

食事大豆たん白質が体脂肪量に及ぼす影響

EFFECT OF DIETARY SOY PROTEIN ON BODY FAT

王 銘富・黄 賢齋・鐘 恵美（静宜女子大学食品栄養系）

幸林友男・森 政博（金蘭短期大学家政学科）

新城澄枝・安里 龍・山本 茂（琉球大学医学部）

Ming-Fu WANG¹, Sheng-Chi HUANG¹, Hei-Mei CHUNG¹, Tomoo KOHRIN², Masahiro MORI², Sumie SHINJO³, Lyu ASATO³ and Shigeru YAMAMOTO³

¹Department of Food and Nutrition, Providence University, Taichung, Taiwan

²Department of Domestic Science, Kinran Junior College, Osaka Suita 565

³Faculty of Medicine, University of the Ryukyus, Okinawa 903-01

ABSTRACT

Effects of the kind of dietary proteins on body fat were studied in rats and women. In the first experiment, adult rats were given the isoenergetic amount of soy protein diet or casein diet for 9 weeks. Accumulation of body protein and fat was higher in the casein diet group than in the soy protein diet group. In the second and third experiments, obese rats or women were given the isoenergetic and restricted amount of soy protein or milk protein diet for 21 days. In the both experiments, decrease of body fat was greater in the soy protein diet group than in the milk protein diet group. The results of the three experiments indicate that the effect of the kind of proteins on the body fat is different. *Nutr. Sci. Soy Protein, Jpn.* **11**, 39-42, 1990.

食事たん白質の種類が、血清脂質量¹⁾や肝臓の脂肪合成、分解酵素²⁾に影響を及ぼすことが報告されている。このようなことは、食事たん白質の種類が、体脂肪量に対しても影響を及ぼす可能性があることを示している。井上³⁾は、ラットで体脂肪蓄積に対するたん白質の種類の影響をしらべたが差は見いだせなかった。彼らは離乳直後のラットを用い、その摂取エネルギー条件は食事により異なっていた。我々は、成熟ラットあるいは等エネルギー摂取条件では、違った結果が得られるかもしれないと考え本実験1を行った。本実験2および3では肥満ラットと肥満女性で、エネルギー制限時の体脂肪量に及ぼす食事たん白質の種類の影響について調べた。

実験方法

実験1

Wistar 系雄ラット、体重約300 g を3群（各群7匹ずつ）に分け、1群は実験食開始前に殺した。残り2群は、25%のカゼイン食（Ca食）あるいは大豆たん白質食（SP食）で9週間飼育した。両群への給餌量は、予備実験の結果からSP群の平均摂取量とした。予備実験でのCa群の食物摂取量はSP群より、やや多い程度であった。

食事の組成は、大豆油5%、ミネラル混合5%（オリエンタル酵母社製）、ビタミン混合1%（オリエンタル酵母社製）、セルロース2%、たん白質25%とし、残り

の部分炭水化物(α -トウモロコシ澱粉:砂糖=2:1)とした。毎日10時に餌を新しいものと取り替え、残食は乾燥して食物摂取量の計算を行なった。体重は、毎週1回、食事を与える前に測定した。実験食期間が終了した動物は、エーテル麻酔で殺した後、体長を測定した。屠体は-30℃で保存し、体たん白質(ケルダール法)と体脂肪量(ソックスレー法)を測定した。

実験2

体重400 gのWistar系雄ラットを3群(1群5~6匹)に分けた。1群は実験食開始前に屠殺した。残り2群には毎朝10時に30% Ca食あるいは30% SP食を等エネルギー(20 kcal/日)、等窒素量(250 mg/日)となるように21日間与えた。このエネルギーは、自由に摂取しているときの約30%に制限した量である。

食事は実験1と同じ要領で作った。ラットの体重は毎日給餌前に測定した。体脂肪量と体たん白質量は、実験1と同じ方法で測定した。

実験3

体重が標準の20%以上の肥満した女子大学生についてエネルギー摂取量を所要量の60%に制限したときの体重、体脂肪減少に及ぼすたん白質の種類の影響について調べた。食事は、米を基本とし、たん白質をエネルギーの20%になるようにした。たん白質の75%は、脱脂粉乳(MP群)あるいは大豆たん白質(SP群)とした。それぞれの群の被験者は5人ずつとした。試験食を21日間与え、毎日、起床後すぐに排尿して体重を測定した。また試験食開始前日と終了日にCT scannerによる腹腔脂肪量、体比重法による体脂肪量および皮下脂肪厚を測定した。

結 果

実験1の結果をTable 1に示した。飼育9週間で体長はほとんど変化しなかったが、体重と体成分、なかでも脂肪は著しく増加した。体重、体たん白質量および体脂肪量はCa群でSP群よりやや大きく、その結果エネルギー利用効率(食事エネルギーの体成分への蓄積効率)は、前者で15.0%、後者で12.6%であった。

実験2の結果をTable 2に示した。体たん白質の減少は小さく、両群とも約10 gの減少で差がなかった。体脂肪量の減少は著しく、実験開始前に85 gであったものが、Ca群では42 gに、SP食群では33 gに低下した。低下はSP群で有意に大きかった。

実験3の結果をTable 3に示した。3週間の試験食後の体重は、開始前に比べMP群で95.8%、SP群で93.5%で、後者で有意に減少していた。皮下脂肪厚も体重と同じくSP群で有意に低下していた。断層撮影および体比重法による体脂肪量の減少は、SP群でMP群よりも大きな傾向があったが、有意差は見られなかった。

考 察

本実験では、エネルギーの摂取を正常並にした成熟ラットにおいても、制限した肥満ラットあるいは肥満女性においても、大豆たん白質と牛乳たん白質が体脂肪量の変化に及ぼす影響は異なっていた。

実験1で、成熟ラットを正常に近いエネルギー摂取で飼育した場合、食事エネルギーの体エネルギーへの蓄積率(エネルギー利用効率)はCa食群で15.0%、

Table 1. Effects of casein and soybean protein diets on energy utilization in adult rats¹ (Experiment 1)

Group	Initial control	Casein	Soybean protein
Number of rats	7	7	7
Food intake, g/day	—	16.9±0.7	16.2±0.6
Body weight, g	298±12 ^a	404±25 ^b	374±14 ^c
Body length, cm	40.6±2.3 ^a	42.5±1.3 ^b	42.1±0.7 ^b
Body protein, g	55.2±3.5 ^a	81.4±5.6 ^b	73.7±6.0 ^c
Body fat, g	29.1±4.0 ^a	80.2±10.8 ^b	71.9±7.8 ^c
Energy utilization ² , %	—	15.0±2.5 ^a	12.6±1.4 ^b

¹ Values are means ± SD. Means with at least one common superscript letter are not significantly different by Student's t-test ($p < 0.05$).

² Energy utilization (EU) was calculated by the following equation, in which the physical combustion values (5.65 kcal/g protein and 9.40 kcal/g fat) and food energy (3.98 kcal/g) were applied.

$$EU(\%) = \frac{\text{Increased protein(g)} \times 5.65 + \text{increased fat(g)} \times 9.40}{\text{Food consumed in 9 weeks(g)} \times 3.98} \times 100$$

Table 2. Effects of casein and soybean protein diets on weight reduction in obese rats¹ (Experiment 2)

Group	Initial control	Casein	Soybean protein
Number of rats	6	5	5
Initial weight, g		398 ± 8	395 ± 3
Final weight, g	397 ± 5 ^a	311 ± 12 ^b	302 ± 2 ^c
Body protein, g	76 ± 2 ^a	68 ± 3 ^b	66 ± 2 ^b
Body fat, g	85 ± 12 ^a	42 ± 8 ^b	33 ± 3 ^c

¹ Values are means ± SD. Means with at least one common superscript letter are not significantly different by Student's t-test ($p < 0.05$).

Table 3. Effects of milk protein and soybean protein diets on weight reduction in young obese women¹ (Experiment 3)

Group	Milk protein	Soybean protein
Final weight, % of initial	95.8 ± 1.4	93.5 ± 1.4*
Final abdominal fat measured by CT scanner, % of initial	82.5 ± 4.5	75.0 ± 12.1
Final body fat measured by specific gravity method, % of initial	87.2 ± 5.2	82.3 ± 7.9
Final skinfold thickness, % of initial	94.6 ± 4.4	81.0 ± 8.4*

¹ Values are means ± SD. * Significant difference ($p < 0.05$).

SP食群で12.6%で、前者で有意に大きかった。飼育9週間での体長の変化がほとんどないことは、Ca食群では体が横軸方向により拡大したことになる。両食事群の体脂肪と体たん白質の体重あたりの割合には差がなかったことから、この体重増加が肥満と同じと解釈してよいかどうかについての疑問が生じる。しかし体脂肪増加は体たん白質増加よりもはるかに大きいことから、体重増加は肥満と同じではないかと考えられる。Ca食ではSP食よりも血清コレステロール上昇作用が強いという多くの報告は¹⁾、血清コレステロールの上昇が肥満で最も問題にされるところであることから、我々の観察した成熟ラットの体重増加が肥満と同意義であることを支持するものであろう。それ故、本実験結果からできる最も重要な指摘は、「成熟ラットの正常以上の体たん白質の増加は、体たん白質よりも大きな体脂肪の増加を伴い肥満になる」ということであろう。

大豆たん白質と牛乳たん白質の、体成分への影響の違いの原因としては、以下のようなことが考えられる。第一に、両たん白質の質の違いである。大豆たん白質の制限アミノ酸はMetである。本実験で、体たん白質量の増加に差が生じたことは、大豆たん白質では食事レベルが25%でもカゼインに比べ質が劣ることを示すものであろう。しかし成熟ラットにとって必要以上の体たん白質の蓄積が、より大きな脂肪蓄積という悪影

響を持つものであると仮定するなら、25% SP食がたん白質の不足であったというよりも25% Ca食が質的・量的に必要以上であったということになるかもしれない。

第二に考えられることは、大豆たん白質のアミノ酸組成が、酵素やホルモンで脂肪合成系のものを抑制し、脂肪分解系のものを活性化することである。入谷ら⁴⁾は、脂肪合成系酵素に対してMetは増強的に、Cysは抑制的に働くこと報告している。大豆たん白質にはCysが多く、Metが少ない。またLys/Argの比率が高いカゼインは、同比率の低い大豆たん白質よりも血清のインスリン/グルカゴンの比率を高めて血清脂質の合成を昂進し、分解を抑制している可能性が示唆されている¹⁾。このことは血清脂質のみならず、体脂肪の合成・分解に対しても同様な影響を及ぼしていることが当然ながら考えられる。

実験2と3の肥満したラットと若い女性でみられたエネルギー制限時の体脂肪減少に及ぼす影響は、大豆たん白質が牛乳たん白質よりも強かった。このことは、体重を低下させることを目的とする食事では大豆たん白質が牛乳たん白質よりも優れていることを示している。エネルギー制限時の大豆たん白質の強い体脂肪減少の機構については、大豆たん白質が酵素やホルモンの内、脂肪合成系のものを抑制、あるいは分解系のも

のを昂進することが考えられる。両たん白質食群での体たん白質量に差がなかったことは、エネルギー制限条件では質の影響が小さいことを示唆している。

今後は本実験で観察した現象をヒトおよび動物でさらに確認し、その機構について明らかにしてゆきたいと考えている。

要 約

- 1) 体脂肪量に及ぼす大豆たん白質と牛乳たん白質の影響を比較した。
- 2) はば正常量のエネルギーを摂取した成熟ラットでは、大豆たん白質食で牛乳たん白質食よりも体脂肪とたん白質の蓄積が抑制された。
- 3) 摂取エネルギー量を制限した肥満ラットと女性では、大豆たん白質食で牛乳たん白質よりも体脂肪の減少が大きかった。

文 献

- 1) 菅野道廣 (1987) : 分離大豆たん白質一その特異

的コレステロール低下作用. 大豆たん白質栄養研究会編「大豆たん白質の栄養」, 47-70, 大豆たん白質栄養研究会, 大阪.

- 2) Iritani, N., Suga, A., Fukuda, H., Katsurada, A. and Tanaka, T. (1988) : Effects of dietary casein and soybean protein on triglyceride turnover in rat liver. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **34**, 309-315.
- 3) 井上五郎, 岸 恭一, 王 銘富, 渡辺弘子 (1982) : 体脂肪蓄積に及ぼす分離大豆たん白質の効果. 大豆たん白質栄養研究会会誌, **3**, 71-76.
- 4) 入谷信子, 菅 明美, 福田ひとみ, 桂田昭彦, 田中武彦 (1986) : ラット肝脂肪酸合成系酵素の誘導に対する食餌性アミノ酸の影響. 大豆たん白質栄養研究会会誌, **7**, 64-67.