pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 29, No. 2, pp. 99~104 (2014)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2014.29.2.099

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

영양강화식품 중 무기질 함량 조사연구

김명길* · 김영숙 · 김영수 · 이성봉 · 유경신 · 윤미혜 · 이정복
경기도보건환경연구원 식품분석팀

A Study on the Content of Minerals in Fortified Food

Myeong-Gil Kim*, Young-Sug Kim, Young-Su Kim, Seong-Bong Lee, Kyong-Shin Ryu, Mi-Hye Yoon and Jong-Bok Lee
Food Analysis Team, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment
(Received January 27, 2014/Revised March 21, 2014/Accepted June 9, 2014)

ABSTRACT - This study was done to analyze the contents of minerals and to investigate the ratio of measured values to labeled values and to analyze the ratio of calcium to other minerals in 68 specimen with minerals - fortified commercial beverages, noodles, cereals and grain products. Content of calcium, iron and zinc in samples after microwave digestion was analyzed with an ICP-OES. The measured values of calcium were ranged 82.2~293.1% of the labeled values in 38 samples composed calcium - fortified commercial beverages, noodles, cereals and grain products. The measured values of iron and zinc were ranged 83.3~301.0%, 90.1~314.1% of the labeled values in minerals - fortified commercial beverages, noodles, cereals and grain products, 42, 24 samples. The Ca : Fe ratios were 90.55 (50.55~220.64) in fruit & vegetable juice, 850.41 in fruit & vegetable beverage, 553.49 in blended beverage, 179.07 (118.37~238.01) in soy milk, 204.39(41.64~397.52) in noodle, 296.97(121.64~868.88) in fried noodle, 30.89(15.69~62.05) in cereal and 7.73(0.22~49.92) in grain product. The Ca : P ratios were 1.44(0.96~1.98) in fruit & vegetable juice, 1.92 in fruit & vegetable beverage, 1.66 in blended beverage, 4.23(2.25~7.72) in soy milk, 1.14(0.28~1.97) in noodle, 1.88(1.17~2.42) in fried noodle, 1.29(0.87~2.92) in cereal and 0.30(0.06~1.57) in grain product. The Ca : Mg ratios were 1.85(0.87~5.04) in fruit & vegetable juice, 28.72 in fruit & vegetable beverage, 2.97 in blended beverage, 5.27(2.93~9.36) in soy milk, 3.97(1.34~7.57) in noodle, 6.77(4.63~10.78) in fried noodle, 4.40(2.30~12.55) in cereal and 1.17(0.23~7.48) in grain product. These results suggest calcium contents and the ratio of calcium contents to other minerals in calcium-fortified food products should be strictly controlled. Moreover, to avoid problems with Excessive nutrition, there must be initiatives for better understanding on food labelling and nutrition for fortified food.

Key words : fortified food, calcium, iron, zinc

최근 경제발전과 생활수준향상은 우리나라 식생활에도 많은 변화를 가져왔으며, 이는 과거 생명 유지 및 생체 활동에 필요한 영양분을 섭취하기 위한 행위에서 건강의 유지·증진을 목적으로 하는 행위로 섭취 형태가 변화하고 있다. 이러한 식생활의 변화는 영양소를 강화한 식품과 건강기능식품에 대한 소비자의 관심과 구매로 이어지고 있다.

영양강화식품은 가공 과정 중에 손실된 영양소를 손실된 만큼 혹은 그 이상으로 복원해 주거나, 원래 식품에 들어있지 않은 영양소를 넣어 주거나 또는 식품에 함유된 열량에 비해 영양소 비율이 낮은 영양소를 더 가해 주어 영양소 밀도를 조정하는 등의 방식에 의해 만들어진 식품을 포괄하는 의미로 볼 수 있다[1,2].

영양강화식품의 섭취는 특정 식품에 대한 식이 문제를 갖고 있는 사람, 체중 조절을 위해 저열량식을 섭취하고 있는 사람, 영양소 대사에 문제가 있는 사람, 채식주의자로 균형 잡힌 식생활을 하기 어려운 사람 등에게 영양 상태를 향상시켜 주는 수단으로 권장되고 있다[1-3]. 그런데 최근 우리나라 식품소비자의 영양에 대한 관심이 고조되면서 식품산업체는 마케팅 차원에서 미량영양소를 임의 강화시킨 다양한 영양강화식품을 개발하여 시판하고 있다. 이러한 무분별한 식품의 과잉강화나 다양한 기능성분의 무분별한 첨가는 영양강화와 관련된 많은 문제점을 나타내고 있는 것으로 보고[4,5]되고 있다.

무기질은 비타민과 함께 신진 대사 및 성장에 필수적인 미량영양소로 일정량의 섭취가 반드시 요구되는 영양소이며 섭취가 부족하면 결핍증이 나타난다. 과거 식량부족 및

*Correspondence to: Myeong Gil Kim, Gyeonggi-do Institute of Health & Environment 95, Pajangcheon-ro, Jangan-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Korea
Tel: 82-31-250-2581, E-mail: myungill@gg.go.kr

영양공급의 부족으로 섭취가 부족한 경우가 많아 결핍증에 대한 연구가 활발히 이루어져 영양권장량을 설정하여 충분한 섭취를 권고해 왔으나 최근 여러 효능들이 알려지면서 이에 대한 기대감으로 과량 복용할 가능성이 있으며, 실제로도 과량 복용하고 있음이 보고[6-8]되었다.

칼슘은 골격과 치아의 구성성분으로 체내 칼슘 함량의 약 99%가 여기에 존재하며, 근육, 신경의 정상적인 기능 유지에도 관여한다. 칼슘 결핍은 골질량의 감소, 골다공증의 원인이 되며 과잉의 경우는 신석증, 우유-알칼리증후군, 비정상적인 혈청 탈인산효소 수치, 고질소혈증과 석회화증을 수반하는 중증 신부전증, 칼슘-무기질 상호작용 등을 나타낸다[9,10].

철분은 미토콘드리아의 전자전달계에서 산화, 환원과정에 작용하는 시토크롬계 효소의 구성 성분으로 에너지 대사에 필요하고 이외에도 과산화수소분해효소나 과산화효소, NADH 탈수소효소, 숙신산 탈수소효소와 같은 효소의 보조인자로 작용한다. 철 결핍 시는 신체 작업수행 능력의 손상, 인지 능력의 손상, 빈혈 등이 나타나고 과잉의 경우는 변비, 구토 및 복통과 같은 위장장애 등이 나타난다[9,10].

아연은 생체 내 200여 종 이상 되는 효소의 구조적 성분이며, 체내에서 주요한 대사과정이나 반응을 조절하는데 관여한다. 아연 결핍 시 수포-농포성 피부염, 탈모증, 성장지연, 설사, 정신장애, 세포 매개 면역능력 감소로 인한 반복적 감염 등 증상이 나타나고 과잉의 경우는 적혈구 superoxide dismutase(ESOD)의 활성저하, 면역반응 손상, 구리영양상태 저하 등 만성 유해영향이 나타난다[9,10].

식품 등의 표시기준(식품의약품안전처 고시 제 2013-254호(2013.12.26.)) 중 식품 등의 세부표시기준(제9조 관련)을 살펴보면, 식품 등의 일반기준에서는 영양소 표시량과 실제 측정값의 허용오차 범위에서 비타민・무기질・단백질・탄수화물・식이섬유의 실제측정 값은 표시량의 80% 이상이어야 한다고 명시하고 있다. 다만, 식품공전 기준・규격의 성분규격이 “표시량 이상”인 경우 실제 측정값은 표시값 이상이어야 하고 “표시량 이하”로 되어 있는 경우에는 실제측정값은 표시값 이하로 설정되어있다. 건강기능식품의 경우, 건강기능식품공전의 영양소 성분규격은 비타민 C, 나이아신, 칼슘, 철, 아연은 표시량의 80~150%, 비타민 B_2는 표시량의 80~180%로 설정하여 관리하고 있다.

소비자들은 식품을 구매할 때 식품표시사항을 살펴봄으로써 유통기한, 원재료함량, 영양표시사항 등을 통해 건강에 도움이 되고 자신에게 필요한 제품을 선택할 수 있다.

본 연구에서는 소비자들이 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있는 가공식품에 표시된 무기질 함량(표시량)과 임의 강화된 무기질에 대하여 실제함량(검출량)을 조사하고 표시량에 대한 검출량 백분율(이하 표시량 비율)을 비교하여 소비자들의 영양강화 성분에 대한 올바른 이해를 돕고 영양성분표시 기준 및 상한섭취량을 설정하는 기초자료로 제공하고자 한다. 또한 칼슘과 다른 무기질(철, 인, 마그네슘)의 함량과 비율을 구함으로써 이들의 상호작용으로 인한 각각의 무기질 흡수와 이용률의 영향을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

2013년 수원시 등 경기도 지역에서 유통, 판매 중인 식품 중 영양소를 강화한 음료류 14건(과채주스 6건, 과채음료 1건, 두유류 6건, 혼합음료 1건), 면류 21건(국수 6건, 유탕면류 15건), 시리얼류 23건, 곡류가공품 10건, 총 68건에 대해 영양강화 성분(칼슘, 철, 아연)을 분석하였다.

시약 및 분석기기

본 연구에 사용된 표준액의 경우 칼슘(calcium)과 철(iron), 아연(zinc), 마그네슘(magnesium)은 모두 1,000 mg/L(MERCK, Germany) 용액을 5N 질산에 희석하여 사용하였고 시료의 분해에 사용한 nitric acid은 Wako사 제품(for Analysis of Poisonous Metals, Wako Pure Chemical Industries, Ltd. Japan)을 사용하였으며 증류수는 Thermo Scientific Barnstead NANO pure Diamond (Reverse Osmosis, Model D126611/D11911, Banstead, U.S.A.)를 이용하여 18.2 MΩ수준으로 정제하여 사용하였다. 표준액 및 분석 시료액 여과에 사용된 membrane syringe filter(PTFE, 25 mm, 0.45 μm)는 ADVANTEC(Toyo Roshi Kaisha, Ltd, Japan)를 사용하였다. 무기질류 분석 시 분해장치는 Microwave Digestion System(Ethos 1, Milestone, USA)을 이용하였으며 ICP-OES(Inductively Coupled Plasma Optical Emission

Table 1. Instrumental conditions used in microwave digestion system

	Time(min)	Temperature(°C)	Power(W)
1	5	80	1000
2	5	50	1000
3	15	190	1000
4	20	190	1000

Table 2. Instrumental parameters used in ICP-OES

RF power	1450 / Watts	
Nebulizer	Seaspray	
Pump flow rate	1.50 mL / min	
Plasma flow	15.0 L / min	
Auxiliary flow	0.2 L / min	
Nebulizer flow	0.65 L / min	
Wavelengt, Å	Fe	238.204
	Zn	206.200
	Ca	317.933
	Mg	285.213

Spectrometer, Optima 5300DV, Perkin Elmer, USA)를 사용하여 Table 1,2와 같은 조건으로 분석하였다. 그 외 인 분석에 사용한 potassium dihydrogen phosphate, ammonium myolybdate, hydroquinone, sodium sulfite anhydrous는 Sigma-Aldrich사 제품이었고 이를 식품공전 일반시험법인 몰리브덴청 비색법으로 비색하여 분광광도계(DU-800, Beckman, USA)로 파장 650 nm에서 흡광도를 측정하였다.

시료전처리

시료는 균질화하여 일정량을 취하여 마이크로웨이브용 vessel에 질산(62%) 7 mL, 과산화수소수(30%) 1 mL를 가한 후, 16시간 방치하여 예비 분해를 한 후 Microwave Digestion System을 이용하여 Table 1과 같은 조건에서 분해한 후 방냉, 탈기하고 초순수 증류수를 가하여 희석하고 여과후 시험용액으로 하였다.

분석방법 검증

칼슘, 철, 아연을 0.001~5.000 mg/L의 농도범위에서 검량선을 작성한 결과, 결정계수는 칼슘 R = 0.9983, 철 R = 1.000, 아연 R = 0.9999로 양호한 결과를 나타내어 본 시험방법이 검량선 범위 내에 있는 각각의 농도에 대하여 직선적인 측정값을 나타냄을 알 수 있었다.

회수율(recovery)은 칼슘 95.39 ± 2.65%, 철 100.10 ± 2.0%, 아연 102.53 ± 0.78%로 양호한 결과를 나타내어 각각의 측정값이 이미 알고 있는 참값에 근접함을 알 수 있었다.

검출한계(limits of detection ; LOD)와 정량한계(limits of quantification ; LOQ)는 ICH(International Conference on Harmonisation)에서 제시한 반응의 표준편차와 직선성 시험에서 구한 검량선의 기울기에 근거하는 방법으로 아래의 식을 사용하였다.

$$LOD = 3.3\delta / s,\ LOQ = 10\delta / s$$

δ = the standard deviation of the response

s = the slope of the calibration curve

그 결과 검출한계와 정량한계는 칼슘 0.0195 mg/L, 0.0590 mg/L, 철 0.0034 mg/L, 0.0103 mg/L 아연 0.0034 mg/L, 0.0104 mg/L로 각 성분별 분석 농도보다 낮은 정량한계를 나타냄으로서 본 분석방법이 충분한 분석능력이 있음을 보여 주었다.

결과 및 고찰

영양강화식품 중 무기질의 함량

영양강화 성분 중 칼슘을 강화한 제품은 과채주스 6건, 과채음료 1건, 혼합음료 1건, 두유류 6건, 유탕면류 15건, 국수 6건, 시리얼류 6건, 곡류가공품 10건으로 총 51건이었으며 칼슘 함량을 살펴보면, 과채주스 11.60(7.55~20.59) mg/100 mL, 과채음료 24.41 mg/100 mL, 혼합음료 63.5 mg/100 mL, 두유류 107.14(71.25~136.65) mg/100 mL, 유탕면류 183.22(114.40~221.09) mg/100 g, 국수 117.00(39.19~198.79) mg/100 g, 시리얼류 213.59(46.97~598.20) mg/100 g, 곡류가공품 74.77(2.61~478.93) mg/100 g으로 나타났다.

각 제품의 영양표시에 기재된 1회 제공량 당 칼슘 함량을 살펴보면, 과채주스가 21 mg, 과채음료 73 mg, 혼합음료 63 mg, 두유류가 207 mg, 유탕면류가 204 mg, 국수가 106 mg, 시리얼류가 70 mg, 곡류가공품이 23 mg으로 각 유형을 1일 1회 섭취 시 성인 평균필요량을 초과하지 않으나 여러 가지 유형의 식품을 함께 섭취 시 평균필요량과 권장섭취량을 초과할 수 있을 것으로 보인다. 19세~29세 성인 남녀의 칼슘 평균필요량은 620 mg/일, 530 mg/일이고 권장섭취량은 750 mg/일, 650 mg/일이며 상한섭취량은 2,500 mg/일이다[9,11].

영양강화 성분 중 철을 강화한 제품은 과채주스 4건, 두유류 3건, 국수 3건, 시리얼류 23건, 곡류가공품 9건으로 총 42건이었으며 철 함량을 살펴보면, 과채주스 0.29(0.16~0.42) mg/100 mL, 두유류 0.88(0.80~0.95) mg/100 mL, 국수 1.21(1.12~1.31) mg/100 g, 시리얼류 8.49(3.94~14.38) mg/100 g, 곡류가공품 15.59(12.33~20.19) mg/100 g으로 나타났다. 1회 제공량 당 철 함량은 과채주스가 0.6 mg, 두유류가 1.7 mg, 국수가 1.2 mg, 시리얼류가 2.9 mg, 곡류가공품이 4.7 mg로 1일 2회 이상 섭취 시 성인 남자의 권장섭취량은 초과하지 않는 것으로 나타났다. 우리나라 19~29세 성인남자의 경우 철 평균필요량은 하루 평균 철 손실량과 평균 철 흡수율을 고려하여 7.7 mg/일이며, 권장섭취량은 평균필요량의 130% 수준인 10 mg/일이며 상한섭취량은 45 mg/일이다[11]. 19~29세 성인 여성의 경우에는 평균 철 흡수율 및 기본적 철 손실량 이외에 월경에 의한 부가적인 철 손실량을 고려하여 평균필요량은 10.8 mg/일이며, 권장섭취량은 평균필요량의 130% 수준인 14 mg/일, 상한섭취량은 45 mg/일이다[11].

영양강화 성분 중 아연을 강화한 제품은 혼합음료 1건, 시리얼류 23건으로 총 24건이었으며 아연 함량을 살펴보면, 혼합음료 0.81 mg/100 mL, 시리얼류 6.63(3.12~10.76) mg/100 g으로 나타났다. 1회 제공량 당 아연 함량은 시리얼류가 2.2 mg 으로 식사대용으로 1일 2회 이상 섭취시도 성인의 평균필요량으로 초과하지 않았다. 우리나라 19세~29세 성인남녀의 아연 평균 필요량은 각각 8.1 mg/일, 7.0 mg/일이며, 권장섭취량은 각각 10 mg/일, 8 mg/일이고 상한섭취량은 모두 35 mg/일[11]으로 대부분의 시리얼류에서 높은 아연 함유량을 보였다.

무기질류의 표시량과 검출량의 비교

칼슘 함량이 표시된 음료류, 면류, 시리얼류, 곡류가공

품 38건에 대한 표시량 비율은 82.2~293.1%로 나타났고 식품유형별로는 과채주스(5건) 84.4~133.3%, 과채음료(1건) 92.7%, 혼합음료(1건) 93.6%, 두유류(6건) 97.5~161.4%, 유탕면류(15건) 96.3~210.6%, 국수(6건) 82.2~165.1%, 시리얼류(4건) 101.9~293.1%이었다. 그 외 함량이 미표시된 제품의 검출량은 과채주스(1건) 7.90 mg/100 mL, 시리얼류(2건) 169.92~176.49 mg/100 g, 곡류가공품(10건) 2.61~479.93 mg/100 g이었다.

철의 함량이 표시된 음료류, 면류, 시리얼류, 곡류가공품 42건에 대한 표시량 비율은 83.3~301.0%로 나타났고 식품유형별로는 과채주스(4건) 101.3~266.0%, 두유류(3건) 180.5~292.3%, 국수(3건) 83.3~161.2%, 시리얼류(23건) 100.3~301.0%, 곡류가공품(9건) 90.4~160.8%이었다. 그리고 아연의 함량이 표시된 음료류, 면류, 시리얼류, 곡류가공품 24건에 대한 표시량 비율은 90.1~314.1% 로 나타났고 식품유형별로는 혼합음료(1건) 90.1%, 시리얼류(23건) 104.1~314.1%이었다.

칼슘, 철, 아연 강화식품 중 함량이 표시된 제품은 모두 식품 등의 표시기준을 충족하였고 건강기능식품공전의 영양소 성분규격을 초과한 칼슘 강화식품은 38건 중 13건으로 34.2%를 차지하였고 유형별로는 유탕면류 7건, 국수 3건, 시리얼류 2건, 두유류 1건이었다. 과채주스, 과채음료, 혼합음료의 칼슘강화는 건강기능식품공전의 성분규격에 적합하게 나타나 칼슘의 적정한 첨가가 이루어지고 있는 것으로 판단되었으나 두유류는 표시량 비율이 다른 음료류에 비해 조금 높은 양상을 나타냈다. 면류인 유탕면류와 국수의 칼슘 강화정도를 살펴보면, 유탕면류에서 국수보다 많은 칼슘이 검출되었고 그 중에는 표시량의 약 2배 정도 과잉 검출된 제품도 있었다. 시리얼류와 곡류가공품은 제품별로 다양한 칼슘의 함량을 보였고 시리얼류는 표시량의 약 3배 정도 칼슘이 검출된 제품도 있었다. 곡류가공품의 칼슘함량은 시리얼류와 비슷하게 함유되어 있었는데 모든 제품에서 함량이 표시되어 있지 않아 이 부분에 대한 보완이 이루어져야 할 것으로 보인다.

다른 무기질보다 강화 빈도가 높은 칼슘은 음료류, 면류, 시리얼류, 곡류가공품 등 다양한 식품에 첨가되고 있었으며 이는 여러 가지 식품 등을 통해 칼슘을 섭취할 수 있다는 것을 보여 주는 것으로 한 제품에 들어있는 칼슘의 함량이 높지 않더라도 다양한 식품을 통해 일일상한섭취량인 2,500 mg을 초과하는 경우가 있을 것으로 보이며 칼슘이 첨가되었다고 표시는 되어있지만 함량을 표시하지 않았던 제품이 51건 중 13건으로 약 25.5%를 차지하여 소비자가 영양성분을 확인하고 올바른 선택할 수 있기 위해서는 제품에 영양표시가 꼭 필요한 것으로 보여진다.

철 강화식품은 42건 중 21건(50%)이 건강기능식품공전의 영양소 성분규격을 초과하였고 유형별로는 시리얼류 15건, 두유류 3건, 과채주스 1건, 국수 1건, 곡류가공품 1건으로 시리얼류가 가장 많은 강화율을 보였다. 음료류 중 두유류는 전반적으로 철 과잉 양상을 보여주었고 곡류가공품은 시리얼류보다 과잉의 철이 검출되어 시리얼류와 동일한 양을 섭취 시 더 많은 양의 철을 섭취할 수 있다.

아연 강화식품은 24건 중 11건(45.8%)이 건강기능식품공전의 영양소 성분규격을 초과하였고 시리얼류는 표시량의 약 3배 정도 과잉의 아연이 검출된 제품도 있었다.

칼슘과 다른 무기질과의 분석

칼슘과 철과의 비율

영양강화 성분인 칼슘과 철의 분자량비(molar ratio)를 평균값으로 살펴보면, 과채주스(6건)는 90.55(50.55~220.64), 과채음료(1건)는 850.41, 혼합음료(1건)는 553.49, 두유류(6건)는 179.07(118.37~238.01), 국수(6건)는 204.39(41.64~397.52), 유탕면류(15건)는 296.97(121.64~868.88), 시리얼류(6건)는 30.89(15.69~62.05), 곡류가공품(10건)은 7.73(0.22~49.92)이었다.

칼슘의 과다섭취는 철의 이용성에 영향을 미치는데 골다공증의 위험을 감소시키기 위해 칼슘섭취를 높이면 이로 인해 철의 흡수가 방해된다[12-14]. 철 흡수의 방해효과가 철 0.01 mg에 칼슘 3 mg을 첨가하여 칼슘과 철의 분자량비가 420일 때는 나타나지 않았으나 칼슘의 양을 더 높이면 칼슘과 철의 분자량비가 420보다 낮은 경우에도 철의 흡수가 방해되는 것으로 나타나 철의 흡수율에는 칼슘과 철의 비율뿐만 아니라 칼슘의 함량도 큰 영향을 미친다는 보고[15]가 있다. 본 연구에서는 과채음료와 혼합음료에서 칼슘과 철의 분자량비가 420 이상 나타났으며 이는 김[14] 등의 보고에도 동일한 결과를 보였다. 그러므로 영양강화 성분으로 식품에 칼슘을 첨가할 때는 칼슘과 철의 함량 및 비율도 고려하여 각 무기질들이 서로 흡수에 방해되지 않도록 해야 할 것이다[16].

칼슘과 인과의 비율

칼슘과 인의 중량비(weight ratio)를 평균값으로 살펴보면, 과채주스(6건)은 1.44(0.96~1.98), 과채음료(1건)는 1.92, 혼합음료(1건)는 1.66, 두유류(6건)는 4.23(2.25~7.72), 국수(6건)는 1.14(0.28~1.97), 유탕면류(15건)는 1.88(1.17~2.42), 시리얼류(6건)는 1.29(0.87~2.92), 곡류가공품(10건)은 0.30(0.06~1.57) 이었다. 우리나라 영양권장량에서 칼슘과 인의 권장섭취비율은 1 : 1이고 0~4개월 영아 중 모유영양아는 2 : 1, 조제유영양아는 1.5 : 1인데[14,17] 본 연구에서는 곡류가공품을 제외하고 모든 유형에서 권장섭취비율을 초과하였으며 특히 두유류에서 높게 나타났다. 칼슘의 섭취가 증가하면 칼슘배설이 증가하지만 칼슘을 보충하여 칼슘과 인의 중량비가 1 : 1.5에서 1 : 0.8이 되면 칼슘배설이 증가함에도 흡수율이 크게 감소하지 않았다는 보고결과[14,17]도

있다. 칼슘과 인을 결합한 인산칼슘은 뼈와 치아의 성분이지만 과다 섭취 시 오히려 칼슘의 흡수율이 떨어진다. 인은 가공식품 등을 통해 과다하게 섭취하는 경우가 많으므로 영양강화식품이나 영양제로 따로 섭취할 필요가 없다. 또 인은 칼슘과 철의 상호작용에 관여하는데 식품에 칼슘과 인을 각각 첨가했을 때는 이들 무기질이 철의 흡수에 영향을 미치지 않았으나 세 무기질을 함께 첨가했을때는 칼슘-인-철 복합체를 형성하여 철의 흡수를 방해했다는 보고[14]도 있다. 따라서 영양강화 성분인 칼슘을 식품에 첨가할 때는 칼슘과 인의 섭취비율 뿐만 아니라 칼슘의 섭취량과 다른 무기질 등 영양소와의 관계까지 고려하여야 할 것이다.

칼슘과 마그네슘과의 비율

칼슘과 마그네슘의 중량비(weight ratio)를 평균값으로 살펴보면, 과채주스(6건)는 1.85(0.87~5.04), 과채음료(1건)는 28.72, 혼합음료(1건)는 2.97, 두유류(6건)는 5.27(2.93~9.36), 국수(6건)는 3.97(1.34~7.57), 유탕면류(15건)는 6.77(4.63~10.78), 시리얼류(6건)는 4.40(2.30~12.55), 곡류가공품(10건)은 1.17(0.23~7.48) 이었다. 본 연구에서는 과채음료, 혼합음료, 두유류, 국수, 유탕면류, 시리얼류에서 칼슘과 마그네슘의 권장섭취비율을 초과한 것으로 나타났고 김 등의 보고[14]에서도 음료류가 다른 유형보다 높게 나타나는 것을 알 수 있었다. 우리나라 영양권장량에서 칼슘과 마그네슘의 권장섭취비율은 2 : 1이었고 칼슘과 마그네슘의 섭취비율이 4 : 1이상이 되면 소화 장기에서 마그네슘 흡수율이 감소된다는 보고[14,16]도 있다.

이상과 같이 칼슘과 다른 무기질(철, 마그네슘, 인)의 함량을 가지고 칼슘과 다른 무기질의 비율을 살펴본 결과 대부분 권장섭취비율을 초과하였고 각각의 무기질의 과잉은 다른 무기질의 흡수와 이용률을 저하시키므로 칼슘 섭취 시 다른 무기질과의 균형있는 섭취가 요구된다.

요 약

본 연구는 무기질이 강화된 식품(음료류, 면류, 시리얼류, 곡류가공품) 68건에 대하여 무기질류의 함량을 분석하여 표시량에 대한 검출량의 비율을 조사하였고 칼슘과 다른 무기질의 비율을 분석하였다.

칼슘, 철, 아연의 함량은 마이크로웨이브 장치로 분해 후 ICP-OES로 분석하였다. 칼슘을 강화한 음료류, 면류, 시리얼류, 곡류가공품 38건에 대한 칼슘의 검출량은 표시량의 82.2~293.1%이었다. 무기질류를 강화한 음료류, 면류, 시리얼류, 곡류가공품에 대한 철(42건)과 아연(24건)의 검출량은 각각 표시량의 83.3~301.0%, 90.1~314.1%이었다.

칼슘과 철의 분자량비는 과채주스 90.55(50.55~220.64), 과채음료 850.41, 혼합음료 553.49, 두유류 179.07(118.37~238.01), 국수 204.39(41.64~397.52), 유탕면류 296.97(121.64~868.88), 시리얼류 30.89(15.69~62.05) 그리고 곡류가공품 7.73(0.22~49.92)이었다. 칼슘과 인의 중량비는 과채주스 1.44(0.96~1.98), 과채음료 1.92, 혼합음료 1.66, 두유류 4.23(2.25~7.72), 국수 1.14(0.28~1.97), 유탕면류 1.88(1.17~2.42), 시리얼류 1.29(0.87~2.92) 그리고 곡류가공품 0.30(0.06~1.57)이었다. 칼슘과 마그네슘의 중량비는 과채주스 1.85(0.87~5.04), 과채음료 28.72, 혼합음료 2.97, 두유류 5.27(2.93~9.36), 국수 3.97(1.34~7.57), 유탕면류 6.77(4.63~10.78), 시리얼류 4.40(2.30~12.55) 그리고 곡류가공품 1.17(0.23~7.48)이었다.

이와 같은 결과로 칼슘의 함량과 칼슘 강화식품에서 칼슘과 다른 무기질들의 비율에 대한 엄격한 관리가 필요하고 또한 과도한 영양 문제를 방지하기 위해 영양강화식품의 식품 표시 및 영양에 대한 더 많은 이해 방안이 모색되어야 한다는 것을 제안할 수 있다.

참고문헌

1. 김선효.: 우리나라 일부 초등학생과 중학생의 영양강화식품 섭취 실태 및 영양강화식품을 통한 비타민과 무기질 섭취량 조사. *Korean J. Food Culture.* **26**(3), 295-306 (2011).
2. Brown A.: Understanding Food: Principles and Preparation. Wadsworth, Belmont, 43-46 (2000).
3. Keen C. L., Zidenberg-Cherr S.: Should vitamin-mineral supplements be recommended for all women with childbesring potential?. *Am. J. Chin. Nutr.* **59**, 532S-539S (1994).
4. Chang S. O.: Current status of nutrient fortification in processed foods and food policies in other countries. *J. Korean Diet. Assoc.* **5**(2), 205-214 (1999).
5. Chang S. O.: Current status of nutrient fortification in processed foods and nutrition labeling. *J. Korean Diet. Assoc.* **4**(2), 160-167 (1998).
6. Gray, G. E., Paganin-Hill, A. and Ross, R. K.: Diet intake and nutrient supplement use in a southern California retirement community. *Am. J. Clin. Nutr.* **38**, 122 (1983).
7. Raab, C. A., Bock, M. A., Carpenter, K., Medeiros, D., Ortiz, M., Read, M., Shutz, H. G., Sheehan, E.T. and Williams, D. K.: Targeting messages to supplement users. *J. Am. Diet. Assoc.* **89**, 545 (1989).
8. 신영, 김성단, 김복순, 윤은선, 장만수, 정선옥, 이용철, 김정헌, 채영주.: 유통음료 및 액상차 중의 비타민과 미네랄 함량. *J. Fd Hyg. Safety.* **26**(4), 322-329 (2011).
9. Expert Group on Vitamin and Minerals. Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals. (2003).
10. 김미경, 왕수경, 신동순, 정해랑, 권오란, 배계현, 노경아, 박주연.: 생활 속의 영양학. (2006).
11. 한국인 영양섭취 기준, 한국영양학회 (2010).
12. Susan J.: Symposium on 'Micronutrient interactions' iron-zinc and calcium-Fe interactions in relation to Zn and Fe absorption. *Proc. Nutr. Soc.* **54**, 465-473 (1995).
13. Cook J. D., Dassenko S. A., Whittaker P.: Calcium supplement:

Effect on iron absorption. *Am. J. Clin. Nutr.* **53**, 106-111 (1991).
14. 김욱희, 김을상.: 우리나라의 칼슘강화식품의 무기질 함량에 관한 연구. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**(1), 96-101 (2003).
15. Hallnerg L. Rassander-Hulthen L, Brune M, Gleerup A.: Calcium and iron absorption: mechanism of action and nutritional impotance. *European J. Clin. Nutr.* **46**, 317-327 (1992).
16. 김숙희(대표저자).: 최신고급영양학. **1판**, 신광출판사, 서울, 254-307 (1999).
17. Yu C. H., Hong H. O.: A study on Ca metabolism of college women eating usual Korean diet. *Korean J. Nutr.* **28**, 1049-1055 (1995).