

# Casein Phosphopeptides 의 腸管内 칼슘 吸收促進에 미치는 乳糖의 影響

李 連 淑・內 藤 博

서울대학교 農科大學 農家政學科

\* 東京大學 農學部 農藝化學科

## Effect of Lactose on Calcium Absorption Enhanced by Casein Phosphopeptides in the Rat Small Intestine

Yeon-Sook Lee and Hiroshi Naito \*

Department of Home Economics, College of Agriculture, Seoul National University

\* Department of Agricultural Chemistry, The University of Tokyo  
Tokyo, Japan

### =ABSTRACT =

The effects of lactose on the formation of casein phosphopeptide (CPP), the increment of soluble calcium and the enhancement of calcium absorption by dietary casein in the intestinal tract were investigated. Rats were fed a lactose-free diet, 10% lactose diet and 30% lactose diet containing powdered milk.

In rats receiving a lactose-free powdered milk diet, CPP formation was confirmed by gel filtration of the intestinal content on Sephadex G-25 and the amount of soluble calcium was increased in the small intestine and calcium absorption, measured by the ligated ileal loops in situ was enhanced. However, in rats receiving a powdered milk diet containing 10% lactose or 30% lactose, the similar effects were not seen. These observations indicate that CPP-stimulated effects on soluble calcium and calcium absorption in the small intestine are not dependent upon lactose.

### 緒 論

牛乳中の 칼슘의 이용성이 높은 원인의 하나로써 오래 전부터 乳糖의 作用에 대해서 檢討되어 왔으며<sup>1)2)</sup>, 많은 연구에서 腸管内 칼슘 吸收에 있어서 乳糖의 促進效果가 크게 認定되어 왔다<sup>3)4)5)6)</sup>. 또한 腸管内 칼슘 吸收에 따른 乳糖의 促進作用 메카

니즘에 대해서도 여러가지 가설이 제출되어 檢討되어 왔으나<sup>7)8)9)</sup> 아직 定說은 확립되어 있지 않다. 그러나 실험조건에 따라서는 腸管内 칼슘 吸收에 대한 乳糖의 促進效果를 認定하지 않은 실험성적도 얻어지고 있어<sup>9)10)11)</sup>, 乳糖만을 牛乳中の 칼슘 吸收의 促進因子로 認定하는데는 많은 問題點이 남아 있다.

最近 著者들은<sup>12) 16)</sup> 牛乳中の 칼슘의 利用性이 높은 원인의 하나가 牛乳蛋白質인 Casein 을 함유한 食餌의 消化過程에서 生成되는 Casein Phosphopeptides (C. P. P.) 의 存在에 의한 것임을 報告했다. 즉 Casein 을 함유한 食餌를 섭취한 흰쥐의 腸管内에서 C. P. P. 가 生成되며, 이 C. P. P. 가 腸管内에서 可溶性 칼슘의 絶對量 및 腸管内의 Passive diffusion 의 칼슘吸收를 증가시킨다고 하는 腸管内 칼슘吸收에 따른 C. P. P. 의 促進作用 메카니즘을 밝혔다.

또한 Wasserman 등은<sup>17)</sup> 병아리의 腸内に 있어서 C. P. P. 에 의한 칼슘吸收의 促進效果를 報告했다. 본 研究에서는 실제로 乳製品의 섭취時 C. P. P. 의 生成, C. P. P. 에 의한 可溶性 칼슘의 증가 및 腸管内의 칼슘吸收 促進效果가 乳糖의 섭취에 의해서 어떻게 영향을 받는지에 대해서 檢討했다.

### 實驗材料 및 方法

실험 1. 粉乳食 (Lactose-free) 의 섭취時 腸管内의 C. P. P. 의 生成

1) 動物 및 食餌: 이유직후의 Wistar系 흰쥐 수컷을 (체중 50 ~ 60g, Shizuoka Zikken Coop., Japan) 항온 항습의 동물사육실 (온도  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , 상대습도  $65 \pm 5^{\circ}$ , 조명 6:00 a.m. ~ 6:00 p.m.) 에서 사육했다.

食餌는 Table 1에 표시한 粉乳食을 약 10일간 자유섭취시켰다. 粉乳食은 粉乳 (Lactose-free Powdered milk, Meiji No. 012) 에 전분과 腸管内 食餌移動의 Marker 로써 Polyethylene glycol (PEG Carbowa  $\times 4000$ ) 을 첨가하여 만들었다. 粉乳는 37.5%의 乳단백질, 8.0%의 무기질과 2.5%의 비타민을 포함한다.

2) 試料 採取 및 分析: 前報告와<sup>14)</sup> 같다. 즉 試料는 실험당일 食餌의 섭취가 가장 왕성한 야간 (밤 12:00 시) 에 採取하였다. 動物을 Sodium Pentobarbital 의 腹腔內 주사 (50mg/kg Body Weight) 에 의해 마취시킨 후 開腹하고 全小腸을 절단하여 腸內內容物을 氷冷生理食鹽水로 씻어냈다.

腸內內容物은 얼음속에서 Polytron Homogenizer 로 균질화하고 생리식염수로 일정량으로 하여 분

Table 1. Composition of experimental diets (%)

	(%)
Powdered milk (Lactose-free) *	50
Corn-starch **	48
Polyethylene glycol	2

\* The composition of powdered milk (Meiji, No. 012): (g/100g): Protein 37.5, Fat 52, Mineral mixture +8.0, Vitamin mixture † 2.5.

+ The composition of mineral mixture simulated to that of milk.

† Vitamin mixture contained: (in IU): Vitamin A 6000, Vitamin D 1500, (in mg): Vitamin B<sub>1</sub> 1.8, Vitamin B<sub>2</sub> 2.7, Vitamin B<sub>6</sub> 0.6, Vitamin B<sub>12</sub> 0.012, Vitamin C 135, Vitamin E 18, Niacin 18, Folic acid 0.6, Fe 18.

\*\* In the Experiment 2 and 3, lactose was substituted for corn-starch.

석에 제공했다.

소장내용물의 질소분획을 위해서 腸內內容物에 찬 Trichloroacetic acid (TCA) 용액을 最終濃度 10% 되도록 加하고, 9000g 에서 20분간 遠心 (Hitachi 18PR-3) 하여 TCA 可溶成分을 얻었다. TCA 可溶成分은 IN NaOH 용액으로 中和 (pH 5) 하고, Rotary evaporater를 이용, 40°C 以下에서 減壓濃縮하였다. 窒素分畫는 Sephadex G-25 (fine Pharmacia), 2.7×40cm Column에서 0.05 M Acetic acid 용액으로 溶出시켜 (流速 60ml/h; 5ml씩 60개 tube), Macropeptides 와 低分子를 分畫했다. Void Volume은 Blue Dextran 2000 (Pharmacia) 에 의해 측정하고, Elution Pattern 은 자외선흡수 (280 nm) 으로써 表示하였다.

$\alpha$ -amino N 의 精량은<sup>18)</sup> 가수분해 후 (6N HCl, 105°C, 18시간) Ninhydrin 法에 의하였으며, 인의 精량은 Chen 등의<sup>19)</sup> 方法에 따랐다. PEG 는 Hyden 등의<sup>20)</sup> turbidimetry 法에 의해 측정했다.

실험 2. 腸管内 可溶性 칼슘량에 미치는 乳糖의 影響

1) 動物 및 食餌: 체중 120 ~ 130g 의 Wistar系 흰쥐 수컷에게 20% Casein 食 (組成은 前報告와<sup>14)</sup> 같음) 을 給與하여 約 2주간 Meal-feeding 法에 訓練시킨 후 각각 Table 1에 表示한 食餌, 즉 乳

당을 함유하지 않은 粉乳食 (Lactose-free 食), 10% 乳糖 (10% Lactose 食) 또는 30% 乳糖 (30% Lactose 食)을 함유하는 粉乳食을 2日間 給與했다. 乳糖含有量은 전분을 乳糖 (D- (+)  $\beta$ -lactose anhydrous)으로 치환 調整했으며, 全試驗食은 同量의 칼슘 (463.5mg %)과 인 (284.5mg %), 그리고 2%의 PEG를 포함한다.

2) 試料 採取 및 分析: 前報와<sup>14)</sup> 같다. 즉 실험 당일 각각의 試驗食餌를 1.5시간 給與한 후 1시간 후 실험 1과 같은 方法으로 動物을 마취, 開腹한 후 小腸內容物을 上部 (十二指腸과 空腸部와 下部 (回腸部)로 나누어 採取했다. 각각의 腸內容物은 均질화하여 원심분리 (9000g  $\times$  20분간)하고 可溶性 畫分과 不溶性 畫分을 얻었다.

可溶性 畫分의 칼슘의 量은 Atomic absorption spectrophotometer (Shimadzu, AA 640-12; Japan)를 사용하여 측정했다. 腸內容物의 pH는 원심분리하기전 均질화된 장내용물을 가지고 측정했다.

실험 3. in situ 腸管内 칼슘吸收에 미치는 乳糖의 影響.

1) 動物 및 食餌: 실험 2와 같다.

2) 試料 採取 및 分析: 前報와<sup>15)</sup> 같다. 즉 실험 당일 動物에게 각각의 試驗食餌를 1.5시간 給與하고, 1시간 후 마취하에서 開腹하고 小腸下部 (맹장으로부터 약 10cm 떨어진 곳에서 回腸中央部の 약 20cm)를 絹糸로 二重 Ligation 했다.

Ligation한 腸管(loop)의 先端에 0.5ml의  $^{45}\text{CaCl}_2$  용액 (0.2  $\mu\text{Ci} / 5\mu\text{g Ca} / 0.5\text{ml}$ ,  $571 \times 10^3 \text{cpm}$ , pH 7.0,  $37^\circ\text{C}$ )를 注射하고 1區는 注射直後 (0 min)에, 또 1區는 注射後 正確히 30分後 (30 min)에 腸管loop의 內容物을 採取했다. 또한 門脈으로부터 注射直後와 注射 15分後 各各 採血했다.

$^{45}\text{Ca}$ 의 放射能의 計測은 N. T. Scintillater를 사용, Liquid Scintillation Counter (Aloka LSC 651)에 의해서 측정했다.

칼슘의 吸收量은  $^{45}\text{Ca}$ 를 투여한 후 loop로부터의 30分間의 칼슘 및  $^{45}\text{Ca}$ 濃度에 의해서 推定하

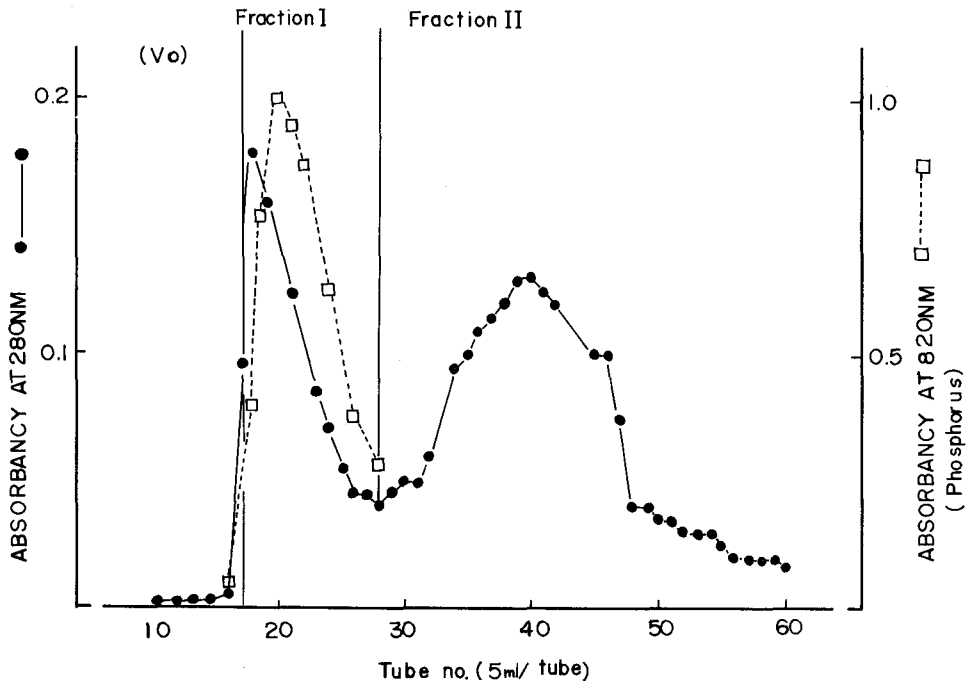


Fig. 1. Typical gel filtration profile on sephadex G-25 of the TCA-soluble fractions of the intestinal contents of rats at 2.5h after ingestion of the powdered milk diet. (Vo), Void Volume; fraction I, large peptides; fraction II, lower molecular weight components.

었다.

實驗 結果

실험 1. 粉乳食을 섭취한 離乳直後의 胃의 小腸內容物을 Sephadex G - 25 Gel-filtration에 의해 分畫하여 얻어진 Elution Pattern 가운데 典型的인 것을 Fig. 1에 나타냈다.

Elution Pattern은 Void Volume 부근에 Macropeptides를 포함하는 Fration 1과 低分子를 포함하는 Fration 2로 나눌 수 있으며, Fig. 1에서 보는 바와 같이 粉乳食을 섭취한 胃의 小腸內에서 인을 포함한 Macropeptides의 Peak가 보였다. 이것으로 粉乳食 (Lactose-free)의 섭취시에도 Casein食의 섭취시와 <sup>14)</sup> 마찬가지로 그 消化過程에서 腸管內에 C. P. P.가 生成됨이 밝혀졌다.

Table 2에는 Fig. 1에서 얻어진 Fraction 1과 2의  $\alpha$ -amino N 및 인을 定量한 성적을 나타낸 것이다. Fraction 1의  $\alpha$ -amino N량은 TCA 可溶 畫分の 총  $\alpha$ -amino N의 약 30%를 차지하며, N/P比는 Casein食의 경우 <sup>14)</sup> 보다는 높게 나타났으나 이것은 粉乳食의 단백질 組成이 Casein과 다른 乳 단백질의 混合物이기 때문이라 생각된다.

실험 2. Table 3에는 Lactose-free食, 10% La-

Table 2. Expt 1. body weight, food intake, and nitrogen and phosphorus contents of fractions obtained from the small intestinal contents of rats fed powdered milk diet ad libitum

Body Wt (g)	81.5 ± 1.5
Food intake (g/100g BW/d)	4.7 ± 0.3
Polyethylene glycol (mg/total intestinal content)	16.7 ± 1.3
Fraction 1 <sup>+</sup>	49.9 ± 2.8
$\alpha$ -amino -N ( $\mu$ mol )	1.5 ± 0.2
Phosphorus ( $\mu$ mol )	33.3 ± 1.3
N : P	
Fraction 2 <sup>‡</sup>	118.7 ± 9.6
$\alpha$ -amino -N ( $\mu$ mol )	

1 Results are means ± SEM of four rats per group.

+ Macropeptides including phosphopeptides.

‡ Lower molecular weight components.

ctose食 및 30% Lactose食을 1.5시간 給與한 후 1시간 후 腸內容物의 PEG 함량 및 가용성 칼슘량을 나타냈다.

食餌섭취량은 각 食餌群間에 거의 差가 보이지 않았다. PEG 함량으로 腸管內의 食餌移動 양상을 보면, 小腸上部에서는 食餌 間에 差가 없었으나 小腸下部에서는 Lactose-free食에 비해 10% Lactose食 또는 30% Lactose食에 의해 有意的으로 낮은 値를 보였다. 이것은 乳糖의 섭취에 따라 腸內 食餌移動의 양상이 다르던가 또는 食餌의 胃內 잔류시간이 보다 늦어지는 것에 起因하는 것으로 생

Table 3. Expt 2. food intake and the amount of polyethylene glycol, pH, and soluble calcium in the small intestinal contents of rats at 2.5 h after ingestion of the lactose-free, 10% lactose, or 30% lactose diet

Diet	Lactose-free	10% Lactose	30% Lactose
Body Wt. (g)	128.2 ± 2.1	126.9 ± 3.4	126.8 ± 1.4
Food intake (g/100g BW/d)	3.8 ± 0.1	4.5 ± 0.2	3.9 ± 0.4
PEG (mg)			
Upper	1.8 ± 0.3	2.2 ± 0.1	1.8 ± 0.1
Lower	36.7 ± 2.5	24.9 ± 0.7*	15.1 ± 0.9*
Total	38.5	27.1	16.9
pH			
Upper	6.72 ± 0.10	6.70 ± 0.13	6.64 ± 0.04
Lower	8.29 ± 0.09	7.90 ± 0.08*	7.16 ± 0.05*
Soluble Ca (mg)			
Upper	0.28 ± 0.05	0.31 ± 0.07	0.15 ± 0.04
Lower	3.22 ± 0.13	2.31 ± 0.24*	0.71 ± 0.03*
Total	3.50	2.62	0.86
% Of dietary Ca #			
Upper	68.5 ± 7.0	63.4 ± 4.5	34.6 ± 0.8*
Lower	36.1 ± 2.0	40.8 ± 4.6	20.2 ± 0.2*
Total	39.2	41.7	21.9

1 Results are means ± SEM of four rats per group.

+ Duodenum and jejunum. † Ileum.

# [(Soluble Ca/PEG in the small intestinal contents)/(Ca/PEG in diet)] × 100.

\* Significantly different from the lactose-free diet. P < 0.05. All experimental diets contained 50% powdered milk.

각된다.

腸管内 全可溶性 칼슘량은 Lactose-free 食에서 가장 높은 値를 보였으며, 食餌中 Lactose 함량의 增加에 따라 可溶性 칼슘량은 減少하였다. 部位別로 보면 小腸上部에서는 差가 보이지 않고, 주로 小腸下部에서 현저한 差가 보이며, 全可溶性 칼슘의 80% 以上이 小腸下部에 存在하였다. 下段에 表示된 %의 값은 腸管内의 PEG의 存在量으로부터 腸管内에 移動해온 食餌由來의 全칼슘량의 이론치를 計算하고 그것에 대한 腸管内 可溶性 칼슘량의 %를 나타낸 것이다. 이것을 比較해 보면, Lactose-free 食과 10% Lactose 食 間에는 差가 보이지 않았으나 30% Lactose 食에서는 보다 낮은 値를 보였다.

실험 3. Fig. 2에는 Lactose-free 食, 10% 또는 30% Lactose 食을 섭취한 動物에 만들어진 小腸下部의 loop로부터 30분간의 칼슘 및  $^{45}\text{Ca}$ 의 消失量을 나타냈으며, Fig. 3에는 腸管 loop內 및 門脈血 中の  $^{45}\text{Ca}$ 의 比放射能 등을 나타냈다.

Fig. 2를 보면 小腸下部의 loop內의 可溶性칼슘량은 실험 2에서 얻은 결과와 마찬가지로 Lactose-

free 食에서 Lactose 함유식에 비해 현저하게 높았다.

回腸 loop로부터 30분간의 칼슘損失量 즉 吸收量은 Lactose-free 食에 의해 현저하게 높았다.  $^{45}\text{Ca}$ 의 全放射能의 損失量에는 食餌間의 差가 보이지 않았으나, Fig. 3에서 보는 바와 같이 Lactose 食의 경우 loop內의 比放射能은 다른 食餌의 1/3 ~ 1/4의 낮은 값을 나타냈다.

이 점을 고려하여 loop內의  $^{45}\text{Ca}$ 의 消失量으로 칼슘吸收量을 評價할 경우, Lactose-free 食에 의해 칼슘吸收量은 현저하게 높았다.

門脈血中の 放射能으로 칼슘吸收量을 評價할 경우에도 腸管内 比放射能이 다른 조건하에서는 門脈血中の  $^{45}\text{Ca}$  比放射能의 差를 그대로 칼슘吸收量의 差로써 認定하기는 어렵다. Fig. 3에서와 같이 門脈血中の 比放射能에는 食餌間의 差가 없었으나, 腸 loop內의 比放射能을 고려하여 腸 loop 由系의 門脈血中 칼슘량 [Fig. 3 Portal Ca of ligated ileal origin (%)]을 比較해 보면 Lactose-free 食에 의해 다른 乳糖함유식의 2~4배나 높은 値를 나타냈다.

이와 같이 칼슘의 吸收量을 腸 loop로부터의 칼

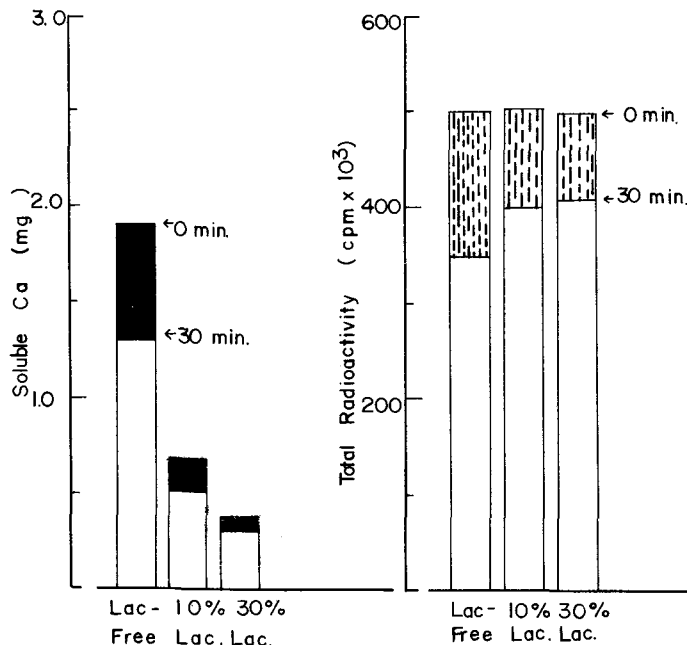


Fig. 2. Net absorption of Ca and  $^{45}\text{Ca}$  from the soluble fraction of ligated ileal contents during 30-min. Net absorption of Ca (■) &  $^{45}\text{Ca}$  (▨); injection of  $^{45}\text{Ca}$  into the ligated ileum (0.5ml,  $571 \times 10^3 \text{cpm}$ ,  $37^\circ$ , pH 7.0).

숨 및  $^{45}\text{Ca}$  消失量 또는 門脈血中の  $^{45}\text{Ca}$  濃度에 의해 比較해 볼 때 Lactose-free 食에서 Lactation 含有食보다 훨씬 높게 評價되었다. 실험 2 와 3 에서

얻어진 성적은 거의 一致한 것으로 보였으며, 즉 食餌中 乳 단백질을 같은 量 포함하고 있는 데도 불구하고 乳糖含有食에서는 可溶性 칼슘의 증가나

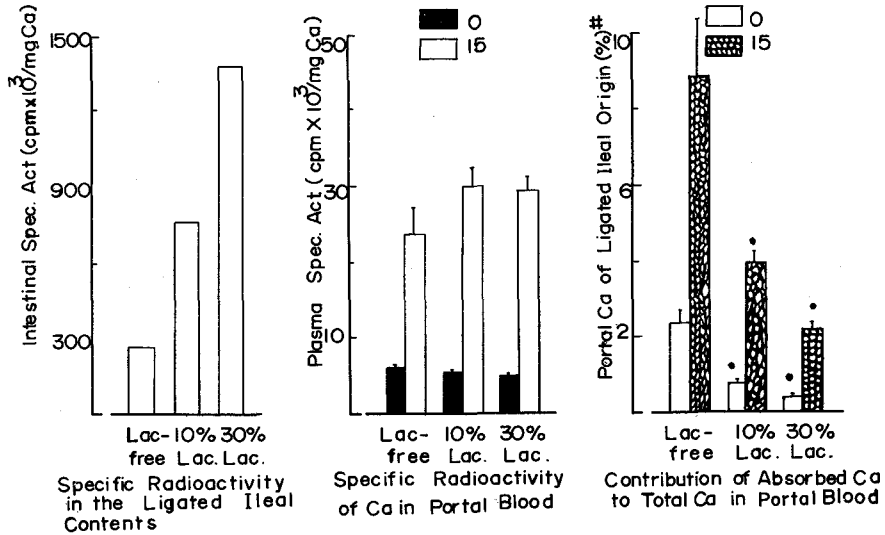


Fig. 3. Specific radioactivity of Ca in the ligated ileal contents and portal blood and the ligated ileal Ca contribution to portal blood Ca.  $\#(\text{Plasma Spec. Act.})/(\text{Ligated ileal Spec. Act.}) \times 100$ . Significantly different from the lactose-free diet; \*  $P < 0.05$

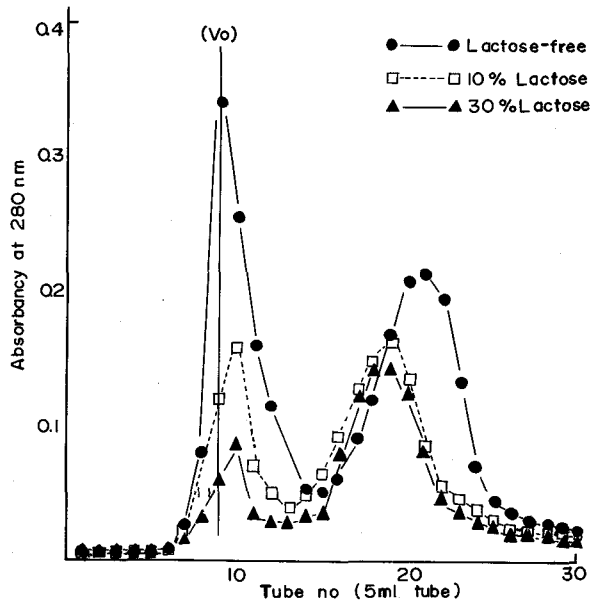


Fig. 4. Typical Gel filtration profile on sephadex G-25 of TCA-soluble fractions of the ligated ileal contents of the lactose-free 10% lactose, or 30% lactose diet.

吸收의 促進은 보이지 않았다.

여기서 C. P. P.의 生成과 乳糖과의 關係를 보다 明確히 하기 위해서 실험 3에서 사용된 loop內 內容物을 Sephadex G-25의 短 Column (2.4 × 27 cm)을 사용, 실험 1에서와 같이 C. P. P.를 分畫하여 Fig. 4에 나타냈다. Fig. 4를 보면 Lactose-free 食에서는 실험 1에서와 마찬가지로 Macropeptides의 Peak가 얻어졌으나 10% Lactose 食에서는 보다 낮은 Peak가 보였으며 30% Lactose 食에서는 거의 Peak가 보이지 않았다. 이들 Macropeptides fraction의 全인 含量은 Lactose-free 食에서  $111.2 \pm 3.7 (\mu\text{g})$ , 10% Lactose 食에서  $25.3 \pm 2.3 (\mu\text{g})$ , 30% Lactose 食에서  $9.0 \pm 0.7 (\mu\text{g})$  이었다.

이것으로 乳糖含有食의 섭취시에는 腸管内 C. P. P. 生成이 여러가지 원인<sup>14)</sup>으로 인해 저해받고 있음을 알 수 있다.

### 考 察

乳糖의 腸管内 칼슘吸收促進効果는 in vivo 및 in vitro의 여러 실험에 의해서 證明되었는데, 예를 들면 Lengemann<sup>3)</sup> 등은 乳糖, 칼슘 및 <sup>45</sup>Ca 등의 混合液을 經口的으로 투여 또는 Ligation 한 腸 loop (특히 回腸部)에 직접 투여한 경우, 乳糖을 포함하지 않은 경우에 비해 뼈에의 칼슘침착이 2~3배나 促進됨을, Leicher와 Tolensky는<sup>5)</sup> 10% 및 30% 乳糖含有食을 흰쥐에게 투여하고 칼슘出納試驗을 행하였는데 30% 乳糖含有食에 의해 糞中 칼슘 배설 저하를 報告했다. 또한 Ambrecht와 Wasserman은<sup>9)</sup> everted gut sacs을 가지고 행한 in vitro 실험에서 乳糖에 의해 腸管의 점막 조직에의 칼슘 uptake가 促進됨을 報告했다.

한편 乳糖의 칼슘吸收 促進效果에 대한 否定的인 실험(예로써는 Finlayson<sup>9)</sup>, Pansu 등<sup>10)</sup>, Urban과 Pena의<sup>11)</sup> 성적)을 들 수 있으며 이와같이 칼슘吸收에 대한 乳糖의 효과는 그 실험방법 및 조건에 따라 一致하고 있지 않다.

칼슘吸收에 대한 乳糖의 促進作用 메카니즘에 對해서는 주로 乳糖에 의한 腸管内 pH저하설<sup>12)</sup> 乳糖-칼슘 복합체 형성설<sup>7)</sup> 등의 腸管内 칼슘의 可溶化說과 이것과는 다른 乳糖의 代謝阻害說이<sup>13)</sup>

제창되어 왔다. 이 가설들은 주로 in vitro 실험 결과에 근거를 둔 것으로 실제의 生理的 조건하에서는 證明된 바 없다. 본 실험결과에 의하면 乳糖의 섭취로 腸管内의 pH가 저하함에도 불구하고 乳糖 자체가 可溶性 칼슘량의 증가에는 關聯되어 있지 않음이 밝혀졌다.

본 실험조건하에서는 乳糖의 칼슘吸收 促進效果는 보이지 않았는데 그 理由로써 腸內內容物中の 乳糖의 濃도에 문제가 있다고 생각된다. 왜냐하면 上記한 乳糖無効說을 主張한 실험조건은 一般的으로 乳糖의 濃도가 낮은 것이 특징이었다. 즉 본 실험에 사용된 腸 loop內의 乳糖의 濃도가 칼슘吸收에 効果的으로 作用할 수 있는 濃도에 達하지 않았을 가능성이 있다고 생각된다. 腸內乳糖의 濃도는 食餌에 의한 乳糖의 給與量에 意存하기보다는 食餌의 胃內 殘留時間 및 腸管内 移動量에 意存한다고 본다. 그러므로 腸內 칼슘吸收와 腸內乳糖濃도와 의 關係를 더욱 明確히 하기 위해서는 腸관 loop내에 여러수준의 乳糖을 직접 注入하여 그 效果를 檢討할 必要가 있다고 본다.

또한 본 실험에서 粉乳食(Lactose-free) 섭취에 의해서 腸管内 C. P. P.가 生成됨은 分明해졌으나, 乳糖의 첨가에 따라 그 C. P. P.의 生成이 저하하였는데 그 원인으로서는 乳糖自體가 C. P. P.의 生成을 阻害한다기 보다는 食餌의 胃內 殘留時間<sup>21)</sup> 또는 腸管内 이동양상<sup>22)</sup>의 변화에 起因한 것으로 생각된다(실험 2의 결과 참조). 그러므로 腸管内 C. P. P.가 存在하는 조건하에서의 乳糖의 效果는 今後 더욱 檢討되어야 할 과제로 남아 있다.

### 要 約

乳糖을 含有하지 않은 粉乳食을 섭취한 흰쥐의 腸管内에는 Casein含有食을 섭취한 때와 마찬가지로 C. P. P.가 生成되며 이 C. P. P.에 의해 腸管内 칼슘이 增加되며 小腸下部에서의 칼슘吸收가 促進되는 것을 밝혔다. 그러나 10% 또는 30% Lactose를 첨가한 경우, 위의 諸現象은 보이지 않았다. 이것은 腸管内에서의 칼슘의 可溶化 및 吸收에 대한 C. P. P.의 促進效果가 乳糖과는 獨立的으로 일어나는 것임을 시사함이다.

參 考 文 獻

- 1) Bergeim, O. : *Intestinal Chemistry : V. Carbohydrates and Calcium and Phosphorus*, J. Biol. Chem. 70 : 35, 1926.
- 2) Kline, O. L., Keenan, J. A., Elvehjem, C. A. & Hart, E. B. : *Lactose in nutrition*, J. Biol. Chem. 98 : 121, 1932.
- 3) Lengemann, F. W., Wasserman, R. H. & Comar, C. L. : *Studies on the enhancement of radiocalcium and J. Nutr.* 68 : 443, 1959.
- 4) Dupuis, Y. & Fournier, P. : *The Transfer of Calcium and Strontium Across Biological Membranes*, p. 277, ed. by R. H. Wasserman, Aead. Press, New York and London, 1963.
- 5) Leicher, J. & Tolensky, A. F. : *Effect of dietary lactose on the absorption of protein, fat and calcium in the post-weaning rat*, Am. J. Clin. Nutr. 28 : 238, 1975.
- 6) Armbrrecht, H. J. & Wasserman, R. H. : *Enhancement of Ca<sup>++</sup> uptake by lactose in the rat small intestine*, J. Nutr. 106 : 1265, 1976.
- 7) Charley, P. & Saltman, P. : *Chelation of Calcium by lactose : its role in transport mechanisms*, Science, 139 : 1205, 1963.
- 8) Wasserman, R. H. : *Lactose-stimulated intestinal absorption of calcium: a theory*, Nature, 201 : 997, 1964.
- 9) Finlayson, B. : *Lactose and intestinal absorption of calcium*, Invest. Urol, 7 : 433, 1970.
- 10) Pansu, D., Bellaton, C. & Bronner, F. : *Effect of lactose on duodenal calcium-binding protein and calcium absorption*, J. Nutr. 109: 508, 1979.
- 11) Urban, E. & Pena, M. : *Failure of lactose and glucose to influence in vivo intestinal calcium transport in normal rats*, Digestion 15 : 18, 1977.
- 12) Naito, H. & Lee, Y. S. : *Abstracts of papers*, p. 118, 1st Congr. Fedn. Asian and Oceanian Biochem., Nagoya, Japan, 1977.
- 13) Lee, Y. S. Noguchi, T. & Naito, H. : *An Enhanced intestinal absorption of calcium in the rat directly attributed to dietary casein*, Agric. Biol. Chem. 43 : 2009, 1979.
- 14) Lee, Y. S., Noguchi, T. & Naito, H. : *Phosphopeptides and soluble calcium in the small intestine of rats given a casein diet*, Br. J. Nutr., 43 : 457, 1980.
- 15) Lee, Y. S., Noguchi, T. & Naito, H. : *Intestinal absorption of calcium in rats given diet containing casein or amino acid mixture : Role of casein phosphopeptides*, Br. J. Nutr. in Press, 1981.
- 16) 이연숙 : *腸管內 칼슘 흡수에 미치는 식이카제인의促進効果와 그 메카니즘*, 韓國營養學會誌, 14 : 118, 1981.
- 17) Mykkanen, H. M. & Wasserman, R. H. : *Enhanced absorption of calcium by casein phosphopeptides in rachitic and normal chicks*, J. Nutr. 110 : 2141, 1980.
- 18) Rosen, H. : *A Modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids*, Archs. Biochem. Biophys. 67 : 10, 1957.
- 19) Chen, P. S., Toribara, T. Y. Jr. & Warner, H. : *Microdetermination of Phosphorus*, Analyt. Chem. 28 : 1756, 1956.
- 20) Hyden, S. A. : *A turbidimetric method for the determination of higher polyethylene glycols in biological materials*, Kgl. Lantbr. Hogskol. Annlr. 22 : 139, 1955.
- 21) Buraczewski, S., Porter, J. W. G., Rolls, B. A. & Zebrowska, T. ; *The Course of digestion of different food proteins in the rat : 2 The Effect of feeding carbohydrate with proteins*, Br. J. Nutr. 25: 299, 1971.
- 22) James, W. P. T. : *Sugar absorption and intestinal motility in children when malnourished and after treatment*, Clin. Sci. 39 : 305, 1970.