

飼料タンパク質レベルの相違に対する ラクツロースシロップ投与の影響

渡邊 智子, 小田 恒郎*, 高居百合子**

(千葉県立衛生短期大学, *日研化学(株), **武蔵丘短期大学)

平成6年12月27日受理

Effects of Lactulose Syrup on the Growth of Rats Fed at Different Levels of Dietary Protein

Tomoko WATANABE, Tuneo ODA * and Yuriko TAKAI **

Chiba College of Health Science, Chiba 261

** Nikken Chemicals Co., Ltd., Chuo-ku, Tokyo 104*

*** College of Musashigaoka, Hiki-gun, Saitama 355-01*

The study was undertaken to determine the effects of lactulose syrup on the growth and intestinal microflora of rats at different levels of dietary protein. Male rats of the Wistar strain (at 6 weeks of age and weight 97 g) were fed two control diets (15 % casein and 35 % casein) containing no lactulose syrup and two experimental diets (15% casein and 35% casein) containing 19% lactulose syrup for 35 days. The following results were obtained: 1) The two lactulose groups showed a decrease in body weight gain and total feed intake for 35 days. 2) The growth ratio (body weight gain/initial body weight), the feed efficiency ratio and protein efficiency ratio were lower in the two lactulose groups than in each control group. 3) The weight of liver, kidney, small intestine and cecum with contents were increased in the two lactulose groups. The weight of retroperitoneal fat pads were decreased in the two lactulose groups, and this effect in rats fed the 35% casein diet was affected significantly. 4) In the fatty acid composition of retroperitoneal fat pads, linoleic acid was increased and palmitic acid decreased. 5) In the cecum, pH was decreased, and thiamin, riboflavin and *Bifidobacterium* were increased in the two lactulose groups. These effects in the 35% casein diet group were demonstrated significantly.

(Received December 27, 1994)

Keywords: 10% lactulose 10%ラクツロース, high-protein diet 高タンパク質飼料, normal-protein diet 通常タンパク質飼料, growth of rats ラットの成長, fat synthesis 体内蓄積脂肪, intestinal microflora 腸内細菌叢.

1. 緒 言

ラクツロースシロップは、肝性脳症治療薬^{1)~3)}、緩下剤^{4)~6)}として利用されてきた。近年では、ビフィズス因子としての優れた性質と、乳糖に比べ甘味度も高く水溶性であることから食品への応用もひろがりつつある。先に、ラクツロースを食品として摂取した場合の生体におよぼす影響については、ラットに投与すると体内の蓄積脂肪が低下し、盲腸内のビタミンB₁、B₂総量が増加すること、ラクツロースシロップ投与

量の限界は19%（ラクツロース10%）であることを明らかにした⁷⁾⁸⁾。また、ラクツロース投与により盲腸内のビタミンB₁、B₂総量が増加したことから盲腸内の微生物に変化が生じると推察された。

一方、わが国の平均栄養所要量に対するタンパク質の充足状況を見ると昭和50年から約123%の横這い傾向であった⁹⁾。また、栄養所要量に対するタンパク質摂取量の充足状況分布が150%以上の世帯数は全国で16%、1人世帯では17%であった¹⁰⁾。梶元は、高

タンパク質摂取は延命のリスクファクターを取り除く作用があると荒井らの腸内細菌の影響の結果¹¹⁾などから推察している¹²⁾。

これらのことから本実験では、対照群として通常タンパク質レベルとその約2倍の高タンパク質レベルを設定した。これらに、ラクツロースシロップを食品としての投与限界である19%添加し、その影響を比較検討した。

2. 実験方法

(1) 実験動物

5週齢のWistar系雄ラット（日本クレア(株)）に粉末飼料への適応を目的とし対照飼料で1週間予備飼育した。これらのラットを4群（1群7匹）に分け実験群とした。

(2) 飼育条件

飼育は個別式ケージにラットを1匹ずつ入れ、温度23±1℃、湿度50～60%、12時間サイクル明暗（明期：7：00～19：00）の飼育室で35日間行った。飼料および水は自由摂取とした。

(3) 試料

添加試料としてラクツロース53%、ラクトース17%および水分30%の構成比を有するラクツロースシロップ（日研化学(株)）を用いた。

(4) 飼料組成

飼料組成を、Table 1に示した。対照1群（以下、C1群と略す）飼料（標準タンパク質レベル）は、ミルクカゼインを15%含有した飼料とした。対照2群（以下、C2群と略す）は、ミルクカゼインを35%含有した飼料とした。ラクツロース群飼料は、各々の対照群飼料にラクツロースシロップを19%（ラクツロースを10%含有）添加し α -コーンスターチで調整を行った（以下、各々C1-L群、C2-L群と略す）。

(5) 実験項目および方法

1) 体重および飼料摂取量の測定

ラットの成長は、飼育期間中、体重を週1回測定し観察した。飼料は毎日秤量し、投与量、こぼし量および残量から飼料摂取量を算出した。

2) 栄養価の検討

飼育期間（35日間）の体重増加率（体重増加量/初体重）、飼料効率（体重増加量/飼料摂取量）およびタンパク質効率（体重増加量/タンパク質摂取量）を算出した。

Table 1. Composition of diets

	(g)			
	C 1	C 1-L	C 2	C 2-L
α -Cornstarch	75	56	55	36
Lactulose syrup (lactulose)	0	19(10)	0	19(10)
Casein	15	15	35	35
Soybean oil	5	5	5	5
Mineral mixture*	4	4	4	4
Vitamin mixture*	1	1	1	1
Choline bitartrate	0.15	0.15	0.15	0.15

C 1 : 15 % casein diet. C 1-L : 15 % casein diet with lactulose. C 2 : 35 % casein diet. C 2-L : 35 % casein diet with lactulose. *Prepared according to AIN-76TM prescription (*J. Nutr.*, **107**, 1340 (1977)).

3) 各臓器の測定

飼育終了後、ラットを断頭屠殺後、ただちに開腹し、各臓器およびカーカス（死体から臓器を取り除いたもの）の重量を測定した。小腸は、内容物を除去後、蒸留水で洗浄し、ペーパータオルで水分をふき取った後、重量を測定した。なお、盲腸内のpHは経時的に変化するため、解剖直後、速やかに内容物を5mlの蒸留水に懸濁しpH試験紙（東洋濾紙(株)）を用い測定した。

4) 後腹壁脂肪および肝臓の脂肪酸組成

後腹壁脂肪の脂肪酸組成は手塚らの方法¹³⁾、肝臓の脂肪酸組成は硫酸法¹⁴⁾に従いメチル化後、ガスクロマトグラフィー（島津製作所製8A、カラム：ガラスカラム2.6mm×2m、充填剤DEGS25%、Celite545A60/80、カラム温度：200℃、試料注入温度：250℃、検出器：水素イオン検出器）で測定した。

5) 盲腸内容物中および肝臓のビタミンB₁、B₂量

盲腸内容物中および肝臓中のビタミンB₁はチオクローム法¹⁵⁾、B₂はルミフラビン法¹⁶⁾¹⁷⁾により測定した。

6) 盲腸内細菌叢の検討

断首後、ただちに盲腸内容物を試料とし、総菌数および*Bifidobacterium*について光岡¹⁸⁾の方法に従い測定した。培地は、BLおよびBS（栄研化学(株)製）をそれぞれ用いた。

実験データの統計処理は、C1群とC1-L群について、C2群とC2-L群について、各々Studentの*t*-test¹⁹⁾により行った。

飼料タンパク質レベルの相違に対するラクツロースシロップ投与の影響

3. 結 果

(1) 体重, 飼料摂取量 (Table 2) および便の性状

ラクツロース投与群の体重は各々の対照群に比較し 7 日目以降, 全試験期間で低い値を示し C1-L 群は 7 日目から 21 日目まで, C2-L 群は 21 日目で有意差が認められた。

飼料摂取量は全試験期間で, ラクツロース投与群が各々の対照群に対し低い値を示し, C1-L 群は全試験期間で, C2-L 群は 14 日目で有意差が認められた。

便の性状は, C1-L 群のみで 7 日目まで軟便であったが, その後, 回復し正常便になった。

(2) 体重増加率, 飼料効率およびタンパク質効率 (Table 3)

体重増加率, 飼料効率およびタンパク質効率は, ラクツロース投与群で各々の対照群に対し低い値を示し,

C1-L 群は増加率で, C2-L 群は増加率およびタンパク質効率で有意差が認められた。

(3) カーカス重量およびカーカスに対する臓器の割合 (Table 4)

カーカス重量およびカーカスに対する臓器の割合を見ると, ラクツロース投与群で各々の対照群に対し有意な増加がみられたものは, 肝臓, 腎臓, 小腸および盲腸であった。一方, 有意な減少がみられたものは, カーカスおよび後腹壁脂肪であった。C2-L 群の肺および脾臓は, C2 群に対し有意な増加がみられた。臓器の重量変化では, 盲腸の増加および後腹壁脂肪の減少が各々最も大きかった。盲腸は各々の対照群に対し, C1-L 群で 2.7 倍, C2-L 群で 3.8 倍の値を示した。後腹壁脂肪は各々の対照群に対し, C1-L 群で 0.7 倍, C2-L 群は 0.6 倍の値を示した。

Table 2. Body weight and total feed intake

(g)

Feeding period (days)	Body weight			
	C 1	C 1-L	C 2	C 2-L
0	97±1*	98±1	97±1	97±1
7	118±5	101±2 ^a	140±5	133±3
14	161±7	139±2 ^a	189±6	179±5
21	207±6	191±4 ^a	239±5	218±6 ^b
28	236±5	225±5	284±7	266±7
35	268±6	253±5	319±6	299±7

Feeding period (days)	Total feed intake			
	C 1	C 1-L	C 2	C 2-L
0-7	76±6*	51±1 ^a	78±3	70±2
0-14	189±11	164±3 ^a	208±6	187±3 ^b
0-21	310±13	270±5 ^a	309±7	293±8
0-28	439±14	402±7 ^a	437±8	427±10
0-35	580±15	540±9 ^a	571±8	562±13

* Mean±S.E. ^a Significantly different from C 1 group ($p<0.05$). ^b Significantly different from C 2 group ($p<0.05$).

Table 3. Growth ratio, feed efficiency ratio and protein efficiency ratio

	C 1	C 1-L	C 2	C 2-L
Growth ratio ^{*2}	1.76±0.03 ^{*1}	1.59±0.06 ^a	2.30±0.06	2.09±0.05 ^b
Feed efficiency ratio ^{*3}	0.30±0.004	0.28±0.008	0.39±0.008	0.36±0.008
Protein efficiency ratio ^{*4}	2.23±0.03	2.11±0.06	1.25±0.03	1.18±0.03 ^b

^{*1} Mean ± S.E. ^{*2} Body weight gain/initial body weight. ^{*3} Body weight gain/feed intake. ^{*4} Body weight gain/protein intake. ^a Significantly different from C 1 group ($p<0.05$). ^b Significantly different from C 2 group ($p<0.05$).

Table 4. Organ weight per carcass weight

(%)

Organ	C 1	C 1-L	C 2	C 2-L
Carcass (g)	200±4*	176±7 ^a	242±5	218±5 ^b
Lungs	0.63±0.01	0.66±0.01	0.56±0.01	0.62±0.01 ^b
Heart	0.43±0.00	0.44±0.01	0.39±0.01	0.42±0.00
Liver	4.97±0.07	5.72±0.06 ^a	5.37±0.06	5.84±0.05 ^b
Spleen	0.27±0.00	0.30±0.01	0.30±0.00	0.28±0.01
Kidneys	0.96±0.01	1.10±0.02 ^a	1.05±0.01	1.21±0.01 ^b
Pancreas	0.39±0.01	0.39±0.01	0.36±0.01	0.41±0.01 ^b
Testicles	1.53±0.02	1.57±0.02	1.32±0.00	1.33±0.02
Stomach	0.75±0.01	0.72±0.01	0.59±0.00	0.62±0.01
Small intestine	2.61±0.04	3.36±0.08 ^a	2.36±0.03	2.91±0.04 ^b
Cecum**	1.67±0.05	4.47±0.10 ^a	1.43±0.04	5.44±0.11 ^b
Retroperitoneal fat pads	2.54±0.10	1.88±0.00 ^a	2.79±0.04	1.69±0.12 ^b
Epididymal fat pads	1.55±0.09	1.30±0.05	1.43±0.03	1.00±0.06 ^b
pH of cecum	7.16±0.08	6.00±0.14 ^a	7.10±0.09	6.10±0.16 ^b

* Mean ± S.E. ** With contents. ^a Significantly different from C 1 group ($p<0.05$). ^b Significantly different from C 2 group ($p<0.05$).

Table 5. Fatty acid composition of retroperitoneal fat pads and liver

	C 1	C 1-L	C 2	C 2-L
Retroperitoneal fat pads				
C 14:0	3.8±0.4*	3.1±0.1	3.4±0.3	3.5±0.2
C 16:0	31.7±1.2	29.7±1.2	31.1±0.7	29.9±0.5
C 16:1 (<i>n</i> -7)	10.4±0.4	9.7±0.4	10.1±0.4	8.9±0.4 ^b
C 18:0	3.4±0.3	3.3±0.2	3.9±0.2	4.0±0.3
C 18:1 (<i>n</i> -9)	29.7±1.1	27.2±0.5	29.6±0.9	28.2±0.7
C 18:2 (<i>n</i> -6)	19.2±1.1	24.0±1.1 ^a	19.3±1.0	22.7±0.9 ^b
C 18:3 (<i>n</i> -3)	1.8±0.2	3.0±0.2 ^a	2.6±0.3	2.6±0.4
Liver				
C 14:0	2.8±0.0*	3.0±0.3	2.3±0.2	3.0±0.4
C 16:0	25.3±0.7	21.9±0.3 ^a	23.5±0.7	22.4±0.4
C 16:1 (<i>n</i> -7)	5.1±0.5	4.0±0.6	5.0±0.2	4.6±0.3
C 18:0	14.4±0.8	14.4±0.3	12.9±0.2	16.5±0.5 ^b
C 18:1 (<i>n</i> -9)	17.4±1.1	11.6±0.3 ^a	17.6±0.6	14.7±0.7 ^b
C 18:2 (<i>n</i> -6)	13.7±0.7	18.7±0.8 ^a	13.9±0.8	15.5±0.8
C 20:4 (<i>n</i> -6)	16.5±1.0	19.5±0.7 ^a	19.0±0.4	18.7±0.9
C 22:6 (<i>n</i> -3)	4.8±0.5	7.1±0.6 ^a	5.9±0.6	4.7±0.3 ^b

* Mean ± S.E. ^a Significantly different from C 1 group ($p<0.05$). ^b Significantly different from C 2 group ($p<0.05$).

盲腸内容物 pH は、ラクツロース投与群で各々の対照群に対し有意な減少がみられた。

(4) 後腹壁脂肪および肝臓の脂肪酸組成 (Table 5)
後腹壁脂肪の脂肪酸組成を見ると、ラクツロース投

与群は各々の対照群に対し C18: 2 (*n*-6) で有意な増加がみられた。C16: 1 (*n*-7) は、C 2-L 群で C 2 群に対し有意な減少がみられた。肝臓の脂肪酸組成では、ラクツロース投与群が各々の対照群に対し C

飼料タンパク質レベルの相違に対するラクツロースシロップ投与の影響

18:1 ($n=9$) で有意な減少がみられた。C1-L 群は C1 群に対し、C18:2 ($n=6$)、C20:4 ($n=6$) および C22:6 ($n=3$) で有意な増加が、C16:0 で有意な減少がみられた。C2-L 群は C2 群に対し、C18:0 で有意な増加が、C22:6 ($n=3$) で有意な減少がみられた。

(5) 盲腸内容物および肝臓のビタミン B₁、B₂量 (Table 6)

盲腸内容物全含有 B₁量および B₂量は、ラクツロース投与群で各々の対照群に対し有意な増加がみられた。ラクツロース投与群の盲腸内容物全含有 B₁量は、各々の対照群に対し C1-L 群で 1.8 倍、C2-L 群で 2.8 倍を示した。一方、盲腸内容物全含有 B₂量は、各々の対照群に対し C1-L 群で 3.5 倍、C2-L 群で 6.3 倍を示した。

また、盲腸内容物 1 g あたりの B₁量をみると、C2-L 群は C2 群に対し有意な増加がみられた。

肝臓では C2-L 群の肝臓 1 g 中および全含有 B₁量

で、C2 群に対し有意な増加がみられた。

(6) 盲腸内細菌叢 (Table 7)

盲腸内の細菌叢では、ラクツロース投与群で各々の対照群に対し有意な増加がみられたものは、盲腸内容物 1 g 中および盲腸内容物全含有量の *Bifidobacterium* であった。C2-L 群の盲腸内容物全含有量の総菌数は、C2 群に対し有意な増加がみられた。

4. 考 察

幼若ラット (6 週齢：体重 97 g) を 35 日間、通常タンパク質飼料 (カゼイン 15%) および高タンパク質飼料 (カゼイン 35%) に、各々ラクツロースシロップを 19% 添加した飼料で飼育すると、ラクツロース投与群の体重は各々の対照群に比較し、35 日目では約 5% の体重低下が見られたが、成長不良は見られなかった。このラクツロース投与群のわずかな体重抑制傾向はカーカスおよび後腹壁脂肪の減少に由来していると考えられる。

Table 6. Thiamin and riboflavin contents of cecum and liver

	C 1	C 1-L	C 2	C 2-L
Cecum				
Thiamin ($\mu\text{g/g}$)	5 $\pm$ 1*	6 $\pm$ 0	4 $\pm$ 0	5 $\pm$ 0 ^b
Total thiamin (μg)	8 $\pm$ 1	14 $\pm$ 3 ^a	10 $\pm$ 1	28 $\pm$ 4 ^b
Riboflavin ($\mu\text{g/g}$)	6 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 0	4 $\pm$ 0
Total riboflavin (μg)	11 $\pm$ 1	38 $\pm$ 3 ^a	9 $\pm$ 1	57 $\pm$ 3 ^b
Liver				
Thiamin ($\mu\text{g/g}$)	11 $\pm$ 1	11 $\pm$ 0	12 $\pm$ 1	16 $\pm$ 2 ^b
Total thiamin (μg)	111 $\pm$ 5	114 $\pm$ 5	157 $\pm$ 11	203 $\pm$ 17 ^b
Riboflavin ($\mu\text{g/g}$)	26 $\pm$ 1	26 $\pm$ 1	32 $\pm$ 1	33 $\pm$ 2
Total riboflavin (μg)	259 $\pm$ 7	260 $\pm$ 11	415 $\pm$ 12	416 $\pm$ 25

* Mean $\pm$ S.E. ^a Significantly different from C 1 group ($p<0.05$). ^b Significantly different from C 2 group ($p<0.05$).

Table 7. Bacterial flora in cecal contents

	C 1	C 1-L	C 2	C2-L
(log)				
per g of cecum				
Total bacteria	11.06 $\pm$ 0.08*	11.31 $\pm$ 0.15	11.17 $\pm$ 0.08	11.26 $\pm$ 0.07
<i>Bifidobacterium</i>	8.75 $\pm$ 0.19	10.87 $\pm$ 0.07 ^a	9.65 $\pm$ 0.17	10.66 $\pm$ 0.28 ^b
per total of cecum				
Total bacteria	11.36 $\pm$ 0.06	12.16 $\pm$ 0.18	11.59 $\pm$ 0.07	12.31 $\pm$ 0.07 ^b
<i>Bifidobacterium</i>	9.05 $\pm$ 0.33	11.65 $\pm$ 0.15 ^a	10.06 $\pm$ 0.23	11.71 $\pm$ 0.53 ^b

* Mean $\pm$ S.E. ^a Significantly different from C 1 group ($p<0.05$). ^b Significantly different from C 2 group ($p<0.05$).

35日目の飼料摂取量は、ラクツロース投与群が各々の対照群に対し低い値を示しC1-L群で有意差が認められ、体重変化と一致していた。このことは、ラットのラクツロースシロップ添加飼料の嗜好性の低下あるいは、ラクツロースシロップ摂取による膨満感などにより飼料摂取抑制が生じたと推察される。一方、高タンパク質飼料にラクツロースシロップを添加した方が、通常タンパク質飼料にラクツロースシロップを添加するよりラットに好まれることがわかった。

ラクツロース投与群の体重増加率をみると、ラクツロース投与群がいずれも対照群に対し有意に低下した。一方、タンパク質効率は、C2-L群での有意な低下とC1-L群での低下傾向がみられた。また、通常タンパク質飼料にラクツロースシロップを添加した出納実験では、19%投与群は糞中窒素量が増加し、窒素の消化吸収率が有意に低下した⁷⁾。これらのことから、今回のラクツロース投与群も各々の対照群に比較し、窒素の消化吸収率および窒素利用率が低下したのではないかと推察される。

カーカス重量および臓器重量の増減をカーカス比で比較すると、ラクツロース投与群で各々の対照群に対し、肝臓、腎臓、小腸および盲腸が有意に増加し、カーカスおよび後腹壁脂肪が有意に減少した。これらのことから、ラットにラクツロースシロップを投与すると、タンパク質レベルの相違にかかわらず、難消化性糖類摂取時の特徴である小腸および盲腸の増加および脾臓の増加傾向があることがわかった。これら消化管の結果は、池上らの粘性のある難消化性多糖類のラットへの投与は消化管の肥大を伴うとの報告²⁰⁾と一致していた。

また、ラクツロース投与群は、各々の対照群に対し後腹壁脂肪の有意な減少が見られた。一方、後腹壁脂肪の脂肪酸組成をみると、ラクツロース投与群は飼料含有脂質由来のC18:2 (n-6) の割合が有意に高く、糖質由来のC16:0が低い傾向を示した。さらに、肝臓の脂肪酸組成でも、C18:2 (n-6) の割合が高い傾向、C16:0が低い傾向を示した。ラクツロースシロップ摂取による後腹壁脂肪量の減少と、後腹壁脂肪および肝臓のC18:2 (n-6) の割合の増加傾向は、ラクツロースシロップ摂取による脂質代謝の変化を示唆している。一方、ラクツロースは、未分解のまま結腸に到着するとの報告^{21)~23)}から、飼料中の糖からラクツロースを削除して糖質摂取比率を算出すると、C1群:75%に対しC1-L群:65.9%, C2群:55%に対しC2-L群:43.6%となる。また、脂質摂取比率は、C1群

およびC2群:5%に対しC1-L群およびC2-L群:5.6%となる。これらのことから、ラクツロース投与群は、糖質摂取比率および摂取量が少ないため糖質由来のC16:0が減少しそれに伴い、脂質由来のC18:2が増加したと考えられる。また、先に示したラクツロース投与群でのタンパク質効率が低下したこと、消化管肥大の結果および池上らの難消化性多糖類投与によるタンパク質と脂質のみかけの吸収率の低下が粘性と関与しているとの推察²⁰⁾から、粘性をもつラクツロースシロップも同様に機能し、タンパク質および脂質の吸収を阻害したと推察される。これらのことから、ラクツロースシロップを投与するとタンパク質レベルの相違にかかわらず、体内の脂肪蓄積を防止しうると考えられる。

盲腸内容物全含有B₁量およびB₂量は、ラクツロース投与群で各々の対照群に対し増加しC2-L群でより顕著であった。既報の結果⁷⁾⁸⁾ともよく一致していた。また、C2-L群の肝臓全含有B₁量で、C2群に対し有意に増加がみられたが、このことは、盲腸内で増加したB₁の生体への利用を示唆すると考えられる。盲腸内の細菌叢では、ラクツロース投与群で各々の対照群に対し、盲腸内容物1g中および盲腸内容物全含有量の*Bifidobacterium*が有意に増加し、それに伴いpHの有意な低下がおこった。ラクツロース投与による*Bifidobacterium*増加は、既報の結果とよく一致していた²⁴⁾。盲腸内のビタミンB₁およびB₂量の増加の主因として、*Bifidobacterium*による産生が考えられる。以上のことから、タンパク質レベルの相違にかかわらず、ラクツロースシロップ投与は盲腸内の環境改善をはかることが明らかになった。さらに、これらのことは高タンパク質飼料への添加でより顕著であることがわかった。

5. 要 約

幼若ラット(6週齢:97g)を35日間、通常タンパク質飼料(カゼイン15%)および高タンパク質飼料(カゼイン35%)に、各々ラクツロースシロップを19%添加した飼料で飼育し、ラットの成長に及ぼす影響を明らかにする目的で実験をおこなった。

ラクツロース含有飼料投与により、各々の対照群に比べ次のような結果を得た。

- (1) 体重増加量および飼料摂取量が低い傾向を示した。
- (2) 体重増加率、飼料効率およびタンパク質効率は

飼料タンパク質レベルの相違に対するラクツロースシロップ投与の影響

低い傾向を示した。

(3) 肝臓, 腎臓, 小腸および盲腸内容物全量で有意な増加が, 後腹壁脂肪で有意な減少がみられた。

(4) 後腹壁脂肪の脂肪酸組成は C18:2 (n-6) が有意に高く, 16:0 が低い傾向を示した。

(5) 盲腸内の pH は低下し, ビタミン B₁ および B₂ 総量と, *Bifidobacterium* (盲腸内容物 1 g 中および盲腸内容物全量) は増加した。

以上のことから, 幼若ラットにラクツロースシロップ 19% を投与すると, タンパク質レベルの相違に関係なく, ラットの脂肪蓄積防止作用と盲腸内の *Bifidobacterium*, ビタミン B₁ および B₂ 量の増加, pH の低下に効果があり, 高タンパク質飼料への添加でより顕著であることがわかった。

終わりに, 適切な御助言を戴きました前共立女子大学教授和田富起博士および(社)資源協会食品成分調査研究所長平 宏和博士に深謝いたします。

引用文献

- 1) 高見沢ミサ, 渡辺明子, 小田切恵, 融 道男: 精神医学, **15**, 77~84 (1973)
- 2) 清水達夫, 池原幸辰, 大西三朗, 中嶋健一: 臨牀と研究, **50**, 3712~3716 (1973)
- 3) 勝呂 徹, 石原信彦, 工藤輝俊, 横山育三: 臨牀と研究, **50**, 2707~2712 (1973)
- 4) 坂上 進: 診断と治療, **50**, 877~880 (1975)
- 5) 木村好秀: 産科と婦人科, **50**, 885~890 (1975)
- 6) 白幡 聡, 竹内志津佳, 宝樹真理, 山崎直木, 前田徳尚: 薬物療法, **9**, 239~245 (1976)
- 7) 渡邊智子, 高居百合子: 第 32 回日本家政学会総会研究発表要旨集, 26 (1980)
- 8) 高居百合子, 渡邊智子, 岩尾裕之: 日本食品衛生学会第 40 回学術講演会要旨集, 6 (1980)
- 9) 厚生省保険医療局健康増進栄養課: 平成 6 年版 国民栄養の現状, 第一出版, 東京, 30~33 (1994)
- 10) 厚生省保険医療局健康増進栄養課: 平成 6 年版 国民栄養の現状, 第一出版, 東京, 82~83 (1994)
- 11) 荒井幸一郎, 室田一也, 早川邦彦, 片岡元行, 光岡知足: 栄養と食糧, **33**, 219~223 (1980)
- 12) 梶元雅俊: 栄食誌, **37**, 419~427 (1984)
- 13) 手塚朋道, 高居百合子: 昭和 39 年度国立栄養研究所報告, 45 (1966)
- 14) Rogozinski, M.: *J. Gas Chromatogr.*, **2**, 136~137 (1964)
- 15) 日本薬学会(編): 衛生試験法注解, 金原出版, 東京, 209~213 (1980)
- 16) 日本薬学会(編): 衛生試験法注解, 金原出版, 東京, 213~215 (1980)
- 17) 渡邊智子: 千葉県立衛生短大紀要, No. 5-1, 9~13 (1986)
- 18) 光岡知足: 腸内細菌の世界, 叢文社, 東京, 53~77 (1980)
- 19) Norusis, M. J.: SPSS for Windows Base System 統計編 Release 6.0 J (日本語版), エス・ピー・エス・エス(株), 東京, 7-1~7-16 (1993)
- 20) 池上幸江, 土橋 昇, 永山スミ子, 原田広和, 西出英一, 印南 敏: 栄食誌, **36**, 163~168 (1983)
- 21) Ruttloff, H., Täufel, A., Krause, W., Haenel, H. and Täufel, K.: *Nahrung*, **11**, 39~46 (1967)
- 22) 田中文雄: 神戸医科大紀要, **20**, 328~338 (1960)
- 23) 井上陽一, 熊倉豊秋, 相川 清: 薬剤学, **33**, 79~86 (1973)
- 24) 高橋謙太郎: 診断と新薬, **10**, 1083~1087 (1973)