

혼합식염 (NaCl-KCl) 이용 조리시 나트륨·칼륨 섭취와 소변 중 나트륨·칼륨 배설에 관한 연구*

박수정** · 백희영**§ · 이심열***

, ** 가 ***

The Influence of Mixed NaCl-KCl Salt on Sodium Intake and Urinary Excretion of Sodium and Potassium*

Park, Su Jeong** · Paik, Hee Young**§ · Lee, Sim Yeol***

Department of Food and Nutrition, ** Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
Department of Home Economics Education, *** Dongguk University, Seoul 780-350, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the influence of mixed NaCl-KCl salt on sodium intake and urinary excretion of sodium and potassium. In this study, 3-day food records for pre-experimental diet and 24-hr urine collected for 2-days, 6-day experimental diet food and 24-hr urine were used to evaluate the relationship between Na metabolism. In the experimental diet food, mixed NaCl-KCl salt was added. During the pre-experimental diet period, intakes of Na and K were 178.2 mEq and 56.4 mEq, respectively. The urinary excretion of Na and K in 24-hr were 139.6 mEq, 27.7 mEq, respectively and urinary Na/K ratio was 6.6. During the experimental diet period, intakes of Na and K were 130.2 mEq and 120.4 mEq, respectively. The urinary excretion of Na and K in 24-hr were 100.2 mEq, 37.1 mEq, respectively and urinary Na/K ratio was 2.8. According to this study, it is concluded that mixed NaCl-KCl salt diet decreased the intake of Na, and increased the intake of K. (*Korean J Nutr* 2007; 40(6): 500~508)

KEY WORDS : mixed NaCl-KCl salt, before experimental diet period, experimental diet period.

2005년 통계청에서 발표한 우리나라 사망원인 통계자료에 의하면 암, 뇌혈관 질환, 심장질환 등이 전체 사망원인 중 1, 2, 3위를 차지하고 있다. 뇌혈관 질환과 관상동맥 질환이 고혈압과 밀접한 관련이 있으며¹⁾ 소금의 구성성분인 나트륨의 과잉섭취가 고혈압의 진행에 큰 영향을 미친다는 연구 결과들이 있다.^{2,3)} Kim 등⁴⁾은 뇨의 나트륨 함량과 수축기 및 확장기 혈압이 양의 상관관계를 보였다고 하였다. 건강을 유지하는데 필요한 성인의 1일 나트륨 최소 필요량은 500 mg이며, 실제로는 1일 100 mg이면 충분하다.⁵⁾ 미국인을 위한 식사 지침서 (2005)에서도 1일 나트

륨의 섭취를 2300 mg이하로 제한하고 있다.⁶⁾ 우리나라의 경우 한국인 영양섭취기준 (2005)⁷⁾에 의하면 성인 남·녀의 나트륨 충분섭취량은 1,500 mg/일, 목표섭취량은 2,000 mg/일 이하로 제시하고 있다. 그러나 2005년 국민 건강영양조사⁸⁾에 의하면 우리나라 성인 남·녀의 나트륨 섭취량이 충분섭취량의 416.4%와 335.0%를 섭취하는 것으로 나타나 나트륨 섭취수준이 매우 높은 것을 알 수 있다. 또 전체 남자 대상자의 67.5%, 여자 대상자의 52.5%가 나트륨의 상한 섭취량 이상을 섭취하고 있었지만 칼륨 섭취량은 남·녀 모두 섭취가 낮았다. 또한 우리나라 국민이 섭취하는 나트륨의 주요 급원식품은 소금, 배추김치, 간장, 된장으로 조사되었다. 최근 건강과 관련하여 음식 섭취에 대한 관심이 증가되면서 나트륨 과다 섭취를 줄이기 위한 여러 가지 방안들이 모색되고 있다. Meneely 등⁹⁾은 고혈압과 고콜레스테롤 혈증에 KCl 첨가가 보호 작용을 하며, 8.4% NaCl에 4.7% KCl을 첨가한 식이를 쥐에게 먹었을 때 생존기간이 16~24개월 연장되었다고 보고하였다. Karppanen 등¹⁰⁾은 1972~1992년 동안 조사된 연구에서

접수일 : 2007년 6월 18일

채택일 : 2007년 9월 9일

*Some researcher participate to this research was received by support from BK21.

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail : hypaik@snu.ac.kr

Na⁺ 함량은 낮추고 K⁺을 보충시킨 소금을 사용하며 가공 식품에 소금함량을 표시한 결과 이완기 혈압이 10 mmHg 감소했다고 보고했다. 우리나라에서는 나트륨 섭취를 감소시키기 위해 저염음 고추장에 대한 연구,¹¹⁻¹³⁾ 대체염을 이용한 저염 김치의 발효특성¹⁴⁾들이 보고 되고 있다. Seo 등¹⁵⁾은 국내에서 제조되는 저염식품의 제조방법은 염의 첨가량을 줄이는 방법, 염화나트륨을 염화칼륨 등의 첨가제를 이용하여 부분적으로 대체하는 방법, 탈염과정을 거쳐 염의 농도를 낮추는 방법이 있다고 보고하였다. 그러나 일상 식생활에서 많이 사용되는 식탁염으로의 나트륨 섭취를 감소시킬 수 있는 구체적인 방안 모색 등에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 실생활에서 나트륨의 섭취를 감소시킬 수 있는 구체적인 방안의 하나로 식염대신 염화나트륨과 염화칼륨의 혼합 식염을 일상적 식사에 대체 이용한 식사를 섭취한 후 나트륨 섭취 감소 정도와 소변으로 배설되는 나트륨, 칼륨의 변화를 살펴보고자 하였다.

본 연구대상자는 서울 및 근교에 거주하는 건강한 20대의 한국 성인 여성 중에서 자발적으로 본 연구에 참여할 의사를 보인 9명을 대상으로 2001년 6월 30일부터 7월 11일까지 시행하였다. 이들은 모두 외견상 특기할 만한 이상이 없었으며, 영양보충제를 비롯해 어떠한 약물도 복용하지 않는 상태였다. 조사기간은 일상식이를 하는 연속 3일과 바로 뒤이어 실험식이를 하는 6일간 계속되었다. 실험식이를 시작하기 전에 실험대상자들의 일상식이 섭취를 연속 3일 동안의 기록법으로 조사하였으며 같은 기간의 마지막 2일 동안 24시간 소변을 수집하였다. 실험식이는 6일간 제공되었으며, 같은 기간 동안 매일 24시간 소변을 수집하였다. 실험식이를 시작하는 날 아침 공복상태에서 신체계측을 실시하였고 혈압은 실험기간동안 매일 아침 공복상태에서 측정하였다 (Fig. 1). 실험 대상자는 실험 기간 중 평상시와 같이 자유롭고 정상적인 활동을 하도록 하였으나 심한 운동이나 활동은 피하고 가능한 한 규칙적인 생활을 하도록 하였다.

체중과 신장은 실험식이를 시작하는 첫날 아침 식사 전 공복시에 측정되었다. 체중은 신발을 벗고 가벼운 옷을 입은 상태에서 체중계 (HD318, 타니타, 서울)로 측정하였

Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diet	Before Experimental diet (NaCl diet)			Experimental diet (mixed NaCl-KCl salt diet)					
Dietary record									
Diet sample collection									
Blood pressure measurement									
Urine samples				←----- 24hrs urine samples -----→					

Fig. 1. Experimental design.

으며 신장은 steel로 된 신장계 (수동식 신장계, 삼화, 서울)로 mm 단위까지 측정하였다. 측정된 체중과 신장 값으로 체질량지수[BMI, Body Mass Index, 체중 (kg)/신장² (m²)]의 값을 구하였다. 체지방은 상체 Impedance (BIA) 법을 이용한 체지방 측정기 (GIF-891 DXH, 길우트레이딩)를 이용하여 측정하였다. 혈압은 실험기간 동안 매일 아침 식사 전 공복시 30분간 안정을 취한 후 앉은 자세에서 혈압계 (UA-779, A&D Company, Limited)를 사용하여 연속 2회 측정 후 평균치를 취하였다.

조사 대상자들의 평상시 영양소 섭취상태를 조사하기 위해 실험식이가 제공되기 전의 주말이 포함된 3일 동안 식사 기록법 (food records)을 이용하여 식이 섭취를 조사하였다. 조사 대상자들이 섭취한 음식의 종류, 식품 재료, 조리법 및 섭취분량을 직접 기록하도록 하였으며 이를 식품 및 음식의 눈 대증량 (한국 식품공업협회·식품연구소, 1988)을 이용하여 이들이 섭취한 식품의 중량으로 환산하였다. 실험 기간 동안 제공된 식이의 경우 조리전의 모든 식품재료의 중량을 측정하였다. 이들 식품의 섭취량은 영양소 섭취량 계산 프로그램인 DS24 WIN program¹⁶⁾을 이용하여 개인별 1일 영양소 섭취량으로 환산하였다.

실험식이는 Table 1과 같이 실험대상자들의 기호도를 고려하고 평상시에 자주 상용하는 식단과 계절 및 식사구성안을 위한 1인 1회 분량⁷⁾ 등을 참고로 식단을 작성하여 제공되었다. 김치는 열무김치를 이용하였다. 이는 배추김치의 경우 소금에 절이고 물에 행구는 과정을 거쳐야 하므로 조리에 첨가되는 소금의 양을 정확히 측정하기 어려웠기 때문이다. 열무김치의 경우 소금에 절이는 과정 없이

Table 1. Menu for the subjects during the experimental diet period

	Mealtime	Meal composition	Amount (g)	Na (mg)	
1st day	Breakfast	Cooked rice	210	6.30	
		Yulmu kimch	60	150.00	
		Seamustard soup	200	707.71	
		Steamed egg	60	315.58	
		Seasoned soybean sprout	40	102.79	
		Toasted laver	3	82.75	
	Lunch	Cooked rice	210	6.30	
		Yulmu kimch	30	75.00	
		Spinach soybean paste soup	200	700.34	
		Pumpkin jeon	60	349.66	
		Seasoned cucumber	40	358.28	
	Supper	Cooked rice	200	6.00	
		Yulmu kimch	60	150.00	
		Spanish mackerel roasted	50	390.47	
		Roasted potato	40	341.17	
		Corn salad	40	204.05	
	Total Intake Na (mg)			3043.3 ± 118.8	
	Total Intake K (mg)			5259.3 ± 950.7	
2nd day	Breakfast	Cooked rice	200	6.00	
		Yulmu kimch	30	75.00	
		Beef radish root soup	200	358.51	
		Rolled egg	50	203.78	
		Roasted anchovy	15	575.65	
		Seasoned mungbean sprouts	30	203.87	
	Lunch	Stir-fried rice	210	237.91	
		Yulmu kimch	30	75.00	
		Egg soup	200	311.29	
		Cabbage salad	60	225.77	
	Supper	Black soybean mixed rice	180	5.7	
		Yulmu kimch	30	75.00	
		Potato soup	200	287.52	
		Pacific saury roasted	50	249.58	
		Soybean sprout seasoned with mustard	40	138.37	
	Total Intake Na (mg)			2864.6 ± 205.3	
	Total Intake K (mg)			4073.4 ± 347.6	
	3rd day	Breakfast	Cooked rice	210	6.30
Dried pollack egg soup			200	549.82	
Radish root salad Fried			60	322.57	
Soybean curd			60	109.34	
Lunch		Bibimbab	285	839.66	
		Fried egg	70	152.45	
		Soybean sprout soup	200	302.84	
		Macaroni salad	50	258.50	
		Watermelon	220	2.20	
Supper		Cooked rice	210	6.30	
		Yulmu kimch	40	100.00	
		Chicken soup	200	331.80	
		Seasoned spinach	30	239.46	
		Frozen pollack jeon	35	260.59	
Total Intake Na (mg)			3075.0 ± 183.1		
Total Intake K (mg)			4792.7 ± 369.3		

첨가한 모든 재료를 측정하여 조리하였다. 실험식은 3일 식단을 기본으로 반복하여 6일 동안 제공되었다. 실험기간에 사용한 모든 식품은 가능한 가공식품을 피하고 신선한 것으로 구입하여 영양, 맛과 위생을 고려하면서 식품량을 정확하게 재서 조리하였으며 실험식이 조리에 사용한 소금은 모두 NaCl-KCl 혼합식염으로 대체 이용하였다. NaCl-KCl 혼합식염 중 NaCl은 일반시중에서 판매하는 소금 (한일식품, 꽃소금)을, KCl은 Nu salt (Cumberland Packing CORP., USA)를 사용하였다. NaCl-KCl 혼합식염의 비율은 본 연구를 수행하기 이전에 성인 남·녀를 대상으로 관능검사를 실시하여 가장 선호도가 좋았던 혼합식염 비율인 0.24% NaCl-0.16% KCl¹⁷⁾로 직접 혼합하여 사용하였으며 실험식이 조리 시 모든 식이에 첨가된 NaCl과 KCl의 양도 정확하게 재었다. 또한 조리에 사용한 기구는 사용하기 직전에 이온제거수로 3번 이상 행구어 사용하였다. 실험식은 가급적 제공된 양을 모두 섭취하도록 하였으나 잔식이나 추가섭취 양을 특별히 제한하지는 않았으며 개인별 실험식이 섭취량 계산은 제공된 양에서 추가섭취나 잔식량을 가감하여 계산하였다. 이 기간에 대상자들은 평상시와 똑같이 자유로운 생활을 하면서 제공되는 음식 이외의 약제나 식품은 섭취하지 않도록 하였다. 실험식이 섭취량 및 실험 식이를 통한 Na과 K 섭취량은 DS 24 WIN program¹⁶⁾을 이용하여 분석하였다.

24

24시간 소변의 수집 (기상 후 두 번째 소변부터 다음날 아침 기상 후 첫 소변까지)은 일상식이 섭취 마지막 2일 동안과 실험식이 섭취기간 (mixed NaCl-KCl salt) 6일 동안 날짜별로 매일 전량 수집하여 시료로 사용하였다. 24시간 소변의 수집은 비닐 채뇨 용기에 1일 소변을 2~3회 받은 후 toluene 10 ml를 넣고 나머지 소변을 수집하였으며, mess cylinder로 총량을 측정한 후 10 ml 용기에 소변 표본을 취하여 냉동보관 하였다가 분석 직전 실온에서 녹인 후 사용하였다. 소변 중 creatinine의 측정은 Jaffe 반응법 (자동 생화학 분석기, HITACHI 747, Japan), 나트륨, 칼륨, 염소 함량은 I.S.E. (Ion selective Electrode, 이온선택 전극법)을 이용하였다.

통계처리는 SAS (Statistical Analysis System) 8.1을 이용하여 분석하였다. 실험에서 얻은 모든 연구 결과는 평균치와 표준편차를 계산하였고, 일상식기와 실험식기간의 모든 변수들의 유의적인 차이를 검증하기 위해 paired t-test를 이용하였다.

실험대상자들의 일반사항은 Table 2와 같다. 평균 연령은 25.7 ± 2.7세 였으며, 평균체중은 56.3 ± 10.2 kg, 평균신장은 159.4 ± 3.6 cm로 한국인 체위기준치⁷⁾ (체중 56.3 kg, 신장 160 cm)와 유사한 수준을 보였다. 신장과 체중값에 의해 산출한 체질량지수 (BMI: Body Mass Index)는 평균 22.2 ± 4.5로써 정상기준치와 비교해볼 때 정상 수준에 속하였다.

실험대상자들의 실험 시작 전 혈압을 측정한 결과 평균 수축기 혈압은 104.6 ± 4.9 mmHg, 이완기 혈압은 69.2 ± 6.3 mmHg이었다. 실험식이 섭취 기간 동안 평균 수축기혈압은 108.1 ± 8.0 mmHg, 이완기혈압은 70.4 ± 5.7 mmHg로 나타났으며, NaCl-KCl 혼합식염을 이용하여 조리된 실험식이 섭취기간 중 유의적인 혈압의 변화는 나타나지 않았다 (Fig. 2, 3).

실험대상자들의 일상식이 및 실험식기의 열량, 단백질, 지방, 칼슘, 철, 나트륨 및 칼륨의 섭취량 비교는 Table 3에

Table 2. Physical characteristics of the subjects (n = 9)

Variable	Mean ± SD ¹⁾	Range
Age (years)	25.7 ± 2.7	23.0 - 31.0
Body weight (kg)	56.3 ± 10.2	48.2 - 82.0
Height (cm)	159.4 ± 3.6	153.9 - 163.8
BMI (kg/m ²) ²⁾	22.2 ± 4.5	19.4 - 24.8

1) S.D.: Standard deviation

2) BMI: Body mass index [(weight (kg)/height² (m²)]

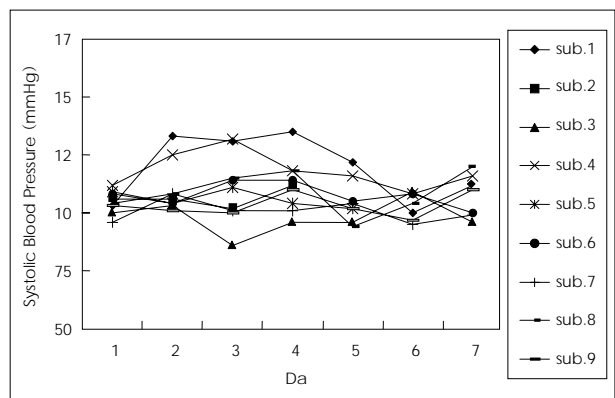


Fig. 2. Systolic blood pressure of subjects. day 1: before experimental diet period, day 2-7: experimental diet period.

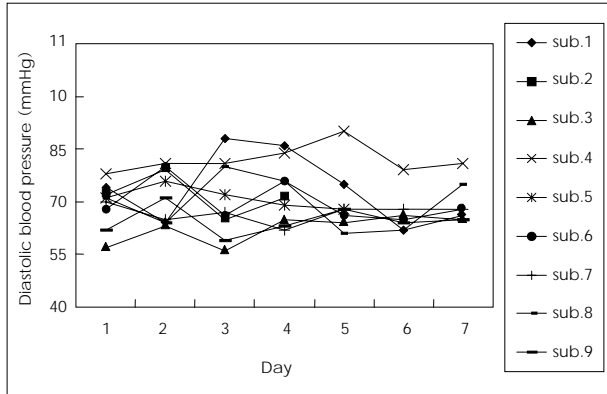


Fig. 3. Diastolic blood pressure of subjects. day 1: before experimental diet period, day 2-7: experimental diet period.

Table 3. The daily nutrient intakes during before experimental diet and experimental diet period

Nutrient	Intake	
	Before experimental diet period ¹⁾	Experimental diet period
Energy (kcal)	1872.0 ± 655.2 ²⁾	2031.2 ± 215.8
Protein (g)	81.7 ± 57.1	76.1 ± 15.4
Fat (g)	60.2 ± 33.4	65.7 ± 13.2
Carbohydrate (g)	247.0 ± 79.0	288.5 ± 39.0
Vitamin A (R.E.)	595.2 ± 367.9	1301.3 ± 265.1
Vitamin B ₁ (mg)	1.1 ± 0.5	0.9 ± 0.2
Vitamin B ₂ (mg)	1.1 ± 0.5	1.1 ± 0.2
Niacin (mg)	19.4 ± 16.3	14.6 ± 2.7
Vitamin C (mg)	55.1 ± 30.9	126.9 ± 40.0
Vitamin B ₆ (mg)	4.7 ± 5.5	6.3 ± 3.9
Vitamin E (mg)	14.5 ± 7.8	25.4 ± 2.5
Ca* (mg)	391.7 ± 212.3	574.8 ± 125.0
P (mg)	1016.8 ± 618.6	1121.1 ± 179.3
Fe (mg)	11.2 ± 6.4	12.8 ± 1.7
Na (mg)*	4098.0 ± 1335.3	2994.3 ± 191.1
K (mg)***	2206.3 ± 1304.7	4708.5 ± 777.4
Na/K ³⁾	3.7 ± 0.9	1.1 ± 0.1

1) before experimental diet: Ordinary diets prepared with NaCl. Experimental diet: Ordinary diets prepared with mixed NaCl-KCl salt.

2) Mean ± S.D.

3) Na/K: molar ratio

Significantly different between before experimental diet and experimental diet group by paired t-test. *: p < 0.05, ***: p < 0.001

나타내었다. 실험대상자들의 평소 영양소 섭취 상태를 알기 위해 기록법을 이용하여 조사한 1일 평균 섭취 열량은 1,872.0 kcal, 나트륨의 1일 평균 섭취량은 4,098.0 mg (178.2 mEq), 칼륨의 1일 평균 섭취량은 2,206.3 mg (56.4 mEq)로 나타났다. 또한 본 실험대상자들의 일상식이 섭취에 의한 molar Na/K 섭취비율은 3.7 ± 0.9로 나타났다.

Table 4. Urinary excretion of sodium and potassium

Variable	Before experimental diet period	Experimental diet period
Urine volume (ml)	1057.78 ± 333.0	1134.63 ± 292.4
Creatinine (mg/day)	1015.04 ± 436.0	1068.32 ± 193.3
Sodium		
Intake (mEq/day)*	178.17 ± 46.0 ¹⁾	130.19 ± 6.5
Urine excretion (mEq/day)**	139.56 ± 37.3	100.22 ± 14.5
Intake/Excretion (%)	78.33	76.98
Potassium		
Intake (mEq/day)***	56.43 ± 21.9	120.42 ± 8.4
Urine excretion (mEq/day)	27.67 ± 14.7	37.13 ± 7.4
Intake/Excretion (%)	49.03	30.83
Dietary Na/K ratio*	3.71 ± 0.9	1.11 ± 0.1
Urinary Na/K ratio*	6.64 ± 4.1	2.78 ± 0.6

1) Mean ± S.D.

Significantly different between before experimental diet and experimental diet group by paired t-test. *: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001

실험기간동안 제공된 실험 식이에서 대상자들이 섭취한 열량은 평균 2031.2 kcal로 나타났으며, 나트륨의 섭취량은 평균 2,994.3 mg (130.2 mEq)이었고, 칼륨의 섭취량은 평균 4,708.5 mg (98.3 mEq)이었다. 일상식으로 섭취한 영양소와 실험식으로 섭취한 영양소의 양을 비교해 보면 다른 영양소 섭취 양은 유의적인 차이를 보이지 않았지만 칼슘의 섭취량은 실험식이 섭취기간에 유의적으로 증가하였다 (p < 0.05). 또한 실험식이 섭취기간동안 나트륨의 섭취는 일상식이 섭취에 비해서 73.07%로 유의적으로 감소되었고 (p < 0.05), 칼륨의 섭취는 일상식이 섭취에 비해서 213.41%로 유의적으로 증가되었다 (p < 0.001). 실험식이 섭취기간 중 molar Na/K 섭취비율은 1.1 ± 0.1이었다.

실험대상자들의 1일 평균 소변 배설량과 24시간 소변으로 배설된 나트륨, 칼륨의 양은 Table 4와 같다. 1일 평균 소변 배설량은 일상식이 섭취기간에 1057.8 ± 333.0 ml, 실험식이 섭취기간에 1134.6 ± 292.4 ml로 실험식이 섭취기간에 소변의 배설량이 증가하는 경향이었고, 크레아티닌 배설량은 일상식이 섭취기간에 1,015.0 ± 436.0 mg/day, 실험식이 섭취기간에 1,068.3 ± 193.3 mg/day이었다.

나트륨의 1일 평균 소변 배설량은 일상식이 섭취기간 중 139.6 ± 37.3 mEq (3210.0 ± 856.8 mg), 실험식이 섭취기간 중 100.2 ± 14.5 mEq (2305.1 ± 333.2 mg)로 나타나 실험식을 섭취하는 기간 동안 나트륨의 소변 배설량이 유의적으로 감소하였다 (p < 0.01, Fig. 4, 6). 나트

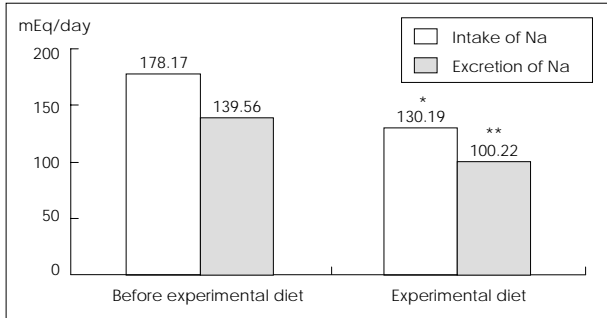


Fig. 4. Mean daily intakes and urinary excretion of sodium.

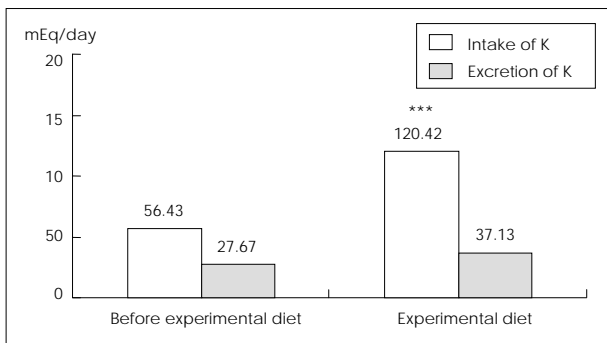


Fig. 5. Mean daily intakes and urinary excretion of potassium.

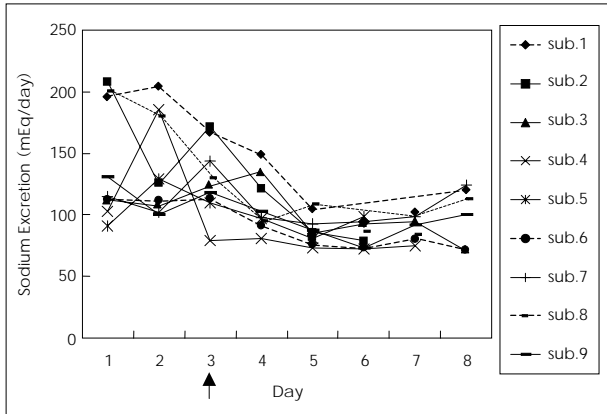


Fig. 6. Daily urinary sodium excretion by individual subjects for the 8-days study period. day 1, 2: before experimental diet period, 24-hours urine sample, day 3 - 8: experimental diet period, 24-hours urine sample.

류의 섭취량과 배설량을 비교해보면 일상식이 섭취기간에는 섭취량의 78.33%, 실험식이 섭취기간에는 76.98%가 배설된 것으로 나타났다.

칼륨의 1일 소변 배설량은 일상식이 섭취기간 중 27.7 ± 14.7 mEq (1081.8 ± 574.3 mg), 실험식이 섭취기간 중 37.1 ± 7.4 mEq (1451.9 ± 288.6 mg)로 나타났다 (Fig. 5, 7). 칼륨의 섭취량과 배설량을 비교해보면 일상식이 섭취기간에는 섭취량의 49.03%, 실험식이 섭취기간에는 30.83%가 배설되었다.

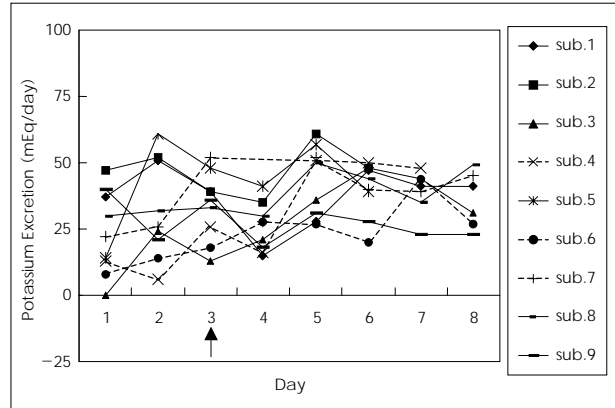


Fig. 7. Daily urinary potassium excretion by individual subjects for the 8-days study period. day 1, 2: before experimental diet period, 24 hrs urine sample, day 3 - 8: experimental diet period, 24 hrs urine sample.

일상식이 섭취기간 중 소변으로의 Na/K 배설비율은 6.6 ± 4.1 이었으며 실험식이 섭취기간 중 소변으로의 Na/K 배설비율은 2.8 ± 0.6 이었다.

우리나라의 고혈압 기준에 의하면 성인의 정상혈압은 수축기 혈압이 120 mmHg 미만이고 이완기 혈압이 80 mmHg 미만이다.¹⁸⁾ 본 실험대상자들의 실험 시작 전 혈압을 측정한 결과 평균 수축기 혈압은 104.6 ± 4.9 mmHg, 이완기 혈압은 69.2 ± 6.3 mmHg으로 나타났으며 우리나라의 고혈압 기준, 미국 NIH 분류법¹⁹⁾과 비교할 때 모두 정상 혈압 범위에 속하였다. 실험식이 섭취 기간 동안 평균 수축기혈압은 108.1 ± 8.0 mmHg, 이완기혈압은 70.4 ± 5.7 mmHg로 나타나 NaCl-KCl 혼합식염을 이용하여 조리된 실험식이 섭취기간 중 유의적인 혈압의 변화는 나타나지 않았다. Hong 등²⁰⁾은 저염식에 의한 혈압의 감소효과가 혈압이 높은 대상자에게서 효과적으로 나타난다고 보고하여 본 연구 대상자의 경우 모두 정상 혈압범위에 속하는 경우이어서 혈압의 변화가 적은 것으로 생각된다.

실험대상자들이 평상시 식이에서 섭취한 1일 평균 열량은 1,872.0 kcal로서 한국인 영양섭취기준 (2005)⁶⁾에서 중등활동을 하는 20~29세 성인 여성의 1일 에너지 필요 추정량인 2,100 kcal의 89.0%의 섭취수준이었으며, 2005년 국민건강영양조사⁷⁾결과 20~29세 여자 1일 평균치인 1,880.8 kcal와 비슷한 수준을 보였다. 나트륨의 1일 평균 섭취량은 4,098.0 mg (178.2 mEq), 칼륨의 1일 평균 섭취

량은 2,206.3 mg (56.4 mEq)로 이는 2005년 국민건강영양조사⁷⁾의 20~29세 여자의 나트륨 평균 섭취량인 4,833.8 mg, 칼륨 평균 섭취량인 2,653.3 mg보다 약간 낮은 수준이었다. 그러나 한국인 영양섭취기준 (2005)⁶⁾에서 중등활동을 하는 20~29세 성인 여성의 1일 나트륨 충분섭취량인 1500 mg/day의 273.2%를 섭취하는 것으로 나타나 상당히 높은 수준이었으며, 칼륨 충분섭취량인 4,700 mg/day의 46.9%를 섭취하는 것으로 나타났다. Choi 등²¹⁾이 일부 성인 남·녀의 무기질 섭취량을 조사한 결과 나트륨 섭취량이 남자, 여자 각각 4,302.8 mg, 333.3 mg이었다. 본 실험대상자들의 일상식이 섭취에 의한 molar Na/K 섭취비율은 3.7 ± 0.9 로 나타나서 나트륨의 섭취는 높고 칼륨의 섭취는 낮은 섭취 불균형을 보이고 있었다. Dahl 등³⁾과 Meneely 등⁹⁾은 식이중의 나트륨에 대한 칼륨의 섭취비율 (Na/K)이 높아지면 고혈압이 되기 쉽다고 보고하였다.

실험기간동안 실험대상자들이 섭취한 열량은 평균 2,031.2 kcal로 나타났으며, 이 수준은 우리나라 성인 여성의 에너지 필요 추정량⁶⁾의 96.7%이었다. 나트륨의 섭취량은 평균 2,994.3 mg (130.2 mEq)이었으며, 칼륨의 섭취량은 평균 4,708.5 mg (98.3 mEq)이었다. 이는 한국인 영양섭취기준 (2005)⁶⁾의 나트륨, 칼륨의 충분섭취량과 비교해 볼 때 나트륨은 199.6%, 칼륨은 100.2%의 섭취를 보였다. 일상식으로 섭취한 영양소와 실험식으로 섭취한 영양소의 양을 비교해 보면 다른 영양소 섭취 양은 유의적인 차이를 보이지 않았지만 칼슘의 섭취량은 실험식이 섭취기간에 유의적으로 증가하였다 ($p < 0.05$). 또한 실험식이 섭취기간 동안 나트륨의 섭취는 일상식이 섭취에 비해서 73.07%로 유의적으로 감소되었고 ($p < 0.05$), 칼륨의 섭취는 일상식이 섭취에 비해서 213.41%로 유의적으로 증가되었다 ($p < 0.001$). Jo²²⁾는 농촌여성을 대상으로 조사한 결과 나트륨의 섭취가 평균 221.1 mEq라고 하였으며 Yoon 등²³⁾은 산업체에 근무하는 성인 남자를 대상으로 조사한 결과 식사분석에 의한 나트륨 섭취량이 225.3 mEq이었다. Sung 등²⁴⁾은 농촌 성인 남·녀의 무기질 섭취량을 조사한 결과 나트륨의 섭취량이 남·녀 각각 166.6 mEq, 222.2 mEq였다고 보고하였다. 실험식이 섭취기간 중 molar Na/K 섭취비율은 1.1 ± 0.1 이었다. Dahl 등²⁵⁾은 molar Na/K 비율을 1에 가깝게 하는 것이 고혈압의 개선과 예방에 효과가 있다고 하였는데 본 실험에서 사용한 NaCl-KCl 혼합식염이 molar Na/K 섭취비율을 1에 가깝게 변화시켜 고혈압 예방에 효과가 있을 것으로 생각된다. Kim 등²⁶⁾은 소금 섭취원으로 가장 많은 비중을 차지하는 것이 조리 시 첨가하거나 식사도중 사용한 식탁염이었고, 식탁염, 가정제 간장,

김치 세 가지 식품이 전체 소금섭취의 대부분을 차지하였다고 보고하였다. Hhan 등²⁷⁾은 고등학교 기숙사 학생들을 대상으로 조사한 결과 김치류에서 섭취되는 NaCl이 상당히 많다고 보고하였다. 열무김치 100 g당 나트륨 함량은 851 mg²⁸⁾ 정도인데 본 실험에서 NaCl-KCl 혼합식염으로 직접 담은 열무물김치의 경우 100 g당 나트륨 함량이 250 mg이었다. 그러므로 실험식이 섭취기간동안 나트륨 섭취량이 일상식의 나트륨 섭취량보다 유의하게 감소하고 칼륨의 섭취량이 증가한 것은 식탁염으로 NaCl-KCl 혼합식염을 사용하였고, 김치는 NaCl-KCl 혼합식염으로 직접 담은 열무물김치를 이용했기 때문이라고 생각된다.

실험대상자들의 1일 평균 소변 배설량은 일상식이 섭취기간에 $1,057.8 \pm 333.0$ ml, 실험식이 섭취기간에 $1,134.6 \pm 292.4$ ml로 실험식이 섭취기간에 소변의 배설량이 증가하는 경향이었고, 크레아티닌 배설량은 일상식이 섭취기간에 $1,015.0 \pm 436.0$ mg/day, 실험식이 섭취기간에 $1,068.3 \pm 193.3$ mg/day이었다. 여대생을 대상으로 조사한 Lee²⁹⁾도 24시간 배설한 평균 소변량은 1,075.3 ml, 크레아티닌량은 1.0 g/day라고 보고해 본 결과와 유사하였다.

나트륨의 1일 평균 소변 배설량은 일상식이 섭취기간 중 139.6 ± 37.3 mEq (3210.0 ± 856.8 mg)이었다. Shin³⁰⁾은 성인의 경우 3일간 평균 나트륨 소변 배설량이 196 mEq/24hrs라고 하여 본 연구의 배설량이 낮았다. 그러나 Kim 등³¹⁾은 20대 여대생의 조사에서 24시간 소변 중으로 배설되는 나트륨 배설량이 137.9 mEq였다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. 나트륨의 섭취량과 배설량을 비교해 보면 일상식이 섭취기간에는 섭취량의 78.33%, 실험식이 섭취기간에는 76.98%가 배설된 것으로 나타났다. Lee²⁹⁾은 여대생 및 대학원생을 대상으로 조사한 결과 1일 평균 나트륨 배설량이 99.9 mEq로 섭취량의 82.57%가 배설되었다고 하였다.

칼륨의 1일 소변 배설량은 일상식이 섭취기간 중 27.7 ± 14.7 mEq (1081.8 ± 574.3 mg), 실험식이 섭취기간 중 37.1 ± 7.4 mEq (1451.9 ± 288.6 mg)로 나타났다. Sung 등²⁴⁾은 농촌 성인 남·녀의 칼륨 소변 배설량이 39.4 mEq/day라고 하였으며 Shin³⁰⁾은 성인의 경우 3일간 평균 칼륨 소변 배설량이 48 mEq/24hrs라고 보고하였다.

일상식이 섭취기간 중 소변으로의 Na/K 배설비율은 6.6 ± 4.1 이었으며 실험식이 섭취기간 중 소변으로의 Na/K 배설비율은 2.8 ± 0.6 이었다. Shin³⁰⁾은 성인의 경우 3일간 평균 나트륨/칼륨 비가 4.2라고 하였으며, Park³²⁾은 정상

혈압인 성인 여자를 대상으로 조사한 나트륨/칼륨 비가 3.1 이라고 하였다. Kim 등³³⁾은 청소년의 소변 중 나트륨/칼륨 비가 여자의 경우 평균 4.7이라고 보고하여 NaCl-KCl 혼합 식염 사용이 Na/K 배설비율을 낮추는 것으로 나타났다. 그러나 만성신장질환, 심부전, 인슐린 의존형 당뇨병, angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitor를 복용하는 경우 신장을 통한 potassium 배설기능이 손상되어 적정섭취량보다 적게 섭취하여도 hyperkalemia가 될 수 있으므로³⁴⁾ NaCl-KCl 혼합식염 사용에 주의해야 할 것으로 생각된다.

고혈압의 유발 원인과 관련이 있는 나트륨의 섭취를 줄일 수 있는 방법을 모색하기 위해 건강한 20대 성인여성 9명을 대상으로 NaCl-KCl 혼합식염으로 조리한 식이를 섭취하도록 한 후 24시간 소변으로 배설되는 나트륨 양을 조사하여 나트륨 섭취량이 평상시보다 어느 정도 감소되는가를 보고자 하였다.

1) 3일간의 일상식이 섭취상태를 조사한 결과 연구대상자들이 섭취한 1일 평균 열량은 1,872.0 kcal였으며 나트륨과 칼륨의 1일 평균 섭취량은 각각 178.2 ± 46.0 mEq, 56.4 ± 21.9 mEq로 나타났다.

2) 실험기간동안 제공된 실험 식이에서 대상자들이 섭취한 열량은 평균 2,031.2 kcal였으며 나트륨의 섭취량은 평균 130.2 mEq이었으며, 칼륨의 섭취량은 평균 120.4 mEq이었다.

3) 조사대상자들의 혈압은 실험 시작 전 수축기 혈압과 이완기 혈압의 평균이 각각 104.6 ± 4.9 mmHg, 69.2 ± 6.3 mmHg였다. 실험식이 섭취 기간 동안 수축기 혈압과 이완기 혈압은 각각 108.1 ± 8.0 mmHg, 70.4 ± 5.7 mmHg로 나타났다.

4) 일상식이 섭취기간동안 소변의 평균 나트륨과 칼륨의 배설량은 각각 139.6 ± 37.3 mEq, 27.7 ± 14.7 mEq이었다. 소변의 나트륨/칼륨 비율은 6.6 ± 4.1 이었다. 실험식이 섭취기간동안 소변의 평균 나트륨과 칼륨의 배설량은 각각 100.2 ± 14.5 mEq, 37.1 ± 7.4 mEq이었다. 소변의 나트륨/칼륨 비율은 2.8 ± 0.6 이었다. 소변 중 나트륨 배설량과 나트륨/칼륨 비율은 실험식이 섭취기간에 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.05$).

본 연구 결과 NaCl-KCl 혼합식염 식이는 나트륨의 섭취를 감소시키고 칼륨의 섭취를 증가시켜 나트륨/칼륨의 섭취비를 이상적인 수준인 1에 가깝게 변화시켜 주는 것으로 나타나 고혈압의 예방에 효과가 있을 것으로 사료된다.

특히 짠맛에 대한 기호도가 높은 우리나라 사람들에게 짠맛에 대한 기호도를 변화시키지 않고도 실제로 식생활에서 나트륨 섭취를 감소시킬 수 있는 구체적 방안을 제시할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 본 연구는 정상혈압을 가진 성인 여성을 대상으로 하였으므로 고혈압 환자 또는 나트륨과 관련이 있는 환자를 대상으로 한 실험이 이루어져야 할 것이다. 또한 소금 섭취가 높은 대상자들이나 나트륨의 섭취를 제한해야 하는 사람들에게 KCl을 이용한 혼합식염을 공급하여 나트륨 섭취를 감소시킴으로써 얻을 수 있는 건강증진 효과에 대한 후속 연구가 필요하다고 생각된다. 그러나 한편으로는 염화칼륨을 보충제로 과도하게 섭취할 경우 위장장애 등을 일으킬 수 있다고 알려져 있으므로 적절한 섭취량을 찾는 연구가 필요할 것이다.

이 연구에 참여한 연구자 일부는 [2단계 BK21사업]의 지원비를 받았으므로 감사드립니다.

Literature cited

- 1) Oh BH. Risk factors of coronary artery disease. *Korean J Lipidology* 9(3):302-305, 1999
- 2) Joossens JV, Gebores J. Dietary salt and risks to health. *Am J Clin Nutr* 45: 1277-1288, 1987
- 3) Dahl LK. Salt and hypertension. *Am J Clin Nutr* 25: 231, 1972
- 4) Kim IS, Seo ES, Jeon SY. A Study on Contents of Salt in Stored Foods Which Homemakers Prepared and Their Urine in Chonbuk Province. *Korean J Food & Nutr* 7(3): 183-191, 1994
- 5) Choi HM. Nutrition second edition. Kyomunsa; 2000. p.301
- 6) U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Department of Agriculture. Dietary Guidelines for Americans, 2005. 6th Edition, Washington, DC: U.S. Government Printing Office, January; 2005
- 7) The Korean Nutrition Society, Dietary Reference Intakes for Koreans, Seoul; 2005
- 8) KHIDI. The Third Korea National Health & Nutrition Examination Survey (KNHANES III), 2005-Nutrition Survey (II); 2006
- 9) Meneely GR, Battarbee HD. Sodium and Potassium. *Nutrition Reviews* 34(8): 225-235, 1976
- 10) Karppanen H, Mervaala E. Adherence to and population impact of non-pharmacological and pharmacological antihypertensive therapy. *J Hum Hypertens* 10(suppl. 1): S57-S61, 1996
- 11) Lee KS, Kim DH. Trial Manufacture of Low - Salted Kochuzang (Red Pepper Soybean Paste) by the Addition of Alcohol. *Korean J Food Sci Technol* 17(3): 146-154, 1985
- 12) Lee KS, Kim DH. Effect of Sake Cake on the Quality of Low Salted Kochuzang. *Korean J Food Sci Technol* 23(1): 109-115, 1991
- 13) Na SE, Seo KS, Choi JH, Song GS, Choi DS. Preparation of

- Low Salt and functional Kochujang Containing Chitosan. *Korean J Food & Nutr* 10 (2) : 193-200, 1997
- 14) Hahn YS, Oh JY, Kim YJ. Characteristics of Low-Salt Kimchi Prepared with Salt Replacement during Fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 34 (4) : 647-651, 2002
 - 15) Seo BC, Oh JM. Envelopment of Low-Salt Foods. *Korean J Community Nutr* 7 (3) : 401-404, 2002
 - 16) DS24. Human Nutrition Lab, Department of Food and Nutrition, Seoul National University and AI/DB Lab, Sookmyung Women's University; 1996
 - 17) Park SJ. The influence of mixed NaCl-KCl salt on sodium intake and metabolism in Korean young adult women. PhD thesis Dongguk University; 2001
 - 18) 2004 Korean Hypertension Treatment Guidelines.
 - 19) National Institutes of Health. The seventh report the joint national committee on prevention, detection, evaluation and treatment of high blood pressure. NIH publication; 2003
 - 20) Hong WJ, Sung CJ, Kim MH. Effects of high and low sodium diet on plasma amino acid levels in Korean adult women. *Korean J Nutr* 37 (2) : 108-114, 2004
 - 21) Choi MK, Lee WY, Park JD. Relation among Mineral (Ca, P, Fe, Na, K, Zn) Intakes, Blood Pressure, and Blood Lipids in Korean Adults. *Korean J Nutr* 38 (10) : 827-835, 2005
 - 22) Jo JH. The relationship between metabolism of Mg, Na, and K and Blood pressure in Korean rural adult men and women on self-selected diet. Master's thesis, Sook-myung Women's University; 1991
 - 23) Yoon TO, Kim ES, Ro HK. Sodium intakes of some industrial workers. *Korean J Nutr* 23 (1) : 37-43, 1990
 - 24) Sung CJ, Choi MK, Jo JH, Lee JY. Relationship among Dietary intake, Blood level, and Urinary excretion of Minerals and Blood Pressure in Korean Rural Adult Men and Women. *Korean J Nutr* 26 (1) : 89-97, 1993
 - 25) Dahl LK, Leitl G, Heine M. Influence of dietary potassium and sodium/potassium molar ratios on the development of salt hypertension. *J Exp Med* 136: 318-330, 1972
 - 26) Kim KS, Shin DC, Lee SJ, Kim HK. A Study on Salt Intake and Urinary Sodium Excretion by Groups Educated Regarding Low Salt Diet. *Korean J Nutr* 13 (4) : 187-194, 1980
 - 27) Hhan SK, Kwon TB, Choi OK, Kim IS. Mineral Intake of High School Students in the Dormitories. *Korean J Food & Nutrition* 6 (2) : 121-129, 1993
 - 28) Food Composition Table Sixth Revision. National Rural Living Science Institute, R.D.A.; 2001
 - 29) Lee YK. Effects of intakes on blood pressure, serum lipids and blood parameters in Korean normal adult women. PhD thesis, Sook-myung Women's University; 1996
 - 30) Shin MW. Study on Na, K dietary intake and urinary excretion in hypertension. Master's thesis, Sook-myung Women's University; 1983
 - 31) Kim YS, Paik HY. Measurement of Na intake in Korean Adult Females. *Korean J Nutr* 20 (5) : 341-349, 1987
 - 32) Park JA. The Interrelationship of Renin Activity, Hormonal and Habitual Ca, Na Intake and Blood Pressure in Hypertension. PhD thesis, Keimyung University; 1998
 - 33) Kim SS, Mun BS. A study on the sodium chloride urinary excretion of adolescents in Korea. *Korean J Nutr* 19 (6) : 355-362, 1986
 - 34) Park YS, Chang MJ, Lim HJ, Mun HK. America/Canada Dietary Reference Intakes (DRIs) . *Korean J Nutr* 37 (9) : 844-848, 2004