

## 6개월간의 저염식이 여자 대학생의 짠맛에 대한 인지와 기호, 혈압 및 뇨 나트륨 배설량에 미친 영향

장 순 옥<sup>§</sup>

수원대학교 식품영양학과

### Effect of a 6-month Low Sodium Diet on the Salt Taste Perception and Pleasantness, Blood Pressure and the Urinary Sodium Excretion in Female College Students

Chang, Soon-Ok<sup>§</sup>

Department of Food Nutrition, Suwon University, Hwasung 445-743, Korea

#### ABSTRACT

The study aim was to examine the effect of sensory responses of subjects after 6-month dietary sodium reduction with the aid of nutritional education. Fourteen female college students voluntarily restricted their sodium intake for 6 months, during which time they received nutritional education on the low sodium diet. As a control group, 10 students, whose anthropometric measurement, sodium intake behavior, and blood pressure were not different from those of the experimental group, were maintained on a normal diet. For the sensory responses of subjects, the salt taste perception and pleasantness for graded (0.15–1.3%) NaCl solutions were measured by a 9-point hedonic scale. The optimum sodium concentration, urinary sodium excretion, and blood pressure were measured. All the measurements were done at the beginning and end of the experiment. The sensory evaluation revealed an absence of any difference between the two groups in salt taste perception and pleasantness responses at the beginning. After 6-month adaptation, the experimental group subjects showed higher responses to low NaCl solution (0.15, 0.3, 0.5%) in salt taste perception and pleasantness evaluation while the control group subjects exhibited the opposite response. The optimum sodium concentration was reduced from 105.6 mmol to 80.7 mmol ( $p = 0.015$ ) and the urinary sodium excretion was also reduced from 1,398 mg to 906 mg ( $p = 0.041$ ) only in the experimental group. Systolic blood pressure was significantly reduced in the experimental group, although there was no correlation between the urinary sodium excretion and blood pressure. The optimum sodium concentration was negatively correlated with the urinary sodium excretion ( $r = 0.418$ ,  $p = 0.053$ ), indicating that adaptation to low sodium diet can reduce sodium intake. Further study on the individual responses of subjects on a low sodium diet by periodical evaluation may provide useful data for setting the duration needed to stabilize a lowered appetite for sodium. (Korean J Nutr 2010; 43(5): 433~442)

**KEY WORDS:** low sodium diet, salt taste perception, salt taste pleasantness, urinary sodium excretion.

#### 서 론

나트륨은 체액의 삼투압과 산-알카리 균형에 중요한 역할을 하는 무기질이다. 체내 나트륨 농도는 135~145 mmol/L으로 신장에서 분비되는 레닌, 알도스테론 호르몬의 작용에 의해 신 세뇨관의 재흡수를 조절해 식사로 섭취하는 다양한 수준의 나트륨에 대응하여 항상성을 유지한다.<sup>1)</sup> 인체가

생리적으로 필요로 하는 나트륨 양은 75~230 mg 수준으로 보고되고<sup>2)</sup> 이는 현대인들이 일상식을 통해 섭취하는 량보다는 현저히 낮아 섭취 나트륨의 82~95%가 소변으로 배설되어진다.<sup>3,4)</sup>

오늘날 대부분 사람들이 과잉 섭취하는 나트륨이 혈압을 증가시키는 주요인자로 밝혀져 중년 이후 발생하는 고혈압 인구 비율을 높이고 대사증후군으로 인한 뇌졸중, 심혈관계 질환의 발병율을 증대시키는 것으로 보고되고 있다.<sup>5-7)</sup> 특히 전통적으로 밥을 중심으로 하는 고 탄수화물, 저단백질의 우리 식생활은 서구에 비해 국, 찌개, 김치, 장아찌, 젓갈 등의 고염 음식이 발달되어 한국인의 입맛을 길들여 왔다. 그러나 식생활에서 건강에 관한 일반인의 관심도 고조

접수일 : 2010년 7월 27일 / 수정일 : 2010년 8월 26일

채택일 : 2010년 9월 6일

<sup>§</sup>To whom correspondence should be addressed.

E-mail: sochang@suwon.ac.kr

되어 영양지식 수준에 관계없이 일반 주부들의 식생활 지표는 '짠 음식을 적게 먹겠다'로 나타났다.<sup>8)</sup> 한편 가공 식품의 선택에서 가장 중요한 결정인자는 맛이고 염미도 반응이 민감한 여자 대학생일수록 맛을 희생하면서 저염식을 할 의도는 낮았다.<sup>9)</sup>

2005년 한국인 영양섭취기준에 제시된 나트륨 목표섭취량은 2,000 mg/일<sup>10)</sup> 과거 신장, 심장 질환자의 저염 치료식 수준의 나트륨을 정상인이 섭취하도록 권장하였고 이는 국제적 추세이기도 하다. 최근 제시된 나트륨 목표섭취량을 단기에 일상화하기는 어려워 국내외에서 저염식 보급을 위한 다양한 전략을 모색하고 영양정책을 추진하고자 한다.<sup>11,12)</sup> 미국의 최근 보고는 식염 섭취를 줄이는 것이 금연, 콜레스테롤 감소, 비만 감소보다 심장질환자, 뇌졸중, 심근경색 환자를 줄이는데 효과적이고 하루 1 g씩의 염분이라도 줄인다면 고혈압 발생이나 관리로 인한 많은 의료비를 감소할 수 있음을 금전적 제시하고 저염식 보급이 공중보건의 주요 목표가 되었다.<sup>13)</sup> 우리나라에서도 지방자치 단체의 지원으로 보건소나 만성질환관리 센터를 중심으로 저염식 캠페인, 저염식 실천을 위한 영양교육과 식행동 지침을 포함한 지침서 개발이 진행되고 있다.

나트륨은 식품에 내재하는 것으로 인한 섭취 (non-discretionary intake)보다는 가공, 조리, 식탁에서 첨가로 인한 섭취 (discretionary intake)가 훨씬 많다. 우리나라의 경우 자유재량 (discretionary)에 따른 나트륨 섭취가 전체 섭취의 70% 이상<sup>14)</sup>으로 보고되나 시판 가공식품, 외식, 패스트푸드, 반 조리식품의 섭취증가로 개인의 통제가 어려운 나트륨 섭취가 점차 많아지고 있다. 오히려 상업적 식품이나 음식이 소비자의 입맛을 길들이게 되어 나트륨 섭취를 더 높인다고 본다.<sup>9,11)</sup> 그러나 상업적 제품 개발은 궁극적으로 소비자 기호와 선택을 추종하게 되는 만큼 개개인의 저염식에 대한 기호도를 상승시킬 필요가 있다. 짠 맛에 대한 기호는 유아기부터 형성되어 성장기를 거치면서 최적 염미도가 상승하는 것으로 보이고 나트륨섭취를 급격히 줄이거나 단기간 저염식을 한 후는 나트륨에 대한 생리적 욕구가 자극되어 짠 맛이 강한 음식을 선호하게 된다고 한다.<sup>15)</sup> 그러나 Bertino 등<sup>16)</sup>과 Blias 등<sup>18)</sup>은 장기간에 걸쳐 저염식에 적응하면 낮은 농도에서도 짠맛을 느껴 최적 염미도의 나트륨 농도를 낮출 수 있어 저염식 섭취가 가능함을 시사하였다.

우리나라 나트륨 관련 연구들은 지역별, 연령별, 남녀 별 나트륨 섭취량,<sup>14,20-26)</sup> 최적 염미도와 나트륨 역치조사,<sup>22-24,27)</sup> 섭취량 조사를 위한 식품섭취 빈도조사지 (FFQ)<sup>21)</sup>와 음식 섭취 빈도조사지 (DFQ),<sup>28)</sup> 식품과 음식의 나트륨 함량에 대

한 보고들<sup>21,28,29)</sup>과 최근 짠 맛의 기호에 영향을 미치는 아연 영양에 대한 연구 보고는 있으나<sup>30)</sup> 장기간의 저염식 실천이 최적 염미도에 미치는 영향에 대한 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 자발적 저염식 실천이 가능한 젊은 여자 대학생을 대상으로 주기적으로 저염 관련 식생활 지침을 제공하여 장기간 저염식을 실천하도록 한 후 관능검사와 최적 염미도 나트륨의 정량 분석을 통해 저염식 적응 정도를 파악하고자 하였다.

## 연구방법

### 연구대상자 및 실험 디자인

본 연구는 특별한 질병이 없고 약물복용을 하지 않는 식품영양학 전공 학생들로 6개월 간 (2006년 12월 6일~2007년 6월 5일)의 자발적으로 저염식을 실천하고자 하는 실험군 15명과 평상식을 유지하는 대조군 10명으로 시작하였다. 실험 진행 중 실험군의 대상자 1명이 중도 탈락하여 최종 자료 분석의 실험군 대상자는 14명이었다.

실험군과 대조군의 대상자들은 연구시작 시점에서 염분 섭취와 관련된 식생활 설문조사와 연령, 체위조사, 및 24시간 회상법에 의한 식이조사를 하였다. 연구시작과 종료시에 짠맛 인지와 기호는 관능검사로 평가하였고 최적 염미 Na, 뇨의 Na 배설량 및 혈압을 측정하였다. 저염식에 대한 교육은 실험군 대상자에게만 연구 시작시에 1회 실시하였으며 실천에 관련한 정보 (염분 함량이 높은 음식, 국 찌개류 섭취 줄이기, 맛있는 저염식 조리법, 외식, 패스트푸드 선택 등)를<sup>31,32)</sup> 1개월에 1회씩 제공하였고 저염식 이외의 식이제한은 없었다.

### 관능검사

대상자의 짠 맛에 대한 인지와 기호도는 콩나물을 끓인 국물 (400 g 당 생수 1 L)에 정제염을 용해시켜 9점 척도의 hedonic scale로 조사하였다. 조사된 염분 (NaCl)의 농도는 0.15, 0.3, 0.5, 0.75, 1.0, 1.3%의 6단계이었고 9점 척도는 1 = 아주 싱겁다 (아주 싫다), 5 = 적당하다, 9 = 아주 짜다 (아주 좋다)로 하였다. 모든 대상자들은 개별적으로 분리된 관능검사 부스에서 무작위로 선택된 서로 다른 농도의 염분 용액 3종을 각 50~60 mL씩, 생수 (1 L병), 빙그릇 및 응답지를 받아 관능검사를 하였다.<sup>33)</sup> 각 용액의 검사 전 후에는 생수로 입안을 잘 헹구도록 하였으며 약 30분 정도의 간격을 두고 다른 3종류의 염분 용액을 동일한 방법으로 검사하였다.

최적 염미도 검사는 0.15%와 1.0% 염분의 콩나물 국물

각 50 mL씩을 생수와 함께 제공하여 본인이 가장 좋게 여겨지는 짠 맛의 농도 즉 최적 염미도의 용액을 만들게 하였고 전 과정에 생수로 입안을 행구어 맛의 잔류를 최소화하도록 지시하였다. 최적 염미용액은 냉동 보관한 후 그 일부를 나트륨 분석에 사용하였다.

**설문 조사, 신체계측, 식이조사 및 혈압 측정**

설문 조사는 본인이 인지하는 짠맛에 대한 선호도와 염분 섭취에 관련한 식습관을 선행 문헌을 참고하여<sup>34)</sup> 8문항으로 구성되었으며 실험 시작 전에 자가 기록법으로 행해졌다. 신장계측기로 신장을, Inbody를 이용하여 체중, % fat을 측정하고 BMI를 산출하였다. 식이 조사는 24시간 회상법으로 음식명과 분량 그리고 식품명과 식품 분량 및 본인이 첨가한 조미료나 식염을 기록하여 CAN Pro 2.0 (한국영양학회)의 음식 레시피를 활용하여 섭취 나트륨량을 계산한 후 본인이 첨가한 나트륨 함유 조미료나 식염의 나트륨 함량을 추가하여 나트륨 섭취량을 산출하였다. 혈압은 학교 간호사가 대상자의 안정시 수축기와 이완기 혈압을 수은 혈압계 (Yamasu, Japan)로 2회 측정하여 그 평균 값으로 나타내었다.

**체노 및 나트륨, Creatinine 분석**

대상자들은 실험 시작하는 날과 종료 전 날 저녁 9시 이후부터 다음 날 아침 첫 배뇨까지의 overnight 소변을 증류수로 세척한 폴리비닐 병에 빠짐없이 수거하도록 하였다. 24시간 뇨 채취가 일상생활의 제약을 가져오고 또 불완전한 경우가 많다. overnight 뇨와 24시간 뇨의 나트륨 배설량은 높은 상관관계 (r = 0.7~0.8)를 보여 1일 나트륨 섭취량의 절대값을 추정할 수는 없으나 변화를 파악할 수는 있는 방법이다.<sup>35)</sup> 또 대상자들의 식생활을 포함한 일상생활을 유지하면서 조사할 수 있는 잇점이 있다. 수거한 뇨는 총량을 측정하고 잘 혼합한 후 12 mL의 샘플을 분석 때까지 냉동 보관하였다. 뇨와 최적 염미용액의 나트륨 분석과 뇨

크레아틴은 삼광의료재단 (서울특별시 서초구 양재동)에 의뢰하여 분석하였으며 나트륨은 ISE (Ion selective electrode)법으로 Creatinine은 Jaffe 반응법으로 정량하였다.

**자료의 처리 및 통계분석**

자료는 빈도와 백분율, 평균과 표준편차로 나타내었고 실험군과 대조군의 명목변수는 Chi-square test로 연속변수는 student's t-test로 유의적 차이를 검정하였고 동일군에서 실험 전후의 차이는 paired t-test로 검정하였다. 관능검사로 평가한 짠 맛의 인지와 기호도 및 혈압과 최적 염미 나트륨, 뇨 나트륨 배설량 간의 상관관계는 Pearson's 상관계수 (r)로 나타내었다. 통계적 유의성은 p < 0.05 수준으로 하였으며 자료처리와 분석은 SPSS 12+ Window를 이용하였다.

**결 과**

**조사대상자의 일반적 특성**

연구 대상자의 연령, 신체 계측 및 실험 시작 일의 혈압과 나트륨 섭취량에 대한 조사결과는 Table 1에 나타나 있다. 전체 대상자의 평균 연령은 22.1세로 대조군과 실험군 간의 차이는 없었다 (p = 0.78). 신장은 평균 161.5 cm로 우리나라 19~29세 여성의 평균 신장 160.7 cm (2007 국민건강영양조사)<sup>36)</sup>와 차이가 없었으나 체중은 평균이 53.8 kg으로 국민건강영양 조사의 56.8 kg보다는 낮았으며 체질량지수 (BMI)는 20.6으로 이 연령층을 대상으로 한 보고와<sup>30)</sup> 유사하였으며 대조군과 실험군 간의 차이는 없었다.

수축기 혈압은 실험군이 약간 높은 111 ± 9.8 mmHg를 보였으나 대조군 (105 ± 7.6 mmHg)과 유의적 차이는 없었고 (p = 0.091) 전체 대상자 평균값은 19~29세의 전국 조사결과인 102.2 mmHg<sup>36)</sup>보다 높은 109 mmHg를 나타내었고 수축기 혈압은 두 군이 동일하였으며 전국 평균값인 68.3 mmHg<sup>36)</sup>보다는 약간 높은 74 mmHg였다. 24시

**Table 1.** General characteristics of the subjects

	Total (n = 24)	Control (n = 10)	Expt (n = 14)	p-value
Age (yr)	22.1 ± 4.0 <sup>1)</sup>	21.8 ± 1.4	22.3 ± 5.5 <sup>ns2)</sup>	0.780
Height (cm)	161.5 ± 5.3	161.7 ± 6.2	161.3 ± 4.9 <sup>ns</sup>	0.885
Weight (kg)	53.8 ± 6.6	53.0 ± 6.3	54.3 ± 6.9 <sup>ns</sup>	0.646
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.6 ± 1.9	20.2 ± 1.5	20.8 ± 2.2 <sup>ns</sup>	0.463
Body fat (%)	27.5 ± 4.1	26.1 ± 3.3	28.1 ± 4.6 <sup>ns</sup>	0.408
SBP (mmHg)	109 ± 9.2	105 ± 7.6	111 ± 9.8 <sup>ns</sup>	0.091
DBP (mmHg)	74 ± 4.6	74 ± 3.9	75 ± 5.2 <sup>ns</sup>	0.768
Na Intake (mg) <sup>3)</sup>	5541 ± 1982	5477 ± 2170	5606 ± 1840 <sup>ns</sup>	0.880

1) Mean ± SD 2) Not significant between control and experimental group by Student's t-test 3) Sodium intake calculated by 24h-dietary recall BMI: Body mass index SBP: Systolic blood pressure DBP: Diastolic blood pressure

간 회상법으로 산출한 나트륨 섭취량은 두 군이 유사하였으며 전체 대상자 평균섭취량은  $5541 \pm 1982$  mg/일이었다. 표준 편차가 보여주는 바와 같이 개인차가 상당히 심하였으며 많은 선행문헌에서도 개인차가 크다고 밝혔다.<sup>21-26)</sup>

### 나트륨 섭취와 관련한 식습관

나트륨 섭취와 관련한 식습관을 설문 조사한 결과는 Table 2와 같다. 짠 맛에 대한 기호는 '보통'으로 응답한 사람이 절반 이상이었고 짜게 먹는 편이라고 응답한 대상자는 30% 수준이었다. 식당 음식이 '짜다'고 응답한 사람은 대조군 60%, 실험군 50%였고 '싱겁다'고 응답한 사람은 없었다. 식탁에서 소금이나 간장을 사용하는 빈도는 '자주 사용'은 10% 수준이었으며 실험군은 '간혹 사용한다'가

64.3%로 대조군보다 높았으나 유의적 차이를 나타내지는 않았다. 국이나 찌개는 두 군에서 큰 차이 없이 하루에 1번 (50%) 또는 2~3번 (50%) 섭취하는 수준이었다. 인스턴트식품의 섭취빈도는 일주일에 3~4회 섭취가 대조군에서는 높았고 실험군은 '1회/일'이나 '3~4회/주'가 거의 같은 수준 (36~43%)이었으며 패스트푸드로 식사를 하는 빈도는 두 군에서 '간혹'이 80% 수준이었고 일주일에 3~4회는 15% 수준으로 유의적 차이는 없었다. 가정에서 하는 식사에서도 두 군 간에 차이 없이 30% 정도는 하루에 2~3번씩, 46%는 하루 1번 식사를 하는 빈도로 나타났다. 이상의 결과로 여자 대학생들의 염분 섭취와 관련한 주요 식습관은 대조군과 실험군에서 차이가 없이 실험을 시작했다고 할 수 있겠다.

**Table 2.** Dietary behavior of the subjects related to the sodium intake

	Total (n = 24)	Control (n = 10)	Expt (n = 14)	$\chi^2_{(2)}$ (p-value)
Preference to salty foods				
Yes	7 (29.2) <sup>1)</sup>	3 (30.0)	4 (28.6)	0.569 (0.752)
So-so	13 (54.2)	6 (60.0)	7 (50.0)	
No	4 (16.7)	1 (10.0)	3 (21.4)	
Response to restaurant food				
Salty	13 (54.2)	6 (60.0)	7 (50.0)	0.235 (0.697)
So-so	11 (45.8)	4 (40.0)	7 (50.0)	
Add salt or soy sauce at table				
Frequently	3 (12.5)	1 (10.0)	2 (14.3)	3.771 (0.152)
Sometimes	12 (50.0)	3 (30.0)	9 (64.3)	
Seldom	9 (37.5)	6 (60.0)	3 (21.4)	
Soup (gug, ggige) eaten/day				
2-3 times	12 (50.0)	6 (60.0)	6 (42.9)	0.686 (0.408)
1 time	12 (50.0)	4 (40.0)	8 (57.1)	
Meals eaten as instant foods				
2-3 times/day	1 ( 4.2)	0 ( 0.0)	1 ( 7.1)	5.483 (0.140)
1 time/day	7 (29.2)	1 (10.0)	6 (42.9)	
3-4 times/week	13 (54.2)	8 (80.0)	5 (35.7)	
Seldom	3 (12.5)	1 (10.0)	2 (14.3)	
Meals eaten as fast food (hamburger, chickens etc)				
3-4 times/week	4 (16.7)	2 (20.0)	2 (14.3)	0.137 (0.711)
Seldom	20 (83.3)	8 (80.0)	12 (85.7)	
Meals eaten outside home				
2-3 times/day	2 ( 8.3)	0 ( 0.0)	2 (14.3)	3.326 (0.344)
1 time/day	8 (33.30)	6 (50.0)	3 (21.4)	
3-4 times/week	10 (41.7)	4 (40.0)	6 (42.9)	
Seldom	4 (16.7)	1 (10.0)	3 (21.4)	
Meals eaten at home				
2-3 times/day	7 (29.2)	3 (30.0)	4 (28.6)	2.640 (0.450)
1 time/day	11 (45.8)	6 (60.0)	5 (35.7)	
3-4 times/week	2 (8.3)	0 ( 0.0)	2 (14.3)	
Seldom	4 (16.7)	1 (10.0)	3 (21.4)	

1) Number (percentage of total or each group) 2) Chi-square

**다양한 염분 용액에 대한 짠맛 인지와 기호 반응**

연구 시작 시점에서 염분 농도 0.15, 0.3, 0.5, 0.75, 1.0, 1.3%의 시험용액 (콩나물 국물)에 대한 대조군과 실험군 대상자들의 짠 맛인지와 각 용액에 대한 기호도 응답 결과는 Table 3에 제시하였다. 짠맛은 1 = 아주 싱겁다, 5 = 적당하다, 9 = 아주 짜다의 9점 척도로 평가하였고 조사된 6 수준 (0.15~1.3%)의 염분 용액에서 대조군과 실험군 대상자 간에 유의적 차이를 보이지 않았다. 0.5% 염분 농도에서 대조군과 실험군은 각각 4.9 ± 1.1, 4.4 ± 1.8 점으로 시험 농도 중 '적당하다 = 5'에 가까운 응답이었다. 0.3% 염분 용액에서는 3.2점과 3.1점 ('보통 싱겁다 = 3')로, 0.15% 농도에서는 1.8점과 1.4점으로 상당히 싱겁다 ('꽤 싱겁다' = 2, '아주 싱겁다' = 1)로 응답하였다. 0.75%, 1.0%, 1.3% 용액에서는 6.5, 7.5, 8.5점 수준 (Table 3)으로 짜다, 상당히 짜다, 아주 짜다 ('보통 짜다' = 6, '꽤 짜다' = 8, '아주 짜다' = 9)로 응답하였다. 기호도 응답은 전체적으로 5.4점 이하의 낮은 점수 ('아주 싫다' = 1, '그저 그렇다' = 5, '아주 좋다' = 9)에 머물렀으나 0.5%

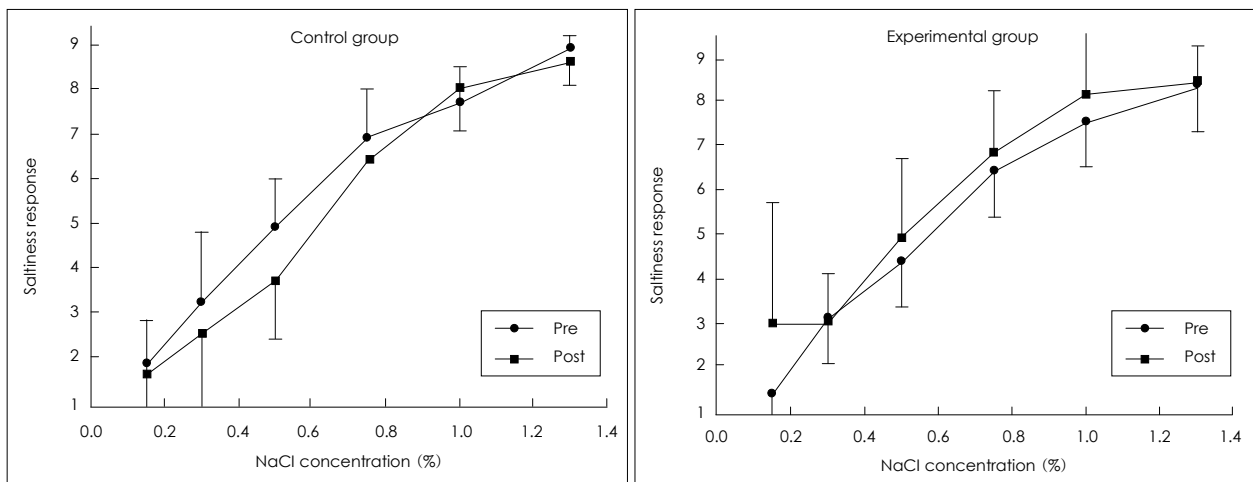
염분 용액에서 가장 높은 점수로 대상자들이 응답하였으며 이 농도를 기준으로 염분농도가 낮아지거나 높아져 감에 따라 기호도 점수는 감소하였고 두 군로 간의 유의적 차이는 없었다. Bertino 등<sup>16)</sup>과 Blias 등<sup>18)</sup>의 보고에서도 9점 또는 10 cm의 hedonic scale로 나타낸 염분용액의 기호도는 5.5점 이하로 본 연구와 유사하게 낮았다.

연구 종료시의 짠맛 인지와 기호도 조사결과는 각 군 별로 연구 시작시의 결과와 대조하여 Fig. 1과 Fig. 2에 각각 나타내었다. 짠 맛 인지검사에서 가장 적당한 수준으로 응답했던 0.5% 염분 용액에서 대조군은 시작시의 4.9 ± 1.1점에서 3.7 ± 1.3점으로 좀 싱거운 맛 ('적당하다' = 5, '약간 싱겁다' = 4)으로 인지 (p = 0.013)하였으며 실험군은 연구 종료시 반응은 4.9 ± 1.8점으로 시작시의 4.4 ± 1.8점보다 짠 맛 인지가 높아졌으나 유의적 차이는 아니었다. 저 농도인 0.15% 용액에 대하여는 상당한 차이 즉 종료시 3.0 ± 2.7점으로 시작시의 1.4 ± 0.6점보다 짠 맛 인지가 높았지만 개인차가 커 유의적 차이를 나타내지는 않았다 (p = 0.068). 0.75, 1.0, 1.3% 염분 용액에서 실험군

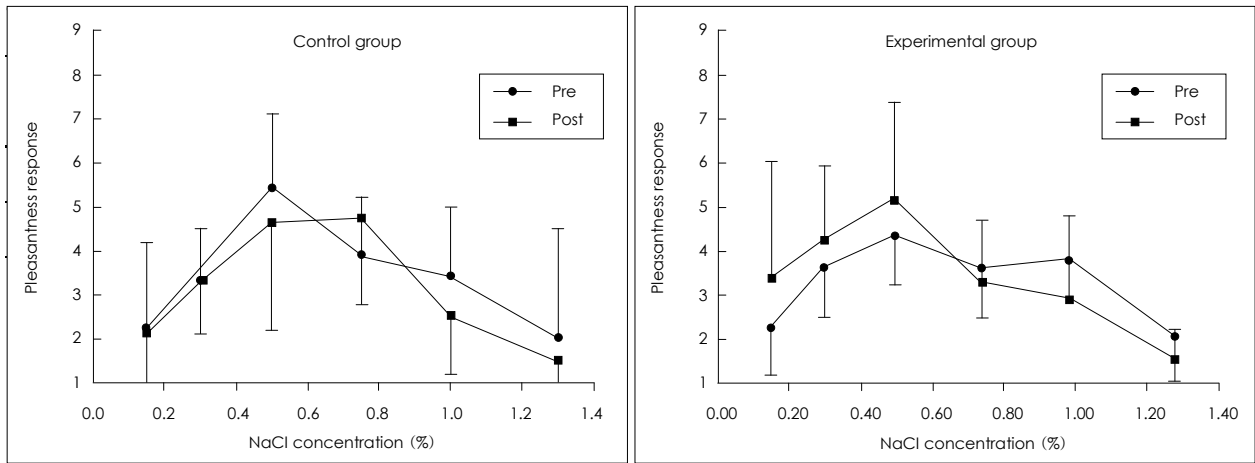
**Table 3.** Sensory evaluation of subjects to graded levels of salt fluid at the beginning of study

	Saltiness response			Pleasantness response		
	Control	Expt	p-value	Control	Expt	p-value
0.15%NaCl	1.8 ± 1.0 <sup>1)</sup>	1.4 ± 0.7 <sup>ns2)</sup>	0.328	2.2 ± 2.0	2.3 ± 1.5 <sup>ns</sup>	0.848
0.3%NaCl	3.2 ± 1.6	3.1 ± 1.3 <sup>ns</sup>	0.908	3.3 ± 1.3	3.6 ± 1.7 <sup>ns</sup>	0.629
0.5%NaCl	4.9 ± 1.1	4.4 ± 1.8 <sup>ns</sup>	0.375	5.4 ± 1.7	4.3 ± 1.7 <sup>ns</sup>	0.168
0.75%NaCl	6.9 ± 1.1	6.4 ± 1.3 <sup>ns</sup>	0.472	3.9 ± 1.3	3.6 ± 1.6 <sup>ns</sup>	0.473
1.0%NaCl	7.7 ± 0.8	7.5 ± 1.3 <sup>ns</sup>	0.723	3.4 ± 1.6	3.8 ± 2.5 <sup>ns</sup>	0.768
1.3%NaCl	8.9 ± 0.3	8.3 ± 1.1 <sup>ns</sup>	0.112	2.0 ± 2.5	2.1 ± 1.6 <sup>ns</sup>	0.935

1) Mean ± SD, saltiness scale with 1 = extremely insipid, 5 = proper, 9 = extremely salty and pleasantness scale with 1 = extremely dislike, 5 = so and so, 9 = extremely like 2) Not significant between control and experimental group by Student's t-test



**Fig. 1.** Saltiness response to graded NaCl solution pre-and post-experiment with saltiness scale 1 = extremely insipid, 5 = proper, 9 = extremely salty. Comparison of responses between pre- and post-experiment at each NaCl concentration by paired t-test was not significant by p < 0.05.



**Fig. 2.** Pleasantness response to graded NaCl solution pre-and post-experiment with scale 1 = extremely dislike, 5 = so and so, 9 = extremely like. Comparison of responses between pre-and post-experiment at each NaCl concentration by paired t-test was not significant with  $p < 0.05$ .

**Table 4.** Optimum saltness concentration, urinary sodium and creatinine, and blood pressure of subjects at the beginning and the end of study

	Control			Experiment		
	Pre- <sup>1)</sup>	Post- <sup>2)</sup>	p-value <sup>4)</sup>	Pre-	Post-	p-value <sup>4)</sup>
Optimum Na (mmol)	97.6 ± 23.1 <sup>3)</sup>	94.1 ± 17.1	0.562	103.6 ± 33.1 <sup>ns5)</sup>	80.7 ± 24.5*	0.015
Urine Vol (mL)	334 ± 97	364 ± 126	0.518	428 ± 176	410 ± 214	0.518
Na (mg)	1329 ± 327	1318 ± 594	0.961	1398 ± 783	906 ± 521*	0.041
Creatinine (mg)	467 ± 138	494 ± 201	0.899	517 ± 209	409 ± 252	0.271
Na/Cr (mg/mg)	2.87 ± 0.88	2.71 ± 0.88	0.745	2.79 ± 1.24	2.56 ± 1.16	0.626
SBP (mmHg)	105.4 ± 7.6	101.2 ± 8.0	0.062	111.9 ± 9.8	106.1 ± 9.2***	0.001
DBP (mmHg)	74.1 ± 3.9	69.2 ± 4.5**	0.002	74.9 ± 5.2	69.4 ± 5.2***	0.000

1) Pre-: at the beginning of study 2) Post-: at the end of study 3) Mean ± SD 4) p-values between pre- and post- in each control and experimental group by paired Student's t-test 5) Not significant ( $p = 0.734$ ) between pre- optimum Na values in control and experimental group by Student's t-test SBP: Systolic blood pressure DBP: Diastolic blood pressure  
\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$

대상자들의 짠 맛 인지는 높아지는 경향을, 특히 1.0% 용액에서는 짠 맛 인지가 7.5점에서 8.1점으로 상당한 차이를 보였으나 (Fig. 1) 연구 시작시와 유의적 차이를 보이지 않았다 ( $p = 0.084$ ).

Fig. 2에서 보는 바와 같이 각 농도의 염분에 대한 기호도는 연구 시작시와 종료시 검사에서 대조군과 실험군 모두 유의적 차이를 나타내지 않았다. 그러나 대조군은 연구 시작시에 0.5% 염분용액에 가장 높은 기호도 ( $5.4 \pm 1.7$ )를 보였다가 종료시에는 0.75% 염분용액에 가장 높은 점수 ( $4.7 \pm 1.9$ )를 그 다음으로 0.5% ( $4.6 \pm 1.3$ )로 나타나 더 짠 맛 쪽으로 기호를 나타낸 반면 실험군은 0.5% 염분용액 다음으로 0.3% 용액에 높은 점수 (각각  $5.1 \pm 2.2$  와  $4.2 \pm 1.7$ )를, 0.75% 이상의 염분용액에 대하여는 연구 시작시보다 유의 수준은 아니나 낮은 점수를 주어 싱거운 맛 쪽으로 기호가 적응한 듯 보였다.

### 최적 염미 Na 농도, 혈압, 뇨 Na 배설량

최적 염미 용액에 대한 나트륨 분석은 대조군에서는 연구 시작시와 종료시, 97.6 mmol과 94.1 mmol로 유의적 차이가 없었으나 실험군은 시작시 103.6 mmol에서 종료시 80.7 mmol로 유의적 감소를 보였다 ( $p = 0.015$ ) (Table 4). 연구 시작시의 대조군과 실험군 간의 최적염미도는 실험군이 약간 높았으나 유의 수준 ( $p = 0.734$ )의 차이는 아니었다. 뇨 수집량은 두 군 모두에서 연구 시작시와 종료시 차이가 없었으며 대조군에서는 나트륨, 크레아틴 배설에서 변화가 없었지만 실험군은 뇨배설 나트륨 양이 1,398 mg에서 906 mg으로 유의적으로 감소하였다 ( $p = 0.041$ ). 나트륨/크레아틴 비율은 실험군에서 좀 감소하였으나 유의 수준의 저하는 아니었다 ( $p = 0.626$ ).

Table 4에 제시된 바와 같이 수축기 혈압은 저염식 적용 후 실험군 대상자에서 111 mmHg에서 106 mmHg로 유

**Table 5.** Correlation between analytical sodium concentration and sensory evaluation to the lower levels of salt fluid at completion of the experiment

	Blood Pressure		Saltiness response			Pleasantness response		
	SBP <sup>1)</sup>	DBP <sup>2)</sup>	NaCl 0.15%	NaCl 0.3%	NaCl 0.5%	NaCl 0.15%	NaCl 0.3%	NaCl 0.5%
Optimum saltiness Na (mmol)	-0.479 <sup>3)</sup> (0.098) <sup>4)</sup>	-0.397 (0.180)	-0.042 (0.851)	-0.399 (0.066)	-0.148 (0.512)	0.299 (0.177)	-0.244 (0.273)	-0.104 (0.646)
Urinary Na(mg)	0.194 (0.506)	0.141 (0.631)	-0.176 (0.410)	-0.338 (0.106)	0.062 (0.775)	0.228 (0.285)	-0.191 (0.371)	-0.369 (0.076)

1) SBP: Systolic blood pressure 2) DSP: Diastolic blood 3) Pearson's correlation coefficient r with n = 24 4) p-value

의적 (p = 0.001)으로 감소하였다. 이완기 혈압은 대조군, 실험군 모두에서 저하하였다 (p = 0.002, p = 0.000). 실험 시작 시에는 두 군 간에 수축기나 이완기 혈압에서 유의적 차이가 없었으나 수축기, 이완기 혈압이 전국 조사결과보다는 약간 높았고 연구 종료 시에는 전국 조사결과와 유사하였는데 이는 계절적 차이인지 불분명하다.

Table 5에 실험 종료 시의 대상자들의 최적 염미 나트륨 농도와 뇨 나트륨 배설량과 수축기, 이완기 혈압, 0.15, 0.3, 0.5% 염분 농도에서의 짠 맛 인지와 기호도 반응과의 상관관계를 나타내었다. 혈압은 최적 염미도 나트륨 농도와는 유의적이지 않으나 염의 상관관계를 보였으나 식이 나트륨 섭취량의 지표가 되는 뇨 나트륨 배설량과는 상관관계를 보이지 않았다. 최적 염미 나트륨 농도와 뇨 나트륨 배설량은 0.3%의 낮은 염분용액에 대한 짠 맛 인지와는 약한 음의 관계 (r = -0.399, -0.338)를 나타내어 나트륨 섭취량이 높고 최적 염미 나트륨 농도가 높을수록 심하게 인지한다고 볼 수 있다. 기호도 점수 역시 염의 상관관계를 보이지만 여러 수준의 나트륨 농도에서 일정한 방향성을 보이지 않았고 유의수준의 상관관계는 아니었다. 최적 염미 나트륨 농도와 뇨 나트륨 배설량의 상관관계는 r = 0.418 (p = 0.053)의 양의 상관관계를 보여 짠 맛에 대한 기호가 나트륨 섭취량에 영향을 미친 것으로 보인다.

## 고 찰

최근 선진 여러 나라뿐만 아니라 우리나라의 나트륨 목표섭취량이 2,000 mg/일로 제정됨에 따라 고혈압, 심장·신부전환자 뿐만 아니라 일반인들도 적극적인 저염식 실천이 필요하게 되었다. 선행보고에서 일정 기간 염분 제한식을 섭취한 대상자들은 짠 스프에 대한 선호도를 높이기도 하고<sup>15,19)</sup> 나트륨 인지 역치를 낮추어 과거에 먹던 음식들이 짜게 느껴지는 효과가 수일에서 수개월 지속되기도 한다고 하였다.<sup>16-18)</sup> 염분 제한에 대한 반응이 다양하고 음식이나 식품의 선택에서는 맛이 가장 중요한 인자인 만큼 염분섭취 감소에 따른 짠 맛 인지와 염미도 변화에 대한 자료는 저염식

을 보급하는데 중요하다고 본다.

본 연구에서 실험군 대상자 14명은 6개월 간의 자발적 저염식 실천 후 저 농도 염분 용액에 대한 짠 맛의 인지도가 높아져 0.5% 이하 농도의 염분 용액에 대한 hedonic scale이 높아졌다 (Fig. 1). 대상자 간의 편차가 커 유의성은 없었으나 Bertino 등이<sup>16)</sup> 저염식을 자율적으로 5개월간 순응한 9명의 대상자에서 NaCl 0.6% 이하 농도의 스프에 대한 짠 맛 인지가 향상되었다고 한 보고와 유사한 결과이다. 이는 낮은 염분에 적응된 후에는 염분의 농도가 조금만 높아져도 인지하게 된다는 보고와도 일치한다.<sup>18)</sup>

짠 맛의 인지와 함께 낮은 농도의 염분에 대한 기호도도 실험군에서는 높아져 염미도의 변곡점 (breakpoint)이 낮은 염분 농도로 이동하여 (Fig. 2) 짠 맛의 인지 정도가 기호에 영향을 미침을 알 수 있다. 대조군은 0.5% 이하의 각 나트륨 농도에 대한 짠맛 인지와 염미도가 6개월 후 감소하였다. 대상자의 이러한 반응은 관능검사가 실험시작 12월과 6월의 종료 시점에 이루어져 더운 날씨에 더 짜게 먹게 되는 계절적 차이가 한 원인이 될 수 있을 것으로 사료되며 저염 실천 대상자들은 계절의 변화에도 불구하고 영양교육, 잦은 영양정보 제공과 자발적 노력으로 저염 적응이 유효했다고 할 수 있겠다. 일부 실험 대상자들은 저염 실천 초기에는 짠 맛에 대한 강한 욕구가 있었고 적은 양의 짠 음식으로 이를 해소하였다고 하였다. 선행 연구들에서도 저염식을 하는 동안 대상자들이 두 단계의 반응을 보여 초기에 짠 맛에 대한 강한 욕구나 저염식에 대한 기호도 감소가 있었으나 2개월 정도의 적응 후에는 미각 변화가 오는 것 같다거나<sup>16)</sup> 장기간 저염식 실천 중 4개월째에 저염식에 대한 기호도가 감소하였다가 5개월째 다시 향상된다는 보고<sup>18)</sup>가 있어 한국인을 대상으로 저염식 적응과정의 변화를 연구하여 저염식에 대한 영양교육이나 상담의 지속기간 설정에 활용 필요가 있겠다.

14명의 실험군 대상자와 10명의 대조군 대상자들이 혼합한 최적 염미용액의 나트륨을 정량 분석한 결과는 저염식 관련 영양 교육과 정보를 제공받고 자율적 저염 적응을 한 대상자들은 최적 염미 나트륨 농도를 낮출 수 있음을 보여

주었다 (Table 4). 실험군 대상자들은 6개월 간의 적응기간 경과 후 최적 염미 용액의 나트륨 농도는 연구 시작시의 103 mmol에서 78% 수준인 80.7 mmol로 유의적 ( $p = 0.015$ ) 감소를 보였다. 이는 가벼운 고혈압 환자를 대상으로 1일 나트륨 목표섭취량 1,600 mg의 저염식을 5개월 시행하여 최적 염미도를 98.3 mmol에서 64.4 mmol로 감소시켰다는 보고나<sup>36)</sup> 수축기 혈압이 경계 고혈압인 성인들이 자발적 저염식을 24주 수행한 후 최적 염미도가 NaCl 0.72%에서 0.33%로 낮아져 250 mL의 스프 섭취에서 380 mg 나트륨 감소를 가져 올 수 있다는 보고<sup>18)</sup>와 비하면 본 연구 대상자들의 저염 적응의 정도가 크지는 않다. 그러나 혈압에 문제가 없는 정상 젊은 여자들이 일상생활을 크게 제약없이 주기적으로 영양정보를 제공받고 저염 적응을 한 만큼 일반인들도 적절한 영양교육과 영양정보 제공으로 저염 적응이 가능함을 시사했다고 본다. 대상자의 일반적 특성이나 나트륨 관련 식행동에 차이가 없었던 대조군 대상자들은 연구 시작과 종료 시의 최적 염미 용액의 나트륨 농도가 97 mmol, 94 mmol 각각으로 변화가 없었다. 본 연구의 대상자들의 최적 염미도를 소금 농도로 환산하면 연구 시작 시점에서는 0.56 (대조군)~0.59% (실험군)로 최근 보고인 20대 대상자에서 33%가 0.5~0.6% 염도에 기호도를 나타내었다는 보고와 유사하였다.<sup>30)</sup> 실험군에서만 연구 종료 시점에 최적 염미도가 0.46%로 낮아졌으나 이는 과거 젊은 여성이나<sup>23,24)</sup> 아동들의 최적 염미도<sup>22,25)</sup>로 나타난 0.34~0.49% 수준과 유사하여 저염 적응의 효과가 미약하게 보이기도 하나 이들 보고에서 적용된 최적 염미도 측정 방법이 달라 직접적 비교는 어렵다. 또 대학생을 대상으로 조사한 국류의 최적 염미도가 0.6~0.9%<sup>32)</sup>로 나타난 것에 비하면 본 대상자들의 최적 염미도는 상당히 낮아졌다고 할 수 있겠다.

저염식 적응 실험군에서 나타난 최적 염미도의 나트륨 농도가 유의적으로 저하하였고 0.5% 이하의 저염 용액에 대한 기호도와 짠 맛 인지가 향상된 것이 목표로 하는 식생활의 나트륨 섭취량 저하로 이어졌는가 하는 점은 유의적으로 감소한 overnight 뇨 나트륨 배설량 (Table 4)이 뒷받침했다고 본다. 다른 영양소와 달리 식이조사를 통한 나트륨 섭취량 산출은 문제점이 많아 보통 24 h 뇨 수집을 통한 나트륨 배설량에서 섭취량을 추정한다. 본 연구에서는 overnight 뇨의 나트륨 배설량을 측정하였는데 이 방법은 24시간 뇨 수집에 따른 대상자의 일상활동에서의 제약을 줄이고 뇨 수집이 불완전함으로 인한 오차를 줄일 수 있다. 뿐만 아니라 두 방법으로 측정한 뇨 배설량 간에는 높은 상관관계 ( $r = 0.7\sim 0.8$ )를 가진다. 따라서 본 연구의 자료는 나

트륨 섭취량의 절대값을 추정할 수는 없으나 섭취량의 변화는 알 수 있어 실험군에서 나트륨 섭취량이 유의적으로 감소했다고 볼 수 있다. 또한 연구 종료시의 최적 염미도와 뇨 배설량은 양의 상관관계 ( $r = 0.418, p = 0.053$ )를 보여 짠 맛을 좋아하는 대상자가 나트륨 섭취량이 높음을 보여주었다. 단 본 연구가 이중맹검법 (double-blind) 실험이 아니었고 실험 대상자에 제공된 영양교육과 정보가 생리적 반응의 응답이나 일시적 나트륨 섭취량에 영향을 미칠 수 있음을 배제할 수 없다. 추 후 연구에서는 나트륨 섭취량에 대하여는 수 일 간의 자료가 필요할 것으로 생각된다. 최근 연구에서 식이조사로 산출한 나트륨섭취량과 최적 염미도 및 짠 맛 인지와는 상관관계가 유의적이지 않다는 보고<sup>30)</sup>가 있었고 이는 나트륨 식이조사의 문제점이거나 대상자의 염미도 차이가 크지 않는데 기인할 것으로 사료된다.

많은 선행 연구들이<sup>5-7,37,38)</sup> 정상인이나 고혈압 환자에서 나트륨 섭취를 감소하여 수축기 및 이완기 혈압이 감소했다고 보고하고 있다. 저염식은 궁극적으로 혈압을 정상으로 유지하고 고혈압 환자의 경우 혈압 조정의 목적으로 추천된다. 본 연구는 대상자가 정상 혈압 범주에 있고 실험의 목적을 염미도 변화를 관찰하는데 두었지만 연구 종료 시점에서 대조군과 실험군 모두에서 혈압의 감소를 보였다. 수축기 혈압은 실험군에서만 유의적으로 감소하였다. 저염식 섭취로 24시간 뇨 나트륨 배설이 160 mmol 감소시 수축기 혈압이 1.2 mmHg, 이완기 혈압이 0.26 mmHg 저하했거나<sup>38)</sup> 5주 이상 나트륨 섭취를 50 mmol 감소시켜 수축시 혈압이 5 mmHg 감소했었다는<sup>39)</sup> 다른 연구들에 비해 본 연구에서 보여진 혈압의 감소는 그 정도가 커다. 그 이유는 불분명하나 대조군의 혈압도 저하한 것으로 보아 계절적 영향이나 측정의 오차도 있을 수 있겠으나 6개월 간의 지속적 나트륨 섭취 감소도 상당히 작용했을 것으로 본다. 한편 본 연구에서 이완기, 수축기 혈압과 뇨 나트륨 배설량은 유의적 상관관계를 보이지 않았다 (Table 5). 혈압과 염분섭취와의 상관관계가 유의적이지 않음은 몇몇 국내 보고에서도<sup>20,30,40)</sup> 나타나 식이조사나 뇨 배설량으로 측정된 나트륨 섭취량에 내재하는 문제가 있거나 아니면 정상혈압의 젊은 성인이나 경계 고혈압 대상자에서 나트륨 섭취와 혈압과는 상관관계가 미약한지는 명확하지 않다.

대규모 나트륨 중재 연구에서 저염식에도 반응하지 않는 고혈압 환자나 고염식에도 반응하지 않는 정상인들 즉 나트륨 저항성 (salt resistance)으로 분류되는 실험 대상자가 전체의 25% 수준이라고 한다.<sup>41)</sup> 염분섭취와 혈압이 관계가 없어 고염식에도 혈압을 올려하지 않아도 되는 일부 사람들이 있을 수 있다. 그러나 다수의 사람들이 나트륨 민감



성 (sodium sensitive)일 것인 만큼 각 개인이 유전자 다형성 조사에서<sup>42)</sup> 염분으로부터 자유로울 수 있음이 밝혀질 때까지는 젊은 성인기부터 저염식에 적응함이 고혈압 예방에 필요하다. 본 연구 결과는 짠 맛에 대한 인지와 기호의 변화가 유의적 수준은 아니나 실험군에만 나타나 저염식을 실천할 의지가 있는 대상자들에게 영양교육이나 상담, 영양정보가 다양한 채널로 제공된다면 저염식 수용이 가능하여 나트륨섭취를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 여자대학생을 대상으로 장기간의 자율적 저염식 실시가 짠 맛에 대한 인지와 기호에 영향을 미쳐 나트륨 섭취나 혈압에 변화를 가져 올 수 있는지를 조사하고자 실시되었다. 14명의 실험군 대상자들은 나트륨 관련 영양교육과 정보를 제공받아 저염식을 하도록 지시 받았고 10명의 대상자는 평상시의 식생활을 유지하도록 하였다. 짠 맛의 인지와 기호는 9점 척도의 관능검사로 평가하였고 노 나트륨 배설량과 최적 염미 나트륨 정량 분석하였으며 혈압을 측정하였다. 주요 연구 결과는 아래와 같다.

1) 연구 시작시의 실험군과 대조군은 나트륨 관련 식행동, 신체 계측치, 혈압, 24시간 회상법에 의한 나트륨 섭취량, 6단계의 염분용액에 대한 짠 맛 인지나 기호에서 차이가 없었다.

2) 6개월의 저염식 실시 후 실험군 대상자들은 0.5% 이하 염분 용액에서 짠 맛 인지도가 높아졌고 대조군은 낮아져 저염식 실시로 낮은 농도의 염분에 적응한 듯하나 연구 시작과 종료시의 paired t-test에서 통계적 유의성은 없었다. 기호도는 시작 시에는 두 군 모두 0.5% 염분 용액을 가장 선호했고 연구 종료시 대조군은 0.75%와 0.5% 염분 용액에 비슷한 기호도를 보인 반면 실험군은 0.5%, 그 다음으로 0.3% 용액에 높은 기호도를 보였으나 그 변화가 유의적 수준은 아니었다.

3) 최적 염미 나트륨 농도는 실험군에서 105.6 mmol에서 저염식 적응 후 80.7 mmol로 유의적 ( $p = 0.015$ ) 감소를 보였고 대조군은 변화가 없었다. 노 나트륨 배설량은 대조군은 연구 시작과 종료시 차이가 없었고 실험군은 연구 종료시 1,398 mg에서 906 mg으로 유의적 감소를 하였다.

4) 수축기 혈압은 실험군 대상자에서 111 mmHg에서 106 mmHg로 유의적으로 감소하였고 이완기 혈압은 대조군, 실험군 모두에서 유의적으로 감소하였다. 혈압과 노 나트륨 배설량은 상관관계를 나타내지 않았다.

5) 최적 염미 나트륨 농도와 노 나트륨 배설량은 양의 상

관관계 ( $r = 0.418$ )을 보여 짠 맛에 대한 기호가 나트륨 섭취량에 영향을 미친 것으로 보인다. 최적 염미 나트륨 농도와 노 나트륨 배설량은 0.5% 이하의 낮은 염분 용액에 대한 짠 맛의 인지와는 음의 상관관계 ( $r = -0.338 \sim -0.399$ )를 보여 저염식을 하는 대상자는 낮은 염도에도 잘 반응을 보여 주었다.

본 연구의 대상자들은 6개월 간의 실험 경과 후 최적 염미도와 노 중 나트륨 배설량에서는 대조군과 실험군의 차이가 분명하였고 관능검사 결과는 0.5% 이하의 저염 농도에 실험군 대상자들이 짠 맛 인지와 기호도가 유의적이지는 않으나 향상하였다. 혈압은 수축기 혈압이 실험군에서만 유의적으로 감소하여 전반적으로 6개월 간의 저염식 적응이 유효한 듯하다. 그러나 본 연구결과만으로는 저염식에 적응해 가는 변화과정을 알 수 없고 분석 자료의 표준편차로 보아 개인차 커 일부 비적응자가 있었음을 알 수 있다. 앞으로 저염 적응 기간 중 개인별 반응과 함께 여러 시점에서의 관찰이 필요하다고 본다.

## Literature cited

- 1) Vander AJ, Sherman JH, Luciano DS. Human Physiology 5th ed, New York: Mcgraw Hill Publishing Co. ; 1990. p.471-512
- 2) Dahl LK. Salt intake and salt need. *N Eng J Med* 1958; 258: 1152-1156
- 3) Holbrook JT, Patterson KY, Bodner JE, Douglas LW, Veillon C, Kelsay JL, Smith JC. Sodium and potassium intake and balance in adults consuming self-selected diets. *Am J Clin Nutr* 1984; 44: 786-793
- 4) Pietinen P. Estimating sodium intake from food consumption data. *Ann Nutr Metab* 1982; 26: 90-99
- 5) He J, Gu D, Chen J, Jaquish CE, Rao DC, Hixson JE, Chen JC, Duan X, Huang JF, Chen CS, Kelly TN, Bazzano LA, Whelton PK. Gender difference in blood pressure responses to dietary sodium intervention in the GenSalt study. *J Hypertens* 2009; 27(1): 48-54
- 6) de Wardener HE, MacGregor GA. Harmful effects of dietary salt in addition to hypertension. *J Hum Hypertens* 2002; 16(4): 213-223
- 7) Sanders PW. Dietary salt intake, salt sensitivity, and cardiovascular health. *Hypertension* 2009; 53(3): 442-445
- 8) Chang SO. A study on the perception, use, and demand of housewife-consumers for nutrition label. *Korean J Nutr* 2000; 33(7): 763-773
- 9) Chang SO. The amount of sodium in the processed foods, the use of sodium information on the nutrition label and acceptance of sodium reduced ramen in the female college students. *Korean J Nutr* 2006; 39(6): 585-591
- 10) The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Korean. Seoul; 2005
- 11) Institute of Medicine. Strategies to reduce sodium intake in the

- United States [www.iom.edu/sodiumstrategies](http://www.iom.edu/sodiumstrategies); 2010. April
- 12) Chung HR. Policy approaches to reduce sodium intake in the public. Conference for Strategy Development of Optimal Salt Intake for Korean ; 2002. p.48-55
  - 13) Domingo KB, Chertow GM, Coxson PG, Moran A, Lightwood JM, Pletcher MJ, Goldman L. Projected effect of dietary salt reduction on future cardiovascular disease. *N Engl J Med* 2010; 362 (7): 590-599
  - 14) Kim YS, Paik HY. Measurement of Na intake in Korean Adult Female. *Korean J Nutr* 1987; 20(5): 341-349
  - 15) Contreras RJ, Frank M. Sodium deprivation alters neural responses to gustatory stimuli. *J Gen Physiol* 1979; 73: 569-594
  - 16) Bertino M, Beauchamp GK, Engelman K. Long-term reduction in dietary sodium alters the taste of salt. *Am J Clin Nutr* 1982; 36(6): 1134-1144
  - 17) Pangborn RM, Pecore SD. Taste perception of sodium chloride in relation to dietary intake of salt. *Am J Clin Nutr* 1982; 35(3): 510-520
  - 18) Blais CA, Pangborn RM, Borhani NO, Ferrel MF, Prineas RJ, Laing B. Effect of dietary sodium restriction on taste responses to sodium chloride, a longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 1986; 44: 232-243
  - 19) Bertino M, Beauchamp GK, Risky DR, Engelman K. Taste perception in three individuals on a low sodium diet. *Appetite* 1981; 2: 62-73
  - 20) Kwak EH, Lee SL, Lee HS, Kwun IS. Relation dietary and urinary Na, K, Ca, to blood pressure in elderly people in rural area. *Korean J Nutr* 2003; 36(1): 73-82
  - 21) Son SM, Huh GY, Lee HS. Development and evaluation of validity of dish frequency questionnaire (DFQ) and short DFQ using Na index for estimation of habitual sodium intake. *Korean J Community Nutr* 2005; 10(5): 677-692
  - 22) Kim JY, Kang YR, Lee MY, Paik HY. Sodium intake and preference for salty taste in elementary school children residing in rural and urban areas of Korea. *Korean J Nutr* 1990; 23(4): 248-256
  - 23) Kim KS, Paik HY. A Comparative study on optimum gustation of salt and sodium intake in young and middle-aged Korean women. *Korean J Nutr* 1992; 25(1): 32-41
  - 24) Choi BS, Kim EJ, Park YS. Study on sodium intake and preference for salty taste in college women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1997; 26(1): 154-160
  - 25) Lim HJ. A study on the food intake, sodium and potassium intakes and urinary excretion of preschool children in Pusan. *Korean J Nutr* 2000; 33(6): 647-659
  - 26) Yoon YO, Kim ES, Ro HK. Sodium intakes of some industrial workers. *Korean J Nutr* 1990; 23(1): 37-43
  - 27) Kim EY. Anthropometry, blood pressure, salt threshold and salt preference of children of orphan in Seoul and Kangnung. *Korean J Nutr* 1994; 27(2): 181-191
  - 28) Son SM, Park YS, Lim WJ, Kim SB, Jeong YS. Sodium intakes of Korean adults with 24-hour urine analysis and dish frequency questionnaire and comparison of sodium intakes according to the regional areas and dish group. *Korean J Community Nutr* 2007; 12(5): 545-558
  - 29) Park YS, Son, SM, Lim WJ, Kim SB, Jeong YS. Comparison of dietary behavior related to sodium intake by gender and age. *Korean J Community Nutr* 2008; 13(1): 1-12
  - 30) Ahn EJ, Noh HY, Chung J Paik HY. The effect of zinc status on salty taste acuity, salty taste preference, sodium intake and blood pressure in Korean young adults. *Korean J Nutr* 2010; 43(2): 132-140
  - 31) Cho YY. Practice guideline for reducing salt intake. Conference for Strategy Development of Optimal Salt Intake for Korean; 2002. p.31-41
  - 32) Lee HS, Lee KS. Measurement and evaluation of optimum salt concentration in usual dishes for the menu suggestion. *Korean J Food Cookery Sci* 1996; 12(3): 305-311
  - 33) Koo NS. Sensory evaluation. Seoul: Kyomunsa; 2006
  - 34) Lee JY. A study of salt consumption and related factors among adult females. *Korean J Food Nutr* 2001; 14(5): 430-440
  - 35) Yamamoto ME, Caggiula AW, Olson MB, Keisey SF, McDonald RH. Application of overnight urine collection and food records for monitoring the sodium and potassium intakes of group and individuals. *Am J Diet Assoc* 1994; 94: 897-899
  - 36) Korea Centers for Disease Control and Prevention. The Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV); 2008
  - 37) Gillum FR, Prineas RJ, Anderson P, Kebede J. Lack of response of salt taste threshold and preference to dietary restriction in mild hypertension. *Am Heart J* 1981; 102: 138 (letter)
  - 38) Graudal NA, Galloe AM, Garred P. Effects of sodium restriction on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterol and triglyceride: a meta analysis. *JAMA* 1998; 279(17): 1383-1391
  - 39) Law MR, Frost CD, Wald NJ. By how much dietary salt reduction lower blood pressure? III. Analysis data from trials of salt reduction. *Br Med J* 1991; 302(6187): 819-824
  - 40) Park JA, Yoon JS. The relationship of renin activity, homonal Na, Ca and habitual Na, Ca intake in hypertension. *Korean J Nutr* 1999; 32(6): 671-680
  - 41) He J, Gu D, Chen J, Jaquish CE, Rao DC, Hixson JE, Chen JC, Duan X, Huang JF, Chen CS, Kelly TN, Bazzano LA, Whelton PK; GenSalt Collaborative Research Group. Gender difference in blood pressure responses to dietary sodium intervention in the GenSalt study. *J Hypertens* 2009; 27(1): 48-54
  - 42) Norat T, Borman R, Luben R, Welch A, Khaw KT, Wareham N, Bingham S. Blood pressure and interactions between the angiotension polymorphism AGT M235T and sodium intake: a cross-sectional population study. *Am J Clin Nutr* 2008; 88: 392-397