

ラットの成長および体組成に及ぼすタンパク質レベルの影響

岡崎 英規 山岸 博之 高居 百合子

Effect of Protein Level on Growth and Body Composition in Rats.

Hideki OKAZAKI Hiroyuki YAMAGISHI Yuriko TAKAI

目 的

戦後我が国は、産業が急速に発展し世界有数の経済大国となった。そして科学の発達にともない、我々の生活は機械化が進み省力化が進んでいる。食生活においてもグルメブームが到来し飽食の時代を迎えている。国民栄養調査<sup>1)</sup>によると、平均栄養所要量に対するタンパク質の充足状況は、やや減少傾向にあるものの依然120%を超えている。さらに、脂質エネルギー比においては適正比率の上限とされている25%を超えていることや、カルシウムの充足率は90%前後であり平均栄養所要量を満たしていないことなど、多くの問題をかかえている。一方、発展途上国においては食べるものが不足し、タンパク質・エネルギー欠乏症が多発し飢えに苦しんでいる。そこで今回我々はタンパク

質に注目をおき、摂取タンパク質の割合の変化が成長および体組成に及ぼす影響について検討した。

実験方法

被験動物として4週令90g前後のWistar系雄ラット(埼玉実験動物より購入)36匹(各群12匹)を用いて表1に示した飼料組成を用いて対照群、タンパク欠乏群、高タンパク群の3群を設け3週間の飼育観察を行った。飼料は自由摂取とし、摂取量を記録した。飲料水は蒸留水を用いた。動物飼育室は恒温恒湿(23±1℃、55~60%)、規則正しい日周期性を維持するために明暗をそれぞれ12時間ずつに分けて照明制御を行った。飼育終了後、動物は断頭により脱血死させた。また、臓器は心臓、肝臓、脾臓、腎臓、こう丸、後腹壁脂肪を摘出し、重量の測定を行った。

表1 飼料組成 (%)

	対照群	タンパク欠乏群	高タンパク群
カゼイン	24.5	0.0	35.0
コーンスターチ	47.5	72.0	37.0
シュークロース	10.0	10.0	10.0
コーンオイル	6.0	6.0	6.0
セルロース	3.0	3.0	3.0
オカノール	1.0	1.0	1.0
ビタミン混合	0.7	0.7	0.7
塩化コリン	0.3	0.3	0.3
ミネラル混合	7.0	7.0	7.0
合計	100.0	100.0	100.0

実験結果

図1に成長曲線を示した。対照群と高タンパク群は、ほぼ同様の増加傾向を示し順調に成長した。タンパク欠乏群は他の2群とは全く異なり減少傾向を示した。

総飼料摂取量、体重増加量および飼料効率を表2に示した。ラットの成長と密接に関係のある総飼料摂取量において、タンパク欠乏群は他の2群に比し有意に低値を示した ( $p < 0.01$ )。体重増加量および飼料効率についても、タンパク欠乏群は他の2群に比し有意に低値を示した ( $p < 0.01$ )。

各臓器重量を表3に示した。各臓器とも、タンパク欠乏群は他の2群に比し有意に低値を示した ( $p < 0.01$ )。脾臓に関しては5分の1、その他の

臓器に関しては2分の1から3分の1であった。また、腎臓において高タンパク群は対照群に比し有意に高値を示し、心臓、後腹壁脂肪においては有意に低値を示した ( $p < 0.01$ )。

群によって体重に差があるので比臓器重量 (体重100gあたりの臓器重量) を表4に示した。脾臓を除きタンパク欠乏群は他の2群に比し有意に高値を示した ( $p < 0.01$ )。脾臓のみが他の2群に比し有意に低値を示した ( $p < 0.01$ )。また、高タンパク群は腎臓、心臓、後腹壁脂肪においても臓器重量と同様に対照群に比し有意な差を示した ( $p < 0.01$ )。それに加え、脾臓においては高タンパク群は対照群に比し有意に低値を示した ( $p < 0.05$ )。

図1 成長曲線

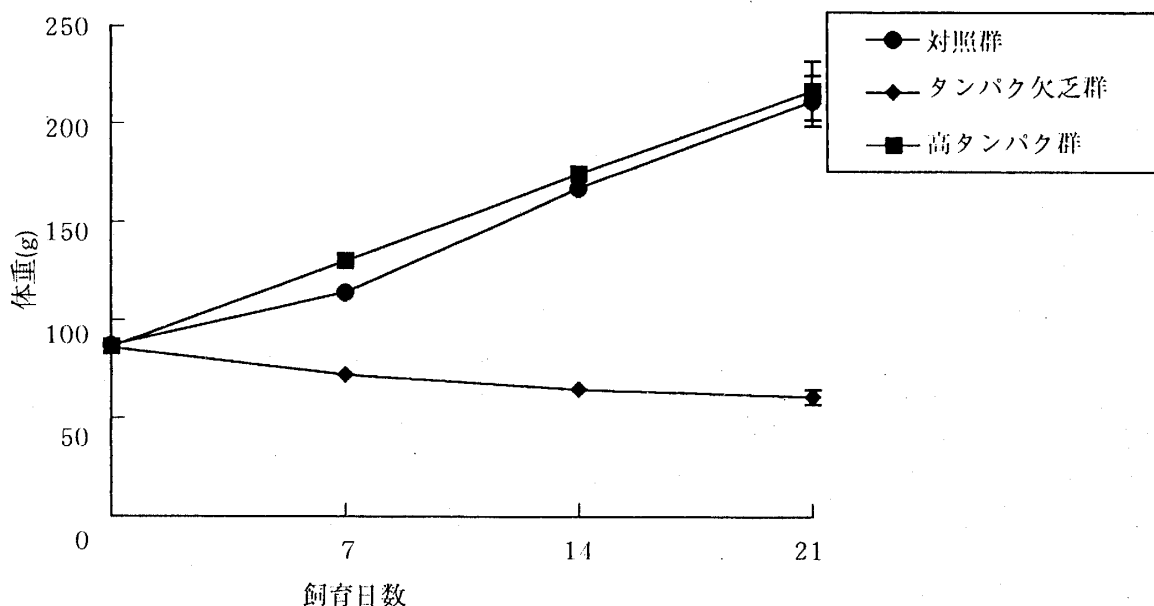


表2 総飼料摂取量および飼料効率

	対照群	タンパク欠乏群	高タンパク群
総飼料摂取量 (g)	313.60 ± 18.14*	105.80 ± 9.68a	315.62 ± 14.41b
体重増加量 (g)	124.68 ± 11.11	-24.92 ± 6.60a	130.89 ± 11.11b
飼料効率 (%)	39.70 ± 1.50	-23.78 ± 7.14a	41.46 ± 2.80b

\*平均±標準偏差、a対照群に対して有意差あり ( $p < 0.01$ )、  
bタンパク欠乏群に対して有意差あり ( $p < 0.01$ )

表3 臓器重量 (g)

	対照群	タンパク欠乏群	高タンパク群
体重	211.78±13.07*	105.80±9.68a	217.14±15.09b
カーカス	157.94±10.39	44.45±2.89a	162.65±12.25b
心臓	0.6378±0.0384	0.2230±0.0270a	0.5613±0.0611ab
肝臓	7.1945±0.4273	2.6942±0.2747a	7.3300±0.4792b
脾臓	0.5783±0.0524	0.1021±0.0218a	0.5475±0.0757b
腎臓	0.7949±0.0878	0.3075±0.0319a	0.9279±0.0728ab
こう丸	1.0453±0.0822	0.4555±0.1044a	1.0436±0.0912b
後腹壁脂肪	2.8407±0.5749	0.1195±0.0549a	2.1084±0.2710ab

\*平均±標準偏差、a対照群に対して有意差あり (p<0.01)、  
bタンパク欠乏群に対して有意差あり (p<0.01)

表4 比臓器重量 (g/100g Body Weight)

	対照群	タンパク欠乏群	高タンパク群
心臓	0.3155±0.0130*	0.3831±0.0495a	0.2705±0.0352ab
肝臓	3.5592±0.1445	4.6188±0.4340a	3.5177±0.0850b
脾臓	0.2863±0.0252	0.1740±0.0314a	0.2630±0.0346aab
腎臓	0.3926±0.0331	0.5266±0.0449a	0.4776±0.0530ab
こう丸	0.5171±0.0340	0.7760±0.1555a	0.5016±0.0447b
後腹壁脂肪	1.4156±0.3390	0.1998±0.0862a	1.0134±0.1285ab

\*平均±標準偏差、a対照群に対して有意差あり (p<0.01)、  
aa対照群に対して有意差あり (p<0.05)、  
bタンパク欠乏群に対して有意差あり (p<0.01)

## 考 察

タンパク欠乏群においては体重の減少が甚だしく初体重から25%の減少がみられた。タンパク欠乏群の摂食量をみると、対照群の3分の1程度しか摂食していない。このことから、エネルギー摂取量は他の2群の3分の1であり、従ってすべての栄養素が不足していることがうかがえる。このことからタンパク欠乏群は、発展途上国に多くみられる「タンパク質・エネルギー欠乏症」に陥っていると考えられる。また、臓器重量においては全ての臓器において他の2群に比し有意に低値を

示したのに対し、比臓器重量においては脾臓を除いて有意に高値を示している。Kuwasiorakor (クワシオコール) 患者の腹部が膨満してみえるのは、栄養不足による体重の減少が畜積脂肪、筋肉の減少についての臓器の萎縮であり、動物の恒常性から考え、臓器重量の減少には限界があるものと思われる。そのため小さくなった体に対する臓器の割合は増加し、臓器が収まっている腹部ばかりが目立つ体型になってしまうのではないかと考えられる。そしてこのタンパク欠乏群についても同様に、体に対する臓器の割合が増加しているのではないかと考えられる。また脾臓については複雑な

さまざまな要因が関連していると思われるが低タンパク食で飼育したマウスのリンパ球は10~20%減少する<sup>6)</sup>ことや、タンパク質・エネルギー欠乏症の患者に著しい免疫機能の低下が認められた<sup>6)</sup>ことなどから1つの要因として、タンパク質がほとんど供給されない状態の中で、その大部分がタンパク質であるリンパ球や抗体を生成しなければならない脾臓は、何らかの作用によってリンパ球や抗体の生成を抑制され、機能低下にともない萎縮してしまっただけではないかと考えられる。

高タンパク群においては、対照群とほぼ同様な成長を示した。摂食量についても有意差はみられず、飼料効率についても有意差はみられなかった。このことから、この程度の高タンパク摂取による成長への影響はみられなかったと考えられる。比臓器重量についてみると、腎臓だけが対照群に対し有意に高値を示している。このことから2つの要因が示唆された。1つは、過剰に摂取したタンパク質に含まれる窒素を処理するために腎臓に負担をかける<sup>7)</sup>ことから、負担のかかった腎臓が機能亢進のため肥大してしまっただけではないかと考えられた。もう1つの考えは、食事中的カルシウムとリンが一定に保たれるならタンパク質摂取の上昇は尿中カルシウム排泄量を上昇させる<sup>1)</sup>ことから、腎臓中にカルシウムが沈着し肥大したのではないかと考えられるが目下検討中である。また、後腹壁脂肪については対照群に対し、有意に低値を示している。このことは、過剰に摂取したタンパク質は脂肪に変換されて体脂肪として沈着する<sup>8)</sup>とする報告と、逆に高タンパク食(45%タンパク食)では後腹壁脂肪の沈着は少ない<sup>2)</sup>とする報告があるが、我々の結果は後者と同様の結果となった。

### ま と め

今回の実験では、食餌中のタンパク質レベルを

変えて飼育実験を行い、ラットの成長や臓器への影響について検討した。その結果、タンパク質が欠乏するとラットの成長は著しく抑制され、各臓器への影響も大きかった。しかし、高タンパク食においては、成長に関して対照群に対して差は認められず、臓器に関しても一部の臓器に差が現われたにとどまった。今後は高タンパク食に重点を置き、筋肥大をとまなう運動を付加するとタンパク質必要量は増加し、運動などのストレスによってもタンパク質必要量は増加する<sup>3)</sup>といった報告と関連付けて、食餌中のタンパク質と運動との関係について検討していきたいと考えている。

### 参 考 文 献

- 1) M. Hegsted, S. A. Schuette, M. B. Zemel and H. M. Linkswiler : Urinary Calcium and Calcium Balance in Young Men as Affected by Level of Protein and Phosphorus Intake. J. Nutr. 111 : 553-562, 1981.
- 2) 細山田康恵, 高居百合子 : 幼ラットの窒素出納及び血清脂質に及ぼす摂取栄養の影響, 千葉県立衛生短期大学 紀要, VOL. 9 (No. 2), 3-11, 1990.
- 3) 木村みさか : 運動と栄養のバランス, 体育の科学, VOL. 40 (5月号), 328-332, 1990.
- 4) 厚生省保健医療局健康増進栄養課 監修 : 平成4年度版国民栄養の現状・平成2年国民栄養調査成績, 第一出版株式会社, 東京, 1992, 29-37.
- 5) 下村吉治 : スポーツとたんぱく栄養, 体育の科学, VOL. 42 (8月号), 587-591, 1992.
- 6) 山口賢次 : 免疫・感染・ストレスとたんぱく質, 臨床栄養, VOL. 80 (No. 5), 490-494, 1992.