各実験により同じ飼料でも脂肪酸の組成に差があるが，これは用いた動物の初体重，飼育期間などの差によるものと思われる.

一方，BM 食による脂肪酸組成の変化は肝臓のみならず，脂肪組織および屠体全体の脂質でも認められた. 精巣周辺の脂肪組織ではオレイン酸の占める割合が減少し，屠体の脂質中ではリノール酸の割合が有意に減少した.

Viviani *et al.* (1964) は 40 日間のリジンあるいはスレオニン欠乏食で生じる白ネズミの脂肪肝において，肝臓 TG のパルミチン酸，オレイン酸，リノール酸量が増加すること，リン脂質のドコサヘキサエン酸が減少すること，および屠体総脂質中のリノール酸が減少することを報告している. 彼らの結果は，BM 群でみられた脂肪酸組成の変化とまったく類似しており，脂肪肝は同じ脂質代謝異常に起因するのかもしれない. また，Searcey and Arata (1972) は，異性化したオリーブ油を飼料脂肪源に用いたスレオニンインバランス食で飼育すると肝臓のアポ低密度リポタンパク質を増加させ，脂肪肝を軽減することを報告しており，脂肪酸の構造と肝臓脂質の蓄積との間には密接な関係があるように思われる.

以上の結果から，B群，BM 群および BMT 群においては各組織脂質の脂肪酸組成には特異的な変化があった. BM 食摂取では 7 日目まで脂肪の沈着量が漸次増大するので，脂肪酸の質的変化が脂肪肝を発現させる要因になる可能性も十分ある. しかし，飼料の摂取量の差が一因子となることも考えられ，今後摂取カロリーの観点から組織脂質の変化を追究する必要があると思われる.

要　　約

スレオニンインバランス食白ネズミの肝臓脂質の性状を明らかにするために実験を行なった.

1) 肝臓トリグリセリド量はインバランス食群(BM 群）で対照群（B群）の 2～4 倍に増加したが，インバランス食にスレオニンを加えた群（BMT 群）では BM 群より減少した.

2) 肝臓リン脂質量についてはB群および BM 群の間に差は認められなかったが，BMT 群では高い値を示した. リン脂質の構成成分の割合にはB群および BM 群で差は認められなかった.

3) 肝臓単位重量あたりのトリグリセリドの主要脂肪酸量は BM 群でB群の 2～3 倍に増加した.

4) 肝臓のホスファチジルエタノールアミンのドコサヘキサエン酸の割合は BM 食摂取 3 日および 7 日目で，B食より低下する傾向を示した.

5) 肝臓を含めた屠体全体の総脂質量は2週間の飼育により BM 群で増加する傾向を示したが，肝臓におけるほど増加は著しくなかった．

6) 脂肪組織では BM 群でオレイン酸の割合が減少した．

以上の結果から，BM 食により肝臓，脂肪組織の脂質にそれぞれ特徴的な変化が認められ，脂肪酸代謝の変動が示唆された．

文　　献

Fletcher, M. J. 1968 A colorimetric method for estimating serum triglycerides. *Clin. Chim. Acta*, **22**: 393-397

Folch, J., M. Lees and G. H. Sloane-Stanley 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**: 497-509

Gomori, G. 1942 A modification of the colorimetric phosphorus determination for use with the photoelectric colorimeter. *J. Lab. Clin. Med.*, **27**: 955-960

Harper, A. E. 1958 Nutritional fatty liver in rats. *Amer. J. Clin. Nutr.*, **6**: 242-253

Harper, A. E., W. J. Monson, D. A. Benton, M. E. Winje and C. A. Elvehjem 1954a Factors other than choline which affect the deposition of liver fat. *J. Biol. Chem.*, **206**: 151-158

Harper, A. E., D. A. Benton, M. E. Winje, W. J. Monson and C. A. Elvehjem 1954b Effect of threonine on fat deposition in the livers of mature rats. *J. Biol. Chem.*, **209**: 165-170

前田英雄・菅野道廣・和田正太 1973 食餌タンパク質とラット肝臓の脂質 第1報 肝臓脂質成分に及ぼすタンパク質レベルの影響．九大農学芸誌，**27**: 133—138

Mangold, H. K. 1964 Thin-layer chromatography of lipids. *J. Amer. Oil Chemist's Soc.*, **41**: 762-773

Ogura, M., H. Tanaka and H. Honda 1971 Biochemical studies on fatty liver. Part II. On the mechanism of induction of fatty liver by amino acid imbalance. *Agr. Biol. Chem.*, **35**: 370-376

Rouser, G., A. N. Siakotos and S. Fleischer 1966 Quantitative analysis of phospholipids by thin-layer chromatography and phosphorus analysis of spots. *Lipids*, **1**: 85-86

Schlierf, G. and P. Wood 1965 Quantitative determination of plasma free fatty acids and triglycerides by thin-layer chromatography. *J. Lipid Res.*, **6**: 317-322

Searcey, M. T. and P. A. Arata 1972 Lipotropic effect of elaidinization of dietary fat in threonine-imbalanced weanling rats. *J. Nutr.*, **102**: 1421-1428

Sperry, W. M. and M. Webb 1950 A revision of the Shoenheimer-Sperry method for cholesterol determination. *J. Biol. Chem.*, **187**: 97-106

Sugano, M., K. Imaizumi, S. Cho, K. Hori and M. Wada 1969 Hepatotoxicity and lipid metabolism-I Structure of triglyceride in rats dosed with carbon tetrachloride. *Biochem. Pharmacol.*, **18**: 1961-1970

Viviani, R., A. M. Sechi and G. Leuaz 1964 Effect of lysine and threonine deficiency on the fatty acid composition of carcass lipids in the rat. *Biochim. Biophys. Acta*, **84**: 201-204

Williams, L. and C. Carroll 1973 Effects of the dietary carbohydrate-fat combination on changes in lipid metabolism induced in rats by amino acid imbalance. *J. Nutr.*, **103**: 991-998

Summary

The profile of hepatic lipids in rats fed an 8% casein diet supplemented with 0.3% methionine (BM group) was compared with that an 8% casein diet (B group) or a BM diet supplemented with 0.36% threonine (BMT group).

1) Hepatic triglyceride content of the BM group increased 2 to 4 times as much as that of the B group, but in the BMT group, it decreased to the lower level than that of the BM group.

2) No significant differences were observed in the net content and the relative concentration of phospholipid components of the liver between the B and BM groups. Feeding the rats on the BMT diet resulted in the increase in hepatic phospholipid content.

3) In the BM group, major fatty acid contents in hepatic triglyceride per unit

weight of liver increased 2 to 3 times. Percentage of docosahexaenoic acid (ω 3) in hepatic phosphatidylethanolamine tended to decrease on the third day or the seventh day after feeding with the BM diet. Furthermore, percentage of oleic acid in adipose tissue of the BM group decreased on the fourteenth day.

4) Total lipids of whole animal body including hepatic lipids tended to increase, but to a lesser extent, compared with those of the liver in the BM group.

Judging from these results, it was suggested that the BM diet drastically affected not only the contents but also the composition of the lipids of the liver and the adipose tissue.