

일부 한국인 아동의 나트륨과 칼슘 섭취 및 배설에 관한 연구

이경화 · 최인선 · 오승호

전남대학교 가정대학 식품영양학과

A Study on Intake/excretion of Sodium and Calcium in Korean Children

Lee, Kyung Hwa · Choi, In Seon · Oh, Seung Ho

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, Kwang-Ju, Korea

ABSTRACT

In this study, the food intake, feces and urine of 16 primary school age boys and girls were collected and intake and excretion of sodium and calcium were measured. The boys and girls were 8-12 years old and measurement continued for four weeks during which they maintained their normal living pattern and body weight. Each boy's and girl's daily intake and excretion of sodium and calcium were measured and apparent digestibility and balance were also studied.

The results were as follows.

1) Mean daily intake of sodium was 8.52 ± 0.38 g for the boys and 7.31 ± 0.44 g for the girls. The mean value in males was significantly higher than that in females ($p < 0.05$). Mean daily intake of calcium was 411.0 ± 16.0 mg for the boys and 356.5 ± 15.4 mg for the girls. The mean value in males was significantly higher than that in females ($p < 0.01$).

2) Mean daily fecal loss and apparent digestibility of sodium was 0.32 ± 0.04 g and 96 % for the boys and 0.52 ± 0.07 g and 93 % for the girls. The fecal loss mean value in males was significantly lower than that in females ($p < 0.05$). Mean daily fecal loss and apparent digestibility of calcium was 299.8 ± 8.3 mg and 29 % for the boys and 194.1 ± 14.3 mg and 46 % for the girls. The fecal loss mean value in males was significantly higher than that in females ($p < 0.01$).

3) Mean daily urinary loss of sodium was 6.55 ± 0.50 g and showed the positive balance of 1.65g for the boys and 5.67 ± 0.20 g and showed the positive balance of 1.12g for the girls. The urinary loss mean values of the two groups were not significantly different. Mean daily urinary loss of calcium was 42.8 ± 5.1 mg and showed the positive balance of 79.4mg for the boys and 25.0 ± 1.64 mg and showed the positive balance of 137.4mg for the girls. The urinary loss mean value in males was significantly higher than that in females ($p < 0.01$).

KEY WORDS : food intake · fecal loss · urinary loss · apparent digestibility · balance.

서 론

우리나라는 급속한 경제발전과 생활수준의 향상으로 질병양상이 선진국형으로 변하고 있으며, 1993년 통계청¹⁾이 발표한 우리나라 사람들의 사망원인 중 고혈압과 관계가 깊다고 생각되는 뇌혈관질환, 심장병 및 고혈압 질환의 사망원인 순위가 각각 1,2 및 5위가 되고 있다. 본태성 고혈압의 원인과 발생기전에 관해서는 아직 완전히 규명되지는 못하고 있으나 식염의 과잉 섭취가 중요한 요인으로 지적되고 있다²⁾.

생체내에서 나트륨은 주로 세포외액에 존재하며 수분과 같이 세포외액의 삼투압을 조절하여 항상성을 유지하고 있으며 나트륨의 생체내 보유로 인하여 세포외액량의 증가를 초래하여 부종과 고혈압의 유발요인이 된다고 일반적으로 믿어지고 있다^{3,4)}. 나트륨과 고혈압 발생 관계에 관하여서는 Ambordor와 Beaujard⁵⁾가 나트륨과 혈압간에 정의 상관관계가 있음을 보고한 이래 그 이후 여러 학자들은 식염 감소가 혈압저하에 일차적 효과가 있음을 보고하였다^{7,8)}. 특히 전통적으로 식염 섭취가 높은 우리나라에서는 나트륨의 과다섭취는 고혈압 발생과 밀접한 관계가 있는 것으로 일반적으로 인정되고 있다.

칼슘은 무기질 중 인체내에 가장 많이 존재하는 다량 원소로 체내에 있는 칼슘의 약 99%가 뼈와 이의 구성성분으로 존재한다. 매일 500~600mg의 칼슘을 섭취하는 정상 성인의 24시간 소변 칼슘 배설량은 약 100~300mg으로, 흡수불량이거나 섭취수준이 낮을 때도 부갑상선호르몬 영향으로 골격에서 칼슘이 유출되기 때문에 소변으로의 칼슘배설은 여전히 지속된다. 또한 흡수와는 관계없이 고나트륨섭취^{9,10)}, 고단백질섭취^{11,12)} 등 제 요인들이 칼슘의 소변 배설에 영향을 준다.

무기질이 체내에서 대사작용에 참여하는 경우 2종류 이상의 무기질이 상호간에 특별한 관계를 가지고 흡수이용을 돕거나 저해하는 경우가 있다¹³⁾. 오래전부터 고나트륨 섭취는 신장으로의 칼슘배설에 영향을 주는 요인중의 하나로 인식되어 왔으며, 여러실험에서 나트륨과 칼슘과의 관계를 연구해 왔다. Walser¹⁴⁾는 개를 대상으로 한 연구에서 칼슘과 나트륨의 renal clearance 사이에 직접적인 관계가 있음을 제시했으며 MaCarron¹⁵⁾과

Nakamura¹⁶⁾은 식이 나트륨의 섭취를 증가시키면 소변으로의 나트륨 배설 뿐 만 아니라 칼슘 배설을 증가시킨다고 했다. 즉 나트륨과 칼슘은 혈액의 주요 양이온으로 신장에서의 재흡수 기전을 공유하고 있기 때문에 과잉의 나트륨 섭취는 소변 중 칼슘 배설량을 증가시킨다는 보고가 있다^{17,18)}.

이러한 측면에서 볼때 우리나라 사람들의 하루 평균 식염 섭취량은 약 20g정도¹⁹⁾로, WHO 권장량²⁰⁾에 비해 거의 2배에 가까운 수치를 보이는 고나트륨 식생활 구조를 보였다. 한편 1994년 국민영양조사²¹⁾를 통한 아동의 하루 평균 칼슘 섭취량은 538mg으로 권장량²²⁾에 비하여 매우 낮은 저칼슘섭취 상태는 소변으로의 칼슘 배설을 더욱더 유도하는 결과를 초래함으로써 아동의 성장발육에 큰 장애요인으로 영향을 미칠것이다.

식염 섭취는 문화, 관습, 식습관에 따라 영향을 받으며, 특히 고염식에 대한 기호도는 어릴때 형성되므로²³⁾ 성장이후 고혈압의 이환율을 감소시키는 측면에서 뿐만 아니라 정상적인 성장발육을 위하여 성장기 아동에게 저염식 식품기호를 형성시켜 준다는 것은 국민 건강상 중요한 의미가 있다고 사려된다.

본 연구에서는 8~12세의 한국인 남녀 아동 각각 8명씩을 대상으로 4주간 자유롭고 평상시와 유사한 식생활 환경을 유지시키면서 섭취한 모든 음식과 배설한 대변 및 소변을 수거하였다. 이로부터 나트륨과 칼슘의 섭취량과 배설량을 측정하여 한국 아동들에 있어 나트륨과 칼슘의 체내 흡수율과 평형상태를 정확히 파악함으로써 국민학교 아동들에 대한 섭취지도 및 영양교육자료를 얻고자 수행하였다.

연구방법

1. 실험대상

대상자는 외견상 특기할 만한 이상이 없는 8~12세의 남녀 국민학생 각각 8명씩을 선정하였으며 각 대상자별 실험 첫날과 마지막날의 신체상황은 Table 1과 같다.

모든 실험 대상자들은 실험 마지막날 혈액을 채취하여 hemoglobin(Hb) 및 hematocrit(Hct)치와 혈청 중 albumin/globulin (A/G) ratio를 측정²⁴⁾한 것(Table 2참조)과 임상증상의 이상유무를 토대로 실험기간 중 각

Table 1. Physical characteristics of each subject

Subject	Age (yr)	Height (cm)		Weight (kg)		Skinfold thickness ¹⁾ (mm)	
		Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final
Male							
1	11.3	129.9	129.9	26.6	27.4	25.2	26.2
2	9.8	141.0	141.5	32.0	33.0	30.0	30.4
3	9.8	125.6	125.6	22.6	22.6	19.6	19.4
4	11.3	139.5	140.0	35.7	35.7	44.1	44.1
5	11.3	136.0	136.0	27.9	29.3	17.4	18.0
6	11.3	136.4	137.3	30.7	32.4	26.2	26.0
7	10.5	127.5	127.6	29.9	29.9	20.6	20.5
8	10.8	134.3	135.4	27.1	27.9	23.0	23.4
Female							
1	8.8	119.3	120.5	22.4	23.5	26.0	16.2
2	11.8	141.0	141.2	27.8	30.6	24.8	24.2
3	12.6	141.4	141.9	36.3	38.0	42.4	40.0
4	10.4	128.5	129.3	25.8	26.3	24.2	25.8
5	8.1	118.8	119.6	22.7	24.2	34.2	34.8
6	9.8	133.7	134.2	27.0	27.5	24.6	29.2
7	12.4	154.5	156.5	41.5	43.2	39.8	41.0
Mean \pm SE ²⁾ for male	10.8 ± 0.2	133.8 ± 2.0	134.2 ± 1.9	29.1 ± 1.4	29.8 ± 1.4	25.8 ± 3.0	26.0 ± 3.0
Mean \pm SE for female	10.6 ± 0.6	133.9 ± 4.5	134.7 ± 4.6	29.1 ± 2.7	30.5 ± 2.8	30.9 ± 3.0	31.4 ± 2.7

1) The sum of biceps, triceps, abdomen and subscapular skinfold thickness

2) Mean \pm Standard error

대상자들의 건강상태를 관찰하였다.

2. 실험기간

처음 2주간을 실험환경에 적응하기 위한 예비실험기간으로 하고 이후 4주간을 본 실험기간으로 하였다.

3. 급 식

모든 음식물은 예비실험을 통해서 측정된 각 대상자의 식품섭취빈도수와 섭취량을 참고로 급식하였으며 추가 섭취나 잔여량은 급여량에서 가감하여 실제 섭취량을 구하였다. 각 대상자들은 평상시와 똑같이 자유스런 생활을 하면서 주어진 식단표에 의하여 만들어진 음식을 한 장소에서 비교적 일정한 시간(아침 7:00, 점심 12:30 및 저녁 6:30)에 영양사 및 연구보조원들의 관리하에 섭취토록 하였다. 식단은 1주일치를 작성하여 반복 사용하였으며 그 식단 내용은 Table 3과 같다. 간식은 식이섭취기록을 통해서 실제 섭취량을 구하였다.

4. 시료의 채취 및 처리

음식물 및 배설물 시료의 채취는 예비실험 기간의 2주 중 마지막 1주 및 본 실험기간 4주에 걸쳐 각 대상자들이 섭취하는 모든 음식물(간식포함)과 그리고 배설물로서 대변 및 소변의 전량을 수거하였고 각각의 총량을 측정정한 후 그 일부를 분석용 시료로 사용하였다. 즉 음식물은 각 대상자들이 섭취하는 양과 동량을 평취하고 대변은 1일1회 기상직후 미리 칭량된 용기에 수집하여 음식물 및 대변의 양과 대략 동량의 물과 함께 균질기에서 곱게 균질화 시킨후 그 일부를 밀폐된 용기에 넣어 -20℃ 냉동고에 보관하였다. 소변은 24시간치를 toluene 3~4 방울이 들어 있는 3000ml 용량의 용기에 수집하여 총량을 측정 후 그 일부를 밀폐된 용기에 넣어 -20℃ 냉동고에 보관하였다. 뇨 중 creatinine함량은 Jaffe modified측정법²⁵⁾을 사용하여 비색법으로 측정하

일부 한국인 아동의 나트륨과 칼슘 섭취

Table 2. Laboratory findings of blood in each subject

Subject	Hemoglobin (g/dl)	Hematocrit (%)	A/G ratio
Male			
1	12.8	35.2	1.65
2	11.7	36.5	1.73
3	12.9	40.1	1.67
4	11.7	36.4	1.70
5	12.5	35.0	1.70
6	13.5	39.5	1.70
7	12.7	35.3	1.70
8	11.7	37.5	1.70
Female			
1	13.0	34.1	1.70
2	12.8	38.0	1.71
3	12.8	39.2	1.70
4	12.3	35.3	1.70
5	12.1	36.4	1.71
6	14.0	40.9	1.71
7	14.0	41.7	1.71
Normal range ¹⁾	11.9~14.9	35.0~37.0	1.50~2.50

1) 이삼열·정윤섭 : 임상병리 검사법. 연세대학교 출판부 : 75-225, 1987

였다.

5. 식이와 배설물 중 나트륨 및 칼슘의 함량 측정

수거하여 냉동고에 보관하였던 식이, 대변 및 소변시료는 실온에서 해동하여 그 중 일정량을 습식분해법²⁶⁾으로 분해 시킨후 ICP(Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy, Jobin Yvon, France)를 이용하여 Table 4와 같은 조건에서 나트륨 및 칼슘의 함량을 분석하였다.

6. 통계처리

실험결과와 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System)통계패키지 프로그램을 이용하여 평균과 표준오차(Mean±SE)로 구하였고 남녀간 비교는 t-test로 실시하였다. 각 항목간의 상관관계는 Pearson의 상관계수로 처리하였다.

결과 및 고찰

1. 대상자의 일반사항

모든 대상자들은 전 실험기간 동안 실험환경 및 주어

진 식단에 잘 적응하였다. 총 에너지 섭취량에 대한 당질, 단백질 및 지방질의 평균 구성비는 남자 아동이 각각 70.0±0.5%, 10.2±0.3% 및 19.9±0.5%이었으며 여자 아동이 각각 74.0±1.7%, 10.7±0.3% 및 15.3±0.5%로 남자 아동과 비슷하였다. 실험기간 동안 대상자들의 신체상황은 Table 1과 같다. 신장 및 체중은 남학생인 경우 각각 134.2±1.9cm 및 29.8±1.4kg이었고, 여학생의 경우 각각 134.7±4.6cm 및 29.1±2.7kg으로 남녀간의 유의차는 없었으며 한국인 신장 및 체중 기준치²²⁾(남자인 경우 각각 142cm 및 37kg; 여자인 경우 각각 142cm 및 36kg) 보다는 다소 낮은 경향을 보였다. 혈액학적 및 임상증상에는 이상이 없었다(Table 2참조).

2. 나트륨 섭취량 및 배설량

본 연구 대상자들의 1일 총 나트륨 섭취량 및 배설량은 Table 5와 같다. 나트륨의 섭취량은 남자 아동의 경우 각 대상자별 5.67~10.78g/day 범위로 평균 8.52±0.38g/day이었으며 여자 아동의 경우 각 대상자별 5.99~9.09범위로 평균 7.31±0.44g/day으로 남자아동이 여자아동에 비해 유의적(p<0.05)으로 섭취량이 높았다. 이를 NaCl로 환산하면 남녀 각각 약 21g 및 18g에 해당하는 양으로 우리나라 하루 평균 식염 섭취량 20g¹⁹⁾과 비슷한 섭취양상을 보였다. 본 연구와 같은 방법으로 조사한 김영선과 백희영²⁷⁾의 여대생을 대상으로 한 보고에서 1일 나트륨의 평균 섭취량 169.6mEq(NaCl=9.8g) 보다 훨씬 많은 양이고, 박영숙²⁸⁾의 일상식을 하는 20세 여성들에게서의 4582±835mg(NaCl=11.6g) 보다는 훨씬 많은 양이다. 박태선과 이기열²⁹⁾의 식이조사방법으로 구한 1인 1일 나트륨 섭취량이 남자대학생의 경우 5025±1521mg/day(NaCl=12.7g)에 비해서도 훨씬 많은 양을 섭취하고 있었다. 또한 나트륨 섭취를 150mEq/day(NaCl=8.7g)²²⁾를 넘지 않도록 권장하고 있는 현 실정에 비하면 2배가 넘는 섭취양상을 보이고 있다. 김영선과 백희영²⁷⁾의 보고에 의하면 우리나라 경우는 식염으로 인한 나트륨 섭취량(소비자 조절가능)이 72.8%로 미국의 35~40%와 비교해 볼 때 짜게 먹는 식습관이 나트륨 과잉섭취의 주원인이 된다고 하였다. 또한 김준규³⁰⁾는 한국인이 다량의 식염을 섭취하는 것은

Table 3. The kind of diet used.

	Breakfast	Lunch	Supper
Monday	*Cooked rice *Soybean paste soup with sireki *Kimchi *Milk	*Cooked rice *Kimchi *Danmooji *Milk	*Cooked rice *Kimchi *Cucumber kimchi *Cracker
Tuesday	*Cooked rice *Soybean sprout soup *Kimchi	*Cooked rice *Kack doo ki *Bread *Milk	*Cooked rice *Steamed chicken *Kimchi *Bread
Wednesday	*Cooked rice *Radish soup *Kimchi *Milk	*Cooked rice *Steamed fish cake *Castella *Milk	*Cooked rice *Kimchi *Steamed fish cake *Spinach,seasoned
Thursday	*Cooked rice *Soybean paste soup with sireki *Kack doo ki *Curry rice *Kimchi	*Cooked rice *Kack doo ki *Glutinous rice cake *Milk	*Cooked rice *Kimchi *Cracker
Friday	*Cooked rice *Soybean sprout soup *Kimchi *Milk	*Cooked rice *Kimchi *Bread, pockmarked *Milk	*Cooked rice *Stew with pomfret *Kimchi *Moochungkimchi *Soybean paste soup *Candy *Milk
Saturday	*Cooked rice *Soybean paste soup with sireki *Kack doo ki *Kimchi	*Cooked rice *Kimchi *Steamed egg, seasoned *Jam bread *Milk	*Cooked rice *Fungus,seasoned *Radish soup with sireki
Sunday	*Cooked rice *Egg soup *Kack doo ki *Milk	*Cooked rice *Kack doo ki *Soy sprout, seasoned *Margarine	*Cooked rice *Kimchi *Cracker

저단백질 섭취에 기인한다고 하여, 단백질 섭취량과 식염섭취 사이에 역상관계가 존재한다고 하였다.

나트륨은 주로 뇨 중으로 배설되나 땀 및 대변으로도 소량 배설된다. 본 연구 대상자들의 1일 대변으로의 나트륨 배설량은 남자아동은 0.09~0.56g/day범위로 평균 0.32±0.04g/day이었으며 여자아동은 0.30~0.97g/day 범위로 평균 0.52±0.07g/day이었다. 이를 NaCl로 환산하면 남녀 각각 0.8g 및 1.3g에 해당되며 이는

남녀 아동의 1일 총 나트륨 섭취량의 3.8% 및 7.1%로서 남자아동이 여자아동에 비해 유의적(p<0.05)으로 낮았다. 이것은 오승호³¹⁾의 남자 대학생을 대상으로 한 대변 중 나트륨 배설량 0.24±0.02g/day와 비슷한 바 1일 대변으로의 나트륨 배설량에 관한 연구가 많지 않으나 이것이 한국인들이 상용하는 식이 중 나트륨의 흡수율 범위를 나타내는 성적이라 생각된다.

뇨 중 나트륨 배설량은 나트륨 섭취량, 신장기능 및 신

일부 한국인 아동의 나트륨과 칼슘 섭취

Table 4. Operating conditions of ICP Emission Spectro Analyzer for the analysis of sodium and calcium

		Condition
Wavelength spectrum(nm)	for Sodium	588.995
	for Calcium	393.366
Line gas pressure(psi)		70.0
Coolant gas flow rate(l/min)		12.0
Nebulizer	Sample gas pressure(psi)	40.0
	calcium gas flow rate(l/min)	0.4
	Pump rate(ml/min)	1.5
Integration	Period(sec)	10.0

Table 5. Dietary intake, fecal loss and urinary excretion of sodium during a 4-week study

Subject	Sodium Intake	Excretion ²⁾	
	Measured ¹⁾	Feces	Urine
Male			
1	5.67±0.26	0.19±0.02	4.59±0.34
2	7.68±0.03	0.19±0.03	7.31±0.74
3	8.36±0.18	0.09±0.11	6.11±1.35
4	9.76±1.52	0.41±0.11	7.52±0.93
5	0.78±1.38	0.18±0.22	6.91±1.60
6	8.95±0.89	0.39±0.05	5.63±0.40
7	9.00±0.44	0.56±0.05	6.97±1.30
8	8.78±0.57	0.34±0.07	5.76±1.12
Female			
1	8.33±0.80	0.40±0.07	6.02±0.19
2	5.99±0.23	0.97±0.06	4.63±0.19
3	4.76±0.90	0.45±0.06	4.88±0.94
4	9.09±0.76	0.30±0.07	6.60±0.16
5	7.27±0.43	0.47±0.16	5.68±0.19
6	6.22±0.14	0.58±0.12	5.45±0.06
7	8.70±0.08	0.48±0.08	5.99±0.02
Mean±SE ³⁾ for male	8.52±0.38*	0.32±0.04*	6.55±0.50 ^{NS}
Mean±SE ³⁾ for female	7.31±0.44	0.52±0.07	5.67±0.20
Total±SE	8.04±0.30	0.39±0.04	6.16±0.29

1) Sodium intake measured by inductively coupled plasma emission spectroscopy

2) Sodium excretion measured by inductively coupled plasma emission spectroscopy

3) Values are mean standard error

*Significantly different from the mean values of females (P<0.05)

NS : Not significant

장혈류량 등 여러요인으로 예민하게 변화하는데 본 연구 대상자들의 1일 소변 중 나트륨 배설량은 남자아동의 경

우 4.59~7.31 g/day 범위로 평균 6.55±0.50 g/day이 었으며 여자아동의 경우 4.63~6.60 g/day범위로 평균 5.67±0.20 g/day였다. 이것을 NaCl로 환하면 남녀 아 동 각각 17g 및 14g에 해당되며 남자아동이 여자아동에 비해 배설량이 많았으나 유의적 차이는 없었다. 이는 남 녀 아동의 1일 총 나트륨 섭취량의 77 % 및 78 %로 총 섭취량의 85~87 %가 뇨 중으로 배설된다는 De War dener³²⁾의 보고와 한국인에서 총 나트륨 섭취량의 84.5 % 가량이 24시간 소변으로 배설된다는 김연선과 백희 영²⁷⁾결과 및 남자 대학생의 경우 총 나트륨 섭취량의 86 %가 뇨중으로 배설된다는 오승호³¹⁾의 결과 보다는 다소 낮은 경향을 보였다.

3. 칼슘 섭취량 및 배설량

본 연구 대상자들의 1일 총 칼슘 섭취량 및 배설량은 Table 6과 같다. 칼슘 섭취량은 남자 아동의 경우 각 대 상자별 346.9~500.8mg/day 범위로 평균 422.0±16.0mg/day이었으며 여자 아동의 경우 각 대상자별 311.6~433.8mg/day 범위로 평균 356.5±15.4mg/day이 었고 이는 남자아동이 여자아동에 비해 섭취량이 유의적 (p<0.05)으로 높았다. 식품성분표³³⁾를 이용하여 환산 한 칼슘 섭취량은 남자 아동의 경우 각 대상자별 415.2~512.3mg/day 범위로 평균 475.4±11.9mg/day이 었으며 여자 아동의 경우 각 대상자별 319.3~476.3mg/day 범위로 평균 419.0±29.7mg/day이었다. 이 는 실측치가 식품성분표를 이용한 계산치에 비해 남자아 동의 경우 11.2 %, 여자아동의 경우 14.9 % 낮았다. 이 것은 백희영³⁴⁾의 식이섭취기록을 통한 식품성분표로 환 산한 칼슘 섭취량은 552mg이었으나 식이수거분석에 의 한 칼슘 섭취량은 462mg로 실측치가 낮았다는 결과와 유사한 양상을 보였다.

칼슘은 반드시 식이로 섭취되어야 하며 아동에 있어서 적당한 칼슘섭취는 골격형성에 필수요소이고, 노령기의 골다공증의 위해를 줄일 수 있는 주요 식이인자로 주목 받는 무기질로서³⁵⁾³⁶⁾, 근래 이윤나 등³⁷⁾의 고소득 아동을 대상으로 한 영양실태조사에서 칼슘 섭취량이 권장량의 101.7 %에 해당되는 칼슘을 섭취한다고 보고 한 바 있 으나, 본 실험에서는 남녀 아동 각각 한국인영양권장량 의 54 % 및 44 %밖에 이르지 못하는 상당히 낮은 섭취

Table 6. Dietary intake, fecal loss and urinary excretion of calcium during a 4-week study

Subject	Calcium Intake		Feces	Excretion ³⁾	
	Table ¹⁾	Measured ²⁾		Urine	
Male					
1	430.7 ± 22.2	346.9 ± 27.9	304.1 ± 18.3	26.7 ± 3.6	
2	498.7 ± 11.4	425.4 ± 28.4	300.4 ± 0.9	23.2 ± 0.8	
3	510.3 ± 21.2	406.7 ± 29.4	292.3 ± 4.9	34.7 ± 6.4	
4	512.3 ± 4.8	463.7 ± 59.3	266.3 ± 38.5	75.2 ± 11.8	
5	504.5 ± 28.2	500.8 ± 30.5	319.6 ± 16.6	60.6 ± 16.6	
6	415.2 ± 4.5	398.5 ± 12.4	300.4 ± 0.9	39.4 ± 0.6	
7	482.4 ± 34.8	412.1 ± 12.4	301.7 ± 1.2	29.8 ± 4.5	
8	449.3 ± 28.9	394.4 ± 10.4	324.0 ± 20.1	40.6 ± 4.8	
Female					
1	403.6 ± 74.4	433.8 ± 14.2	257.5 ± 54.5	19.7 ± 0.9	
2	487.1 ± 42.0	311.6 ± 10.7	171.9 ± 11.3	23.3 ± 0.6	
3	319.3 ± 70.0	351.6 ± 1.7	183.6 ± 2.3	33.9 ± 4.2	
4	379.5 ± 38.1	333.2 ± 14.6	151.2 ± 13.3	25.4 ± 1.6	
5	420.7 ± 94.4	362.5 ± 5.2	174.6 ± 20.6	30.1 ± 3.2	
6	431.0 ± 70.3	317.5 ± 25.8	217.9 ± 15.2	22.8 ± 0.9	
7	476.3 ± 86.0	372.8 ± 9.4	202.3 ± 15.4	19.8 ± 3.2	
Mean ± SE ⁴⁾ for male	475.4 ± 11.9	422.0 ± 16.0**	299.8 ± 8.3***	42.8 ± 5.0*	
Mean ± SE for female	419.0 ± 29.7	356.5 ± 15.4	194.1 ± 14.3	25.0 ± 1.6	
Total ± SE	-	397.0 ± 12.6	260.9 ± 11.1	34.3 ± 3.2	

1) Calcium intake calculated by the table

2) Calcium intake measured by inductively coupled plasma emission spectroscopy

3) Calcium excretion measured by inductively coupled plasma emission spectroscopy

4) Values are mean standard error

*Significantly different from the mean values of females

(*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001)

Table 7. Metabolism of sodium and calcium in subject

	Intake	Excretion		Apparent(%) digestibility	Balance
		Feces	Urine		
Sodium(g/day)					
male	8.52 ± 0.38	0.32 ± 0.04	6.55 ± 0.50	96	1.65
female	7.31 ± 0.44	0.52 ± 0.11	5.67 ± 0.20	93	1.12
Total	8.04 ± 0.30	0.39 ± 0.04	6.16 ± 0.29	95	1.48
Calcium(mg/day)					
male	422.0 ± 16.0	299.8 ± 8.3	42.8 ± 5.1	29	79.4
female	356.5 ± 15.4	194.1 ± 14.3	25.0 ± 1.6	46	137.4
Total	397.0 ± 12.6	260.9 ± 11.1	34.3 ± 3.2	38	108.4

양상을 보이고 있고 최근 국민영양조사보고 결과서에 따르면 칼슘 섭취량이 증가하는 추세를 보이나, 92년도 전국 평균 섭취량이 538mg/day로 아직도 권장량에 미치지 못하는 바 양적·질적으로 칼슘 섭취를 향상시키는

것이 바람직하다고 사려된다. 더우기 과량의 나트륨 섭취는 체내 칼슘배설을 증가시킨다는 점¹⁵⁾을 고려할 때 짜게 먹는 우리나라 아동에 있어 칼슘 섭취 문제는 더욱 심각하다 하겠다.

일부 한국인 아동의 나트륨과 칼슘 섭취

칼슘의 배설은 대변, 소변, 피부를 통해 일어나는 것으로 알려져 있다. 성인여성을 대상으로 구제옥과 최혜미³⁸⁾에 의하면 칼슘 섭취량이 1일 400mg 가량 일때 대변으로의 칼슘 배설량이 281~315mg이었다. 또한 성인 남녀를 대상으로 한 이윤나 등³⁷⁾의 보고에 의하면 칼슘 섭취량이 남녀 각각 543.2mg/day 및 533.2mg/day일 때 대변으로의 칼슘 배설량이 346.2mg/day 및 267.1mg/day임을 보였는데 본 실험 대상자의 대변으로의 칼슘 배설량은 남자 아동의 경우 266.3~319.6mg/day 범위로 평균 299.8±8.3mg/day이었으며 여자 아동의 경우 각 대상자 별 151.2~257.5mg/day 범위로 평균 194.1±12.3mg/day이었고 남자아동이 여자아동에 비해 유의적(p<0.05)으로 높았다. 즉 대변 중 칼슘 배설이 높은 것은 이들 식이가 주로 식물성 식품으로부터 칼슘을 공급받았음에 기인하는 것으로 해석 할 수 있겠다³⁹⁾. 본 실험에서 외견적 흡수율이 남아 아동 각각 29%, 46%로 여자 아동이 유의적(p<0.05)으로 높았다. 이것은 칼슘의 외견적 흡수율 30~40%내의 일반적 범주형에 속한다²²⁾.

소변을 통한 칼슘 배설량은 Abrans와 Stuff⁴⁰⁾의 보고에 의하면 10.9세 여자아동이 931mg/day의 칼슘 섭취 시에 소변으로의 칼슘 배설이 84mg/day이었는데 본 연구에서 칼슘 섭취량이 남녀 각각 422.0mg/day 및 356.5mg/day 이었을 때 소변으로의 칼슘 배설이 남아 아동 각각 42.8±3.8mg/day과 25.1±1.7mg/day으로 동 연령과는 비슷한 양상을 보여주고 있다. 반면 성인 여성을 대상으로 한 이일하 등³⁹⁾의 보고에 의하면 칼슘 섭취량이 543mg/day 일때 소변으로 배설되는 양이 161.7mg/day으로 본 실험에 비하여 높은 경향인데 이것은 본 실험 대상자들이 성장기 아동이기 때문에 소변으로의 배설량이 적었을 것 이라고 사려된다.

4. 나트륨과 칼슘 섭취량 및 배설량 제 요인과의 상관관계

아동의 나트륨과 칼슘 섭취 및 배설에 관련되는 제 요인과의 상관관계는 Table 8에 나타났다.

나트륨의 섭취량이 많으면 creatinine 배설량도 높아지는(p<0.01, r=0.49181) 정상관관계를 나타냈으며 소변으로의 나트륨 배설량이 많으면 또한 소변으로 칼슘

Table 8. Pearson's correlation coefficients between total sodium, calcium intake and excretion and related variables at subjects

	Total Na intake	Fecal Na excretion	Urinary Na excretion	Total Ca intake	Fecal Ca excretion	Urinary Ca excretion	Urinary creatinine excretion	Urine volume
Total Na intake	-0.20327							
Fecal Na excretion	0.10066							
Urinary Na excretion	0.63694***	-0.14849						
Total Ca intake	0.36545*	-0.15135	0.13588					
Fecal Ca excretion	0.23317	0.00306	0.17999	0.45993**				
Urinary Ca excretion	0.49181**	-0.39705*	0.50343**	0.30376	0.22453			
Urinary creatinine excretion	0.13126	-0.06196	0.18020	0.27799	0.31378	0.1610		
Urine volume			0.18203	0.35754**	0.46956**	0.40537*	0.07704	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

배설량도 많아짐($p < 0.01$, $r = 0.50343$)을 보여주었다. 이것은 소변으로의 칼슘 배설과 나트륨 배설간에 유의적인 정상관관계가 존재함을 제시하는 여러연구⁹⁾¹⁴⁾¹⁵⁾에서 관찰된 것과 일치한 결과이다. 또한 칼슘 배설량이 칼슘 섭취량과는 상관관계가 없다는 보고들과도 일치하는 것으로 보인다⁴¹⁾⁴²⁾.

요약 및 결론

본 연구는 8~12세의 남녀 국민학생 각각 8명씩을 대상으로 4주간 평상시와 같은 생활양식과 적정체중을 유지시키면서 각 대상자들이 섭취한 모든 음식과 배설한 대변 및 소변을 수거하여 나트륨 및 칼슘의 1일 1인당 섭취량과 배설량을 측정하였고, 이로부터 흡수율과 평형 상태를 구하였다. 그 성적을 요약하면 다음과 같다.

1) 1일 1인당 나트륨 섭취량은 남녀 아동 각각 $8.52 \pm 0.38g$ 및 $7.31 \pm 0.44g$ 으로 남자아동이 여자아동에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 칼슘 섭취량은 남녀 아동 각각 $422.0 \pm 16.0mg$ 및 $356.5 \pm 15.4mg$ 으로 남자아동이 여자아동에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.01$).

2) 1일 1인당 대변으로의 나트륨 손실량은 남녀 아동 각각 $0.32 \pm 0.04g$ 과 $0.52 \pm 0.07g$ 였다. 이로부터 소화 흡수율은 각각 96% 및 93%으로 남자아동이 여자아동에 비해 유의적($p < 0.05$)으로 높았다. 대변으로의 칼슘 손실량은 남녀 아동 각각 $299.8 \pm 8.3mg$ 과 $194.1 \pm 14.3mg$ 였다. 이로부터 소화흡수율은 각각 29% 및 46%으로 남자아동이 여자아동에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.01$).

3) 1일 1인당 소변으로의 나트륨 배설량은 남녀 아동 각각 $6.55 \pm 0.50g$ 및 $5.67 \pm 0.20g$ 로 $1.65g$ 과 $1.12g$ 의 양의 평형상태로 남자아동과 여자아동 사이에 유의적 차이는 없었다. 소변으로의 칼슘 배설량은 남녀 아동 각각 $42.8 \pm 5.1mg$ 및 $25.0 \pm 1.6mg$ 으로 남자아동이 여자아동에 비해 유의적($p < 0.05$)으로 높았다. 남녀 아동 각각 $79.4mg$ 및 $137.4mg$ 의 양의 평형상태를 보였다.

이상의 결과들로 보아 국민학교 아동들에 있어서 심급계 먹는 식습관을 기를 수 있는 영양교육의 필요성을 절실하게 느끼며 칼슘은 권장량 또는 그 이상으로 충분히 섭취할 수 있는 영양적 배려가 있어야 될 것이라고

생각된다.

Literature cited

- 1) 경제기획원 통계청. 사망원인 통계연보. 1993
- 2) Joossens JV and Geboers J. Dietary salt and risk to health. *Am J Clin Nutr* 45 : 1277-1288, 1987
- 3) Blaustein MP and Hamlyn JM. Role of a natriuretic factor in essential hypertension : An hypothesis. *Am Int Med* 98 : 785-791, 1983
- 4) Houston MC. Sodium and hypertension. *A review, Arch Intern Med* 146 : 179-185, 1986
- 5) Coruzzi P, Biggi A, Musiari L, Ceriati R, Mossini GL, Guerra A, Novarini A: Calcium and Sodium Handling During Volume Expansion in Essential hypertension. *Metabolism* 42(10) : 1331-1335, 1993
- 6) Dahl LK. Salt intake and Salt Need. *N Engl J Med* 258 : 1152-1205, 1958
- 7) Watkin DM, Froev HF, Gatcg FT, Gytman AB. Effects of diet in essential hypertension : 1. Baseline study ; effects in eighty six cases of prolonged hospitalization on regular hospital diet. 2. Results with unmodified Kempner Rice Diet in fifty hospitalized patients. *Am J Med* 9 : 428, 1951
- 8) Hatch FT, Werthein AR, Eurman G, Watkin DM, Froev HF, Epstein HA. Effects of diet in essential hypertension : 3. Alterations in sodium chloride, protein and fat intake. *Am J Med* 17 : 499, 1954
- 9) Massry SG, Coburn JW, Chapman LW. Effect of NaCl infusion on urinary Ca^{++} and Mg^{++} during reduction in their filtered loads. *Am J Physiol* 213 : 1218-1224, 1967
- 10) Kleeman CR, Bohannan J, Bernstein D. Effect of variations in sodium intake on calcium excretion in normal humans. *Proc Soc Exp Biol Med* 115 : 29-32, 1964
- 11) Johnson NE, Alcantara EN, Linkswiler HM : Effect of Level of protein intake on urinary and fecal calcium and calcium retention of young adults males. *J Nutr* 100 : 1425-1430, 1970
- 12) Margen S, Chu JY, Kaufman NA, Colloway DH. Studies in calcium metabolism 1 : The calciuretic effect of dietary protein. *Am J Clin Nutr* 27 : 584-

- 589, 1974
- 13) Lemann J Jr, Gray RW, Pleuss JA. Potassium bicarbonate, but not sodium bicarbonate, reduces urinary calcium excretion and improves calcium balance in healthy men. *Kidney Int* 35 : 688-695, 1989
 - 14) Walser M. Calcium balances as a function of sodium clearances in the dog. *Am J Physiol* 200(5) : 1099-1104, 1961
 - 15) McCarron DL, Rankin W, Bennett S, Krutzik M, Mclung Luft F. Urinary calcium excretions at extremes of sodium intake in normal man. *Am J Nephrol* 1 : 84-90, 1981
 - 16) Nakamura T, Ichikawa S, Sakamaki T. Effect saline infusion on urinary calcium excretion in essential hypertension. *Am J hypertens* 3 : 113-118, 1990
 - 17) Short C and Flynn A. Sodium-calcium interrelationship will specific reference to osteoporosis. *Nutr Res Rev* 3 : 101-115, 1990
 - 18) Castenmiller JJM, Mensink RP, Kouwenhoven T. The effect of dietary Sodium on urinary calcium and potassium excretion in normotensive men with different calcium intake. *Am J Clin Nutr* 41 : 52-60, 1985
 - 19) 홍명기. 한국인 고혈압증의 의학적 및 임상적 연구. 고려의대잡지. 9 : 55-77, 1975
 - 20) Journal of the American Dietetic Association. *Nutrition education* 85(5) : 616-618, 1985
 - 21) 보건사회부. '92국민영양조사보고서. 1994
 - 22) 한국영양학회. 한국인영양권장량. 제 6 차 개정. 1995
 - 23) 이세연. 한국인의 전해질 및 질소대사에 관한 연구. 대한내과학회지 8(12) : 27-41, 1965
 - 24) 이삼열 · 정운섭. 임상병리검사법. 연세대학교 출판부, 1987
 - 25) Bonsnes RW and Tausky HH. On colorimetric determination of creatinine by the jaffe reaction. *J Biol Chem* 158 : 581, 1945
 - 26) 임정남. 식품의 무기성분 분석. 식품과 영양 7(1) : 42-46, 1986
 - 27) 김영선 · 백희영. 우리나라 성인 여성의 Na 섭취량 측정방법의 모색. 한국영양학회지 30(5) : 341-349, 1987
 - 28) 박영숙. 나트륨 노배설량에 영향을 미치는 식이요인 및 식염 섭취량의 간이 추정법 개발. 서울대학교 대학원 학위논문, 1988
 - 29) 박태선 · 이기열. 한국대학생의 Sodium과 Potassium 섭취량 및 대사에 관한 연구. 한국영양학회지 18(3) : 194-200, 1985
 - 30) 김춘규. 한국인의 수분대사 및 신장기능에 관한 연구. 중양의학 4(6) : 477-486, 1963
 - 31) 오승호. 한국 남자 대학생의 Sodium과 Potassium 평형에 관한 연구. 한국영양학회지 20(6) : 538-545, 1991
 - 32) De Wardner HE. The kidney. 3rd ed pp. 71 Little and Brown Co, 1967
 - 33) 농정진흥청. 식품성분표. 제 4 개정판. 1991
 - 34) 백희영. 평상식이를 섭취하는 우리나라 성인 여성들의 주요 무기질 대사에 관한 연구. 숙명여자대학교 논문집 제 28 집, 549-563, 1988
 - 35) Matkovic V and Ilich JZ. Calcium requirements for growth : are current recommendations adequate? *Nutr Rev* 51(6) : 171-180, 1993
 - 36) Matkovic V, Fontata D, Tominc C, Goel P, Chesnut CH. Factors that influence peak bone mass formation : a study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *Am J Clin Nutr* 52 : 878-888, 1990
 - 37) 이윤나 · 김원경 · 이수경 · 정상진 · 최경숙 · 권순자 · 이은화 · 모수미. 서울지역 고소득 아파트단지내 급식 국민학교 아동의 영양실태조사. 한국영양학회지 25(1) : 56-72, 1992
 - 38) 구재옥 · 최혜미. 한국여성의 단백질 및 칼슘섭취가 칼슘대사에 미치는 영향. 한국영양학회지 21(2) : 99-112, 1988
 - 39) 이일하 · 이인열 · 노영희 · 백희영 · 김경숙 · 조재현. 우리나라 성인의 칼슘, 인 및 철분의 배설량에 관한 연구. 한국영양학회지 21(5) : 317-323, 1988
 - 40) Abrans SA and Stuff JE. Calcium metabolism in girls ; current dietary intakes lead to low rats of calcium absorption and retention during puberty. *Am J Clin Nutr* 60 : 739-743, 1994
 - 41) 조재현 · 백희영. 한국 젊은 성인 여성과 중년 성인 여성의 소변 중 Ca 배설과 이에 영향을 미치는 요인 분석. 한국영양학회지 25(2) : 132-139, 1992
 - 42) 이종오 · 최미숙 · 백인경 · 문수재 · 임승길 · 안광진 · 송영득 · 이현철 · 허갑범. 폐경기전 40대 한국여성의 영양섭취상태와 골밀도와의 관계. 한국영양학회지 25(2) : 140-149, 1992