

우리나라의 칼슘강화식품의 무기질 함량에 관한 연구

김옥희 · 김을상*

서울시보건환경연구원 농산물검사팀
*단국대학교 식품영양학과

A Study on the Mineral Content of Calcium-fortified Foods in Korea

Ouk-Hee Kim and Eul-Sang Kim*

Agricultural Products Inspection Team, Seoul Metropolitan Government Institute of
Health and Environment, Seoul 137-130, Korea

*Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

This study was done to analyze the contents of minerals, to compare the measured values of calcium and the labeled values in food labeling and to analyze the ratio of calcium to other minerals in 43 calcium-fortified food products sold in markets in Seoul, Korea. Content of minerals such as Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn was measured by atomic absorption or colorimetric method after dry-ashing or wet-ashing. The measured values of calcium were ranged 65.5~343.9% of the labeled values in 43 calcium-fortified products. In 21 calcium-fortified food products, the measured calcium values were ranged 120~160% of the labeled values, and in three drinks those were less than 80% of the labeled, which is not acceptable to the food regulation. The ratios of Ca:P were 2.63 ± 1.99 (mean \pm SD) in grain products, 1.79 ± 0.39 in Ramyuns, 2.80 ± 0.53 in retort pouch food products and 8.35 ± 12.87 in drinks. The Ca:Fe ratios were 126.33 ± 44.36 in grain products, 130.65 ± 34.67 in Ramyuns, 120.31 ± 71.15 in retort pouch food products and 700.25 ± 553.70 in drinks. The ratios of Ca:Mg were 11.86 ± 5.40 in grain products, 9.29 ± 1.34 in Ramyuns, 9.09 ± 2.09 in retort pouch food products and 32.50 ± 41.35 in drinks. The P:Mg ratios were 4.11 ± 1.54 in grain products, 4.17 ± 0.67 in Ramyuns, 2.58 ± 0.45 in retort pouch food products and 2.59 ± 2.50 in drinks. These results suggest calcium contents and the ratio of calcium contents to other minerals in calcium-fortified food products should be strictly controlled.

Key words: calcium-fortified foods, calcium content, mineral content, nutrition labeling

서 론

식품의 역할은 궁극적으로 인체에 필요한 영양성분의 공급을 위한 것이지만 보는 것만으로는 영양이나 보건성을 판단하기 어렵고 더욱이 원료의 원형을 파괴한 가공식품의 경우 적절한 표시가 없이는 그 영양적 가치를 판단할 수 없으므로 식품의 성분조성과 품질규격을 표시하는 것이 필요하다(1). 미국에서는 1993년 식품 내 유리성분 표시에 대한 규정을 대폭 개정된 미국식품의약품관리청(Food and Drug Administration)에 의해 개정된 영양표시 및 교육법(Nutritional Labelling & Education Act)과 미농무성(United States Department of Agriculture)의 식품안전검사청(Food Safety and Inspection Service)의 '육제품 및 가공식품의 영양표시'로 모든 식품에 영양표시를 의무화하고 있다(2,3). 오늘날 세계의 식품시장은 1993년 12월 UR 협정이 타결됨에 따라 식품의 품질에 대한 규격과 식품의 영양정보 표시사항 규제가 세계적으로 통일되어 가는 추세이다(4). 이런 추세에 발맞추어 우리나라에서도

1996년 '식품 등의 표시기준'을 공포하여 식품 등의 위생적 취급을 도모하고 소비자에게 정확한 정보를 제공하고자 하였다. 가공식품의 영양표시는 그 식품의 품질정보를 구체적으로 기술함으로써 식품업체에는 서로간의 경쟁으로 제품의 영양적 품질향상의 기회를 제공하고 소비자들에게는 성인병을 예방하며 건강하고 균형된 식생활을 영위하기 위해 올바른 식품선택을 할 수 있게 한다(5). 그러나 식품은 기후조건, 수확시기에 따라 성분조성과 구조가 달라 균일한 원료를 획득하기 어렵고 이로부터 만들어진 가공식품 역시 원료 상태에 따라 그 품질이 크게 달라질 수 있다(1). 또한 제품 생산 출하 당시 제품의 표시량 수준으로 영양소가 함유되었다 할지라도 소비자에게 섭취될 때까지 기간과 저장조건에 따라 영양소의 분해 등으로 잔류수준이 표시량 이하일 수 있으므로 제품의 유통기간까지 예상한 영양소의 수준이 표시된 수준과 일치하도록 제조공정이 관리되어야 한다(6). 그러므로 특히 강화식품은 해당영양소에 섭취가 부족하거나 질병을 가지고 있는 소비자들을 대상으로 한 제품인 만큼 제품에 강화된 영양소가 표시함량 이상 수준으

*Corresponding author. E-mail: eskim@dankook.ac.kr
Phone: 82-2-709-2427. Fax: 82-2-792-7960

로 유지되어야 한다(7).

그러나 소비자단체에서 DHA, 철, 칼슘 등의 영양성분이 함유된 기능성식품들을 분석한 결과 전체의 26.3%가 포장지에 표시된 함량보다 실제함유량이 적은 것으로 나타났다(8). 또한 Kim 등(9)은 분석량과 표시량간의 차이는 비타민, 지방산 등의 영양성분보다 무기질 함량에서 더욱 두드러지게 나타났으며 특히 분석량이 표시량보다 낮은 경우 제품에 대한 성분규격관리가 필요하다고 보고하였다.

그러므로 이번 연구에서는 우리나라 영양강화식품 중 광범위한 식품군에 강화된 빈도가 가장 높았던 칼슘강화식품을 (10) 대상으로 칼슘의 표시함량과 분석값을 비교하여 우리나라 강화식품의 품질관리 현황을 살펴보고 다른 무기질의 함량을 분석하여 칼슘의 흡수에 영향을 미치는 다른 무기질과의 비율(ratio)을 구하였다.

재료 및 방법

시료

1998년 8월부터 1999년 8월까지 두 달에 한번씩 서울 시내 대형 백화점 5곳과 대형 마트 3곳에서 판매되는 칼슘강화식품을 조사하여 그 중에서 강화빈도가 높은 식품군인 곡류가공식품, 음료류(11)와 1인 1회 섭취량으로 이용되는 라면류와 레토르트식품을 대상으로 하여 조사장소에서 공통적으로 진열 판매되는 제품 각각 9제품, 11제품, 15제품, 8제품을 실험재료로 선정하였다. 그리고 라면류는 면에만 칼슘을 첨가하였으므로 면만 분석시료로 사용하였다.

분석방법

재료는 특성에 따라 전처리방법을 달리하여 곡류가공품, 라면류, 레토르트식품은 건식방법에 따라 분쇄하였고, 음료류는 습식방법으로 분쇄하였다(12,13). 칼슘, 인, 마그네슘, 나트륨, 칼륨, 철, 구리, 아연 등 각 무기질의 표준용액은 Wako사의 1000 ppm의 표준용액을 적정농도로 희석하여 사용하였고 전처리에 사용된 과염소산, 염산, 질산은 Osaka주식회사의 유해중금속용 시약이었다. 또한 실험에 사용된 모든 초차기구는 4N 질산용액(유해중금속용)에 담구어 하룻밤 방치 후 3차 증류수에 헹구어 사용하였다.

칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨, 철, 구리, 아연은 원자흡광분광광도계(atomic absorption spectrophotometer, Perkin Elmer 5100pc, USA, Hitachi Z-5300, Japan)으로 측정하였으며 기기 분석조건은 다음과 같다(Table 1). 인은 몰리브덴청 비색법에 따라 전처리를 하고 자외선-가시광선 분광광도계(Spectrophotometer, Bechman DU-68, USA)로 650 nm에서 측정하였다.

무기질 함량은 각 시료별로 제조일자가 동일한 세 제품을 혼합하여 균질화하고 3회 반복실험하여 평균값을 구하였다.

결과 및 고찰

식품군 별 칼슘의 표시량과 분석값의 비교

각 식품군 별 칼슘의 표시량과 분석값을 나타내고 두 값을 비교했으며(Table 2) 표시함량에 대한 분석값의 백분율, 즉 오차 범위별 제품의 분포를 살펴보았다(Table 3). 대부분 제품

Table 1. The analytical conditions of atomic absorption spectrophotometer

Element	Wavelength, Å	Slit width (nm)	Fuel	Range, µg/mL	Atomized method	Remark
Fe	248.3	0.20	Air-C ₂ H ₂	0.5~2	Absorption	
Cu	324.8	0.70	Air-C ₂ H ₂	0.5~2	Absorption	
Zn	213.9	0.70	Air-C ₂ H ₂	0.2~0.8	Absorption	
Ca	422.7	0.70	Air-C ₂ H ₂	1~4	Absorption	0.1% LaCl ₃ added
Mg	285.2	0.70	Air-C ₂ H ₂	0.1~0.4	Absorption	
K	766.5	1.40	Air-C ₂ H ₂	0.5~2	Absorption	
Na	330.2	0.40	Air-C ₂ H ₂	10~80	Emission	

Table 2. The comparison of labeled value and analyzed value of calcium in calcium-fortified food (unit: mg/100 g)

Food groups	Labeled value	Analyzed value	Percent value (%) ¹⁾
Grain products (n=9) ²⁾	105.0 ³⁾ (58.3~210.0) ⁴⁾	189.2 (77.9~335.0)	164.4 (116.3~343.6)
Ramyuns (n=15)	105.0 (105.0~183.1)	158.3 (123.9~189.9)	148.4 (87.2~180.9)
Retort pouch foods (n=8)	66.7 (55.0~104.7)	88.6 (76.2~136.2)	137.0 (109.0~157.7)
Drinks (n=11)	65.0 (16.5~105.0)	65.3 (16.9~89.6)	102.6 (65.48~159.8)

¹⁾(Analyzed value / Labeled value)×100.

²⁾The number of food analyzed in each food group.

³⁾The median value of products's calcium value in each food group.

⁴⁾The range of the products's calcium value in each group.

Table 3. The distribution of products classified by the percent value of analyzed calcium value per labeled calcium value
(unit: number)

Food groups ¹⁾	Range of difference percentage													
	60	≤ 80	≤ 100	≤ 120	≤ 140	≤ 160	≤ 180	≤ 200	≤ 400					
Grain products				1	2	1	2	2	1					
Ramyuns			2	1	2	6	3	1						
Retort pouch foods				3	2	3								
Drinks	3	1	2	2	3									
Total	3	3	7	8	13	5	3	1						

¹⁾The number of food analyzed were 9 in grain products, 15 in ramyuns, 8 in retort pouch foods and 11 in drinks.

의 칼슘 분석값이 표시량 이상이었으며 표시량의 120~160% 함유하는 제품이 전체의 반을 차지했고 전반적으로 표시함량이 높을수록 표시량에 대한 분석값의 오차값이 작아지는 경향을 보였다. 그리고 현행 식품 등의 표시기준에 적용해 볼 때 (14) 총 43제품 중 3제품의 칼슘함량이 표시량의 80% 이하로 부적합하였다. 식품군 별로 곡류가공품과 레토르트는 모든 제품이 분석값이 표시량보다 높았으며 특히 곡류가공품은 분석값이 표시량의 343.93%인 1제품을 제외하더라도 오차범위가 116.32~197.03% 범위로 광범위하고 초과한도가 높았다. 이것은 곡류가공품에 첨가되는 원재료의 종류가 다양하여 품질관리에 어려움이 많기 때문인 것으로 생각된다(15). 또한 서울 YMCA에서 칼슘강화된 과자류 8제품의 칼슘함량을 분석한 결과에서도 제품의 실제 함유량이 표시량의 92.77~159.0% 범위로 칼슘의 표시량이 100 g 당 314 mg로 첨가량이 많은 제품을 제외하면 모두 표시량보다 과량 함유한 것으로 나타났다(16). 그러나 레토르트식품과 라면류는 제조회사가 한정되어 표시량과 분석값 오차의 편차값이 적었다. 그리고 칼슘 표시량이 높은 라면류의 2제품은 분석값이 표시량보다 낮았지만 허용오차 범위 이내로 규격에는 적합하였다. 음료류는 다른 식품군과 비교해서 표시량에 대한 분석값의 백분율값이 전반적으로 낮은 수준이었으며 칼슘 표시량이 비교적 높은 100 mL 당 105 mg인 쥬스 3제품은 표시량의 21.19~34.52%로 매우 부족하였다. 이와 같은 결과는 칼슘이 100 mL 당 591 mg 강화된 포도쥬스의 칼슘실제 함유량이 93.5 mg로 84.2%나 부족했다는 보고와 일치했다(16). 최근 소비자보호원에 따르면 칼슘, 철분

을 강화한 어린이용 식품 26종의 경우, 칼슘은 2제품이 표시량에 미달되었으며 철분의 경우 표시량 미달 뿐 아니라 함유량이 최고 표시량의 3배까지 초과한 제품도 있었다(17). 그러나 칼슘이 강화된 우유 6제품은 칼슘 분석값이 표시량의 103.33~121.36%로 모두 표시량보다 높았다(18).

이와 같이 제품의 영양성분, 칼슘함량이 표시량에 미달되거나 현저하게 과량 초과되는 것은 소비자에게 제품에 대한 정확한 정보를 제공해야하는 영양표시의 기능을 상실한 것이다. 그러므로 정부에서는 좀더 철저히 제조업체의 영양성분 품질관리를 독려, 감시해야 하며 표시기준을 강화하여 표시량에 대한 실제함유량의 허용오차를 하한선 뿐 아니라 상한선까지 설정할 수 있도록 기초자료 조사 및 제조업체의 기술지원 등에 노력을 기울여야 할 것이다. 그리하여 소비자의 알 권리가 제대로 구현되어 소비자가 자신의 영양상태와 식습관을 고려하여 식품을 선택하였을 때 자신의 의지와 상관없이 과량 섭취되는 일이 없도록 하여야 할 것이다. 특히 1998년 칼슘은 국민건강 영양조사 결과 평균일일 섭취량이 511 mg으로 영양권장량에 미달했지만(19) 우리나라의 영양상태가 섭취부족과 섭취과잉이 공존하며 그 정도가 점점 심화되고 있으므로(20) 영양소섭취과잉을 막기 위해 허용오차 상한선 기준이 마련되어야 할 것이다.

칼슘강화식품의 주요 무기질 함량

칼슘강화식품의 주요 무기질 함량을 살펴보면(Table 4) 곡류가공품 100 g 당 인의 함량이 46.7~164.8 mg, 철은 0.63~3.98

Table 4. The amounts of P, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn in calcium-fortified foods
(unit: mg/100 g)

Food groups ¹⁾	P	Mg	Na	K	Fe	Cu	Zn
Grain products	100.5 ²⁾ (46.7~164.8) ³⁾	17.8 (10.3~32.7)	313.7 (36.0~626.6)	65.7 (ND~305.1)	2.70 (0.63~3.98)	0.17 (0.08~0.22)	0.55 (0.19~0.77)
Ramyuns	92.5 (53.0~128.5)	17.1 (14.5~20.9)	581.9 (306.6~899.0)	120.0 (99.5~140.5)	1.78 (1.03~2.49)	0.16 (0.14~0.19)	0.35 (0.28~0.45)
Retort pouch foods	36.6 (27.6~39.7)	9.9 (6.8~15.7)	455.8 (374.7~518.5)	100.8 (67.7~135.7)	0.97 (0.64~8.54)	0.08 (0.05~0.13)	0.40 (0.33~0.53)
Drinks	11.5 (ND ⁴⁾ ~99.0)	6.5 (0.2~15.3)	10.7 (2.5~85.4)	55.5 (0.72~181.5)	0.14 (0.04~0.49)	0.01 (0.01~0.11)	0.06 (0.01~0.37)

¹⁾The number of food analyzed were 9 in grain products, 15 in ramyuns, 8 in retort pouch foods and 11 in drinks.

²⁾The median value of products's mineral value in each food group.

³⁾The range of the products's mineral value in each group.

⁴⁾Not detected.

mg 범위로 나타나 한국식품연구소의 건과류 및 유당처리 스넥류의 무기질 분석결과 인의 함량이 100 g 당 53.82~132.73 mg이었고 철 함량이 0.62~3.50 mg인 것과 비슷한 수준이었으나, 나트륨은 36.0~626.6 mg으로 제품에 따라 큰 차이를 보였다(21). 라면류는 다른 식품군에 비교해서 나트륨과 칼륨의 함량이 각각 306.6~899.0 mg, 99.53~140.52 mg으로 높았다. 레토르트식품은 인의 함량이 100 g 당 27.6~39.7 mg, 나트륨 374.7~518.5 mg, 칼륨 67.67~135.70 mg, 철 0.64~8.54 mg였는데 식품성분표에 나타난 일반 자장소스의 무기질 함량은 인이 79 mg, 나트륨이 405.65 mg, 520 mg, 칼륨 194 mg, 270.51 mg, 철 0.8 mg, 1.32 mg였다(22,23). 음료류는 수분함량이 높기 때문에 전반적으로 무기질 함량이 낮았으며 제품에 따라 함량차이가 크게 나타났다.

식품군 별 칼슘과 다른 무기질과의 관계

칼슘과 철과의 비율: 곡류가공품의 칼슘과 철의 분자량비(molar ratio)의 평균값±표준편차는 126.33±44.36이었으며 라면류는 130.65±34.67, 레토르트식품은 120.31±71.15, 음료류는 700.25±553.70이었는데(Table 5) 음료류가 다른 식품군과 비교해서 Ca:Fe 비가 현저하게 높은 이유는 음료류의 철 함량이 다른 식품군과 비교해서 상대적으로 낮았고 칼슘은 인공적으로 첨가했기 때문이며 첨가한 칼슘의 함량에 따라 칼슘과 철 비율의 편차가 심했다. 칼슘의 과다섭취는 철의 이용성에 영향을 미친다. 즉 골다공증의 위험을 감소시키기 위해 칼슘섭취를 높이면 이로 인해 철의 흡수가 방해된다(24,25). 특히 식이 내 칼슘과 철의 비율 및 함량이 칼슘의 철 흡수 방해여부를 결정하는데(26) 이것은 위에서 고칼슘 식이가 철 이용성을 감소시키는 것은 소장에서의 철의 가용성을 감소시키고 mucosal cytoplasm 또는 basolateral membrane을 통한 철의 mucosal transfer를 방해하기 때문이다(27). Son과 Chon(28)의 연구에서 노인들에게 골다공증 예방을 위해 우유를 보충하면 골밀도의 저하를 막고 골소실증 위험빈도율은 저하시켰으나 철분 영양상태에는 좋지 않은 영향을 미쳤으며, Lee와 Lee(29)도 칼슘 및 철의 결핍상태에서의 고칼슘 섭취는 철의 흡수를 크게 저하시킨다고 보고하였다. 또한 칼슘과 철의 상호작용에 인도 관여하는데 식품에 칼슘과 인을 각각 첨가했을 때는 이들 무기질이 철의 흡수에 영향을 미치지 않았으나, 세 무기질을 함께 첨가했을 때는 칼슘-인-철 복합체를 형성하여 철의 흡수를 방해했다는 보고도 있다(30). 철 흡수의 방해효과

가 철 0.01 mg에 칼슘 3 mg을 첨가하여 molar ratio Ca/Fe가 420일 때 나타나지 않았으나 칼슘의 양을 더 높이면 molar ratio Ca/Fe가 420보다 낮은 경우에도 철의 흡수가 방해되는 것으로 나타나 철의 흡수율에는 칼슘과 철의 비율 뿐 아니라 칼슘의 함량도 큰 영향을 미쳤다(26).

그러므로 칼슘을 식품에 첨가할 때는 칼슘과 철의 함량 및 비율을 전반적으로 고려하여 각 무기질들이 서로 흡수에 방해가 되지 않도록 해야 할 것이다.

칼슘과 인과의 비율: 각 식품군 별 칼슘과 인의 중량비(weight ratio)값의 평균±표준편차를 살펴보면 곡류가공품이 2.63±1.99, 라면류가 1.79±0.39이고 레토르트식품은 2.80±0.53, 음료류는 8.35±12.87였다(Table 5). 그러나 음료류 중 탄산음료는 인의 함량이 ND-0.23 mg/100 g으로 너무 낮아서 Ca:P 평균값 산출에서 제외하였다. 최근 칼슘의 흡수에 대해 칼슘과 인의 비율이 크게 영향을 미치지 않는 것으로 보고되고 있지만(31), 우리나라 영양권장량에서 칼슘과 인의 권장섭취비율은 1:1이었고 0~4개월 영아 중 모유영양아는 2:1, 조제유영양아는 1.5:1이었는데(20) 실험재료는 칼슘강화식품인 만큼 모두 권장비율 이상이였다. Yu와 Hong(32)은 칼슘의 섭취가 증가하면 칼슘배설이 증가하지만 칼슘을 보충하여 Ca:P 비율이 1:1.5에서 1:0.8이 되면 칼슘배설이 증가함에도 흡수율이 크게 감소하지 않았다고 보고했다. 또한 칼슘과 인의 섭취비율에 따른 칼슘과 골격대사를 살펴본 결과 Ca:P 비율이 1:0.5일 경우가 가장 바람직하였으며, 1:6 비율로 섭취했을 때가 가장 좋지 않았지만 Ca:P 비율이 1:1~1:2.5 범위에서는 일관된 결과를 보여주지 못하고 특히 칼슘 섭취량이 낮을수록 바람직하지 못한 결과가 나타나는 등 칼슘 대사에 여러 가지 요인이 복합적으로 관계한다(33).

그러므로 적절한 칼슘의 대사를 위해 칼슘강화식품에 칼슘과 인의 섭취비율 뿐 아니라 총 칼슘의 섭취량 및 다른 영양소와의 관계까지 고려하여야 한다.

칼슘과 마그네슘과의 비율: 곡류가공품은 칼슘과 마그네슘의 중량비의 평균±표준편차가 11.86±5.40, 라면류는 9.29±1.34, 레토르트식품은 9.09±2.09, 음료류는 32.50±41.35이었고 P:Mg 분자량비의 평균±표준편차는 곡류가공품과 라면류가 각각 4.11±1.54, 4.17±0.67이었으며 레토르트식품과 음료류는 2.58±0.45, 2.59±2.50로 모두 3.0 부근이었다(Table 5). 그런데 경구를 통한 칼슘의 섭취량과 마그네슘 흡수율 및 보유량에 대한 보고는 일관된 결과가 없으나 칼슘과 마그

Table 5. The ratio of calcium and other minerals in each calcium-fortified foods

(unit: mean±SD)

Food groups ¹⁾	Ca : Fe ²⁾	Ca : P ³⁾	Ca : Mg ³⁾	P : Mg ²⁾
Grain products	126.33±44.36	2.63±1.99	11.86±5.40	4.11±1.54
Ramyuns	130.65±34.67	1.79±0.39	9.29±1.34	4.17±0.67
Retort pouch foods	120.31±71.15	2.80±0.53	9.09±2.09	2.58±0.45
Drinks	700.25±553.70	8.35±12.87 ⁴⁾	32.50±41.35	2.59±2.50

¹⁾The number of food analyzed were 9 in grain products, 15 in ramyuns, 8 in retort pouch foods and 11 in drinks.

²⁾The calcium molar weight (mg/molar weight of the calcium) versus the other mineral molar weight (mg/molar weight of that mineral).

³⁾The calcium weight (mg) versus the other mineral weight (mg).

⁴⁾Since phosphorus was not detected in carbonate beverages, the values were not included to calculate the mean in drinks.

네슘 섭취비율이 4:1 이상이 되면 소화장기에서의 마그네슘 흡수율이 감소된다고 한다(34). 그리고 칼슘섭취량에 따라서도 마그네슘의 체내 이용성이 달라지는데 칼슘 섭취를 높이면 혈청 및 대퇴골의 마그네슘 함량이 유의적으로 감소했다고 보고되었다(35). 또한 P:Mg 분자량비는 칼슘의 마그네슘 흡수 방해효과와 깊은 관련이 있는데 이것은 식이 칼슘 농도 및 식이 내 함유된 P:Mg 비에 의해 영향을 받아서 장관 내에서 불용성 칼슘-인-마그네슘 복합체를 형성하기 때문이다(36). 즉 P:Mg 분자량비가 6.0인 쥐의 식이는(37) 칼슘함량을 100 $\mu\text{mol/g}$ 에서 175 $\mu\text{mol/g}$ 으로 증가시키게 되면 많은 양의 칼슘-인-마그네슘 복합체가 형성되지만 P:Mg 분자량비가 3.5로 상대적으로 낮은 사람의 식이는(38) 칼슘함량을 동량 증가시켜도 마그네슘 가용화에 미치는 영향력이 약해서 마그네슘 흡수에 영향을 미치지 못했다(36). 이것은 사람의 식이는 쥐의 식이에 비해 상대적으로 칼슘농도가 낮아 장관 내에서 과포화 가 덜 되어 불용물을 적게 형성하기 때문이다(36). 이러한 이유로 쥐에 비해 사람은 고칼슘 식이에 의한 마그네슘 흡수 방해 효과가 일관성은 없었다고 보고되었지만(39) 우유를 섭취하는 영유아의 경우 우유의 P:Mg 분자량비가 6.0이고 칼슘 함량이 모유의 4배로 많기 때문에 우유를 섭취하는 것은 마그네슘 흡수율면에서 P:Mg 분자량비가 3인 모유보다 좋지 않았다(35).

요 약

본 연구는 시중에 유통되고 있는 칼슘강화식품의 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨, 철, 구리, 아연 등 무기질을 분석하여 칼슘함량의 표시실태를 파악하고 칼슘 및 다른 무기질의 흡수에 미치는 영향을 각 무기질 간의 비율로 알아보고자 하였다. 각 식품군 별 칼슘표시량과 분석값의 오차값의 중앙값과 범위는 곡류가공품이 164.4%(116.3~343.9%), 라면류는 148.4%(87.2~180.9%), 레토르트식품은 37.0%(109.0~157.7%), 음료류는 102.6%(65.48~159.8%)였다. 그리고 칼슘이외의 다량 무기질의 함량은 인이 곡류가공품 100 g당 105.0 mg(46.7~164.8 mg), 라면류는 92.5 mg(53.0~128.5 mg), 레토르트식품은 36.6 mg(27.6~39.7 mg), 음료류는 11.5 mg(ND~99.0 mg)이었으며 마그네슘의 함량은 곡류가공품이 17.8 mg(10.3~32.7 mg)이었고 라면류가 17.13 mg(14.5~20.9 mg), 레토르트식품은 9.9 mg(6.8~15.7 mg), 음료류는 6.5 mg(0.2~15.3 mg)였다. 나트륨은 곡류가공품의 100 g 당 313.7 mg(36.0~626.6 mg)을 함유했으며, 라면류에는 581.9 mg(306.6~899.0 mg), 레토르트식품에는 455.8 mg(374.7~518.5 mg), 음료류에는 10.74 mg(2.45~85.4 mg)이 있었고 칼륨은 곡류가공품에 65.72 mg(ND~305.10 mg), 라면류에 119.98 mg(99.53~140.52 mg), 레토르트식품에 100.81 mg(67.67~135.70 mg), 음료류에 55.47 mg(0.72~181.50 mg)를 포함하는 것으로 나타났다. 미량 무기질 중에서 철은 곡류가공품 100 g 중 2.70 mg(0.63~3.98 mg), 라

면에 1.78 mg(1.03~2.49 mg), 레토르트식품은 0.97 mg(0.64~8.54 mg), 음료류는 0.14 mg(0.04~0.49 mg)이었고, 구리는 곡류가공품은 0.17 mg(0.08~0.22 mg), 라면류는 0.16 mg(0.14~0.19 mg), 레토르트식품은 0.08 mg(0.05~0.13 mg), 음료류는 0.01 mg(0.01~0.11 mg)이었으며, 아연은 각각 0.55 mg(0.19~0.77 mg), 0.35 mg(0.28~0.45 mg), 0.40 mg(0.33~0.53 mg), 0.06 mg(0.01~0.37 mg)으로 나타났다. 칼슘에 대한 각 무기질 간의 비율을 살펴보면 Ca:Fe 분자량비의 평균±표준편차는 곡류가공품이 126.33±44.36, 라면류가 130.65±34.67, 레토르트식품은 120.31±71.15, 음료류가 700.25±553.70이었고, Ca:P 중량비가 각각 2.63±1.99, 1.79±0.39, 2.80±0.53, 8.35±12.87이었으며, Ca:Mg 중량비는 각각 11.86±5.40, 9.29±1.34, 9.09±2.09, 32.50±41.35이었다. 칼슘과 마그네슘의 흡수에 영향을 미치는 P:Mg 분자량비는 곡류가공품이 4.11±1.54, 라면류가 4.17±0.67, 레토르트식품은 2.58±0.45, 음료류는 2.59±2.50으로 나타났다. 위의 연구결과에서 불 배 시료의 93.0%가 실제측정값이 표시량의 80% 이상이어야 한다는 식품 등의 표시기준에 적합하였으나(14), 표시량에 대한 분석값의 오차범위가 65.48~343.9%로 넓어서 칼슘의 함량영양표시가 소비자에게 올바른 정보를 제공하고 있지 못하고 있었다. 그러므로 제조업체에서 품질관리를 보다 철저히 해야 할 것이며, 정부에서는 영양성분 표시량에 맞추어 식품을 섭취하는 소비자 자신이 생각한 것보다 훨씬 과잉섭취하는 일이 없도록 표시기준의 허용오차 상한선 설정을 추진해야 할 것으로 생각된다. 그리고 일반 가공식품에 칼슘을 첨가할 때는 칼슘의 흡수 뿐 아니라 다른 무기질의 흡수 및 이용성을 좋게 하기 위해 다른 무기질과 균형을 맞추어 첨가량을 결정하여 칼슘강화로 소비자들에게 최대한의 효과를 얻고 다른 무기질과의 균형도 잃지 않도록 관리하여야 할 것이다.

문 헌

1. 이철호, 이진근, 채수규. 1999. 식품평가 및 품질관리론. 1판. 김유원, 유림출판사, 경기도. p 22-23.
2. 우창명. 1999. 식품TQM. 1판. 우리경영혁신연구소, 서울. p 65.
3. 송재철, 박현정. 2000. 최신식품가공학. 1판. 유림문화사, 경기도. p 367.
4. 최홍식, 여경목. 2000. 식품품질관리학. 1판. 신광출판사, 서울. p 29.
5. 우창명. 1994. 품질 경영시대의 식품품질경영. 1판. 한국종합정보서비스, 서울. p63-66.
6. Wirakartakusumah MA, Hariyadi P. 1998. Technical aspects of food fortification. *Food and Nutrition Bulletin* 19: 101-108.
7. Orriss GD. 1998. Food fortification: safety and legislation. *Food and Nutrition Bulletin* 19: 109-116.
8. <http://consumernet.or.kr/book/magazine.html>. 월간소비자 99년 12월호. 기능성식품에 대한 규정마련이 시급하다.
9. Kim DY, Kim BH, Choi HM. 1996. Study on the establishment of nutrient requirements for infant formula. *Korean J community Nutrition* 1: 28-40.
10. Chang SO. 1998. Current status of nutrient fortification in processed foods. *J Kor Diet Assoc* 4: 160-167.

11. Kim OH, Kim ES, Yu IS. 2002. A study on the current status of calcium fortification in the processed foods in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 170-176.
12. Korea Foods Industry Association. 2001. *Food code*. Moon-youngsa, Seoul. p 825-830.
13. Danyl M, Donald E. 1993. Method of analysis for nutrition labeling. *AOAC international*, p 151-176.
14. Korea Foods Industry Association. 2001. *Food code*. Moon-youngsa, Seoul. p 1029-1086.
15. Seo JS, Jeong EJ. 1992. A study on mineral content in processed foods. *Korean J Food and Nutrition* 5: 104-110.
16. 식품음료신문. 영양성분 표시량 실량과 큰 격차. 1998. 8. 31. 11면.
17. <http://news.empas.com/show.tsp/20020528n03841/?s=25&e=203>. empas 뉴스, 철분·칼슘강화식품 함량 미달.
18. http://consumernet.or.kr/bood/2001/month_11/page_2.html. 월간소비자 2001년 11월호. 가공식품 영양성분 표시 미비해.
19. Korean health industry development institute. 1999. *Report on 1998 national health and nutrition survey (Dietary intake survey)*. Ministry of health and welfare. p 90.
20. The Korean Nutrition Society. 2000. *Recommended Dietary Allowances for Koreans*. 7th Rev. The Korean Nutrition Society.
21. 한국식품공업협회 한국식품연구소. 1991. 가공식품 중 영양가 분석연구. p 32-54.
22. 한국식품공업협회 한국식품연구소. 2001. 한국인의 상용식품 중 무기질 함량에 관한 연구. p 84.
23. 농촌진흥청. 2001. 식품성분표. 6판. 상록사, 서울. p 378.
24. Susan J. 1995. Symposium on 'Micronutrient interactions' iron-zinc and calcium-Fe interactions in relation to Zn and Fe absorption. *Proc Nutr Soc* 54: 465-473.
25. Cook JD, Dassenko SA, Whittaker P. 1991. Calcium supplementation: Effect on iron absorption. *Am J Clin Nutr* 53: 106-111.
26. Hallberg L, Rassander-Hulthen L, Brune M, Gleerup A. 1992. Calcium and iron absorption: Mechanism of action and nutritional importance. *European J Clin Nutr* 46: 317-327.
27. Wienk KJH, Marx JJM, Lemmens AG, Brink EJ, Van Der Meer R, Beynen AC. 1996. Mechanism underlying the inhibitory effect of high calcium carbonate intake on iron bioavailability from ferrous sulphate in anaemic rats. *Br J Nutr* 75: 109-120.
28. Son SM, Chon YN. 1998. The effect of milk supplementation on bone density and iron status of elderly. *Kor J Commu Nutr* 3: 715-721.
29. Lee YS, Lee JH. 1999. Effect of calcium and iron loading on bioavailability of minerals in normal and Ca/Fe-deficient rats. *Korean J Nutr* 32: 248-258.
30. Monsen ER, Cook JD. 1976. Food iron absorption in human subjects IV. The effects of calcium and phosphate salts on the absorption of non-heme iron. *Am J Clin Nutr* 29: 1142-1148.
31. Shils ME, Olson JA, Shik M, Ross AC. 1999. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 9th ed. William & Wilkins, Maryland. p141-155.
32. Yu CH, Hong HO. 1995. A study on Ca metabolism of college women eating usual Korean diet. *Korean J Nutr* 28: 1049-1055.
33. Jeong HK, Kim JY, Lee HS, Kim JY. 1997. The effect of dietary calcium and phosphate levels on calcium and bone metabolism in rats. *Korean J Nutr* 30: 813-824.
34. 김숙희(대표저자). 1999. 최신고급영양학. 1판. 신광출판사, 서울. p 254-307.
35. Greer FR. 1989. Calcium, phosphorus and magnesium: how much is too much for infant formulas?. *J Nutr* 119: 1846-1851.
36. Brink JE, Beynen AC, Dekker PR, Emerentia CH. 1992. Interaction of calcium and phosphate decreases ileal magnesium solubility and apparent magnesium absorption in rats. *J Nutr* 122: 580-586.
37. Van der Meer R, Welberg JWM, Kuipers F, Kleibeuker JH, Mulder NH, Termont DSML, Vonk RJ, De Vries HT, De Vries EGE. 1990. Effect of supplemental dietary calcium on the intestinal association of calcium, phosphate and bile acids. *Gastroenterology* 99: 1653-1659.
38. American Institute of Nutrition. 1977. Report of the American Institute of Nutrition ad hoc committee on standards for nutritional studies. *J Nutr* 117: 1340-1348.
39. Andon MB, Ilich JZ, Tzagournis MA, Matkovic V. 1996. Magnesium balance in adolescent females consuming a low- or high-calcium diet. *Am J Clin Nutr* 63: 950-953.

(2002년 8월 26일 접수; 2002년 11월 15일 채택)