

カゼインフォスフォペプチド給与がラットのミネラル代謝に及ぼす影響

平 林 美 穂・芦 田 欣 也・松 井 徹・矢 野 秀 雄
(京都大学農学部)

Effect of Caseinphosphopeptide on Mineral Metabolism in Rats

Miho Hirabayashi, Kin-ya Ashida, Tohru Matsui and Hideo Yano
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kyoto University

Effect of caseinphosphopeptide (CPP) on mineral metabolism was investigated in rats. Animals were fed a control diet (CPP0%) or CPP diets (CPP0.1, 0.3, 0.5%). All diets contained the same amounts of calcium (0.4%), phosphorus (0.8%) and zinc (10.5mg/kg). Though an increase in the calcium retention was not observed, the deposition of calcium in a femur was greater in the CPP diet groups than those in the control diet group. Apparent absorption and retention of zinc were greater in two of the CPP diet groups (0.3, 0.5%). Apparent absorption and retention of iron were greater in the 0.5% CPP diet group. Apparent absorption and retention of copper were greater in the all CPP diet groups. These results suggest that CPP supplementation may have a significant effect on the absorption of trace elements.

栄養素過剰摂取が問題となっている現在においてカルシウムは摂取量が要求量に達していない栄養素の1つであり、その積極的な摂取が望まれる。乳タンパクカゼインのトリプシン分解で得られるカゼインフォスフォペプチド (CPP) はホスホセリン残基を含み、カルシウムと弱い結合体を形成しカルシウムの不溶性塩形成を阻害することにより吸収を促進するといわれている¹⁾。CPPのカルシウム吸収促進作用は *in vitro* 反転腸管法²⁾ および *in situ* 腸管灌流法³⁾ により報告されているが、カルシウム出納を検討した *in vivo* 試験ではその効果は必ずしも一致した見解となっていない⁴⁾。亜鉛もカルシウムと同様不足しやすい栄養素であり、その吸収機序に様々な因子の影響をうけることが知られている。亜鉛はカゼイン中に存在するホスホセリンと結合するといわれている^{5,6)}。CPPはホスホセリンを含み、亜鉛および他のミネラルと結合しカルシウムと同様に不溶性塩形成を阻害することにより吸収を高める可能性が考えられる。しかし亜鉛等、微量元素にCPPが及ぼす影響についてはまだ明らかではない。そこで本試験は、低カルシウム・高リン・低亜鉛の食餌にCPPを添加した試験食をラットに給与しCPPがミ

ネラル代謝に及ぼす影響について検討した。

実 験 方 法

供試動物には6週齢ウィスター系雌ラット28頭を用いた。試験食はタンパク質源に大豆タンパク質を用い、カルシウム0.36%, リン0.84%, 亜鉛10.5mg/kgの低カルシウム・高リン・低亜鉛食となるようにし、さらにCPPをそれぞれ0, 0.1, 0.3, 0.5%添加した。

動物を7頭ずつ4区にわけそれぞれの試験食を給与した。給与開始後3日目から7日目の5日間糞および尿を全量採取した。糞および尿中のカルシウム, リン, マグネシウム, 亜鉛, 鉄, 銅含量を測定し摂取量あたりの見かけの吸収率および保有率を算出した。試験食を給与して29日目に大腿骨を採取しカルシウム, リン, マグネシウム含量を測定した。各試験区間の差をDuncanの多重検定法を用い危険率5%水準で検定した。

結 果 と 考 察

Table 1 にカルシウム, リンおよびマグネシウムの見かけの吸収率および保有率を示した。カルシウム, リンおよびマグネシウムの見かけの吸収率および保有率はCPP添加による明らかな効果は認められなかった。骨はミネラル貯蔵庫として重要な役割をもち、体内のカルシウムの99%, リンの80%, マグネシウムの55%が骨に存在する。Table 2 に大腿骨中のカルシウム, リンおよびマグネシウム含量を乾燥重量あたりで示した。骨中カルシウム含量はCPP0.3%区ではCPP0%区と比較して有意に増加した。骨中リンおよびマグネシウム含量はCPP添加による明らかな変化は認められなかった。Table 3 に亜鉛, 鉄および銅の見かけの吸収率および保有率を示した。見かけの亜鉛吸収率はいずれのCPP添加区においてもCPP0%区と比較して有意に増加し, CPP添加による明らかな用量依存性が認められた。亜鉛保有率も用量依存的に増加し, CPP0.3, 0.5%区で有意に増加した。見かけの鉄吸収率および鉄保

Table 1. Ca, P, Mg balances of rats fed diets containing different amount of caseinphosphopeptide.

CPP (%)	Ca(%)		P(%)		Mg(%)	
	Absorption	Retention	Absorption	Retention	Absorption	Retention
0	46.7 ¹ (5.8) ²	46.4 (5.8)	84.6 (2.3)	6.9 (4.9)	48.5 (5.0)	17.4 (4.8)
0.1	47.5 (2.6)	47.1 (2.5)	85.7 (2.3)	11.4 (8.0)	51.3 (5.5)	20.4 (4.2)
0.3	49.1 (4.9)	48.8 (4.9)	85.6 (1.8)	9.5 (3.9)	52.9 (4.5)	21.7 (4.0)
0.5	48.3 (5.3)	48.0 (5.3)	85.4 (1.1)	9.0 (5.1)	51.6 (5.6)	22.5 (5.4)

¹Values are means for 7 rats.

²Standard errors are given in parentheses.

Table 2. Ca, P, Mg contents in femur of rats fed diets containing different amount of caseinphosphopeptide.

CPP (%)	Ca (mg/g)	P (mg/g)	Mg (mg/g)
0	2.02 ¹ (0.03) ²	1.10 (0.02)	0.04 (0.001)
0.1	2.04 (0.02)	1.11 (0.08)	0.04 (0.001)
0.3	2.12* ³ (0.03)	1.13 (0.02)	0.04 (0.001)
0.5	2.08 (0.02)	1.12 (0.01)	0.04 (0.001)

¹Values are means for 7 rats.²Standard errors are given in parentheses.³* indicates significant difference ($p < 0.05$) compared to the control diet group.**Table 3.** Zn, Fe, Cu balances of rats fed diets containing different amount of caseinphosphopeptide.

CPP (%)	Zn(%)		Fe(%)		Cu(%)	
	Absorption	Retention	Absorption	Retention	Absorption	Retention
0	-24.6 ¹ (7.2) ²	-60.0 (9.6)	-10.3 (7.6)	-20.6 (8.3)	60.9 (2.1)	50.3 (2.3)
0.1	-2.4* ³ (7.2)	-35.1 (9.6)	3.1 (7.6)	-5.6 (8.3)	69.2* (2.1)	60.7* (2.3)
0.3	4.0* (7.2)	-22.9* (9.6)	-9.7 (7.6)	-21.5 (8.3)	71.6* (2.1)	62.9* (2.3)
0.5	12.0* (7.2)	-18.3* (9.6)	23.3* (7.6)	11.2* (8.3)	71.9* (2.1)	62.9* (2.3)

¹Values are means for 7 rats.²Standard error are given in parentheses.³* indicates significant difference ($p < 0.05$) compared to the control diet group.

有率はCPP0.1, 0.3%区ではCPP 0 %区と差はなかったがCPP0.5%区では有意に増加した。見かけの銅吸収率および銅保有率はいずれのCPP添加区においても0 %区に比べ有意に増加することが認められた。以上の結果より低カルシウム・高リン・低亜鉛食摂取ラットへのCPP 給与はカルシウム, リンおよびマグネシウム出納に明らかな影響を及ぼさなかったが亜鉛, 鉄および銅の吸収率および保有率を高めることが示唆された。CPPの微量元素吸収促進作用機序はホスホセリンとの結合によるものか, あるいは他のミネラルとの相互作用によるものか今後さらに検討する必要があると思われる。

文 献

- 1) Y. S. Lee, T. Noguchi and H. Naito, (1980) Phosphopeptides and soluble calcium in the small intestine of rats given a casein diet. Brit. J. Nutr. 43 : 457
- 2) Y. Li, D. Tome et J. F. Desjeux (1989) Indirect effect of casein phosphopeptides on calcium absorption in rat ileum in vitro. Reprod. Nutr. Delop. 29 : 227
- 3) R. Sato, T. Noguchi and H. Naito (1986) Casein phosphopeptide (CPP) enhances calcium absorption from the ligated segment of rat small intestine. J. Nutr. Sci. Vitaminol 32 : 67
- 4) Y. S. Lee, G. Park and H. Naito (1992) Supplemental effect of casein phosphopeptides (CPP) on the calcium balance of growing rats. 日本栄養食糧学会誌 vol45 no. 4 : 333
- 5) Hans Meisel and Hermann Frister (1989) Chemical characterization of bioactive peptides from in vivo digests of casein. J. Dairy Research 56 : 343
- 6) David W. West (1986) Structure and function of the phosphorylated residues of casein J. Dairy Research 53 : 333