原 著

コンニャク精粉の血清脂質低下作用

Hypolipemic Activity of Dietary *Konjac* Flour in the Rats

国立栄養研究所 (The National Institute of Nutrition)

印 南 敏 (Satoshi Innami) 津 田 明 子 (Akiko Tsuda)

大 谷 八 峯 (Yatsuho Ootani) 手 塚 朋 通 (Tomomichi Tezuka)

帝京短期大学 (Teikyo Women College)

永 山 スミ子 (Sumiko Nagayama)

It has been reported that undigestible natural polysaccharides show a hypocholesterolemic effect when fed to rats and chicks fed a hypercholesterolemic diet.

In the present paper, the influence of *Konjac* flour (crude *Konjac* mannan obtained from the tubers of *Amorphophallus Konjac*, K. Koch) on lipid metabolism other than cholesterol was compared with two other polysaccharides. Weight gain, levels of triglyceride and phospholipid in serum and liver, and fecal lipids were measured when rats were fed on the low and high fat diet containing 5% of polysaccharides to the rats.

- 1) Serum triglyceride decreased significantly by the addition of *Konjac* flour in both low and high dietary fat levels. No hypotriglyceridemic effect was seen by the addition of citrus pectin and Na-alginate. It seems that the hypotriglyceridemic phenomenon of the latter two polysaccharides seen in the high fat level is mainly due to the decrease in food intake.
- 2) The increased fecal lipid excretion seen in the case of *Konjac* flour feeding indicates that *Konjac* flour inhibits fat absorption in the intestine in any way.
- 3) No change was seen in both hepatic triglyceride and phospholipid levels when *Konjac* flour was added to the diet.
- 4) The addition of undigestible polysaccharides to a high fat diet suggests the possibility of a more effective weight control.

ま え が き

最近コンニャク精粉^{1)~4)}をはじめとし、自然界に存在する多糖類^{5)~9)}に血清コレステロール上昇抑制作用のあることが見出され、動脈硬化症予防の可能性を提供するものとして注目を集めている。コンニャク精粉の場合、その作用物質はコンニャク精粉中のグルコマンナン (一般的にコンニャクマンナンとも称する) と呼ばれる人体内の消化酵素によっては消化されない難消化性多糖類であることが判明している^{10)~11)}。

ところで、動脈硬化症には高コレステロール由来のみならず、中性脂肪を主とする高脂血症由来のものもあることも知られている。

そこで、コンニャク精粉がコレステロール以外の血清脂質成分すなわち中性脂肪および磷脂質に対してどのような影響を与えるかを知るために他の2, 3の多糖類と比較検討した。

実験方法

300 g 前後の Sprague Dawley 系の雄の成熟シロネズミを用い、第 1 表に示す如き試験飼料を与えた。実験 1 においてはセルロースレベルを 5% とし、同量の供試多糖類と置換したものを試験飼料とした。実験 2 においてはセルロースレベル 2% はそのままとし、糖質源である蔗糖を 5% 精製コンニャク粉で置換したものを試験飼料とし

た。コンニャ

ク粉は群馬県

産のもので 50

% アルコール

で数回洗浄後

乾燥したもの、

ペクチンは和

光純薬製品の

Citrus pect-

in を用い、ア

ルギン酸は和

光純薬製品の

アルギン酸ナ

トリウムを用

いた。

両実験とも脂肪源としてクリスコを用い、さらにそのレベルを変えて試験した。自由食飼育にて 10 日間飼育し、飼料摂取量および体重を測定した。また実験 2 においては飼育 4 日目より後半 5 日間毎日糞を採取した。糞は乾燥後粉末となし、ソクスレット法により総脂肪量を測定した。実験終了後断頭により屠殺し、血清および肝臓を採取した。トリグリセライド (以下 TG) は Van Handel & Zilversmit 改良法¹²⁾、リン脂質 (以下 PL) は Fiske & SubbaRow 法¹³⁾ により定量した。

実験結果並びに考察

1. 実験 1

i) 体重増加量および飼料摂取量 試験動物の体重変化は第 1 図の如くで、10% 脂肪群、30% 脂肪群とも供試多糖類の添加により対照群にくらべて体重増加が劣っていた。ペクチン、コンニャク精粉、アルギン酸の順に減少の程度が大となっており、また高脂肪群においては 10% 脂肪群においてより減少の程度は大となっていた。特徴的なことは 30% 脂肪群におけるコンニャク精粉およびアルギン酸添加群の体重の変化で、試験食投与後 4 日目までほとんど体重の増加が認められな

Table 1. Diet composition

Ingredient	Experiment 1				Experiment 2			
	10% fat		30% fat		10% fat		30% fat	
	Cont.	Exper.	Cont.	Exper.	Cont.	Exper.	Cont.	Exper.
Casein	20	20	20	20	20	20	20	20
Sucrose	60	60	40	40	63	58	23	18
Crisco	9	9	29	29	9	9	49	49
Vitamin oil ^{a)}	1	1	1	1	1	1	1	1
Vitamin mixture ^{b)}	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Choline-HCl	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Mineral mixture ^{c)}	4	4	4	4	4	4	4	4
Cellulose	5	—	5	—	2	2	2	2
Polysaccharides	—	5	—	5	—	5	—	5

^{a)} One gram of vitamin oil contains 300 I. U. of vitamin A acetate, 30 I. U. of vitamin D₂ and 10 mg of α -Tocopheryl acetate.

^{b)} This was identical with Harper's mixture.¹⁵⁾

^{c)} This was identical with Harper's mixture.¹⁵⁾

Fig. 1 Body weight gain of rats fed on various polysaccharides with different fat level

○—○ Control, ×—× Pectin,
△—△ Konjac flour, ●—● Na-alginate

かった。そこで、飼料摂取量を前半 4 日分と後半 6 日分に分けてみると、第 2 表の如くで、コンニャク精粉添加群とアルギン酸添加群の前半 4 日分の飼料摂取量が極端に低下していた。これが供試多糖類群の体重減少の主な原因と考えられる。

ii) 血清および肝臓の中性脂肪と磷脂質 血清および肝臓の中性脂肪と磷脂質におよぼす各種供試多糖類の影響を調べた結果は第 3 表の如くである。

血清中性脂肪は 10% 脂肪レベルにおいてコンニャク精粉群のみ有意の減少をみせたが、他の多糖類でも減少の傾向をみせた。30% 脂肪群ではどの多糖類を添加しても有意の減少を示したが、これは摂取量の減少が大きく影響している。血清の磷脂質は両脂肪レベルにおいてコンニャク精粉とアルギン酸をそれぞれ投与し

た時に減少を示し、ペクチンは影響を持たなかった。肝臓の中性脂肪と磷脂質はどの脂肪レベルでも変動を示さなかった。

2. 実験 2

実験 1 にみられる如く、飼料中にコンニャク精粉を添加することにより、血清中性脂肪と磷脂質は有意な低下を示した。そこで、その作用機構としてまず脂肪の吸収阻害の考えられるところから、糞中への脂肪排泄について検討した。

i) 体重増加量および飼料摂取量 体重増加曲線を第 2 図に、10 日間の飼育期間の前半 3 日分および後半 7 日分の飼料摂取量と体重増加量を第 4 表に示した。10% 脂肪レベルにおいてはコンニャク精粉を添加しても飼料摂取量、体重増加量に大きな差が認められなかったが、50% 脂肪レベルでは実験 1 でみられたと同じように

Table 2. Effects of polysaccharides on food intake and body weight gain

Fat level (%)	Group	No. of rats	Food intake (g)		Weight gain (g)	
			for first 4 days	for last 6 days	for first 4 days	for last 6 days
10	Control	9	83.7±2.9 ¹⁾	131.7±4.8	33.0±1.2	44.8±1.7
	Pectin	9	73.4±2.8 ²⁾	121.6±4.3	28.1±1.6 ²⁾	40.8±3.1
	K. flour	9	68.1±3.9 ³⁾	116.4±6.2	22.7±2.8 ³⁾	37.8±4.1
	A. acid	9	58.8±3.0 ³⁾	123.8±7.0	15.7±2.2 ³⁾	40.6±2.9
30	Control	9	72.3±2.9	114.9±4.0	31.1±2.1	48.2±2.5
	Pectin	9	63.4±3.0 ¹⁾	95.9±5.9 ¹⁾	17.7±3.0 ³⁾	37.6±3.3 ¹⁾
	K. flour	9	43.3±3.6 ³⁾	95.8±2.5 ³⁾	3.3±4.2 ³⁾	37.8±2.6 ¹⁾
	A. acid	9	39.7±4.1 ³⁾	95.6±4.2 ³⁾	-1.9±3.3 ³⁾	36.2±2.1 ³⁾

¹⁾ Mean±SE

²⁾ Significantly different from the control $P < 0.05$

³⁾ Significantly different from the control $P < 0.01$

Table 3. Effects of polysaccharides on triglyceride and phospholipid contents in serum and liver

Fat level (%)	Group	No. of rats	Serum		Liver	
			TG (mg/dl)	PL (mg/dl)	TG (mg/g)	PL (mg/g)
10	Control	9	153.8±30.4 ¹⁾	186±13	17.9±2.2	23.1±1.0
	Pectin	9	110.0±33.4	163±11	21.4±2.0	22.3±0.7
	K. flour	9	58.9±10.3 ³⁾	145±8 ²⁾	15.1±0.9	20.4±0.9
	Na-alg.	9	114.5±14.1	152±4 ²⁾	18.6±1.7	22.7±0.7
30	Control	9	105.0±12.4	164±7	36.0±4.1	23.0±1.0
	Pectin	9	69.7±10.0 ²⁾	160±9	36.6±4.7	22.5±0.6
	K. flour	9	62.8±11.5 ²⁾	128±5 ³⁾	33.4±4.0	20.8±0.4
	Na-alg.	9	53.5±11.5 ³⁾	138±9 ²⁾	26.1±2.5	20.1±2.3

¹⁾ Mean±SE

²⁾ Significantly different from the control $P < 0.05$

³⁾ Significantly different from the control $P < 0.01$

Fig. 2 Body weight gain in rats fed on *Konjac* flour with different fat level

○—○ Control, 10% fat
 ×-----× *Konjac* flour, 10% fat
 △—△ Control, 50% fat
 ●—● *Konjac* flour, 50% fat

最初の3日間において飼料摂取量が有意に減少し、体重も著しく減少した。しかし後半7日間では飼料摂取量および体重増加量に差はみられなかった。

ii) 血清脂質および糞中への脂質排泄におよぼすコンニャク精粉添加の影響 第5表に示すように、10%および50%脂肪レベルにおいてコンニャク精粉添加により血清中性脂肪の著しい減少が認められた。血清磷脂質に対しては実験1と異なり減少の傾向を認めたが、統計的には有意でなかった。

糞中排泄脂肪量は10%および50%の両脂肪レベルにおいてコンニャク精粉の添加により有意の上昇を示した。50%脂肪レベルにおいてはコンニャク精粉添加による脂肪排泄増加は比較的少ないが、これは脂肪レベルをあげるにより、対照群に脂肪排泄の相対的増加が起ったことによるものと解釈できる。

考 察

難消化性多糖類の添加により動物の体重増加量は対照に比して減少した。減少の程度は多糖類の種類によって異なるが、飼料の脂肪レベルによっても異なることが判明した。そして体重増加量の減少は試験期間内に一様に起るものではなく、最初の2～3日間の体重減少が大きく、その後次第に回復を示した。そこで、飼料摂取量をみると、同様に最初の2～3日間における摂取量の減少が著しい。なぜ摂取量が減少するのかその理由は明らかでないが、日数の経過と共に摂取量が増加し、体重増加に回復がみられるようになったことより、生体はこれら多糖類に対して適応してゆくものと考えられる。この適応は多糖類の種類や脂肪のレベルによって異なっている。そして、低脂肪レベルでは最初の不適応による対照群と多糖類群との体重差がそのままほとん

Table 4. Effect of *Konjac* flour on food intake and body weight gain

Fat level (%)	Group	No. of rats	Food intake (g)		Weight gain(g)	
			for first 3 days	for last 7 days	for first 3 days	for last 7 days
10	Control	9	57.7±4.2 ¹⁾	148.1±9.4	10.3±2.7	31.3±3.2
	<i>K. flour</i>	10	53.3±2.1	146.9±4.8	10.5±2.2	29.5±2.0
50	Control	9	45.7±3.2	118.7±6.2	7.6±2.9	37.9±3.6
	<i>K. flour</i>	10	28.4±1.5 ²⁾	104.7±4.3	-7.6±3.6 ²⁾	34.9±5.0

¹⁾ Mean±SE

²⁾ Significantly different from the control $P < 0.01$

Table 5. Effect of *Konjac* flour on lipids content in serum and feces

Fat level (%)	Group	No. of rats	Serum		Feces	
			TG (mg/dl)	PL (mg/dl)	Dry wt. (g)	Total lipid(%)
10	Control	9	79.0±7.0 ¹⁾	203±14	6.7±0.4	7.8±1.0
	<i>K. flour</i>	10	40.4±2.5 ⁴⁾	164±21	8.0±0.3	16.7±2.5 ³⁾
50	Control	9	44.2±8.6	147±15	6.0±2.0	15.0±0.3
	<i>K. flour</i>	10	25.5±1.6 ²⁾	130±7	7.0±1.1	18.5±0.8 ²⁾

¹⁾ Mean±SE

²⁾ Significantly different from the control $P < 0.05$

³⁾ Significantly different from the control $P < 0.01$

⁴⁾ Significantly different from the control $P < 0.001$

ど1カ月後の体重差となって現われている。なお、実験1の高脂肪群において多糖類添加により血清の中性脂肪および磷脂質に低下がみられたが、これは後半6日においてもなお摂取量が有意に低下したために体重増加量が有意に減少したことによるところが大きく、多糖類そのものの影響とは断定できない。実験2においては50%高脂肪を用いたが、後半7日においてこのようなことはみられなかった。これは実験1と実験2で使ったネズミの年令差によるもので、より老令の体重の大きい方が影響をうけにくいのかも知れない。

ところで、高脂肪食群における体重の変動の様相は、これら多糖類による脂肪吸収に対する影響の問題を提供すると同時により効果的な体重調整の可能性をも示唆している。

著者らの1人印南外協同研究者¹⁾はさきにシロネズミを用い、飼料にコレステロールと胆汁酸を添加し、さらに供試多糖類を加えた実験において、ペクチン、アルギン酸、コンニャク精粉添加群はいずれも血清総脂肪酸濃度の低下することを認めているが、今回は用いた3種類の多糖類のうちではコンニャク精粉に血清中性脂肪の著しい低下作用のあることを見出した。

最近児玉ら¹⁴⁾はコンニャクマンナン¹⁵⁾の血漿コレステロール上昇抑制の作用機構はコレステロールの腸管内におけるミセル形成阻害による吸収阻害にあることを示唆する論文を発表している。したがって、コレステロールと同じく脂質に分類される中性脂肪も当然、コンニャク精粉添加により吸収阻害の起ることが考えられる。糞中脂肪の排泄増加はそれを明示しているものである。

本実験においてはコンニャク精粉を用いたが、血漿コレステロール上昇抑制作用はコンニャク精粉中の多糖類であるコンニャクマンナンであることが、桐山ら¹⁰⁾、辻ら¹¹⁾により明らかにされているので、本実験で得られた血清中性脂肪低下作用もコンニャクマンナンそのものにより行なわれているものと推定される。

動脈硬化症にはコレステロール由来のみならず、中性脂肪を主とする高脂血症由来のもののあることも知られているので、コンニャク精粉に血清中性脂肪低下作用の認められたことはコンニャク精粉あるいはコンニャクマンナンによる動脈硬化症予防の可能性を一層示唆するものであろう。

要 約

脂肪レベルを異にした飼料にコンニャク精粉などの難消化性多糖類を加えた場合の体重増加、血清および肝臓のコレステロール以外の脂質成分について調べた結果

- 1) コンニャク精粉は飼料の脂肪レベルのいかんを問わず、血清中性脂肪に対して著しい低下作用を示す。
- 2) コンニャク精粉添加により糞中排泄脂肪が増加する。すなわち脂肪の吸収が妨げられることによって、血清中性脂肪の低下が起るものと推定される。
- 3) ペクチン、アルギン酸にみられた高脂肪レベルにおける血清中性脂肪低下作用は主として摂取量の減少によるものであろう。
- 4) 肝臓の中性脂肪および磷脂質に対してはほとんど影響をもっていない。
- 5) 高脂肪食への難消化性多糖類の添加はより効果的な体重調節の可能性を示唆している。

終りに、本研究の一部はコンニャク研究助成金の援助によったものであることを付記して厚く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 辻 啓介, 大島寿美子, 松崎悦子, 中村敦子, 印南 敏, 手塚朋通, 鈴木慎次郎: 栄養学雑誌, 26,

113 (1968)

- 2) Kiriyaama, S., Y. Okazaki and A. Yoshida: *J. Nutr.*, **97**, 382 (1972)
- 3) Kiriyaama, S., H. Morisaki and A. Yoshida: *Agr. & Biol. Chem.*, **34**, 641 (1970)
- 4) 岸田典子, 沖増 哲: 栄養と食糧, **23**, 135 (1970)
- 5) Wells, A. F., and B. H. Ershoff: *J. Nutr.*, **74**, 87 (1961)
- 6) Ershoff, B. H., and A. F. Wells: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **110**, 580 (1962)
- 7) Leveille, G. A., and H. E. Sauberlich: *J. Nutr.*, **88**, 209 (1966)
- 8) Fischer, H., and P. Griminger: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **126**, 108 (1967)
- 9) Fahrenbach, M. J., B. A. Riccardi and W. C. Grant: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **123**, 321 (1966)
- 10) Kiriyaama, S., Y. Ichihara, A. Enishi and A. Yoshida: *J. Nutr.*, **102**, 1689 (1972)
- 11) 辻 啓介, 大島寿美子, 辻 悦子, 鈴木慎次郎, 印南 敏, 中村敦子, 平山昌子, 手塚朋通: 栄養学雑誌, **31**, 4号 (印刷中) (1973)
- 12) Van Handel, E., and D. B. Zilversmit: *J. Lab. Clin. Med.*, **50**, 152 (1957)
- 13) Fiske, C. H. and Y. SubbaRow: *J. Biol. Chem.*, **66**, 357 (1925)
- 14) 児玉俊明, 中井秀明, 桐山修八, 吉田 昭: 栄養と食糧, **25**, 603 (1972)
- 15) Harper, A. E.: *J. Nutr.*, **68**, 405 (1959)

(受付: 昭和48年7月5日)