

高タンパク食摂取時の体組成および骨塩代謝に及ぼす 食事タンパク質と運動の影響

奥田 豊子・松尾 朗子・山崎 英恵・片山(須川)洋子
大阪市立大学生活科学部*

Effects of Source of Dietary Proteins and Exercise on Body Composition and Bone Metabolism in Rats on High-protein Diets

Toyoko OKUDA, Akiko MATSUO, Hanae YAMAZAKI, and Yohko SUGAWA-KATAYAMA
Faculty of Human Life Science, Osaka City University

The effects of dietary proteins of different origins (casein, pure egg protein, soy protein isolate, and liquid collagen peptides plus casein) and of voluntary running exercise on a diet including liquid collagen peptides and casein) on body composition and bone metabolism of rats after ovariectomy on high-protein diets were evaluated. The mean percentage of body fat and the mean weight of adipose tissue (perisplanchnic plus perigenital) were significantly lower in the group that exercised than in the sedentary group on the same diet. The mean weight of the humerus was significantly higher in the group that exercised than in the sedentary group on the same diet. There were no differences in calcium retention for two days or in the calcium concentration in the bones between these groups. The source of the dietary protein did not affect body composition or bone metabolism. Voluntary running exercise was efficacious for body composition and bone mass of humerus in growing rats.

骨粗鬆症は骨量の減少すなわち骨中のミネラルだけでなくタンパク質も減少していく疾患であり、その予防には若い頃からの、栄養や運動などのライフスタイルが重要であることが指摘されている。

しかし、骨塩代謝を正常に維持するためには、タンパク質の過剰摂取には問題があることが指摘されており^{1,2)}、含硫アミノ酸の摂取量が多くなると、尿中へのカルシウムの排泄量が多くなり、カルシウム出納が負になることも報告されている³⁾。高タンパク食を摂取しているスポーツ選手にとって、筋肉量を増大させ、骨塩代謝を正常に維持するために適したタンパク源の検討は重要である。そこで、本研究では、閉経後の女性のモデルとして卵巣を摘出したラットに、含硫アミノ酸含量の異なる種々のタン

*所在地：大阪市住吉区杉本3-3-138 (〒558)

パク質を用いた飼料を投与し、食事タンパク質および自発運動の体組成、骨塩代謝に及ぼす影響を検討した。

実験方法

6週令のSD系雌ラット54匹を8群に分け、1群(Pre)はすぐに実験に供し、対照群としては疑似手術後25%カゼイン食で6週間飼育した。他の群は卵巣摘出手術後 Table 1. に示す飼料を投与した。カゼイン(オリエンタル酵母)、全卵タンパク質(PEP)(大陽化学)、分離大豆タンパク質(SPI)(不二製油)、発酵コラーゲンペプチド(LCP)(新田ゼラチン)をタンパク源として、50%カゼイン食と窒素量で同量となるようにした。LCP群にはカゼインとLCPを窒素量で同量となるよう混合したLCP食を投与した。ミネラルはオリエンタル酵母のオリエンタル配合を用いた。運動群にはLCP群と同じ飼料を投与し、回転式運動量測定器内で飼育した。実験食投与開始後、5週間目に2日間出納実験を行った。小動物用体脂肪測定装置(SA-2, セントラル科学貿易)を用いて体脂肪率を測定後、1日絶食させ右大腿骨と右上腕骨を採取した。カルシウムは原子吸光法、リンはモリブデンブルー法、骨破断力はレオロメーター(MAX RX-1600, 飯尾電気)を用いて測定した。

結果および考察

運動群の1日の平均走行距離は 4.41 ± 0.79 kmであった。卵巣摘出群の体重増加量は疑似手術群に比べ2倍近くなったが、卵巣摘出した群の中ではタンパクレベル、タンパク源の違い、運動の影響などとは見られなかった(Fig. 1)。卵巣摘出により体重が増加するのは、カテコールアミンに対する反応性が

Table 1. Composition of the experimental diets¹⁾.

| | 25% Casein | 50% Casein | PEP ²⁾ | SPI ³⁾ | LCP ⁴⁾ |
|-----------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Casein | 25 | 50 | — | — | 25 |
| PEP | — | — | 45.2 | — | — |
| SPI | — | — | — | 49.6 | — |
| LCP | — | — | — | — | 23.6 |
| Corn oil | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Cellulose | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Minerals | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| (Ca) | 0.36 | 0.36 | 0.60 | 0.39 | 0.36 |
| (P) | 0.60 | 0.64 | 0.76 | 1.05 | 0.59 |
| Vitamins | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Sucrose | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Starch | 48 | 23 | 27.8 | 23.4 | 24.4 |

1. Percentages of components are shown.

2. Pure egg protein

3. Soy protein isolate

4. Liquid collagen peptides

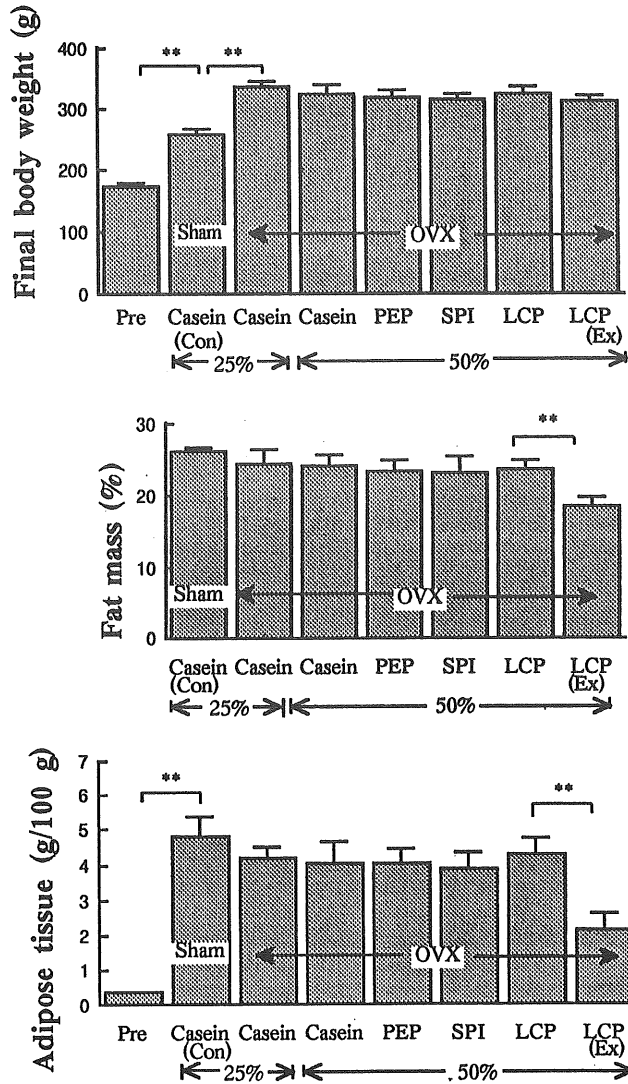


Fig. 1 Final body weight, percentage of fat mass, and weight of adipose tissue (perisplanchic plus perigenital).

Pre : Before the start of the experimental diet.

Con : Control group on 25% casein diet for 6 weeks.

Ex : Exercise group (voluntary running).

25%, 50% : Percentage of protein in diet.

OVX : Ovariectomy.

Mean \pm SE., **p < 0.01

減少し、脂肪分解が抑制されるためという報告⁴⁾もあるが、体脂肪率には差がなく、体脂肪、筋肉量とも増加していたと推測される。体脂肪率はタンパクレベル、タンパク源の違いによる差は認められなかった。運動群の体脂肪率は、同じ飼料を投与したLCP群に比べ有意に低値を示し、自発運動により体

脂肪の蓄積が抑制され、終体重には差がないので、筋肉量が増大したことが推測された。生殖器周囲脂肪と消化管周囲脂肪の合計を内臓周囲脂肪重量として示した。LCP群に比べ運動群の内臓脂肪重量は有意に低い値を示し、自発運動により成人病と関連が深いといわれている内臓周囲脂肪の蓄積が抑制された。

成績は示していないが、PEP群のカルシウム摂取量は他の群より多かったが見かけの吸収量は各群間に差がなかった。尿中カルシウム排泄量は、飼料中の含硫アミノ酸含量と必ずしも平衡せず、含硫アミノ酸含量の一番少なかったLCP群で他の群より有意に高くなった。しかし、尿中排泄量は吸収量に比較し少量なので、カルシウムの体内蓄積量は各群間に差が認められなかった。一方、リンではSPI群の摂取量が多かったので、吸収量も体内蓄積量も、他の群より高い値となった。

大腿骨乾燥重量あたりのカルシウム、リン濃度は、いずれの群についても、実験食投与開始前と差が認められなかった。

大腿骨と上腕骨の湿重量および骨破断力を Fig. 2 に示した。いずれも6週間の飼育で有意な増加を認めた。卵巣摘出した25%カゼイン食群の大腿骨重量は疑似手術群より有意に高くなったが、骨破断力

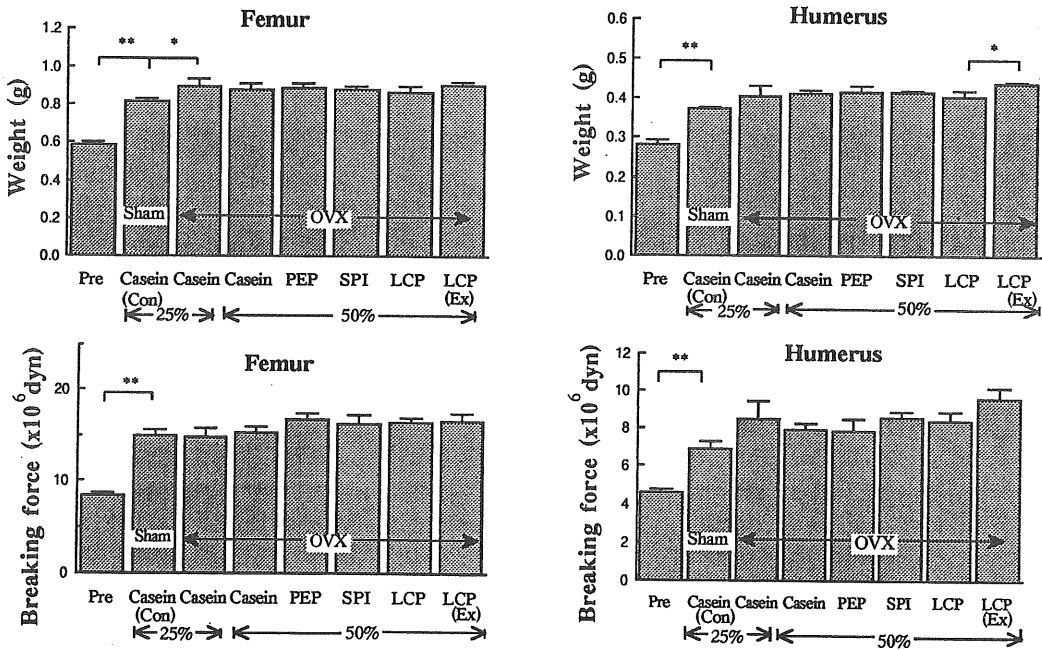


Fig. 2 Weights of femur and humerus, and breaking force.

は両群間に差が認められなかった。骨重量、骨破断力とも、飼料中のタンパクレベル、タンパク源の違いによる影響は認められなかった。これは、タンパク質の摂取量は多かったが、成長期であったため、尿中のカルシウム排泄量は吸収量の1/20-1/7と少なく、体内蓄積量もタンパクレベル、タンパク源の違いによる差が認められなかった事によると考えられる。

運動群の上腕骨の重量はLCP群より有意に重く、図に示していないが、長さには差がなかったので、自発運動により骨の厚みが増加したことが推測される。運動群の上腕骨の骨破断力もLCP群より高い傾向を示した。

卵巣を摘出した成長期ラットに、高タンパク食を投与し、タンパク源の違いおよび自発運動の体組成、骨塩代謝に及ぼす影響を検討した。運動群の体脂肪率、内臓周囲脂肪重量は他の群より有意に低値を示し、自発運動により脂肪の蓄積が抑えられ、筋肉量の増加が推測された。運動群の上腕骨重量は有意に高くなり、骨破断力も高くなる傾向を示した。タンパク質源の違いによる影響は認められなかった。

文 献

- 1) Metz, J. A., Anderson, J. J. B., Gallagher, P. N. (1993) *Am. J. Clin. Nutr.* 58 : 537-542
- 2) Zemel, M. B., Schuette, S. A., Hegsted, M., Linkswiler, H. M. (1981) *J. Nutr.* 111 : 545-552
- 3) Hegsted, D. M. (1986) *J. Nutr.* 116 : 2316-2319
- 4) Pergola, G. D., Holmång, A., Svedberg, J., Giorgino, R., Björntorp, P. (1990) *Acta Endocrinol. (Copenh)* 123 : 61-66