

발간등록번호

11-1541000-001661-01

한국산 천일염의 생리활성 규명을
위한
임상 프로토콜 개발

(Development of Human Clinical Test Protocol
for Examining Bioactivity of Solar Salts Produced
in Korea)

농림수산식품

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “한국산 천일염의 생리활성 규명을 위한 임상프로토콜 개발에 관한 연구”에 대한 최종보고서로 제출합니다.

2012년 11월 30일

중앙대학교

연 구 진

연구기관명 : 중앙대학교

연구책임자 : 이 복 희

책임연구원 : 이 복 희

연 구 원 : 김 형 건

연 구 원 : William A. Boisvert

연 구 원 : 김 미 영

연 구 원 : 김 은 진

연 구 원 : 최 주 연

연 구 원 : 유 미 리

연 구 원 : 양 애 리

연 구 원 : 이 근 성

연 구 원 : 정 완 지

연 구 원 : 정 기 자

연구기관명 : 한국식품연구원

책임연구원 : 이 세 은

연 구 원 : 한 찬 규

연 구 원 : 성 기 승

연 구 원 : 김 동 철

연 구 원 : 김 상 숙

연 구 원 : 김 의 웅

연 구 원 : 김 훈

연 구 원 : 황 진 봉

연 구 원 : 조 영 춘

요 약 문

I. 제목

한국산 천일염의 생리활성 규명을 위한 임상 프로토콜 개발

II. 세부과제별 연구내용 및 결과

Part I. Dahl salt-sensitive rats에서 천일염의 고혈압 예방 효과

본 연구는 정제염과 비교하여 천일염이 가지는 항고혈압 효과를 알아보기 위해 수행되었다. 13주령의 Dahl salt-sensitive rat 58마리를 5개군으로 나누어 control diet (CON, n=10), 4% solar salt diet (SS4, n=12), 4% refined salt diet (RS4, n=12), 8% solar salt diet (SS8, n=12), 8% refined salt diet (RS8, n=12)를 15주간 급여하였다. 15주간 각 그룹별로 해당식을 섭취시키면서 식이섭취량, 체중, 혈압을 1주일에 1회 측정하였으며, 희생 전에 심초음파 검사를 실시하였다. 15주 후 해부하여 장기무게를 측정한 후 조직관찰을 위해 심장, 간, 신장, 비장을 포르말린 용액에 고정하였다. 혈액에서는 전해질 (Na, Cl, K, Ca, Mg) renin, aldosterone 농도를 분석하였으며 요중 전해질과 aldosterone도 분석하였다.

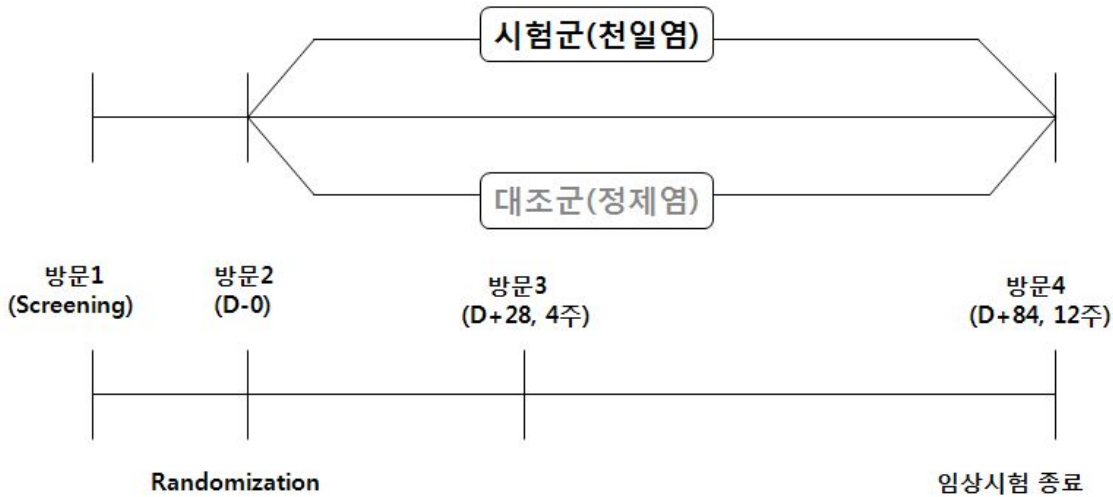
본 연구결과, 식이섭취량은 SS8군 (26.31 ± 2.24 g/day)에서 가장 높게 나타났고, RS8군 (23.07 ± 0.30 g/day), SS군 (23.02 ± 0.49 g/day), RS4군 (22.49 ± 0.95 g/day) 순으로 높았으며, CON군 (20.44 ± 0.73 g/day)이 가장 낮았다 ($p < 0.001$). 그러나 체중은 고염식을 섭취한 1주일 후부터 전기간 동안 RS8군이 가장 낮았다 ($p < 0.001$). 실험식이 섭취 전의 평균 수축기혈압은 124.39 ± 2.84 mmHg였으나, 2주 후부터 RS4군과 SS4군보다 RS8군과 SS8군의 수축기 혈압이 증가하였다. 15주 후 최종 수축기 혈압은 RS8군 (198.67 ± 8.76 mmHg)이 가장 높게 나타났고, 실험 초기와 비교하여 72.92 ± 10.09 mmHg가 상승하였다. CON군과 SS4군의 평균 혈압은 차이가 없었으며, RS4군, SS8군, RS8군과 비교하였을 때 유의하게 낮았다 ($p < 0.05$). 이완기 혈압은 수축기 혈압과 유사한 결과를 나타내었다.

심초음파 검사에서는 RS4군, SS8군, RS8군의 IVSd, IVSs, LV 질량이 CON군과 SS4군에 비해 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 심장과 신장의 무게는 고염식이섭취군이 CON에 비해 높게 나타났다. 그러나 간, 비장, 고환의 무게는 차이가 나타나지 않았다. 생화학지표에서 plasma renin은 고염식이섭취군이 CON보다 낮게 나타났고, 또한 plasma aldosterone 역시 고염식이섭취군이 높게 나타났다. Serum Na는 일정한 경향을 보이지 않았으나 CON의 serum Ca, K는 다른 고염식이섭취군에 비해 낮게 나타났다 ($p < 0.05$). 요중 Na와 Cl은 CON군보다 고염식이섭취군에서 많은 양이 배출되었다. 그러나 다른 전해질들에서는 일정한 경향을 보이지 않았다.

이상의 결과 천일염은 정제염과 비교하여 확실한 항고혈압효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 8%의 천일염 섭취는 정제염 4%를 섭취한 것보다 혈압이 낮게 나타났으며 CON군과 유사한 경향을 보였다. 그러므로 정제염을 한국산천일염으로 대체하여 사용할 경우, 한국인의 건강 유지에 유익할 것으로 판단된다.

Part II. 천일염의 혈압상승 억제 기전 규명을 위한 임상 연구

1. 임상시험의 제목 : 천일염의 혈압강하 임상효능 연구
(한국산 천일염 섭취가 혈압에 미치는 영향을 평가하기 위한 무작위배정, 대조군 병행설계, 공개 임상시험)
2. 임상시험계획서 번호 : Protocol No.: SSCT_2012
Version No.: 2.0
3. 임상시험의 목적 : 한국산 천일염 섭취가 혈압에 미치는 영향을 평가하기 위하여 한국인을 대상으로 인체적용시험을 실시하여 임상적 효능을 검증하는 임상시험 실시를 통하여 피험자모집, 피험자관리, 천일염 및 정제염 투여 및 섭취확인 방법, 염의 섭취에 의한 혈압 변동과 관련된 적절한 표지자 (biomarker)를 탐색함으로써, 천일염 관련 임상시험 평가를 위한 근거자료를 확보하고 이를 활용한 국제임상 프로토콜 개발을 위한 예비임상 시험 (pilot study)임
4. 실시기관명 및 주소 : 단국대학교 부속병원
충남 천안시 동남구 망향로 201
5. 임상시험 의뢰자명 : 농림수산물기술기획평가원
6. 임상시험의 기간 : 시작일 (첫째 환자 등록일) - 2012. 07. 13.
종료일 (마지막 환자 종료일) - 2012. 10. 20.
7. 임상시험 단계 및 디자인
단계 : 기타 (건강기능식품)
디자인 : 12주, 전향적, 무작위배정, 대조군 병행설계, 공개
8. 시험방법 : 본 임상시험은 무작위배정, 전향적, 대조군 병행설계, 공개 임상시험으로 디자인되었다. 자의에 의해 임상시험동의서에 서명한 피험자가 본 임상시험에 등록되면 방문평가를 통해 선정기준/제외기준 적합 여부를 판정한 뒤, 등록된 순서에 따라 computer generated randomization schedule을 이용하여 시험군 또는 대조군 중 한 군으로 무작위 배정되었다.
9. 피험자 수 : 최종 평가례수는 20명 (한 군당 10명)을 분석하기로 계획하였으며, Drop-out (20%)를 고려하여 피험자 수는 총 24명을 등록하였다.



● 계획된 피험자 수

	실험군 (천일염)	대조군 (정제염)	합계
최종평가례수 (PP)	10	10	20
Drop-out (20%) 고려예수	12	12	24

● 결과분석에 포함된 피험자 수

	실험군 (천일염)	대조군 (정제염)	합계
ITT set	12	11	23
PP set	12	12	24

10. 선정기준

- (1) 만 20세 이상 만 65세 미만의 정상 성인 여성으로 일주일에 15끼 이상 시험물질인 천일염이나 정제염으로 자가 조리된 식사가 가능한 자
- (2) 선천성 또는 만성질환이 없고 내과적인 진찰 결과 및 심전도 검사에서 병적증상 또는 소견이 없는 자
- (3) 담당의사가 스크리닝을 위하여 설정 실시한 혈액병리검사, 혈액화학검사, 뇨검사 등 임상병리검사 결과 피험자로 적합하다고 판정된 자
- (4) 가임여성 피험자의 경우 건강진단시 임신이 아니라고 확인된 자
- (5) 시험의 목적, 내용 등에 대해 충분히 설명을 듣고 자발적으로 서면 동의서에 서명한 자

11. 제외기준

- (1) 본인이 원하지 않거나 동의서를 작성하지 않는 경우
- (2) 시험개시 전 1개월 이내 바르비탈류 약물 등의 약물대사효소 유도 및 억제약물의 복용이나 과도한 음주를 한 자
- (3) 당뇨, 고혈압, 갑상선질환, 류마티스 질환, 아토피 질환(피부염, 비염, 천식)이 진단되었던 환자
- (4) 임상적으로 유의한 판막질환, 심부전 (class III, IV), 신부전 (혈청 크레아티닌 수치가 정상상한치의 1.5배 이상), 간부전 (혈청 ALT, AST 수치가 정상 상한치의 3 배 이상), 조절되지 않는 당뇨 환자 (HbA1C > 10%)
- (5) 심전도 측정 시 심박수 50 beats/min 이하, ECG PR interval 0.2 이상인 자
- (6) Visit 1에서 혈압 측정 시 160/90 mmHg 이상, 100/60 mmHg 미만인 자
- (7) 야간에 근무 하는 지원자
- (8) 임신, 수유 중인 여성
- (9) 그 외 임상의가 평가하기에 임상 시험을 수행해내기 어렵다고 판단된 자
- (10) 당해 시험 실시 전 3개월 이내에 임상시험에 참여한 자

12. 시험식품 : 천일염 {전라남도 신의면 하태동리 생산 (2011년 10월 구입)}

13. 대조식품 : 정제염 (한주소금)

14. 용법용량 및 섭취방법

- (1) 시험군 : 천일염을 12주간 자가 조리하여 섭취
- (2) 대조군 : 정제염을 천일염군과 동일한 방법으로 섭취
- (3) 간장, 된장, 고추장 등의 기타 양념도 각각 제공된 천일염과 정제염으로 제조된 제품만 사용하여 조리함
- (4) 제한음식 : 통조림, 가공된 육류, 젓갈류, 인스턴트 음식 (라면, 햄버거 등)

15. 유효성평가

- (1) 1차 유효성 평가변수 : 혈압변화
 - a. 실험 첫날, 4주, 12주째 평가 (3회)
 - b. 아침 자가 혈압 측정 : 12주간 연속
 - c. 저녁 자가 혈압 측정 : 12주간 연속
- (2) 2차 유효성 평가 변수 : 실험 첫날, 4주, 12주째 평가 (3회)
 - a. 혈장 및 소변에서 전해질 검사 : Sodium (Na^+), Potassium (K^+), Chloride (Cl^-), Magnesium (Mg^{2+}), Calcium (Ca^{2+})
 - b. 혈압관련 지표 : 혈장 및 소변 Aldosterone 의 농도
혈장 Renin 의 농도
소변 Creatinine 의 농도
혈장 및 소변 Homocysteine 의 농도

혈장 및 소변 Norepinephrine 의 농도

혈장 및 소변 Epinephrine 의 농도

혈장 및 소변 Dopamine 의 농도

16. 안전성평가

(1) 이상반응

(2) 생체징후 (맥박, 혈압, 호흡)

17. 통계분석방법

유효성 분석방법

유효성 평가변수의 변화에 대해서는 천일염 섭취군과 일반정제염 섭취군간의 차이, 시점에 따른 차이, 시점에 따른 변화양상의 차이를 반복측정 이요인 분석 (repeat measures two factor analysis)을 통하여 비교 분석하였다. 이와 더불어 각 군내에서 시점간의 차이는 paired t-test, 각 시점에서의 천일염 섭취군과 정제염 섭취군의 차이는 two sample t-test로 비교 분석하였다.

18. 결과

(1) 유효성 결과

본 임상시험은 건강한 성인 여성들을 대상으로 12주간 천일염으로 조리된 식사를 하였을 때, 혈압의 변화를 대조군 (정제염 섭취군)과 비교, 평가하기 위하여 디자인되었다. 천일염 및 천일염으로 제조된 양념류만을 사용한 식사를 1주에 15끼 이상 12주간 연속하여 섭취하도록 하였으며, 무작위배정, 전향적, 대조군 병행설계, 공개 임상시험을 실시하였다.

유효성 평가는 ITT 분석을 하였다.

1차 유효성 평가변수인 혈압변동은 방문 혈압, 아침 자가 혈압, 저녁 자가 혈압 측정 모든 실험에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았지만 천일염섭취군에서 12주 이후 이완기 (DBP) 혈압에는 차이가 없었지만 수축기 (SBP) 혈압 측정값은 감소되는 경향을 보였다.

방문 혈압 측정결과 수축기 (SBP) 혈압 측정에서 첫날, 4주후 12주후 모두 천일염섭취군의 혈압 감소량이 더 많았지만 통계적으로 유의한 차이는 없었고, 이완기 (DBP) 혈압은 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 첫날, 4주후에는 다소 증가하다 12주후에는 감소하는 결과를 나타내었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

아침 자가 혈압 측정결과 12주 동안 수축기 (SBP) 혈압은 천일염 섭취군과 정제염섭취군 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 변화량 또한 거의 없었다. 이완기 (DBP) 혈압 측정도 천일염 섭취군과 정제염섭취군 모두 근소한 증가를 보였으나, 통계적으로 유의한 차이도 없었다. 섭취군 간의 비교에서는 수축기 (SBP) 혈압 측정 결과 천일염섭취군이 정제염섭취군에 비해 혈압이 낮게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

저녁 자가 혈압 측정결과 12주 동안 측정 결과 천일염섭취군이 정제염섭취군에 비해

수축기 (SBP) 혈압이 낮았지만 통계적으로 유의한 차이는 없었고, 이완기 (DBP) 혈압은 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 다소 증가하는 경향을 보였으나, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

2차 유효성 평가는 혈장 및 소변에서 전해질과 혈압조절 관련 지표의 농도 변화로 관찰하였다. 천일염과 정제염 투여에 의한 전해질의 변동 가능성을 분석하기 위하여 혈장 및 소변에서 Na^+ , K^+ , Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} 을 측정하였으며, 혈압조절에 작용하는 호르몬인 aldosterone, renin, norepinephrine, epinephrine, dopamine과 순환기계 기능 지표로 creatinine과 homocysteine을 측정 분석하였다.

혈장 및 소변에서 전해질을 측정한 결과 혈장 전해질 중 sodium (Na^+) 농도는 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 증가되어 천일염섭취군의 경우 4주간 섭취 후 $+2.25 \pm 1.71$ mEq/L ($p=0.0045$), 정제염섭취군은 4주간 섭취 후 $+1.75 \pm 1.22$ mEq/L ($p=0.0028$)로 양쪽군 모두 4주차 에서 유의한 증가를 보였으며, 12주차 에서도 증가는 하였으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다. Calcium (Ca^{2+}) 농도는 천일염섭취군은 4주간 섭취 후 유의한 증가를 ($+0.23 \pm 0.28$ mg/dL, $p=0.0118$) 나타내었고 12주간 섭취 후에도 유의한 증가를 ($+0.41 \pm 0.29$ mg/dL, $p=0.0002$) 보였다. 정제염섭취군에서는 12주간 섭취 후 통계적으로 유의한 증가를($+0.29 \pm 0.34$ mg/dL, $p=0.0115$) 보였으나 sodium과 calcium 모두 두 군간에 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 소변에서는 Potassium (K^+) 농도와 Calcium (Ca^{2+}) 농도가 천일염섭취군과 정제염섭취군에서 모두 감소하였으나 군내 결과는 유의한 차이는 나타나지 않았지만 4주째 천일염섭취군에서 potassium 농도 ($p=0.0128$)와 calcium 농도($p=0.0239$)가 정제염섭취군에 비하여 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. Magnesium과 chloride의 결과에서 혈장과 소변에서 군내 및 천일염과 정제염 섭취군 간에 통계적인 유의한 차이는 없었다.

혈압조절 관련 지표로서 혈장 aldosterone과 renin은 천일염섭취군에서 4주간 섭취후 aldosterone ($+105.50 \pm 127.16$ pg/mL, $p=0.0150$)과 renin ($+1.29 \pm 1.67$ ng/mL/hr, $p=0.0104$) 모두 통계적으로 유의한 수준으로 증가되었다. 소변에서 Creatinine 의 농도는 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 섭취 후 감소하는 결과를 보였으며, 천일염섭취군에서 4주간 섭취 후 통계적으로 유의한 차이를 (-29.44 ± 22.11 mg/dL, $p=0.0401$) 보였으며, 4주간 섭취 후 정제염섭취군이 천일염섭취군에 비하여 더 높은 농도로 배설되었으며 이는 통계적으로 유의한 차이를 ($p=0.0369$) 나타내었다. 소변에서 Norepinephrine, epinephrine, 및 dopamine 모두 천일염섭취군에서 4주 및 12주간 섭취 후 현저히 감소되어 통계적으로 유의한 차이를 나타내었으나 이 결과는 천일염섭취군의 첫날 기저치 (basal level)가 정제염섭취군에 비하여 현저히 높은 수치를 나타내었기 때문에 이 결과는 반복확인이 필요하

다. 혈장에서 Norepinephrine 의 농도는 천일염섭취군은 감소하고 정제염섭취군은 증가하는 결과를 보였으며, 천일염섭취군에서의 감소는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 정제염섭취군에서 12주간 섭취 후 통계적으로 유의한 차이를 (218.41 ± 195.15 ng/uL, $p=0.0009$) 나타내었다.

(2) 안전성 결과

안전성 평가는 무작위배정되어 임상시험에 참여하여 제공된 천일염이나 정제염을 적어도 한번 이상 투여한 피험자 중 안전성 관련 정보가 수집된 피험자를 분석 대상자 (ITT set) 로 하였다.

임상시험에 참여한 후 이상반응을 경험하거나 활력징후 검사에서 이상이 있었던 피험자나 전혀 없었으며, 따라서 이상반응으로 인하여 중도탈락한 피험자는 없었다. 정제염섭취군 (대조군) 중 1 명의 피험자가 4주까지 시험에 참여하고, 다른 질환관련 약물을 복용하게 되어 중도탈락하였으며, 피험자의 질환은 임상시험과 “명확히 관련이 없음”으로 연구자에 의해 판단되었다.

18. 결론

현재 국내에서 통용되는 고혈압의 진단 및 치료지침에는 대한고혈압학회 진료지침, 제7차 미국 고혈압 합동위원회 보고서 (JNC-7)와 유럽 고혈압학회 및 유럽심장학회 (ESH and ESC) 합동 고혈압 치료지침 등이 있다. 대한 고혈압학회 및 JNC-7 보고서에는 수축기 혈압(SBP) 및 이완기 혈압 (DBP)에 따라 고혈압 단계를 표 1과 같이 정의하였으며, 특히 약물치료를 필요로 하지 않으나 생활요법 개선의 중요성을 강조하는 고혈압 전단계 (pre-hypertension)를 추가하였고, 이 범위에 속하는 잠재 위험군에 효과적인 저염식 식단 교육을 통하여 식생활이 개선될 경우 고혈압으로의 이전과 관련 합병증의 예방 효과가 뚜렷할 것으로 기대된다.

혈압단계	수축기 혈압		이완기 혈압
정상 (normal)	< 120	그리고	< 80
고혈압 전단계 (pre-hypertension)	120 - 139	또는	80 - 89
제1기 고혈압 (stage 1 hypertension)	140 - 159	또는	90 - 99
제2기 고혈압 (stage 2 hypertension)	≥ 160	또는	≥ 100

본 연구에서는 이 기준에 따라 정상 또는 고혈압 전단계 혈압을 유지하는 성인 여성들을 대상으로 12주간 천일염으로 조리된 식사를 섭취하도록 하여 대조군(정제염 섭취군)과 비교하여 혈압과 혈압의 변동에 관련된 지표들의 변화를 평가하는 무작위배정, 전향적, 대조군 병행설계, 공개 임상시험을 실시하였다. 천일염 및 천일염으로 제조된 양념류만을 사용한 식사를 1주에 15끼 이상 12주간 연속하여 섭취하도록 하였으며, 무작위배정, 대조군 병행설계, 공개 임상시험을 실시하였다.

연구결과 유효성 평가항목 중 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았지만 방문 혈압 측정결과와 자가 측정 결과 모두에서 천일염섭취군에서 정제염섭취군에 비해 수축기 (SBP) 혈압이 낮은 결과를 보였다.

2차 유효성 평가로 사용된 혈장 및 소변에서 전해질과 혈압조절 관련 지표 중 소변에서 4주째 천일염섭취군에서 potassium 농도 ($p=0.0128$), calcium 농도 ($p=0.0239$), 및 creatinine ($p=0.0369$) 의 농도가 정제염섭취군에 비하여 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 혈장 전해질 중 sodium (Na^+), Calcium (Ca^{2+})과 혈장 renin과 aldosterone 및 혈장 norepinephrine과 소변 중 catecholamine (norepinephrine, epinephrine, dopamine)은 투여 기간중 천일염섭취군 또는 정제염섭취군에서 통계적으로 유의한 실험군내 차이를 보였다.

본 연구에서 혈압에 대한 임상시험으로 3개월에 걸친 비교적 짧은 임상기간에도 불구하고 천일염 섭취에 의한 혈압 변동 효과가 수축기 (SBP) 혈압에 더 큰 영향을 미칠 수 있다는 점과 2차 유효성 평가에 사용될 수 있는 전해질과 혈압조절 관련 지표들을 선정에 활용될 수 있다는 점을 고려할 때 천일염의 혈압에 대한 효능 평가에 유용하게 활용될 수 있는 의미있는 결과로 판단된다.

본 연구결과를 바탕으로 한국산 천일염의 혈압강화 작용을 검증하기 위하여 효과적으로 활용될 수 있는 수정된 임상시험 프로토콜은 다음과 같다.

1) 시험디자인 : 무작위배정, 이중맹검, 대조군 병행, 교차 임상시험

피험자 40명을 두 군으로 나누어 병실에 입실시키고, 시험자나 피험자는 어떤 군에 속하는지 모르는 상태에서 일주일동안 같은 칼로리와 같은 용량의 염을 사용한 같은 식사를 1주일동안 시험군은 천일염 및 천일염을 포함한 양념을 사용하는 식사 일정량씩 모두 섭취하고, 대조군은 정제염 및 정제염을 포함한 양념을 사용하는 식사 일정량씩 모두 섭취하면서 임상시험을 진행함. 1차 시험 종료 1주일 이후 다시 입실하여 이전의 시험군이었던 피험자는 대조군으로, 대조군이었던 피험자는 시험군으로 전환하여 1 주

일간 이전과 동일한 시험을 진행함.

2) 피험자

정상 혈압의 피험자보다 병원 외래 및 공모를 통하여 치료받지 않는 1기 고혈압 환자와 경계성 혈압을 가진 피험자, 즉 수축기혈압 **130-159 mmHg** 또는 이완기혈압 **88-99 mmHg**인 사람을 피험자로 모집하는 것이 혈압 강하 효과 판정에는 더욱 효율적임

3) 혈압측정법

24시간 활동혈압기 (ABPM: Ambulatory Blood Pressure Monitoring)을 사용하여 24시간 활동혈압을 측정하여 혈압의 일과성 변동 측정이 자가 혈압 측정보다 혈압 변동의 측정에 더욱 예민함.

4) 추가 검사

본 연구에 사용된 전해질 및 혈압관련 지표 분석외에 소변 검사법을 통한 나트륨/칼륨 섭취 비율 측정법과 동맥경직도 (arterial stiffness)의 변동 측정 추가

Part III. 국내산 천일염의 표준화 연구

본 연구는 국내산 천일염의 국제적 경쟁력을 제고하고자 천일염의 품질을 분석하고, 천일염의 미네랄 성분의 정량, 정성 분석을 실시하였으며 천일염의 품질규격을 제안하였다. 그 결과는 아래와 같다.

1. 유통되는 천일염의 품질 특성을 생산시기, 숙성기간 그리고 제조방법에 따라 품질을 분석한 결과, 염화나트륨과 불용분, 황산이온 및 사분함량에 차이가 나타나났으며, 이 중 염화나트륨과 불용분 함량의 차이가 비교적 높게 나타났으며 사분과 불용분의 경우 식염규격을 초과하는 제품도 일부 있었다. 한편, 천일염의 불용분 제거를 위하여 세척, 탈수 등의 방법으로 전처리한 천일염의 경우 대부분 식염규격 이내에 들어오는 결과를 보였다.
2. 천일염의 품질평가방법을 조사한 결과, 산지에서의 생산자 자가품질 기준은 염도, 수분, 밀도, 입자 크기, 경도, 색상, 맛, 냄새 등을 품질 기준으로 하여 채염 후 3개월 이상 자연탈수한 천일염을 표준으로 하고 이를 3등급으로 구분하고 있었다. 또 다른 지역의 생산자 자가품질 기준은 생산시설, 색상, 수분함량, 이물질, 생산환경 등을 평가지표로 활용하여 품질을 평가하고 있었다. 따라서 천일염의 품질 균일화를 위하여서는 먼저 염전의 표준화가 확립되어야 하고 두번째는 생산한 천일염의 품질에 따른 등급을 기준으로 분류 관리를 하여야 할 것으로 판단되었다.
3. 천일염의 분석 결과에 의해 천일염의 품질 기준을 설정한 바, 염화나트륨, 수분, 황산이온, 마그네슘 그리고 중금속 등의 적정 기준을 국내 식염규격과 외국 기준을 고려하여 설정하여 제시한 바, 수분함량은 8% 미만, 황산이온은 1% 이하, 마그네슘은 5,000 ppm을 기준으로 제시하였다.

본 연구결과를 통하여 제시된 품질기준은 향후 지속적인 품질 분석을 통하여 보완되어야 할 것으로 보이며 앞으로 산지에서 쉽게 품질 분석을 할 수 있는 기술개발이 필요할 것으로 사료된다.

Ⅲ. 연구성과 및 성과활용 계획

1. 학술발표 2건 완료, 1건 예정(2013년)
2. 논문 2건 예정
3. 홍보활동 - 천일염의 우수성 칼럼 기고
4. 정책기술지원 2건
5. 워크숍 개최 2회

SUMMARY

I. Title

Development of Human Clinical Test Protocol for Examining Bioactivity of Solar Salts Produced in Korea

II. Research contents and results

Part I. The effects of solar salts on hypertension prevention in Dahl salt-sensitive rats

The study was conducted to establish the anti-hypertensive effects of solar salts compared to refined salt. Fifty-eight 13-week-old male Dahl salt-sensitive rats were assigned to five groups; control diet (CON, n=10), 4% solar salt diet (SS4, n=12), 4% refined salt diet (RS4, n=12), 8% solar salt diet (SS8, n=12), 8% refined salt diet (RS8, n=12). For 15 weeks, the rats were given their respective test diet, and measured feed intake, weight, and blood pressure weekly and performed echocardiography before sacrificing rats. After sacrificing rats, organ weights were measured, and liver, kidney and spleen were collected and embalmed with formalin solution for tissue histology. Blood was withdrawn and assayed for electrolytes as well as renin and aldosterone. Urine was also collected and analyzed for electrolytes, aldosterone and creatinine.

From the findings, feed intake was the highest in SS8 (26.31 ± 2.24 g/day), and then SS4 (23.02 ± 0.49 g/day), RS4 (22.49 ± 0.95 g/day) and RS8 (23.07 ± 0.30 g/day) in order, and the lowest in CON (20.44 ± 0.73 g/day) ($p < 0.001$). But, body weight was the lowest in RS8 during the entire period for high salt diet after 1 week ($p < 0.001$). At week 0, average systolic blood pressure was 124.39 ± 2.84 mmHg, but after 2 weeks, systolic blood pressure of RS8 and SS8 increased more than those of RS4 and SS4. After 15 weeks, the final systolic blood pressure of RS8 (198.67 ± 8.76 mmHg) was the highest among the groups and increased 72.92 ± 10.09 mmHg compared to that of the beginning. Mean systolic blood pressures of CON and SS4 did not differ, but were significantly lower than those of RS4, SS8, and RS8 ($p < 0.05$). Diastolic blood pressures followed similar pattern to systolic blood pressures.

In echocardiography, IVSd, IVSs and LV mass of RS4, SS8 and RS8 were higher than those of CON and SS4 ($p < 0.05$). Heart and kidney weights of CON group were lower than

those of high salt diet groups, but there were no difference in liver, spleen, and testicles. In case of biochemical indices, plasma renin and aldosterone levels of high salt groups were lower than those of CON. Serum Na levels did not show consistent tendency, but serum Ca and K levels of CON were lower than those of high salt groups ($p < 0.05$). Urinary Na and Cl of high salt groups excreted more than those of CON, but there was no consistent tendency among other electrolytes.

In conclusion, it seemed that solar salts exerted significant antihypertensive effects compared with refined salts based on all the parameters measured in this study. Also, even 8% solar salts level did showed less hypertensive effects than 4% refined salts. Therefore, it would be beneficial to replace refined salts with Korean solar salts for the sake of good health.

Part II. Clinical Trial for the Evaluation of Anti-hypertensive Effects of Solar Salts

1. Study title : Clinical Trial for the Evaluation of Anti-hypertensive Effects of Solar Salts Produced in Korea
(Randomized, Parallel Grouped, Open-Labeled Clinical Trial for the Evaluation of Anti-hypertensive Effects of Solar Salts Produced in Korea)
2. Clinical Trial Proposal No. : Protocol No.: SSCT_2012
Version No.: 2.0
3. Objectives : This is a pilot study to make a standard protocol of global clinical trials for the evaluation of anti-hypertensive effects of solar salts produced in Korea. The study will be performed by Korean subjects to establish the reliable method for recruiting and salt administration method during clinical trials and searching for appropriate biomarkers correlated with the blood pressure changes.
4. Name and Address of Study Center : Dankook University Hospital
Manghyang-ro 201, Dongnam-gu, Cheonan, Choongnam
5. Sponsor : Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry, and Fisheries
6. Study Period : From (first patient registration date) - 2012. 07. 13.
To (last patient evaluation date) - 2012. 10. 20.
7. Clinical Phase and Design
Clinical Phase : The Others
Design : 12 weeks, Prospective, Randomization, Parallel Group, Open
8. Study Method : This study was designed as a randomized, prospective, parallel group, and open-labeled clinical trial. After volunteers registered in the clinical trial by signing and getting informed consent as their will, they visited and selected as inclusion/exclusion criteria. Enrolled volunteers were assigned as test group or control group by computer generated randomization schedule with the order of registration.
9. Number of Volunteers : We had planned to enroll 20 (10 per group), and have registered 24 finally to consider the 20% of drop-out rate.

● Planned number of volunteers

	Test group (solar salt)	Control group (refined salt)	Total
Final evaluation number (PP)	10	10	20
Drop-out (20%) considering number	12	12	24

● Number of volunteers included in the result analysis

	Test group (solar salt)	Control group (refined salt)	Total
ITT set	12	11	23
PP set	12	12	24

10. Inclusion Criteria

- (1) Woman aged between 20 ~ 65, who can cook more than 15 meals per week by herself
- (2) Who has no congenital or chronic disease, and has no pathologic findings in physical examination and ECG (electrocardiogram)
- (3) Who has been decided as suitable in the screening test by investigator as a result of clinical pathology lab analysis such as blood pathology, blood chemistry, and urine analysis
- (4) Who has been diagnosed as nonpregnant in screening test in case of conceivable age
- (5) Who has signed voluntarily as a volunteer after hearing the object and processes of study thoroughly

11. Exclusion Criteria

- (1) Who are not want to enroll or refuse to sign on informed consent
- (2) Who took drug metabolizing enzyme inducer or inhibitor such as barbiturate, or took excessive alcohols in a month before starting of study
- (3) Who has been diagnosed before as a diabetes mellitus, hypertension, thyroid disease, rheumatoid disease, or atopy (dermatitis, rhinitis, arthma)
- (4) Who has clinically relevant valve disease, heart failure (class III, IV), renal failue

(plasma creatinine level 1.5 times over normal high level), hepatic failure (plasma ALT, AST level 3 times over normal high level), or uncontrolled diabetes mellitus (HbA1C > 10%)

- (5) Who has heart rate below 50 beats/min, over 0.2 in PR interval by ECG
- (6) Who has blood pressure over 160/90 mmHg, or below 100/60 mmHg at Visit 1
- (7) Nighttime worker
- (8) Pregnant or lactating woman
- (9) In other cases, when clinician decide the volunteer would be hard to perform the clinical trials
- (10) Who have been enrolled in any other clinical trials within 3 months

12. Test Material : Solar salt

13. Control Material : Refined salt (Hanju salt)

14. Dosing and Administration Method

- (1) Test group: Self cooking and administer using solar salt 7~10 g per day
- (2) Control group: Use refined salt instead of solar salt with exactly same method
- (3) Only use given soy sauce, soybean paste, red pepper paste in the cooking as their group
- (4) Restricted Foods : canned food, assorted meat, salted fish, instant food (Ramen, Hamburger etc.)

15. Efficacy Evaluation

- (1) Primary efficacy evaluation variable : blood pressure change
 - a. Evaluate at study day 1, 4 weeks, 12 weeks (3 times)
 - b. Self morning blood pressure measurement: consecutively everyday for 12 weeks
 - c. Self evening blood pressure measurement: consecutively everyday for 12 weeks
- (2) Secondary efficacy evaluation variable
 - : Evaluate at study day 1, 4 weeks, 12 weeks (3 times)
 - a. Electolytes analysis in plasma and urine : Sodium (Na^+), Potassium (K^+), Chloride (Cl^-), Magnesium (Mg^{2+}), Calcium (Ca^{2+})
 - b. Blood pressure related markers :
 - Plasma and urine aldosterone concentration
 - Plasma renin concentration
 - Urine creatinine concentration
 - Plasma and urine homocysteine concentration
 - Plasma and urine norepinephrine concentration
 - Plasma and urine epinephrine concentration

Plasma and urine dopamine concentration

16. Safety Evaluation

- (1) Adverse events
- (2) Vital signs (pulse rate, blood pressure, respiration)

17. Statistical Analysis Method

Efficacy analysis method

The changes of efficacy evaluation variables were analyzed with repeat measures two factor analysis by comparing between test group and control group. The intra-individual difference at measuring point were analyzed by paired t-test, and the difference between test group and control at point were compared and analyzed by two sample t-test.

18. Results

(1) Efficacy result

The study was designed for evaluating the blood pressure dropping effect in Korean healthy women subjects by self cooking and administrating of solar salts for 12 weeks comparing with refined salt administered group. Meals should be ingested at least 15 times a week, for 12 consecutive weeks after cooking with solar salts and ingredients containing solar salts. This study was designed and conducted as the randomized, parallel grouped, open-labeled clinical trial.

Efficacy evaluation was performed with ITT analysis.

There was no significant difference in primary efficacy evaluation variable (blood pressure changes) measured in hospital at visiting day, self morning blood pressure measurement, and self evening blood pressure measurement. However, there are trend in decreasing the systolic blood pressure (SBP) in every cases after 12 weeks in test group, even though there are no differences in diastolic blood pressure (DBP) in every cases of BP measured in hospital at visiting day, self morning BP measurement, and self evening BP measurement.

Even there was no statistically significant difference, SBP was dropped more in test group compared with control group in BP measured in hospital at visiting day 1, 4 weeks, and 12 weeks. DBP was increased a little both test group and control group at visiting day 1, 4 weeks, and decreased at 12 weeks without significance.

In self morning blood pressure measurement, SBP in test group was lower than

control group even there were no significant differences between test group and control group in SBP during 12 weeks. DBP was slightly increased in both groups without significance.

In self evening blood pressure measurement, same trend as self morning BP measurement. SBP in test group was lower than control group even there were no significant differences between test group and control group in SBP during 12 weeks. DBP was slightly increased in both groups without significance.

This study applied the electrolytes and blood pressure regulating hormones and BP related factors in the plasma and urine as secondary efficacy evaluation variables. These samples were acquired during volunteers' scheduled visiting at 3 time points of study day 1, 4 weeks, 12 weeks.

- a. Electrolytes in plasma and urine: Sodium (Na^+), Potassium (K^+), Chloride (Cl^-), Magnesium (Mg^{2+}), Calcium (Ca^{2+})
- b. Blood pressure related markers:
 - Plasma and urine aldosterone concentration
 - Plasma renin concentration
 - Urine creatinine concentration
 - Plasma and urine homocysteine concentration
 - Plasma and urine norepinephrine concentration
 - Plasma and urine epinephrine concentration
 - Plasma and urine dopamine concentration

In the plasma and urine electrolytes, plasma Na^+ concentration were increased significantly in test group as $+2.25 \pm 1.71$ ($p=0.0045$), and increased in control group as $+1.75 \pm 1.22$ ($p=0.0028$) at 4 weeks, thereafter plasma Na^+ concentration were reduced in both group at 12 weeks without significance. Plasma Ca^{2+} concentration of test group was significantly increased at 4 wks ($+0.23 \pm 0.28$, $p=0.0118$) and also increase at 12 wks ($+0.41 \pm 0.29$, $p=0.0002$). Plasma Ca^{2+} concentration of control group was only significantly increased 12 wks ($+0.29 \pm 0.34$, $p=0.0115$). However, there were no statistical significance between test group and control group in plasma sodium and calcium. Urinary K^+ and Ca^{2+} concentration were decreased significantly $p=0.0128$ and $p=0.0239$, relatively at 4 wks of test group. There was no significance between test group and control group in urinary K^+ and Ca^{2+} excretion. There was no significance between test

group and control group in plasma and urinary Mg^{2+} and Ca^{2+} .

Plasma aldosterone ($+105.50 \pm 127.16$, $p=0.0150$) and renin ($+1.29 \pm 1.67$, $p=0.0104$) were increased significantly in test group at 4 wks. Urinary creatinine concentration were decreased both in test group and control group, but the decrease was more significant in test group (-29.44 ± 22.11 , $p=0.0401$) at 4 wks. There is statistically significant difference between groups ($p=0.0369$) at 4 wks. Urinary excretion of norepinephrine, epinephrine, and dopamine were prominently decreased at 4 wks and 12 wks in test group. The results were not reliable currently because the basal plasma and urine concentration of norepinephrine, epinephrine, and dopamine in test group at day 1 were selectively high and the concentrations of those were analyzed by LC-MS/MS. We should reanalyze these samples and reevaluate these parameters with further study.

(2) Safety Evaluation

Safety Evaluation was performed in every volunteers involved in clinical study.

No volunteer was experienced any kind of side effects or abnormality in vital signs. Therefore, there was no drop-out because of adverse events. One volunteer in control group was withdrawn from the study after 4 wks participation because she had to take medication for treatment of disease unrelated with this study. The principal investigator confirmed her disease as "absolutely no relation with clinical trial".

18. Conclusion

The currently used treatment guidances for the diagnosis and treatment of hypertension are "Medical Guidance of Korean Hypertension Association", "The 7th American Hypertension Joint National Committee (JNC-7)", and European Society of Hypertension and European Society of Cardiology (ESH and ESC). Korean Hypertension Association and JNC-7 defined hypertension by systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) as table-1, and added the pre-hypertension phase. Drug treatment may not needed, but life style changes are recommended in pre-hypertension phase. This potential risk group can be expected to delay the transition to hypertension by reducing sodium intake.

Table 1. Classification of hypertension

Phase of blood pressure	SBP		DBP
normal	< 120	and	< 80
pre-hypertension	120 - 139	or	80 - 89
stage 1 hypertension	140 - 159	or	90 - 99
stage 2 hypertension	≥ 160	or	≥ 100

The study was designed for evaluating the blood pressure dropping effect by recruiting healthy women subjects with normal or pre-hypertension with self cooking and administrating of solar salts for 12 weeks comparing with refined salt administered group. Meals should be ingested at least 15 times a week, for 12 consecutive weeks after cooking with solar salts and ingredients containing solar salts. This study was designed and conducted as the randomized, parallel grouped, open-labeled clinical trial.

There were trends in lowered systolic blood pressure (SBP) in test group with 3 time point measurements at visiting day, self morning blood pressure measurement, and self evening blood pressure measurement in 12 wks copared with the control group, even though there are no differences in diastolic blood pressure (DBP).

Among the electrolytes and blood pressure regulating hormones in the plasma and urine as secondary efficacy evaluation variables, urinary potassium ($p=0.0128$), calcium ($p=0.0239$), and creatinine ($p=0.0369$) concentration at 4 wks in test group showed significant difference compared with control group. Plasma sodium (Na^+), calcium (Ca^{2+}), renin, aldosterone, and norepinephrine as well as urinary catecholamine (norepinephrine, epinephrine, dopamine) showed significant intra-group difference during study.

Even this study was conducted for 3 months, relatively short period of time for hypertension study, investigators found some clues that the SBP would be more principal BP effector variable for evaluation of anti-hypertensive effects of salt compounds. Besides above result, the findings of this study about electrolytes and BP

regulating hormones analysis must be very valuable in the protocol establishment for the future extended clinical trials for the evaluation of anti-hypertensive effects of solar salts produced in Korea.

Based on this study, investigators suggest following clinical study protocol development to assess efficiently the anti-hypertensive effects of solar salts produced in Korea.

1) Clinical Study Design : Randomization, Double blind, Parallel Group,
Cross Over Clinical Study

- a. Recruit 40 volunteers and divide into test group and control group
- b. Volunteers may be administered in beds for 1 wks with double blind
- c. Same meals will be served to volunteers except added salts
(Calories and added salt amount should be same)
- d. BP changed will be measured everyday and discharged after completion of 1st experiment
- e. After 1 wks rest, volunteers may be administered again into same bed, and switching groups (cross-over)
- f. Run same experiment, and discharge after completion of 2nd experiment

2) Volunteer Recruit

Non-treated phase 1 hypertension patients or pre-hypertension volunteers should be much better normal volunteers in assessment of anti-hypertensive effect of solar salts (SBP 130-159 mmHg or DBP 88-99 mmHg).

3) Blood Pressure measurement Method

24-hr ABPM (Ambulatory Blood Pressure Monitoring) is better in measurement of active blood pressure than traditional self BP monitoring.

4) Additional Test

In addition to electrolytes and BP regulating hormones, it's recommendable to measure Na/K uptake analysis by urinalysis and assessment of arterial stiffness.

Part III. Standardization of Korean Solar Salts

The study has been conducted to establish the quality standards for Korean solar salts. We performed the analysis and comparison of solar salts from various production region, time and production procedure. The results are as follows.

1. Marketed solar salts based on production region, time and procedure appeared to be considerably different in the contents of NaCl, sulfate ions and powders. Especially, there were big difference in NaCl and sand powder and some solar salts marketed exceeded the standards for edible salts. On the other hand, preprocessed solar salts by cleaning and dehydration was within the standards for edible salts.

2. Some manufacturers at production region are using self-quality standards based on moisture, density, particle size, hardness, color, taste and smell and also. naturally dehydrated solar salts more than 3 months are considered as 3rd grade. Other manufacturers are evaluating the quality of solar salts based on production facilities, production environment, and physical characteristics such as color, moisture contents, and foreign materials. Thus, firstly, the standardization of salt pan should be established and secondly, unified standards for solar salts are to be made and applied for the quality management of solar salts.

3. From the findings of analyses of solar salts, we suggest that moisture, sulfate, magnesium contents should be less than 8%, 1%, and 5,000 ppm, respectively.

In conclusion, there were variations and application of quality standards and composition of solar salts in the production region. Therefore, continuous efforts should be made to establish general quality standards applicable for Korean solar salts.

목 차

요 약 문	3
SUMMARY	15
목 차	26
CONTENTS	27
제 1 장 국내산 천일염의 혈압상승 억제효과 연구	28
제 1 절 연구의 목적 및 필요성	28
제 2 절 천일염의 혈압상승 억제 기전 규명을 위한 전임상 연구	32
1. 연구개발의 내용 및 방법	32
2. 실험결과	38
제 3 절 천일염의 혈압상승 억제 기전 규명을 위한 임상 연구	63
가. 연구개발의 내용 및 방법	63
나. 연구결과	73
다. 국내산 천일염의 혈압강하 임상효능 평가를 위한 임상시험 프로토콜 개발	130
제 2 장 천일염 소비 활성화를 위한 국내산 천일염의 소비자 조사 및 관능평가	131
제 1 절 연구의 목적 및 필요성	131
제 2 절 연구재료 및 방법	132
제 3 절 연구 결과	134
제 3 장 국내산 천일염 표준화 연구	146
제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성	146
제 2 절 국내외 기술개발 현황	149
제 3 절 연구개발수행 내용 및 결과	170
제 4 절 결과 및 고찰	179
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	224
제 1 절 연구개발목표의 달성도	224
제 2 절 관련분야의 기술발전예의 기여도	226
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	227
제 1 절 학술발표	227
제 2 절 홍보	228
제 3 절 정책활용	228
제 4 절 워크숍 개최	228
연구개발보고서 초록	229

CONTENTS

SUMMARY	15
CONTENTS	27
Chapter 1 Research on Blood Pressure-Lowering Effects and Mechanisms of Solar Salt	28
Section 1 Objectives and needs of research	28
Section 2 The effects of solar salts on hypertension prevention in Dahl salt-sensitive rats	32
Section 3 Clinical Trial for the Evaluation of Anti-hypertensive Effects of Solar Salts	63
Chapter 2 Salts Usage Behavior, Perception, Buying Behavior, and Sensory Evaluation of Consumers on Solar Salts vs Refined Salts and Various Salt-Based Foods	131
Section 1 Objectives and needs of research	131
Section 2 Research method	132
Section 3 Results	134
Chapter 3 Standardization of Korean Solar Salts	146
Section 1 Objectives and needs of research	146
Section 2 Technology development status	149
Section 3 Research method	170
Section 4 Results	179
Chapter 4 Goal Achievement and Contribution to Related Industries	224
Chapter 5 Result of the Study and Application Plan	227
Abstract	229

제 1 장 국내산 천일염의 혈압상승 억제효과 연구

제 1 절 연구의 목적 및 필요성

최근 우리나라의 경제수준이 지속적으로 향상됨에 따라 현대인들에게 있어서 서구화된 식생활과 신체활동의 감소로 인해 비만 및 고혈압에 따른 만성질환 유병률이 증가하고 있는 추세이다. 국민건강보험공단에 따르면 1995년부터 2005년 사이 10년간 건강보험 총 진료비가 고혈압은 9배, 뇌졸중은 6.9배, 심장질환은 6배, 당뇨병은 8배 증가하였으며, 특히 고혈압의 경우 유병률이 1995년 3.3%에서 2005년 10.1%로 크게 증가한 데 비해 같은 기간 동안 의료비용은 약 3,590억원에서 32,440억원으로 무려 9배나 증가된 것으로 보고된 바 있다. 고혈압은 혈관 내 압력의 증가와 동맥경화 촉진작용으로 뇌졸중, 협심증, 심근경색증, 심장 근육 비대, 심부전증 등의 심장질환과 신부전, 신경화증 등의 신장질환, 말초혈관질환, 눈 망막증 등 여러 장기를 손상시켜 2차적인 만성질환을 초래 하는 것으로 알려져 있다.

나트륨의 섭취가 고혈압과 연관이 있음을 보고한 Ambard와 Beaujard (1904)의 연구를 시작으로 나트륨 섭취와 고혈압과의 연관성에 대한 연구가 지속되고 있는데 (Blackwood 등, 2001; Cirillo 등, 2002), 우리나라의 국민건강영양조사 결과, 성인 인구의 고혈압 유병률이 2007년 이후 꾸준히 증가경향을 나타내는 것으로 나타났다. 나트륨은 세포 외액을 구성하는 중요한 양이온 중 하나로 칼륨이온 (K^+)와 함께 세포내외의 삼투압 조절, 신경전달과 정상적인 근육의 자극반응을 조절하며 염소이온 (Cl^-), 중탄산이온 (HCO_3^-)과 함께 산·알칼리 균형을 유지하는 역할을 수행한다. The International Study of Salt and Blood Pressure (INTERSALT) 에 따르면 나트륨의 섭취량이 100 mmol/day (5.9 g NaCl)의 차이가 날 때, 수축기 혈압은 3-6 mmHg 정도의 차이를 보이며, 25-55세 성인 인구 전체에서는 1일 나트륨 섭취량의 100 mmol 감소로 수축기 혈압을 10 mmHg 정도 낮추는 효과가 있다고 보고된 바 있다. 따라서 과량의 나트륨 섭취는 수분평형을 조절하기 위해 혈액의 부피를 증가시키며, 혈액이 증가하면서 소장의 영양소가 점막세포를 통과할 때 작용하는 Na^+-K^+ 펌프의 활성이 감소함으로 인해 세포 내액의 나트륨 농도가 높아져 심근수축이 증가하고 혈관 저항성이 증가하게 된다.

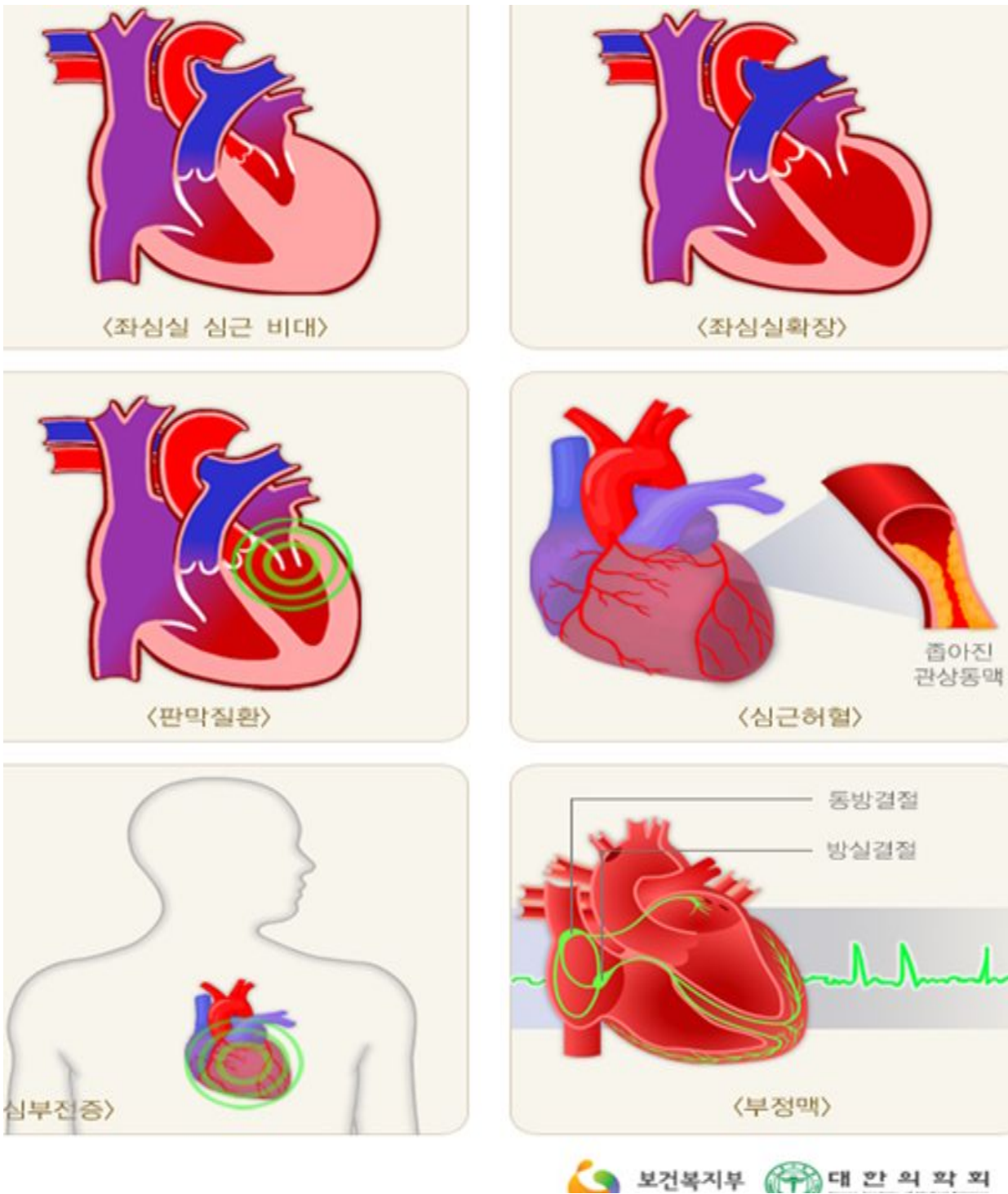


Figure 1. 고혈압의 병태생리

나트륨의 주요 급원은 식염으로 식품 중에 육류 및 가공식품 등에 다량 함유되어 있으며, 특히 조리과정에서 간을 맞추기 위해 국이나 찌개 등에 첨가하거나 우리나라의 기본반찬인 김

치, 장류, 젓갈류 등의 고식염 농도로 인해 과잉섭취하기 쉽다. 보건복지부에서 설정한 우리나라의 적정 소금 섭취량은 WHO 5 g, 미국 8.6 g에 비해 높은 10 g 이하로 설정되어 있으며 일본 10.7 g, 영국 11 g과 유사한 편인데, 실제로 한국 성인이 평균적으로 하루에 섭취하는 소금의 양은 약 13.5 g으로 조사되어 WHO보다 약 2.5배 높은 것으로 나타나 소금의 과량섭취로 인한 다양한 질환의 위험성에 노출되어 있는 실정이다. 이러한 이유로 국내뿐 아니라 국외에서도 나트륨의 과다섭취로 인한 질병의 발생을 줄이기 위한 국가적 노력을 기울이고 있다. 식염과 관련된 고혈압 연구는 식염의 섭취 감소 및 미네랄 섭취에 따른 혈압 상승 방지 효과에 대해 이루어져 있으며, 자세한 사항은 다음과 같다.

식염섭취 감소로 인한 혈압상승 방지

식염 섭취가 혈압에 영향을 미친다는 사실은 오랜 기간 연구되어 왔으며, 1904년에 Ambard와 Beaujard가 나트륨 섭취가 고혈압과 관련이 있음을 보고한 이후 계속적으로 연구되고 있다 (Blackwood 등, 2001; Cirillo 등, 2002).

나트륨의 과잉 섭취는 체내 나트륨의 증가를 가져오고 혈액의 부피를 증가시킨다. 또한, 삼투압의 불균형으로 인해 세포내액이 빠져나와 혈액이 흐를 때에 혈관벽에 강한 압력을 가하게 됨으로써 혈압이 상승하게 된다.

또한, Law 등 (1991)은 100 mmol/day (5.9 g NaCl)의 나트륨 섭취변화에 따라 수축기 혈압은 약 5-10 mmHg, 이완기 혈압은 약 2-5 mmHg씩의 변화가 야기된다고 보고하였다.

The International Study of Salt and Blood Pressure (INTERSALT)에서는 나트륨의 섭취량이 개인간에 100 mmol (5.9 g NaCl)의 차이가 날 때, 수축기 혈압은 3-6 mmHg 정도의 차이가 난다고 보고하였다. 또한 25-55세 성인 인구 전체에서는 하루 나트륨 섭취량 100 mmol 감소로 수축기 혈압증가를 10 mmHg 정도 낮추는 효과가 있다고 보고되었다.

미네랄 섭취와 고혈압 관계 연구

혈압강하를 위해서는 나트륨의 섭취제한과 함께 칼륨의 역할이 중요한데, 이는 칼륨이 체내의 나트륨을 배설시키는데 도움을 주기 때문이다. 미국질병대책센터 연구팀은 제3차 국민건강영양조사 (1988~2006년)에 참가한 성인 1만 2267명의 Na과 K의 평소 섭취량 및 사망위험에 대한 상관성을 조사한 결과 Na은 많이 K은 적게 먹으면 심혈관질환, 허혈성심장질환 그리고 전체 사망위험이 상승했다고 보고한 바와 같이 **Na/K의 비율이 더욱 중요**하게 작용하는 것을 알 수 있다.

칼슘의 경우 소금에 대한 민감도 (sodium sensitivity)가 높고, renin의 활성도가 낮은 경우에 혈압을 낮추는 효과가 있다. 칼슘을 추가로 보충하면 세포막 Ca^{2+} -ATPase pump를 활성화시켜 세포내 칼슘 이온 농도를 낮춤으로써, 칼슘 조절 호르몬인 부갑상선 호르몬과 1,25-dihydroxycholecalciferol의 분비를 억제하여 세포내로의 칼슘이온이 유입이 억제되고, 혈관 평활근 세포가 이완하여 혈압을 낮추게 된다.

또한 칼슘은 Na-K-ATPase activity를 증가시켜 소변으로 나트륨을 배설함으로써 세포내액량을 감소시켜 혈액량을 줄여서 혈압을 낮춘다.

칼슘의 혈압강하 효과에 대한 임상연구가 보고된 바 있다. 정상 식이를 하는 20대 여대생들에게 칼슘을 보충섭취 시켰을 때 소변을 통해 나트륨 배설량이 증가하였으며, 혈청 나트륨 함량이 감소하여 이완기 혈압을 낮춘다고 보고되었다 (Kim 등, 1997). 소금섭취가 높다고 해도 칼슘을 보충하면 나트륨 섭취로 인한 혈액의 부피 증가 및 Na⁺-K⁺-ATPase를 억제시키는 것을 감소시킴으로써 혈압상승을 예방하는 것으로 예상된다.

칼륨, 칼슘과 더불어 마그네슘도 혈압조절에 영향을 미치는 미네랄성분이다. 본태성 고혈압의 경우 정상인보다 혈중 마그네슘의 농도가 낮으며, 마그네슘 결핍식을 섭취한 쥐의 혈압이 상승되며 혈관 수축물질인 serotonin, angiotensin을 증가시키고, aldosterone의 분비를 증가시켜 혈중에 나트륨과 체액량을 증가시켜 혈압을 상승시킨다.

일반적으로 국내에 유통되고 있는 식탁염은 천일염, 정제염, 정제염, 가공염으로 분류되고 있으며, 그 중 MgSO₄, CaSO₄, CaCl, KCl 등 영양학적으로 유용한 여러 종류의 천연 미네랄을 다량 함유하고 있는 천일염은 염전에서 해수를 자연 증발시켜 얻은 염화나트륨이 주성분인 결정체로 이를 분쇄, 세척, 탈수과정을 거친 염으로 정의되고 있다. 또한 염화나트륨 함량이 80~86% 정도로 일반 정제염에 비해 낮아 전통식품인 김치, 젓갈류 등 발효식품에 가장 적합한 소재로 알려져 최근 관심을 모으고 있다. 현재 우리나라의 염전 면적은 총 3,778 ha 중 전남지역이 전국면적의 80%를 차지하고 총생산량의 91% 차지하고 있으며, 특히, 전남 지역 중에서는 신안군이 전국 생산면적의 58%와 총생산량의 62% 차지하고 있다. 국내에서 생산된 천일염은 식염 56만 톤 (전체수요의 17%)으로 염도는 낮지만 나트륨이외의 건강에 유익한 미네랄 함량이 높은 것으로 나타났다. 최근 국내 서남해안은 세계적으로도 보존가치가 높은 갯벌자원으로, 특히, 국내 갯벌 천일염은 프랑스 게랑드에서 생산된 천일염과 품질을 비교 하였을 때 미네랄 함량이 3배 이상 높아 세계적으로 희귀한 갯벌 천일염으로서의 희소성을 지니고 있다. 특히, 국내산 천일염에는 칼륨, 칼슘, 마그네슘의 성분이 많이 존재하는 것으로 알려지면서 건강식품으로 관심이 모아지고 있다. 이러한 이유로 최근 국내산 천일염의 우수성 확인을 위한 성분분석 연구 및 품질관리 기준에 대한 연구가 산발적으로 진행되어지고 있으나, 천일염과 관련된 전 임상연구 및 임상연구에 대한 연구는 매우 미흡한 실정으로, 여러 연구에서 밝혀진 나트륨섭취관련 연구결과를 토대로 천일염의 생리기능성에 대한 연구 및 정제염과 함께 천일염이 혈압조절에 미치는 영향에 과학적인 비교검증이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 전임상시험 및 임상시험을 통해 한국산 천일염의 혈압강하 기전 및 효능을 입증하고, 전세계 소금시장에서 한국산 천일염의 우위를 입증하기 위해 필요한 국제임상 프로토콜을 확보함으로써 한국산 천일염의 국제적 신뢰도를 높이고 한국산 천일염의 수출 증대효과 및 이윤창출 효과를 위한 천일염 명품화 구축 방안 마련에 기여하고자 한다.

제 2 절 천일염의 혈압상승 억제 기전 규명을 위한 전임상 연구

1. 연구개발의 내용 및 방법

1) 실험 설계의 개요

본 실험에서는 동물모델로서 쥐를 사용하여 이들 쥐에게 천일염과 정제염을 섭취하게 하고, 혈압의 변화 및 혈압관련 생화학지표의 분석을 통해 천일염의 혈압상승 억제 기전을 규명하고자 하였다. 실험에 사용된 동물모델은 male Dahl salt-sensitive rat (Dahl/SSR)으로 염분에 민감하게 반응하여, 염분을 섭취하면 혈압이 빠르게 유발되는 생리학적 특성을 가지고 있다. 염분의 농도는 국내외의 선행연구에서 고혈압을 유발하는 것으로 보고된 농도범위를 참고하였다. Dahl rat에서 고염식으로 고혈압을 유발하는 연구의 경우 8%의 식염농도를 사용한 선행연구가 많았다 (*Circulation Research* 1968;22:11-18, *Journal of Hypertension* 2004;22:1487-94, *Physiol Genomics* 2003;15:243-57, *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*,2006;2291:R1817-24, *Hypertension* 2003;41:874-8, *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2003;23:1211-7. etc.). 8%의 식염농도를 사용한 연구에서는 고염식으로 인한 쥐의 사망은 보고되지 않았으나 8% 이상의 식염농도를 사용할 경우 쥐가 중도 사망될 수 있음이 보고되었다. 한편, 일부 연구에서는 4%의 고염식으로 40 mmHg의 혈압상승이 유발된다는 보고가 있었다 (*J physiol heart circ physiol* 2009;296(16):833-9, *plos one* 2010;5(11):1-9). 그러나 4%미만의 식염농도로 제공하였을 때는 고혈압이 일반식을 섭취하는 대조군의 자연발생적 혈압증가와 비교하여 큰 차이 없이 증가되기 때문에 천일염과 정제염의 차이로 인해 나타나는 혈압차이를 구분하기 어렵다. 또한 천일염이 정제염에 비해 미네랄 함량이 높고, 상대적으로 Na의 함량이 낮다고 해도 주성분인 NaCl의 함량이 높기 때문에 저농도의 투여량으로 그 차이를 알아볼 수 없기 때문에 본 연구에서는 저식염농도를 4%, 고식염농도를 8%로 설정하였다.

연구에 사용된 동물의 수는 다음과 같은 방법으로 설정하였다. 소금을 섭취하게 하는 본 *in vivo* 연구에서는 3종류의 소금 농도 (0.4%, 4%, and 8% salt)가 사용된다. 연구결과를 해석하는데 있어서 통계처리방법으로 분산분석의 F value를 이용하는데, F 값이 2.70일 때 $\alpha=0.05$ 수준의 유의성을 가지게 된다. 각 그룹당 약 30%까지의 표준편차가 존재한다고 가정될 때 혈압이 약 10~20% 변화될 때 군간의 차이를 통계적으로 차이를 분별할 수 있다. 따라서 각 그룹당 최소한 8마리 이상이 되어야만 각각의 parameter의 평균값이 10%이상씩 차이가 날 때 통계적으로 의미있는 유의적인 차이를 확인할 수 있다 (PLoS ONE 2011;6:1-10). 따라서 중도탈락 및 실험 중 발생할 수 있는 다양한 위험성을 고려하여 군 당 12마리로 설정하였다.

실험동물은 일반 정상 쥐사료를 섭취하는 대조군 (CON), 천일염 4% 식이섭취군 (SS4), 정제염 4% 식이섭취군 (RS4), 천일염 8% 식이섭취군 (SS8), 정제염 8% 식이섭취군 (RS8)으로 분류하여 각각 15주간 사육하였다. 사육하는 동안 체중, 사료섭취량 및 혈압을 측정하였으며, 희생

하기 1주 전에 심초음파를 측정하여 (echocardiography) 심장의 비후 등 심장상태를 관찰하였다.

Table 1. Experimental design

Group	Group Code	No. (rats)	Diet	Period (weeks)
Control	CON	10	Regular rat chow	15
Solar salt 4%	SS4	12	Regular rat chow + 4% solar salt	15
Refined salt 8%	RS4	12	Regular rat chow + 4% refined salt	15
Solar salt 8%	SS8	12	Regular rat chow + 8% solar salt	15
Refined salt 8%	RS8	12	Regular rat chow + 8% refined salt	15

2) 실험동물 식이

실험식이의 제조에 사용된 regular rat chow는 Tekald Global 18% Protein Rodent diet (Harlan, USA)로 한림실험동물에서 구입하여 사용하였다. 소금은 전라남도 신안군에서 2011년 10월에 생산, 숙성된 천일염을 제공받았고, 정제염은 한주소금(주)을 사용하였다. 사료는 한국식품연구원에서 사료분쇄기에서 분말형태로 만든 후 사료에 실험군에 사용할 천일염과 정제염을 증량대비 4%와 8%를 각각 첨가하여 재배합한 후 펠렛형태로 제조하여 사용하였다. 기본식으로 사용된 Tekald Global 18% Protein Rodent diet의 식이조성은 Table 2와 같다.

Table 2. Composition of Tekald Global 18% Protein Rodent diet

Macronutrients		Unit	Content
Crude Protein		%	18.6
Fat(ether extract)		%	6.2
Carbohydrate		%	44.2
Crude Fiber		%	3.5
Neutral Detergent Fiber		%	14.7
Ash		%	5.3
Energy Density		%	3.1(13.0)
Calories from Protein		%	24
Calories from Fat		%	18
Calories form Carbohydrate		%	58

Micronutrient	Unit	Content	Unit	Content
Minerals			Vitamins	
Calcium	%	1.0	Vitamin A	IU/g 15.0
Phosphorus	%	0.7	Vitamin D ₃	IU/g 1.5
Non-Phytate Phosphorus	%	0.4	Vitamin E	IU/kg 110
Sodium	%	0.2	Vitamin K ₃ (Menadione)	mg/kg 50
Potassium	%	0.6	Vitamin B ₁ (Thiamin)	mg/kg 17
Chloride	%	0.4	Vitamin B ₂ (Riboflavin)	mg/kg 15
Magnesium	%	0.2	Niacin (Nicotinic acid)	mg/kg 70
Zinc	mg/kg	70	Vitamin B ₆ (Pyridoxine)	mg/kg 18
Manganese	mg/kg	100	Pantothenic Acid	mg/kg 33
Copper	mg/kg	15	Vitamin B ₁₂	mg/kg 0.08
Iodine	mg/kg	6	Biotin	mg/kg 0.4
Iron	mg/kg	200	Folate	mg/kg 4
Selenium	mg/kg	0.23	Choline	mg/kg 1200
Amino Acids			Fatty Acids	
Aspartic Acid	%	1.4	Palmitic	% 0.7
Glutamic Acid	%	3.4	Stearic	% 0.2
Alanine	%	1.1	Oleic	% 1.2
Glycine	%	0.8	Linoleic	% 3.1
Threonine	%	0.7	Linolenic	% 0.3
Proline	%	1.6	Total Saturated	% 0.9
Serine	%	1.1	Total Monounsaturated	% 1.3
Leucine	%	1.8	Total Polyunsaturated	% 3.4
Isoleucine	%	0.8		
Valine	%	0.9	Other	
Phenylalanine	%	1.0	Cholesterol	mg/kg —
Tyrosine	%	0.6		
Methionine	%	0.4		
Cystine	%	0.3		
Lysine	%	0.9		
Histidine	%	0.4		
Arginine	%	1.0		
Tyrosine	%	0.2		

3) 실험동물 사육

본 연구는 서울대학교 동물실험윤리위원회 (Seoul National University Institutional Animal Care and Use Committees, SNU IACUC)의 승인을 받아 수행되었다 (SNU-120316-2). 본 실험에 사용된 동물은 4주령 된 male Dahl salt-sensitive rat (Japan SLC, Inc., Shizuoka, Japan)로 중앙실험동물 (Seoul, Korea)을 통해 분양받았다. 실험동물의 사육환경은 온도 $21\pm 1^{\circ}\text{C}$, 습도 50-60%, 조명은 12/12 h-light/dark cycle로 조절하였으며, 식이 및 물의 섭취는 *ad libitum*으로 하였다. 실험동물은 9주간의 적응기간을 거친 후 13주령 된 쥐에게 15주간 실험식이를 급여하였다.

4) 사료섭취량 및 체중 측정

사료 섭취량은 일정량을 제공한 후에 주 2회 잔량을 측정하여 평균값을 산출하였다. 체중은 실험기간 동안 주 1회 일정한 시간에 동물용 체중계를 이용하여 측정하였다.

5) 혈압 측정방법

혈압은 Rat/Mouse용 혈압 측정기인 LE 5002 Storage Pressure Meter (Panlab, Barcelona, Spain)을 이용하여 측정하였다. 실험동물은 rat holder에 고정하여 $32-34^{\circ}\text{C}$ 의 heating chamber (Heater Scanner LE 5650/6, Panlab, SI Barcelona, Spain)에서 15 분간 안정화 시킨 후 tail cuff를 꼬리에 장착시켜 5분간 적응시킨 후 혈압을 측정하였다. 실험동물은 혈압측정 2주 전부터 보정틀에 적응하는 훈련과 혈압측정 시 꼬리에 가해지는 공기압에 적응하는 훈련을 받았으며, 매주 이와 같은 훈련을 실시한 후 수축기와 이완기 혈압을 측정하였다. 혈압측정치는 제조사의 매뉴얼에 따라 개체별로 5회 측정된 결과 중 가장 낮은 값으로 하였다.

Rat restrainer

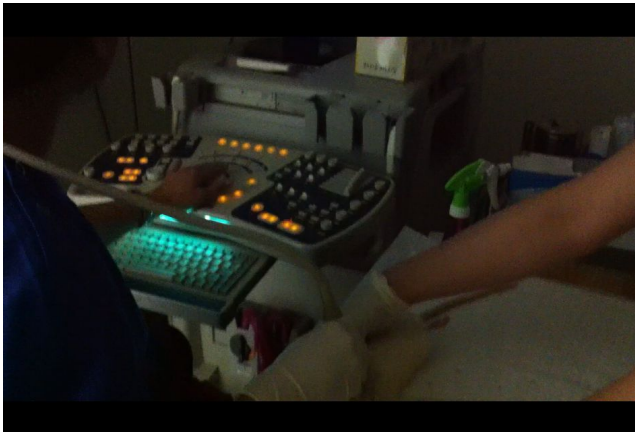


Tail cuff를 이용한 혈압측정

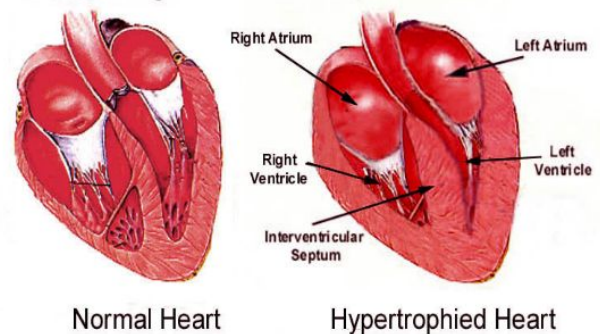


6) 심초음파 측정 (Echocardiography)

실험동물에서 심초음파를 측정하기 위하여 각 군별로 6마리씩 무작위로 선정하여 총 30마리에 대해 측정하였다. 측정을 위해 12시간 전 절식 시킨 후 zolazepam 25 mg + xylazine 10 mg/kg body weight으로 마취하였고, 심장위치 주변을 제모 한 후 echocardiography system (Sonoace 9900, Medison, USA)에서 M-mode를 사용하여 측정하였다. M-mode 측정으로 IVSd (interventricular septal thickness at end-diastole, mm), LVDd (left ventricular end-diastolic dimension, mm), IVSs (interventricular septal thickness at end-systole, mm), LVDs (left ventricular end-systolic dimension, mm), LVPWd (left ventricle posterior wall in diastole, mm), LVPWs (left ventricle posterior wall in systole, mm), LV Vol.d (left ventricular volume in diastole, ml), LV Vol.s (left ventricular volume in systole, ml), ejection fraction (%), stroke volume (ml), Frac short (%), LV mass (left ventricular mass, g)에 대한 결과를 얻었다.



Hypertrophic Cardiomyopathy



7) 실험동물 희생 및 샘플수집

실험동물은 희생 일주일 전 요중 전해질 및 aldosterone의 분석을 위해 rat metabolic cage (Jungdo BNP, Korea)에서 5시간 동안 요를 수집하였다. 요를 수집하는 동안 1시간에 한번씩 50 mL cornical tube에 옮겨 담아 -20℃에서 냉동 보관하였다.

실험동물은 희생 전 12시간 동안 절식 시킨 후 zolazepam 25 mg + xylazine 10 mg/kg body weight으로 마취하여 회복한 후 복부대동맥에서 10 mL 채혈한 후 심장, 신장, 비장, 간, 고환을 적출하여 무게를 측정하였다. 채혈한 혈액 중 6 mL은 EDTA tube에 넣어 혈장을 얻었으며, 4 mL은 혈청을 얻는데 사용하였다. 채취된 혈액은 약 1시간 냉장상태로 정치해두었다가 3,000 rpm에서 15분 동안 원심 분리하여 상층액을 취하였다. 혈액 샘플은 분석할 때까지 -20℃에서 냉동 보관하였으며, 심장과 신장은 10% neutral buffered formalin 용액에 고정하였다.

8) 혈액 및 뇨 분석지표

측정 지표 및 분석방법은 Table 3에 요약하여 나타내었다. 혈장 catecholamine인 dopamine, epinephrine, norepinephrine과 homocysteine은 HPLC-MS/MS로 분석하였고, aldosterone, renin activity는 radioimmunoassay (RIA)법으로 분석하였고, 혈청 중 전해질 (Na⁺, K⁺, Cl⁻, Mg²⁺, Ca²⁺)은 ion-selective electrode (ISE)법, osmolality는 osmometer로 측정하였다. 요에서는 전해질 및 aldosterone, osmolality를 측정하였으며, 측정치는 creatinine 함량에 대해 보정하여 사용하였다. 요 지표의 측정방법은 혈액에서의 측정방법과 같다.

Table 3. Summary of analysis index

Index	Sample	Analysis Method
Dopamine	EDTA Plasma	HPLC/MS/MS
Epinephrine	EDTA Plasma	HPLC/MS/MS
Norepinephrine	EDTA Plasma	HPLC/MS/MS
Homocysteine	EDTA Plasma	HPLC/MS/MS
Na ⁺	Serum, Urine	ISE
K ⁺	Serum, Urine	ISE
Cl ⁻	Serum, Urine	ISE
Mg ²⁺	Serum, Urine	ISE
Ca ²⁺	Serum, Urine	ISE
Osmolality	Serum, Urine	Osmometer
Aldosterone	EDTA Plasma, Urine	RIA
Renin Activity	EDTA Plasma, Urine	RIA
Creatinine	Urine	Jaffe Kinetic

9) 조직분석

실험 15주 후, 각 군의 장기조직에 대하여 혈관의 형태변화 및 조직의 건강상태를 관찰하기 위하여 실험동물의 희생 후 장기 (심장, 신장, 신장)의 조직 분석을 시행한 결과는 각각 (Figure 1~3)에 나타냈다. 조직은 포르말린에 고정시킨 조직절편을 칼로 얇게 잘라 cassette에 넣어 automated embedder (Tissue-Tek® Auto TEC®, USA)에서 24시간 동안 파라핀으로 포매시킨 후 processing embedder (Tissue-TeK® TEC 5, Sakura, USA)에서 파라핀 블록을 제작하였다. 제작한 파라핀 블록은 microtome (RM 2145, Leica, Germany)을 이용하여 3 μm의 두께로 잘라 slide glass에 부착시킨 후 slide stainer (Linistain GLX, Shandon, USA)에 넣어 조직을 염색하였다. 염색된 조직은 광학현미경 (DM 500, Leica, Germany)을 이용하여 100배율의 렌즈를 이용하여 조직 분석검사를 수행하였다.

2. 실험결과

1) 사료 섭취량, 사료섭취효율 및 단백질 효율

15 주간의 사료섭취량은 Table 4, 사료섭취효율은 Table 5, 단백질 효율은 Table 6에 나타내었다. 실험기간 중 평균 사료섭취량은 CON군이 가장 유의하게 낮았으며, 고염식이군 중 SS4, RS4, RS8군 간에는 유의한 차이가 없었으며 SS8군 (26.31 ± 2.24 g)의 사료섭취량이 가장 많았다 ($p < 0.001$). 사료섭취효율은 CON군 (0.29 ± 0.02)이 가장 높았으며, 4% 고염식이군이 그 다음으로 높았으며 8% 고염식이군 (SS8군; 0.16 ± 0.03 , RS8군; 0.13 ± 0.06)이 가장 낮게 나타났다 ($p < 0.001$). 8% 고염식이군에서 사료섭취효율이 가장 낮았던 이유는 식이섭취량은 대조군인 CON군에 비해 유의하게 많이 섭취하였음에도 불구하고 체중의 증가가 가장 적었기 때문으로 고염식이로 인해 성장이 둔화되었음을 알 수 있었다.

한편, 단백질 효율도 사료섭취효율과 같은 경향을 보이고 있었다. 즉, CON군 (1.57 ± 0.11)에서 단백질 효율이 가장 높았던 반면에 4% (SS4군; 1.28 ± 0.13 , RS4군; 1.40 ± 0.19), 8% 고염식이군 (SS8; 0.08 ± 0.17 , RS8; 0.64 ± 0.21)의 단백질 효율이 유의하게 낮게 나타났다 ($p < 0.001$). 또한 고염식이군 내에서도 4% 고염식이군에서는 천일염과 정제염의 종류에 상관없이 유사한 단백질 효율을 보였는데 비해 8% 고염식이군에서는 천일염 섭취군인 SS8이 정제염 섭취군인 RS8군에 비해 단백질 효율이 유의하게 높게 나타났다 ($p < 0.001$).

Table 4. Feed intake in rats fed high-salt diet for 15 weeks

	CON	SS4	RS4	SS8	RS8	Total	F-value
Week 1	22.52±2.13 ^d	21.97±1.24 ^d	19.11±1.22 ^b	20.66±0.62 ^c	13.57±1.01 ^a	19.46±3.49	89.687***
Week 2	17.56±0.88 ^a	20.69±0.61 ^b	19.43±1.02 ^{ab}	26.13±4.54 ^c	19.28±1.10 ^{ab}	20.72±3.65	25.031***
Week 3	16.34±0.73 ^a	19.77±0.95 ^a	30.02±13.24 ^b	27.56±8.40 ^b	21.01±0.68 ^a	23.17±8.56	7.086***
Week 4	17.36±1.12 ^a	19.62±0.61 ^b	18.24±0.24 ^{ab}	24.38±4.44 ^c	18.18±1.49 ^{ab}	19.63±3.32	19.047***
Week 5	25.95±1.86 ^a	29.96±1.35 ^b	27.14±3.18 ^a	35.08±5.11 ^c	27.72±0.61 ^{ab}	29.28±4.31	17.620***
Week 6	20.77±4.23 ^a	24.24±0.75 ^b	23.22±0.82 ^b	29.21±2.87 ^d	26.48±2.24 ^c	24.92±3.71	19.091***
Week 7	20.45±1.02 ^a	23.38±0.65 ^a	21.66±1.26 ^b	25.64±0.94 ^e	24.35±0.60 ^d	23.19±2.04	56.071***
Week 8	23.15±0.84 ^a	25.96±0.30 ^b	26.10±0.62 ^b	28.90±3.17 ^c	26.24±0.18 ^b	26.17±2.31	19.623***
Week 9	22.56±1.51 ^a	25.73±0.93 ^{bc}	24.61±0.63 ^b	29.30±2.69 ^d	26.30±1.36 ^c	25.81±2.67	26.815***
Week 10	19.32±0.80 ^a	22.88±0.52 ^c	21.79±0.30 ^b	25.12±1.72 ^d	24.88±1.29 ^d	22.91±2.33	54.548***
Week 11	20.38±0.34 ^a	22.99±0.47 ^b	21.08±0.98 ^a	25.23±1.58 ^c	22.53±1.64 ^b	22.51±2.02	30.203***
Week 12	20.36±0.59 ^a	22.06±0.94 ^c	21.40±0.83 ^b	24.84±0.52 ^e	23.73±0.86 ^d	22.55±1.77	61.030***
Week 13	19.85±0.76 ^a	21.96±0.82 ^b	20.46±0.75 ^a	24.37±0.99 ^c	24.07±1.38 ^c	22.22±2.06	50.082***
Week 14	20.00±0.57 ^a	22.44±0.42 ^b	20.74±2.28 ^a	24.33±1.46 ^c	23.14±1.67 ^{bc}	22.20±2.12	15.881***
Week 15	20.06±0.68 ^a	21.65±0.69 ^b	22.28±1.78 ^b	23.97±0.87 ^c	24.62±1.00 ^c	22.60±1.93	30.750***
Mean	20.44±0.73 ^a	23.02±0.49 ^b	22.49±0.95 ^b	26.31±2.24 ^c	23.07±0.30 ^b	23.16±2.19	35.782***

Values are presented as mean±SD.

abc superscripts within row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

*** : p<0.001

Table 5. Feed efficiency ratio in rats fed high-salt diet for 15 weeks

	CON	SS4	RS4	SS8	RS8	Total	F-value
Week 1	0.32±0.21 ^c	0.27±0.18 ^c	0.27±0.36 ^c	-0.16±0.30 ^b	-0.47±0.26 ^a	0.04±0.41	19.025 ^{***}
Week 2	0.29±0.25 ^c	0.01±0.17 ^{ab}	0.24±0.22 ^{bc}	-0.20±0.29 ^b	-0.57±0.53 ^a	-0.06±0.44	14.060 ^{***}
Week 3	0.06±0.19	0.04±0.22	0.00±0.11	0.08±0.22	0.16±0.27	0.07±0.21	1.050 [*]
Week 4	0.53±0.30 ^b	0.46±0.14 ^b	0.57±0.81 ^b	0.21±0.35 ^{ab}	-0.05±0.44 ^a	0.34±0.51	3.569 [*]
Week 5	0.71±0.13	0.67±0.17	0.67±0.75	0.51±0.22	0.43±0.31	0.59±0.39	1.075 [*]
Week 6	0.41±0.22 ^{bc}	0.25±0.14 ^{ab}	0.44±0.15 ^c	0.25±0.20 ^{ab}	0.15±0.22 ^a	0.29±0.21	4.964 ^{**}
Week 7	0.08±0.16 ^a	0.15±0.20 ^{ab}	0.08±0.15 ^a	0.26±0.17 ^b	0.56±0.17 ^c	0.23±0.24	16.255 ^{***}
Week 8	0.55±0.10 ^b	0.41±0.18 ^{ab}	0.55±0.13 ^b	0.42±0.12 ^{ab}	0.30±0.24 ^a	0.44±0.18	4.890 ^{**}
Week 9	-0.13±0.23 ^a	0.05±0.12 ^{ab}	0.04±0.33 ^{ab}	0.19±0.15 ^b	-0.00±0.24 ^{ab}	0.04±0.24	2.936 [*]
Week 10	-0.09±0.31	0.03±0.16	1.46±5.31	0.03±0.30	0.17±0.16	0.33±2.41	0.837
Week 11	0.68±0.16 ^b	0.39±0.17 ^{ab}	0.47±0.24 ^{ab}	0.02±1.05 ^a	0.37±0.47 ^{ab}	0.37±0.57	2.110
Week 12	0.28±0.16	0.21±0.19	0.18±0.16	0.38±0.95	0.47±0.46	0.31±0.49	0.706
Week 13	0.19±0.20 ^b	0.16±0.22 ^b	-0.12±0.39 ^a	0.02±0.17 ^{ab}	-0.01±0.15 ^{ab}	0.05±0.26	3.191 [*]
Week 14	0.16±0.19	0.21±0.13	-0.03±0.63	0.06±0.15	0.06±0.17	0.09±0.32	0.995 [*]
Week 15	0.34±0.18 ^{ab}	0.28±0.38 ^a	0.66±0.44 ^b	0.36±0.50 ^{ab}	0.20±0.14 ^a	0.37±0.39	2.750 [*]
Mean	0.29±0.02 ^c	0.24±0.03 ^b	0.27±0.06 ^b	0.16±0.03 ^a	0.13±0.06 ^a	0.22±0.08	40.067 ^{***}

Values are presented as mean±SD.

abc superscripts within row are significantly difference at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

* : p<0.05 ** : p<0.01 *** : p<0.001

Table 6. Protein efficiency ratio in rats fed high-salt diet for 15 weeks

	CON	SS4	RS4	SS8	RS8	Total	F-value
Week 1	1.71±1.11 ^c	1.48±0.99 ^c	1.45±1.93 ^c	-0.84±1.60 ^b	-2.52±1.42 ^a	0.20±2.20	19.025
Week 2	1.58±1.36 ^a	0.04±0.94 ^{ab}	1.29±1.16 ^{bc}	-1.09±1.54 ^b	-3.07±2.85 ^a	-0.31±2.38	14.060
Week 3	0.33±1.00	0.23±1.16	0.00±0.58	0.44±1.19	0.89±1.43	0.38±1.11	1.050
Week 4	2.84±1.62 ^b	2.48±0.76 ^b	3.07±4.34 ^b	1.15±1.89 ^{ab}	-0.25±2.39 ^a	1.83±2.75	3.569
Week 5	3.80±0.71	3.59±0.89	3.62±4.02	2.73±1.17	2.33±1.69	3.19±2.12	1.075
Week 6	2.20±1.17 ^{bc}	1.32±0.77 ^{ab}	2.37±0.83 ^c	1.33±1.07 ^{ab}	0.80±1.17 ^a	1.58±1.14	4.964
Week 7	0.44±0.85 ^a	0.79±1.09 ^{ab}	0.44±0.81 ^a	1.42±0.89 ^b	3.01±0.90 ^c	1.25±1.32	16.255
Week 8	2.96±0.52 ^b	2.18±0.97 ^{ab}	2.95±0.67 ^b	2.25±0.67 ^{ab}	1.61±1.30 ^a	2.37±0.99	4.890
Week 9	-0.71±1.22 ^a	0.29±0.65 ^{ab}	0.24±1.80 ^{ab}	1.04±0.79 ^b	-0.01±1.28 ^{ab}	-1.33±11.12	2.936*
Week 10	-0.50±1.66	0.14±0.87	7.87±28.55	0.13±1.61	0.90±0.85	1.78±12.98	0.837
Week 11	3.63±0.87 ^b	2.09±0.94 ^{ab}	2.51±1.31 ^{ab}	0.12±5.62 ^a	1.98±2.54 ^{ab}	0.53±2.54	2.110*
Week 12	1.48±0.85	1.14±1.05	0.98±0.86	2.07±5.10	2.53±2.45	1.65±2.65	0.706
Week 13	1.03±1.06 ^b	0.88±1.16 ^b	-0.64±2.08 ^a	0.13±0.91 ^{ab}	-0.05±0.83 ^{ab}	0.24±1.40	3.191
Week 14	0.86±1.04	1.14±0.72	-0.14±3.38	0.33±0.79	0.35±0.91	0.50±1.72	0.995
Week 15	1.83±0.98 ^{ab}	1.49±2.03 ^a	3.53±2.37 ^b	1.95±2.70 ^{ab}	1.06±0.76 ^a	1.98±2.07	2.750
Mean	1.57±0.11 ^d	1.28±0.18 ^c	1.40±0.19 ^c	0.88±0.17 ^b	0.64±0.21 ^a	1.14±0.38	53.604***

Values are presented as mean±SD.

abc superscripts within row are significantly difference at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

* : p<0.05 *** : p<0.001

2) 체중 및 체중증가량의 변화

15 주간 천일염과 정제염을 각각 4% 및 8%를 첨가한 고염식이 섭취에 따른 주별 체중변화는 Table 7에 제시하였으며, 주별 체중증가량은 Table 8에 나타내었다. 실험시작 시부터 종료 시점인 15주까지 모든 군에서 체중이 완만하게 증가하는 경향을 보였다. 실험 식이를 섭취한 후 정제염 8%군인 RS8군의 체중은 다른 군에 비해 체중이 작았으며 ($p<0.05$), 15주차의 최종 체중은 CON, SS4, RS4, SS8군 간에는 유의적 차이가 없었으나 RS8군 (427.85 ± 10.10 g)은 나머지 4군에 비해 유의하게 낮았다 ($p<0.001$). 체중증가량 역시 최종체중과 마찬가지로 경향을 보여, CON, SS4, RS4군 간에는 차이가 없었으나 8% 첨가군인 SS8과 RS8군이 이들 3군에 비해 유의하게 낮은 체중증가량을 나타냈으며, 8% 군내에서는 RS8군이 SS8군에 비해 유의하게 낮은 체중증가량을 보였다 ($p<0.001$). 즉, 정제염을 8%와 같은 고농도로 장기간 섭취할 경우, 체중에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

한편, Jeong (2006)은 고염식이군이 저염식이군에 비해 29%의 체중증가가 있었다고 보고하였으며, Takehide 등 (2002)은 Dahl/SS rat의 경우에도 고염식이군이 정상군에 비해 체중과 혈압이 증가하였다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 선행연구결과와 달리 고염식이군의 체중증가가 관찰되지 않았다. 본 실험 결과에서는 고염식이군 중 정제염 8% 섭취군의 체중증가가 정상군에 비해 적은 경향을 보였으며, 4% 고염식이군인 SS4, RS4 및 천일염 8%의 고염식이군은 CON과 비교하여 유의적인 차이점이 발견되지 않았다. 이러한 결과는 본 연구에서 사용한 염분의 농도가 선행연구에서 사용된 고염식이농도인 4%보다 2배나 높은 8%의 고염식을 실시함으로써 인해 혈압 증가에 따른 염분과 수분배설량 증가 및 신체조절능력의 저하로 인해 나타난 결과로 사료되어진다 (Table 13의 요중 나트륨 배설량 농도 참조).

Table 7. Body weight changes in rats fed high-salt diet for 15 weeks

	CON	SS4	RS4	SS8	RS8	Total	F-value
Week 0	366.80±13.55 ^a	369.33±12.40 ^a	369.76±15.02 ^a	384.16±16.24 ^b	374.16±8.14 ^{ab}	373.05±14.29	3.058*
Week 1	373.89±15.02 ^b	375.34±14.27 ^b	375.18±16.35 ^b	380.85±15.51 ^b	367.89±8.18 ^a	374.66±14.28	1.281*
Week 2	379.07±16.73 ^b	375.52±14.67 ^b	379.87±18.04 ^b	374.89±17.09 ^b	357.29±12.41 ^a	373.13±17.47	3.976**
Week 3	380.13±16.82 ^b	376.47±15.68 ^b	379.98±17.92 ^b	376.91±17.07 ^b	360.67±11.71 ^a	374.65±17.06	3.031*
Week 4	389.45±18.44 ^b	385.53±15.11 ^b	390.40±15.52 ^b	383.28±16.44 ^b	360.03±11.42 ^a	381.47±18.72	7.712***
Week 5	407.7±18.67 ^b	405.49±13.35 ^b	410.03±22.87 ^b	400.52±16.33 ^b	371.95±11.34 ^a	398.84±21.65	10.048***
Week 6	415.47±19.97 ^b	411.44±14.60 ^b	420.20±21.73 ^b	408.10±16.74 ^b	376.16±12.22 ^a	405.96±23.04	12.046***
Week 7	417.17±20.80 ^b	414.90±17.28 ^b	422.08±20.44 ^b	414.89±16.56 ^b	389.80±1096 ^a	411.58±20.39	6.238***
Week 8	429.91±20.28 ^b	425.44±19.25 ^b	436.45±21.18 ^b	426.94±17.74 ^b	397.64±7.89 ^a	423.05±21.96	8.348***
Week 9	427.08±22.17 ^b	426.87±19.05 ^b	437.55±16.54 ^b	432.59±16.55 ^b	397.59±10.00 ^a	424.24±22.82	8.557***
Week 10	425.35±22.65 ^b	427.46±18.46 ^b	435.04±21.79 ^b	432.98±20.81 ^b	401.78±10.41 ^a	424.49±22.18	5.763***
Week 11	439.10±21.05 ^b	436.43±18.56 ^b	444.95±21.24 ^b	433.43±18.58 ^b	410.26±13.02 ^a	425.55±59.83	6.069***
Week 12	444.74±21.19 ^b	441.05±17.03 ^b	448.92±21.48 ^b	442.93±14.58 ^b	421.48±10.15 ^a	439.65±19.28	4.537**
Week 13	448.55±20.74 ^b	444.61±19.27 ^b	446.46±21.61 ^b	443.55±14.86 ^b	421.41±11.74 ^a	440.65±20.00	4.480**
Week 14	451.81±18.80 ^b	449.40±17.97 ^b	446.64±23.41 ^b	445.10±14.95 ^b	423.00±10.89 ^a	442.89±20.00	5.035**
Week 15	458.60±17.53 ^b	455.25±18.37 ^b	461.1±22.25 ^b	453.93±14.23 ^b	427.85±10.10 ^a	451.10±20.45	7.426***
Mean	415.93±18.73 ^b	413.78±15.96 ^b	419.04±19.02 ^b	414.69±14.08 ^b	391.19±7.86 ^a	410.75±18.15	6.505***

Values are presented as mean±SD.

abc superscripts within row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

* : $p<0.05$ ** : $p<0.01$ *** : $p<0.001$

Table 8. Body weight gains in rats fed high-salt diet for 15 weeks

	CON	SS4	RS4	SS8	RS8	Total	F-value
Week 1	7.09±4.60 ^b	6.01±3.96 ^b	5.42±7.30 ^b	-3.31±6.18 ^a	-6.27±3.44 ^a	1.61±7.54	15.384***
Week 2	5.18±4.34 ^b	0.18±3.60 ^b	4.69±4.21 ^b	-5.96±8.83 ^a	-10.60±9.81 ^a	-1.53±8.98	11.875***
Week 3	1.06±3.00	0.95±4.16	0.11±4.07	2.02±4.94	3.37±5.43	1.52±4.43	0.940*
Week 4	9.32±5.44 ^b	9.06±2.82 ^b	10.43±14.74 ^b	6.38±10.00 ^{ab}	-0.64±7.58 ^a	6.82±9.76	2.810*
Week 5	18.25±3.14	19.97±4.95	19.63±18.59	17.23±6.41	11.93±8.74	17.37±10.23	1.229*
Week 6	7.77±3.83 ^{ab}	5.95±3.47 ^{ab}	10.18±3.38 ^b	7.58±6.54 ^{ab}	4.21±5.73 ^a	7.12±5.06	2.571*
Week 7	1.70±3.16 ^a	3.46±4.75 ^{ab}	1.88±3.25 ^a	6.79±4.30 ^b	13.65±4.18 ^c	5.63±5.95	18.187***
Week 8	12.74±2.18 ^b	10.54±4.76 ^{ab}	14.37±3.45 ^b	12.05±3.58 ^b	7.83±6.33 ^a	11.46±4.76	3.826**
Week 9	-2.83±4.92	1.43±3.08	1.10±8.01	5.65±4.22	-0.05±6.17	1.19±6.09	3.278*
Week 10	-1.73±5.87	0.59±3.67	32.14±116.54	0.38±7.21	4.19±4.03	7.42±52.99	0.831
Week 11	13.75±3.27	8.98±4.11	9.91±5.30	0.46±26.67	8.48±10.78	8.13±13.74	1.463
Week 12	5.64±3.23	4.62±4.27	3.97±3.50	9.49±23.71	11.23±10.99	7.03±12.16	0.810
Week 13	3.81±3.74 ^b	3.56±4.71 ^b	-2.46±7.99 ^a	0.63±4.14 ^{ab}	-0.07±3.90 ^{ab}	1.00±5.53	2.937*
Week 14	3.26±3.95	4.79±3.07	0.18±13.04	1.55±3.56	1.59±3.98	2.24±6.73	0.819
Week 15	6.79±3.52 ^a	5.85±8.26 ^a	14.48±9.28 ^b	8.83±12.18 ^{ab}	4.85±3.44 ^a	8.21±8.66	2.594*
Mean	6.12±0.49 ^c	5.73±0.71 ^c	6.09±0.80 ^c	4.65±0.69 ^b	3.58±0.85 ^a	5.20±1.22	26.730***

Values are presented as mean±SD. NS: not significant

abc superscripts within row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

* : p<0.05 ** : p<0.01 *** : p<0.001

3) 혈압

(1) 수축기 혈압

15주간 고염식이 섭취에 따른 수축기 혈압을 측정한 결과를 Table 9에 나타내었다.

고염식이 섭취에 따라 시간이 흐를수록 식염첨가군의 수축기 혈압이 지속적으로 상승하는 경향을 보였으며, CON군도 노화로 인해 수축기 혈압이 소폭 상승하였다. 실험 시작 전 모든 군에 대한 수축기 평균혈압은 124.39 ± 2.84 mmHg이었으며, 실험 2주 후부터 8% 고염식이군의 수축기 혈압이 급격히 상승하였다. 이후 10주차에는 RS8군의 혈압 (178.00 ± 12.04 mmHg)이 크게 증가하여 천일염을 섭취한 SS4군 (136.80 ± 10.41 mmHg), SS8군 (155.30 ± 9.35 mmHg) 및 정제염 4%식을 섭취한 RS4군 (156.17 ± 13.32 mmHg)에 비해 유의하게 높은 혈압을 나타냈다 ($p < 0.001$). 15주차 혈압을 살펴보면, RS8군의 혈압이 198.67 ± 8.76 mmHg로 고염식이 섭취전과 비교하여 72.92 ± 10.09 mmHg가 증가하여 실험군 중에서 가장 많이 증가하였고($p < 0.001$), SS8군 (174.45 ± 5.52 mmHg, 증가량 51.53 ± 5.97 mmHg)과 RS4군 (172.50 ± 4.56 mmHg, 증가량 48.67 ± 7.89 mmHg), SS4 (163.67 ± 5.68 mmHg, 증가량 40.59 ± 6.64 mmHg)군 순으로 혈압이 증가하였다 ($p < 0.001$). 고염식이 섭취군의 시작대비 최종혈압의 증가량은 CON군의 9.60 ± 11.20 mmHg로 시작 시 혈압에 비해 7% 증가한데 비하여, SS4군은 33%, RS4군 39.3%, SS8군 41.9%, RS8군은 58% 증가한 것으로 나타났다 ($p < 0.001$).

혈압은 혈액이 혈관을 따라 움직일 때 받는 압력으로 심실 수축시 혈액이 대동맥으로 분출될 때 혈압은 최대치를 나타내는데 이를 수축기 혈압(systolic blood pressure)이라 하며, 심실의 이완시 혈액이 동맥에서 거의 빠져 나가면 압력은 최저로 되는데 이를 이완기 혈압(diastolic blood pressure)이라고 한다. 염분을 과잉섭취하게 되면 나트륨 증가에 따른 삼투압의 불균형으로 혈류흐름 조절에 영향을 받아 혈관의 내강이 가늘고 좁아져 혈액이 흐를 때에 압력이 강해지게 되면서 혈압상승작용 및 고혈압의 원인이 될 수 있다. 사람을 대상으로 하는 연구에서 Law 등 (1991)은 염분섭취와 고혈압의 관계에 관한 관찰적, 실험적 연구결과들을 고찰하여 100 mmol/day의 나트륨 섭취변화에 따라 수축기 혈압은 약 5-10 mmHg, 이완기 혈압은 약 2-5 mmHg의 변화가 발생된다고 보고하였으며, Stamler (1997)는 32개국에서 20-59세 성인 인구를 대상으로 한 The International Study of Salt and Blood Pressure (INTERSALT)에서 하루 나트륨 섭취량이 100 mmol (5.9g NaCl) 차이가 날 때 수축기 혈압은 3-6 mmHg 정도의 차이를 보였다고 하였으며, 25-55세 성인 인구 전체에서는 하루 나트륨 섭취량 100 mmol 감소로 수축기 혈압증가를 10 mmHg 정도까지 억제시키는 효과가 나타났다고 보고하였다. 이외에도 나트륨과 혈압증가에 대한 다양한 연구결과 나트륨은 혈압증가의 강력한 원인 중 하나라고 밝혀져 있다.

Waleska 등 (2011)은 Dahl rat의 경우 8%의 고염식이의 섭취가 혈압을 증가시키는 것과 연관이 있다고 보고하였다. 본 연구결과에서도 고염식이 섭취시 수축기 혈압이 정상식을 섭취한 대조군에 비해 유의하게 혈압이 상승하였음은 물론 식이 중 염분의 농도가 높을수록 혈압의 상승정도 더 높았음을 알 수 있었다.

Lee (2008)는 4주 동안 Dahl SS rat에 소금의 종류를 달리하여 고염식을 섭취시키며 혈압을 측정한 결과, 수축기 혈압은 CON군이 133 ± 6.0 mmHg인데 비해 천일염식이군은 177 ± 13.8 mmHg, 정제염식이군은 205 ± 14.6 mmHg으로 증가하였으며, 이완기혈압은 실험 4주 후 CON군 (99 ± 7.8 mmHg)에 비해 천일염식이군 (123 ± 2.0 mmHg)과 정제염식이군 (164 ± 17.4 mmHg)이 더 높게 증가한 것으로 보고하였다. 이는 본 연구결과 일치하는 결과로 고염식은 전반적으로 고혈압을 유발하지만 소금의 종류에 따라 고혈압의 유발 정도에 차이가 있음을 시사하는 결과이다. 동일 농도의 고염식에서 천일염은 정제염보다 혈압의 증가 폭이 낮아서, 정제염을 섭취하는 것보다 천일염을 섭취하는 것이 혈압의 과도한 증가를 막을 수 있다.

Table 9. Systolic blood pressure changes in rats fed high-salt diet for 15 weeks

	CON	SS4	RS4	SS8	RS8	mean	F-value
week 0	126.64±4.90 ^A	123.08±5.55 ^A	123.83±4.63 ^A	122.92±2.54 ^A	125.75±7.06 ^A	124.39±2.84 ^A	1.204
week 1	133.20±11.05 ^B	135.44±16.38 ^B	134.58±16.31 ^B	135.67±11.38 ^B	130.67±18.03 ^A	133.80±6.44 ^B	0.218
week 2	137.55±12.05 ^{aAB}	139.90±10.88 ^{aBC}	135.50±14.17 ^{aB}	143.09±12.41 ^{abB}	153.00±11.44 ^{bB}	141.53±5.50 ^C	3.483*
week 10	134.20±8.63 ^{aB}	136.80±10.41 ^{aB}	156.17±13.32 ^{bC}	155.30±9.35 ^{bC}	178.00±12.04 ^{cC}	152.55±8.44 ^D	25.936***
week 13	131.50±19.65 ^{aB}	140.00±10.81 ^{aBC}	158.08±9.71 ^{bC}	160.91±11.63 ^{bC}	195.00±8.01 ^{cD}	159.08±7.79 ^E	43.881***
week 14	138.10±7.95 ^{aB}	149.50±8.87 ^{bC}	153.00±9.71 ^{bC}	170.45±9.44 ^{cD}	195.83±7.52 ^{dD}	162.70±5.75 ^E	74.350***
week 15	136.50±10.48 ^{aB}	163.67±5.68 ^{bD}	172.50±4.56 ^{cD}	174.45±5.52 ^{cD}	198.67±8.76 ^{dD}	170.89±5.55 ^F	101.366***
Mean	133.02±7.39 ^a	139.77±6.38 ^a	147.67±4.14 ^b	149.91±7.67 ^b	168.17±5.00 ^c	-	85.044***
Systolic difference	9.60±11.20 ^a	40.89±6.64 ^b	48.67±7.89 ^c	51.55±5.97 ^c	72.92±10.09 ^d	46.11±22.25	75.988***
F-value	1.319*	15.488***	27.415***	45.427***	98.219***	52.624***	-

Values are presented as mean±SD.

abc superscripts within row are significantly difference at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

^{ABC} superscripts within column are significantly difference at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

* : p<0.05 *** : p<0.001

(2) 이완기 혈압의 변화

15주간 이완기 혈압 측정결과를 Table 10에 나타내었다. 이완기 혈압 역시 수축기 혈압 결과와 마찬가지로 고염식이 섭취에 따라 시간이 지날수록 혈압이 증가하는 경향을 보였다. 실험 시작 시 평균혈압은 83.57 ± 2.48 mmHg 이었으며 실험 1주차에 약 10 mmHg 정도로 증가하는 것으로 나타났고, 고염식이 섭취 10주차에 총 평균 이완기 혈압이 급속히 상승하였다가 이후 그 이하로 유지되는 경향을 보였다. 한편, 15주간의 고염식이 섭취결과 RS8군의 이완기혈압이 43.33 ± 21.18 mmHg 증가하여 실험종료 시 평균 이완기 혈압이 116.09 ± 8.36 mmHg로 군들 중에서 가장 높았고, RS4 (33.58 ± 14.92 mmHg) > SS8군 (32.27 ± 20.69 mmHg) > SS4군 (26.44 ± 5.53 mmHg) > CON군 (15.70 ± 19.06 mmHg)의 순으로 이완기 혈압증가량이 높았다 ($p < 0.001$).

본 연구결과, 식이에 고농도의 염분 첨가결과, 수축기 혈압과 마찬가지로 이완기 혈압이 정상군에 비해 고염식이군에서 높게 나타났으며, 첨가식염의 종류와 농도에 따라 혈압상승 정도가 달리 나타났다. 즉, 천일염 첨가군 (SS4, SS8)이 정제염 첨가군 (RS4, RS8)에 비해 이완기 혈압이 적게 증가하였으나, 동일한 군내에서는 염분의 농도가 낮은 군 (4%)에서 높은 군 (8%)에 비해 혈압이 낮게 나타났다. 이와 같은 혈압상승 경향은 정제염에 비해 천일염이 완만하여 천일염 8%군의 최종 이완기 혈압과 평균 이완기 혈압 증가량이 정제염 4%군과 유사하게 나타나 정제염에 비해 천일염의 혈압상승 효과가 적었음을 알 수 있었다.

Table 10. Diastolic blood pressure changes in rat fed high-salt diet for 15 weeks

	CON	SS4	RS4	SS8	RS8	Mean	F-value
Week 0	81.82±7.36 ^A	84.00±6.16 ^A	82.58±6.27 ^A	88.25±9.77 ^A	80.83±10.14 ^A	83.57±2.48 ^A	1.512*
Week 1	97.70±16.72 ^B	98.22±22.98 ^{ABC}	101.92±13.82 ^{BC}	98.83±14.99 ^{AB}	87.67±22.49 ^A	96.67±11.03 ^B	1.030*
Week 2	90.73±15.45 ^{aAB}	95.40±16.71 ^{aAB}	99.50±17.19 ^{Bab}	99.45±16.83 ^{abAB}	111.09±17.59 ^{bB}	98.86±8.47 ^B	2.215*
Week 10	99.90±10.18 ^{ab}	95.30±16.58 ^{aAB}	126.42±11.94 ^{bE}	129.00±10.34 ^{bc}	134.20±17.69 ^{bCD}	117.59±5.88 ^C	17.575***
Week 13	94.10±11.12 ^{ab}	103.60±21.97 ^{abBC}	108.08±11.78 ^{bBCD}	104.64±15.80 ^{abB}	143.25±10.27 ^{cD}	112.00±9.79 ^C	19.274***
Week 14	95.20±7.08 ^{ab}	111.50±9.68 ^{bc}	112.75±19.34 ^{bCD}	120.09±11.53 ^{bcC}	133.00±23.87 ^{cCD}	115.40±7.38 ^C	7.955***
Week 15	97.60±14.71 ^{ab}	110.11±4.91 ^{abBC}	116.17±14.75 ^{abcDE}	120.45±19.11 ^{bcC}	124.17±14.64 ^{cBC}	114.29±5.47 ^C	5.313***
Mean	92.51±8.09 ^a	100.19±6.12 ^b	106.77±8.16 ^c	107.12±7.73 ^c	116.09±8.36 ^d	-	32.654***
DBP difference	15.70±19.06 ^a	26.44±5.53 ^{ab}	33.58±14.92 ^{bc}	32.27±20.69 ^{bc}	43.33±21.19 ^c	30.98±19.24	3.593*
F-value	2.597*	4.097**	11.759***	11.470***	22.714***	14.890***	-

Values are presented as mean±SD.

abc superscripts within row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{ABC} superscripts within column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

* : $p<0.05$ *** : $p<0.001$

4) Echocardiography

본 연구에서는 Dahl rat에 15주간 고염식을 섭취하게 한 후 M-mode를 이용하여 심장초음파검사 (echocardiography)를 실시하였다 (Table 11). Echocardiography는 심장초음파 검사로 심실의 내부 구조 및 움직임을 관찰할 수 있으며 M-mode를 사용할 경우 좌심실의 비대 및 기타 심장의 이상상태를 평가할 수 있다. 좌심실비대 (left ventricular hypertrophy)는 관상동맥 질환, 심부전, 중풍, 심실부정맥, 급성심장사 등을 포함하여 심장혈관질환의 위험인자로 잘 알려져 있다. 좌심실 비대가 일어나는 이유는 심근에 가해지는 혈류역동학적 과부하 (hemodynamic overload)에 대해 최종 분화된 심근세포의 크기가 증가되고 그 결과 좌심실의 벽두께 (wall thickness)와 무게 (mass)가 증가되는 일종의 보상 현상이다. 고혈압 발생 시 전신 동맥내강이 매우 좁혀져 있는 상태가 되는데, 이 때문에 심장에서 혈액의 흐름이 원활하지 못하게 되며 좌심실벽 수축시 많은 부하가 발생하게 되어 좌심실벽은 두꺼워지게 되고 좌심실 내 공간은 작아지는 현상이 발생하게 된다.

심실중격은 좌심실과 우심실의 사이에 위치한 벽으로 좌심실 비대로 인한 기능 및 구조평가에 사용되는 지표로써 본 실험결과, 수축기말 심실중격두께 (interventricular septal thickness at end-diastolic, IVSd)는 CON군 0.20 ± 0.01 cm에 비해 SS8군 (0.25 ± 0.03 cm)과 RS8군 (0.25 ± 0.02 cm)에서 더 두껍게 나타났으나, SS4군 (0.22 ± 0.01 cm)은 CON군과 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며 RS4군은 유의하게 두껍게 나타났다 ($p < 0.001$). 이완기말 심실중격두께 (interventricular septal thickness at end-systolic, IVSs) 역시 IVSd와 유사한 경향을 보여 CON군 (0.33 ± 0.01 cm)과 SS4군 (0.34 ± 0.01 cm) 사이에서는 유의적 차이가 없었으나, RS4군 (0.39 ± 0.02 cm), RS8 (0.38 ± 0.03 cm), SS8 (0.40 ± 0.05 cm)으로 CON과 SS8군에 비해 유의하게 두꺼워진 것으로 나타났다 ($p < 0.001$). 혈압의 증가는 비정상적인 좌심실 비대 및 심실중격 비후와 함께 좌심실의 후벽두께에도 영향을 미칠 수 있다. 이완기시 좌심실 후벽두께 (left ventricle posterior wall in diastole, LVPWd)와 수축기시 좌심실 후벽두께 모두 CON군에 비하여 RS4군과 SS8군, RS8군이 비후해졌으며 CON군과 SS4군간에는 유의적 차이가 없어 IVSd, IVSs와 같은 경향을 보였다 ($p < 0.05$).

심장비대는 고혈압 환자의 약 15-20%에서 발견되며 이는 좌심실의 질량증가와도 밀접한 연관성을 가지고 있다. 좌심실 질량 증가의 원인인자로 염분의 섭취를 들 수 있으며 좌심실 질량이 증가될수록 좌심실 비대를 유발할 확률이 높아져 고혈압 및 관상동맥 질환에 나쁜 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서 좌심실 질량 (left ventricular, LV mass)은 CON군 1.43 ± 0.06 mL인데 비하여 SS4군 1.54 ± 0.08 mL, RS4군 1.68 ± 0.10 mL, SS8군 1.77 ± 0.11 mL, RS군 1.71 ± 0.10 mL으로 증가한 것으로 나타났으나 ($p < 0.001$), SS4군은 CON군과 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 전술한 심실중격두께, 좌심실 후벽두께와 유사한 경향을 보였다. 그러나 LVDd, LVDs, LV Vol. d, LV Vol. s, stroke volume, ejection fraction, Fraction Short 등과 같은 지표에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 11. Echocardiography in rats fed high-salt diets for 15 weeks

	CON	SS4	RS4	SS8	RS8	Total	F-value
IVSd (cm)	0.20±0.01 ^a	0.22±0.01 ^{ab}	0.23±0.02 ^{bc}	0.25±0.03 ^c	0.25±0.02 ^c	0.23±0.03	6.911***
IVSs (cm)	0.33±0.01 ^a	0.34±0.01 ^a	0.39±0.02 ^b	0.40±0.05 ^b	0.38±0.03 ^b	0.37±0.04	7.225***
LVDWd (cm)	0.19±0.01 ^a	0.19±0.01 ^a	0.21±0.03 ^{ab}	0.23±0.03 ^b	0.22±0.03 ^b	0.21±0.03	3.873*
LVPWs (cm)	0.31±0.01 ^a	0.32±0.03 ^{ab}	0.36±0.04 ^{abc}	0.37±0.06 ^{bc}	0.37±0.03 ^c	0.35±0.04	3.010*
LV Mass (g)	1.43±0.06 ^a	1.54±0.08 ^a	1.68±0.10 ^b	1.77±0.11 ^b	1.71±0.10 ^b	1.62±0.15	13.429***
LVDd (cm)	0.74±0.04	0.75±0.04	0.76±0.06	0.75±0.07	0.73±0.08	0.74±0.06	0.199
LVDs (cm)	0.40±0.04	0.38±0.06	0.37±0.06	0.38±0.10	0.39±0.09	0.38±0.07	0.087
LV Vol. d (mL)	0.91±0.14	0.93±0.13	0.99±0.22	0.93±0.24	0.89±0.24	0.93±0.19	0.216
LV Vol. s (mL)	0.16±0.05	0.1±0.06	0.14±0.06	0.16±0.10	0.17±0.09	0.15±0.07	0.094
Stroke Vol. (mL)	0.74±0.10	0.79±0.09	0.85±0.17	0.77±0.16	0.72±0.16	0.77±0.14	0.715
Ejec Frac (%)	82.54±3.38	84.27±4.95	86.23±4.03	84.05±8.00	82.82±6.48	83.98±5.39	0.405
Frac Short (%)	46.44±3.69	48.76±5.37	51.12±5.15	49.65±10.80	47.63±7.99	48.72±6.76	0.39

Values are presented as mean±SD.

abc superscripts within row are significantly difference at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

* : $p<0.05$ *** : $p<0.001$

IVSd, interventricular septal thickness at end-diastole; LVDd, left ventricular end-diastolic dimension; IVSs, interventricular septal thickness at end-systole; LVDs, left ventricular end-systolic dimension; LVPWd, left ventricle posterior wall in diastole; LVPWs, left ventricle posterior wall in systole; LV Vol.d, left ventricular volume in diastole; LV Vol.s, left ventricular volume in systole

5) 장기무게

고염식을 15주간 섭취한 후 장기무게를 Table 12에 나타내었다. 고농도의 염분섭취는 체내의 수분보유량을 증가시키며, 체내의 항상성을 깨뜨리며 심한 경우 장기의 이상을 일으킨다. 고염식을 15주간 섭취한 본 실험결과 심장과 신장이 비대해져 있었으며, 장기무게가 대조군에 비해 높게 나타났다. 심장의 무게를 측정한 결과, CON군의 무게 (1.65 ± 0.12 g)에 비해 고염식이군인 SS4군 (1.85 ± 0.23 g), RS4군 (1.98 ± 0.17 g), SS8군 (1.90 ± 0.14 g), RS8군 (1.91 ± 0.11 g)의 무게가 증가하였다 ($p < 0.001$). 신장의 무게를 측정한 결과, CON군은 2.88 ± 0.19 g인데 비해 고염식이군인 SS4군 3.21 ± 0.16 g, RS4군 3.36 ± 0.1 g, SS4군 3.46 ± 0.14 g, RS8군 3.60 ± 0.23 g으로 대조군에 비해 크게 증가한 것으로 나타났다 ($p < 0.001$). 그러나 그 밖의 간, 비장, 고환의 무게에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Chen 등 (1986)은 선천성 고혈압쥐의 심장무게가 정상혈압쥐의 심장무게에 비하여 생후 14주에 약 12% 증가되었다고 보고하였으며, 또한 Takizawa 등 (1997)은 고염식을 섭취한 군에서 상대적으로 저염식을 섭취한 군에 비하여 신장무게가 증가하였다고 보고하였다. Saoraya (2010)는 고염식을 섭취한 군에서 심장과 신장의 무게가 높게 증가되었으며, 반면 다른 장기에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고함으로써 본 연구결과와 일치한 것으로 나타났다. 본 실험결과, 장기적으로 고염식을 지속할 경우 심장과 신장비대를 초래하여 심혈관질환을 악화시키는 물론 다양한 혈관질환에 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다.

Table 12. Organ weight of in rats fed high-salt diets for 15 weeks

	CON	SS4	RS4	SS8	RS8	Total	F-value
Heart	1.65±0.12 ^a	1.85±0.23 ^b	1.98±0.17 ^b	1.90±0.14 ^b	1.91±0.11 ^b	1.87±0.19	6.360***
Kidney	2.88±0.19 ^a	3.21±0.16 ^b	3.36±0.12 ^{bc}	3.46±0.14 ^{cd}	3.60±0.23 ^d	3.32±0.29	27.355***
Liver	14.54±2.09	14.41±2.25	14.98±2.27	14.39±1.98	14.70±2.69	14.60±2.20	0.138
Spleen	0.85±0.13	0.82±0.12	0.86±0.11	0.83±0.14	0.89±0.10	0.85±0.12	0.709
Testicle	4.16±0.26	4.17±0.17	4.08±0.49	4.25±0.28	4.03±0.19	4.14±0.30	0.906

Values are presented as mean±SD.

abc superscripts within row are significantly difference at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

*** : $p<0.001$

6) 생화학적 분석지표

15주간의 고염식이섭취에 따른 생화학적 분석지표의 결과를 Table 13에 나타내었다. Renin은 생체 내에서 혈압을 상승시키는 역할을 하며, 혈압과 Na^+ , K^+ 의 균형을 조절하는 역할을 한다. 혈압이 낮아지면 신장에서 renin이 분비되어 angiotensinogen을 angiotensin I으로 활성화시키고, angiotensin I은 폐에서 분비되는 angiotensin 전환효소에 의해 angiotensin II로 전환된 후 말초혈관의 평활근을 수축시켜 혈압을 높이고, aldosterone의 분비를 촉진시키게 된다. Renin은 혈압 및 체액량이 증가했을 때, 고나트륨 식이를 섭취할 때 분비가 억제된다. 체내 삼투압은 ADH (antidiuretic hormone, vasopressin)과 알도스테론의 길항작용에 의해서 조절된다. 고농도의 염분을 섭취할 시 알도스테론의 분비가 감소하면서 수분의 배설이 많아져 그 결과 요량이 증가하게 된다.

혈장 renin 및 aldosterone농도는 CON에 비해 고염식을 섭취하였을 때 낮게 나타났다. Renin의 경우, CON군이 4.11 ± 3.19 mg/dL인데 비하여 고염식이섭취군은 $0.86 \sim 1.94$ mg/dL로 매우 높았다 ($p < 0.001$). Aldosterone농도 역시 CON군 (76.78 ± 89.16 pg/mL)에 비해 SS4군 16.15 ± 16.33 pg/mL, RS4군 21.74 ± 30.58 pg/mL, SS8군 16.33 ± 12.90 pg/mL, RS8군 24.58 ± 10.97 pg/mL로 유의하게 높게 나타났으나 고염식을 섭취한 군간에는 차이가 없었다. 그러나 renin과 aldosterone농도 모두에서 천일염 섭취군인 SS4와 SS8군이 정제염 섭취군인 RS4, RS8군에 비해 낮은 경향을 보였다.

혈청 무기질 함량을 살펴보면, 세포내 Na^+ 의 증가는 세포내 칼슘 이온의 증가를 유발하여 일차성 고혈압의 특징인 혈관 평활근의 긴장도가 증가한다고 알려져 있다. 혈청 나트륨 농도는 CON군 (146.29 ± 2.50 mEq/L)에 비하여 RS4군 (148.33 ± 2.15 mEq/L)을 제외한 SS4군 (149.33 ± 2.10 mEq/L), SS8군 (148.64 ± 2.34 mEq/L), RS8군 (149.92 ± 2.87 mEq/L)에서 높게 나타났다 ($p < 0.05$). Boegehold (1989) 등은 salt sensitive 모델에서 나트륨을 다른 양이온으로 대체하여 염소이온을 먹이게 되면 고혈압이 발생되지 않았다고 보고하였다. 염소이온 농도는 군별 유의차가 나타나지 않았다.

혈청 칼륨의 경우, CON군에 비해 SS4와 RS4군이 유의하게 높았으나 ($p < 0.05$), SS8과 RS4군과는 유의차가 나타나지 않았다. 이는 혈중 나트륨농도가 증가하게 되면 요의 나트륨 배설은 증가하고 칼륨의 배설을 감소하여 칼륨의 농도가 증가하기 때문으로 보이며, 8% 식염군에서의 칼륨농도가 대조군과 유사했던 이유는 신장에서의 전해질 농도조절 능력이 손상되었기 때문으로 추측된다. 한편, 혈청 칼슘 농도는 CON에 비해 고염섭취군 모두에서 유의하게 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 혈청 마그네슘 농도는 CON군과 고염섭취군이 유사하였으나 대체로 실험군 간 유사한 농도를 나타냈다. 식이 중 칼슘과 마그네슘의 충분한 섭취는 혈압강하에 효과가 있는 것으로 알려져 있다. Altura 등 (1984)은 정상쥐에게 식이 마그네슘을 결핍시켰을 경우 그 결핍정도가 심해질수록 혈압이 유의적으로 상승했다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 정제염에 비해 칼슘과 마그네슘이 풍부한 천일염을 장기간 섭취하였으나 대조군에 비해 혈청 칼슘과 마그네슘 농도의 변화가 관찰되지 않았으며 정제염과 천일염군 간에도 차이가 없었다.

혈중 삼투압농도에서는 CON군 (308.43 ± 5.65 mOsm/kg)에 비해 SS8군 (313.27 ± 4.63 mOsm/kg)이 유의하게 높게 나타났으나 나머지 군 (SS4군: 306.33 ± 5.85 mOsm/kg, RS4군: 307.83 ± 3.66 mOsm/kg, RS8군: 315.25 ± 7.42 mOsm/kg)과는 차이가 없는 것으로 나타났다 ($p < 0.001$).

요 중 알도스테론 농도를 살펴보면, RS8군이 CON군, SS4군, RS4군, SS8군에 비해 높게 나타났다 ($p < 0.001$). 요 중 나트륨농도는 CON군 (45.20 ± 20.27 mEq/L)에 비해 고염식이군 모두에서 유의하게 높았다 ($p < 0.001$). 즉, SS4군 123.83 ± 47.75 mEq/L, RS4군 191.33 ± 67.86 mEq/L, SS8군 196.55 ± 74.80 mEq/L, RS8군 258.18 ± 74.29 mEq/L 순으로 높게 나타났다. 요중 염소농도 분석결과에서도 CON군이 66.80 ± 39.70 mEq/L인데 비해 식염의 종류와 농도에 따라서 SS4군 129.17 ± 47.78 mEq/L, RS4군 202.17 ± 68.74 mEq/L, SS8군 232.36 ± 100.41 mEq/L로 높게 증가된 것으로 나타났으며, 특히 RS8군은 276.73 ± 7.21 mEq/L로 가장 높게 증가되어 요중 나트륨 농도와 같은 경향을 보여주었다 ($p < 0.001$). 또한, 요 중 칼륨농도는 CON군 78.47 ± 40.95 mEq/L로 높았으며, SS4, RS4, SS8, RS8군 순으로 낮게 나타났다 ($p < 0.05$). 요 중 칼슘은 CON군 9.78 ± 4.92 mg/dL인데 반해 SS4군 17.23 ± 5.81 mg/dL, RS4군 25.77 ± 9.71 mg/dL, SS8군 22.03 ± 7.24 mg/dL, RS8군 20.17 ± 8.23 mg/dL로 고염식이 섭취 시 유의하게 배설이 증가함으로써 염분섭취가 높아짐에 따라 체내 칼슘영양에 나쁜 영향을 미치는 것으로 나타났다 ($p < 0.001$). 요 중 마그네슘 농도도 CON군 22.16 ± 14.03 mg/dL인데 반해 SS4, RS4, SS8, RS8군도 배설량이 증가하는 경향을 보였으나 유의적 차이는 CON군과 SS8군 (25.91 ± 18.93 mg/dL)에서만 관찰되었다 ($p < 0.05$). 요 중 creatine은 세노관을 통하여 재흡수 되지 않으며, 신장기능의 이상 및 사구체여과율 (GFR, Glomerular Filtration Rate)을 감지하는 지표로 사용된다. 본실험에서 요 중 creatine농도의 분석결과 CON군이 101.38 ± 66.61 mg/dL인데 비해 SS4군 144.49 ± 73.50 mg/dL, SS8군 109.54 ± 66.47 mg/dL으로 증가한 것으로 나타난 반면에 RS4군 97.81 ± 52.61 mg/dL, RS8군 49.57 ± 32.96 mg/dL으로 감소한 것으로 나타났다. 이는 요 중 creatine의 농도가 증가되면, 신장으로부터 배설되지 못하게 됨으로 인하여 신장질환 및 심부전 탈수, 신장결석, 질소혈증의 원인이 되며, 반대로 요 중 creatine의 농도의 감소는 근육질환 및 근육위축 단백질 섭취의 부족 등 여러 질환에 노출될 수 있는 것으로 알려져 있다. 요 중 삼투압농도는 군간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 13. Biochemical indices in rats fed high-salt diets for 15 weeks

	CON	SS4	RS4	SS8	RS8	Total	F-value
Plasma							
Renin (mg/dL)	4.11±3.19 ^b	0.86±1.16 ^a	0.87±0.51 ^a	1.30±0.87 ^a	1.94±1.56 ^a	1.66±1.87	6.667***
Aldosterone (pg/mL)	76.78±89.16 ^b	16.15±16.33 ^a	21.74±30.58 ^a	16.33±12.90 ^a	24.58±10.97 ^a	28.06±41.87	3.972**
Serum							
Na (mEq/L)	146.29±2.50 ^a	149.33±2.10 ^b	148.33±2.15 ^a	148.64±2.34 ^b	149.92±2.87 ^b	148.70±2.56	2.823*
Cl (mEq/L)	101.14±1.35 ^{abc}	102.50±1.93 ^c	101.75±1.29 ^{bc}	100.00±2.00 ^a	100.83±1.75 ^{ab}	101.28±1.87	3.498*
K (mEq/L)	5.97±0.51 ^a	6.73±0.80 ^b	6.75±0.77 ^b	6.47±0.81 ^{ab}	6.61±0.86 ^{ab}	6.56±0.79	1.359*
Ca (mg/dL)	9.76±0.30 ^a	10.25±0.34 ^b	10.33±0.45 ^b	10.44±0.39 ^b	10.23±0.40 ^b	10.24±0.42	3.616*
Mg (mg/dL)	2.41±0.25 ^{ab}	2.44±0.23 ^{ab}	2.29±0.12 ^a	2.53±0.21 ^b	2.35±0.20 ^{ab}	2.40±0.21	2.239*
Osmolality (mOsm/kg)	308.43±5.65 ^{ab}	306.33±5.85 ^a	307.83±3.66 ^a	313.27±4.63 ^{bc}	315.25±7.42 ^c	310.33±6.46	5.402***
Urine							
Aldosterone (pg/mL)	51.17±15.03 ^a	57.34±10.42 ^a	49.47±8.16 ^a	61.94±21.84 ^a	77.21±12.97 ^b	59.36±16.99	6.701***
Na (mEq/L)	45.20±20.27 ^a	123.83±47.75 ^b	191.33±67.86 ^c	196.55±74.80 ^c	258.18±74.29 ^d	164.93±92.36	18.642***
Cl (mEq/L)	66.80±39.70 ^a	129.17±47.78 ^b	202.17±68.74 ^c	232.36±100.41 ^{cd}	276.73±77.21 ^d	182.93±99.94	15.077***
K (mEq/L)	78.47±40.95 ^b	57.83±29.97 ^{ab}	49.51±14.96 ^a	44.37±17.29 ^a	43.33±28.80 ^a	54.24±29.35	2.857*
Ca (mg/dL)	9.78±4.92 ^a	17.23±5.81 ^b	25.77±9.71 ^c	22.03±7.24 ^{bc}	20.17±8.23 ^{bc}	19.25±8.92	6.985***
Mg (mg/dL)	22.16±14.03 ^a	32.77±16.42 ^{ab}	32.42±15.13 ^{ab}	38.27±12.73 ^b	25.91±18.93 ^{ab}	30.53±16.04	1.736*
Creatinine (mg/dL)	101.38±66.61 ^{ab}	144.49±73.50 ^b	97.81±52.61 ^{ab}	109.54±66.47 ^b	49.57±32.96 ^a	101.28±65.72	3.636*
Osmolality (mOsm/kg)	931.50±493.61	1140.17±427.97	1022.67±288.79	1085.00±368.96	925.00±433.17	1024.6±3399.07	0.604

Values are presented as mean±SD.

abc superscripts within row are significantly difference at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

* : p<0.05 ** : p<0.01 *** : p<0.001

7) 조직 분석 (histological analysis)

고혈압이 유발되게 되면 지속적인 혈압의 상승으로 인하여 심장, 신장, 뇌, 혈관 등의 장기의 구조적인 변화 및 세포의 손상이 유발되며, 특히 심근기능의 저하로 인해 심부전, 심실부정맥 등의 심장질환이 발생할 수 있으며 심근내 염증 세포의 침윤 정도는 고혈압의 심각성과 직접적인 연관성을 보이는 것으로 나타났다. Weir (1998)의 연구결과에서는 염분 민감성에 의한 고혈압이 유발되었을 때 심혈관계 질환 및 요단백, 신증 유발로 인한 사망률이 높게 나타났다고 보고하였으며, Gu 등 (2006)은 Dahl rat에서 5주 동안 고염식을 섭취하였을 때 사구체 경화 및 세뇨관 간질의 손상과 세포외기질의 팽창을 관찰하였다고 보고하였다. 고혈압성 신질환에 있어 신손상의 주된 조직 소견은 사구체 경화와 세뇨관-간질의 섬유화, 염증 세포의 침윤 등이 알려져 있다. 신장은 혈액량의 조절을 통해 혈압을 유지하는 역할을 하며 신질환이 유발될 시 자가조절기전에 이상이 생기게 되며, 사구체 고혈압으로 이어져 혈관의 내피손상 및 사구체 손상으로 인해 혈액 단백질이 누출되어 세뇨관에 침착되는 초자화 (hyalinization) 등이 발견 될 수 있다.

염색된 조직의 결과는 서울대 수의대 병리학 교실로부터 받은 소견이다. 본 실험에서 관찰된 심장의 조직 분석의 결과를 살펴보면, CON군이 심근의 섬유평활근 세포가 정상적으로 배열되어 있는 데에 비하여 SS4군과 SS8군은 비정상적 배열이 관찰되었으나 두 군간에는 차이가 나타나지 않았다. 반면에, RS4군과 RS8군에서는 섬유세포 평활근 세포에 비정상적인세포들이 많이 밀집 되어 있는 것을 볼 수 있으며, 이 결과는 RS4군과 RS8군의 심장조직에서 염증세포가 많이 침윤되어 있음을 의미하는 것이다. 신장의 조직 분석 결과를 살펴보면, CON군에서는 사구체의 형태가 정상적이며, 세뇨관의 형태와 세뇨관 내의 핵 밀집도 및 초자화 (hyalinization) 등이 정상적이었다. 한편, SS4군과 SS8군에서는 사구체의 형태가 다소 줄어들어 보이는 경향도 있었으나 대부분의 형태는 정상적이었으며, 세뇨관의 형태도 CON군과 차이가 없었다. 반면, RS4군에서는 사구체의 형태가 비정상적으로 줄어들어 형태가 발견되었으며, 초자화 (hyalinization)현상 및 비정상적인 세포의 군집으로 보여 염증세포의 증식이 일어난 것으로 나타났다. 특히, RS8군에서는 대다수의 사구체 형태가 비정상적으로 줄어들어있는 형태로 보였으며, 염증세포의 침윤과 세뇨관 내의 핵의 밀집도가 현저히 감소되어 있는 것으로 나타났다. 비장의 조직분석결과, CON군, SS4, RS4, SS8, RS8군에서는 차이가 없는 것으로 나타났다.

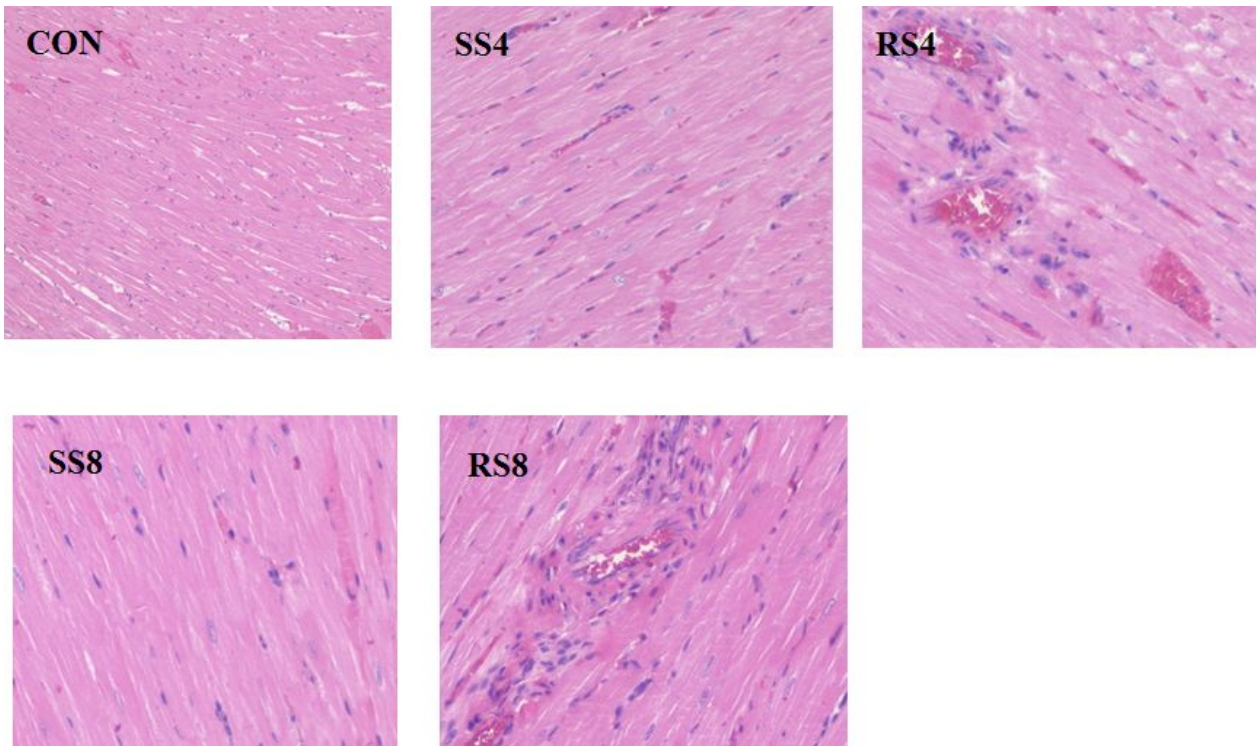


Figure 2. The effect of high-salt diet (CON, regular diet; SS4, solar salt 4%; RS4, refined salt 4%; SS8, solar salt 8%; RS8, refined salt 8%) on heart histopathology (H & E stain, 400 × magnification).

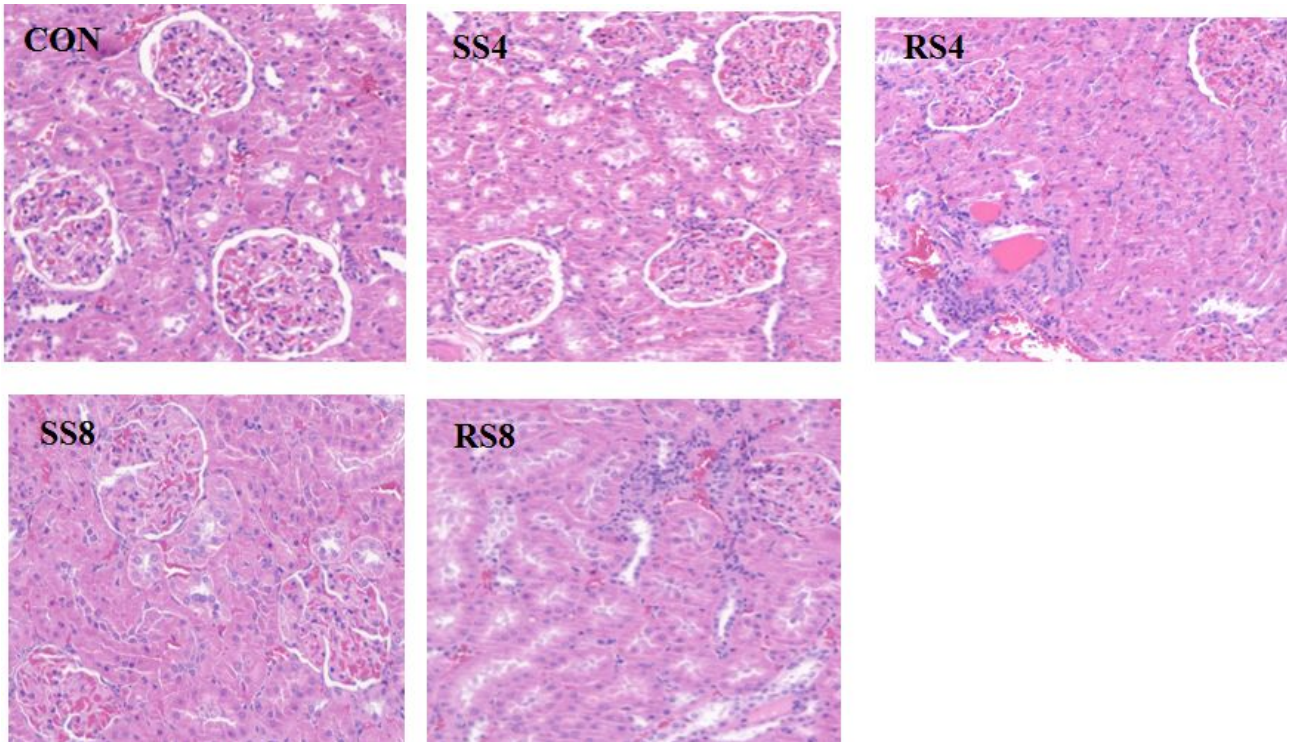


Figure 3. The effect of high-salt diet (CON, regular diet; SS4, solar salt 4%; RS4, refined salt 4%; SS8, solar salt 8%; RS8, refined salt 8%) on kidney histopathology (H & E stain, 400 × magnification).

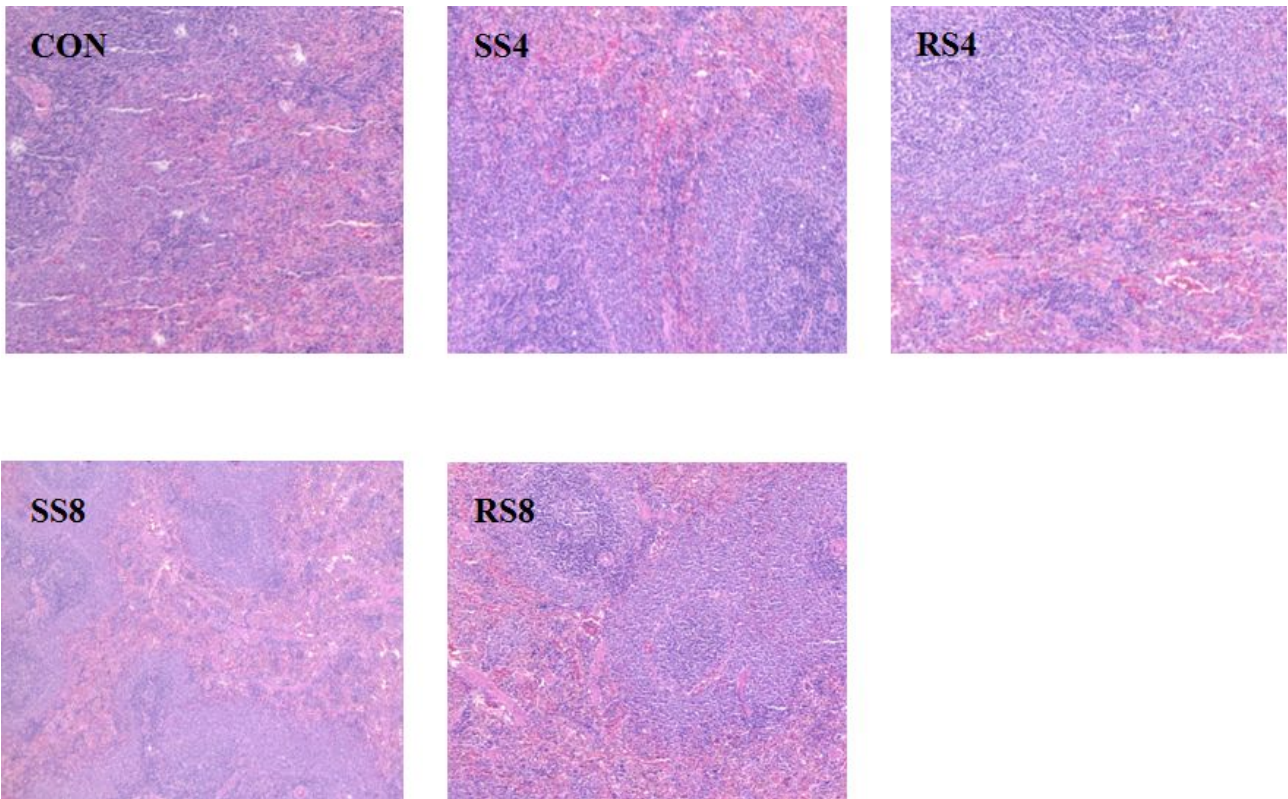


Figure 4. The effect of high-salt diet (CON, regular diet; SS4, solar salt 4%; RS4, refined salt 4%; SS8, solar salt 8%; RS8, refined salt 8%) on spleen histopathology (H & E stain, 400 × magnification).

참고문헌

1. Lee KD. 2008. Effect of Solar Salt on Blood Pressure. Department of Food Engineering Graduate School of Mokpo National University
2. Park MN. 2008. The effects of rosiglitazone on hypertensive nephropathy in Dahl salt-sensitive rat model. The graduate school, Kyung Hee University
3. Waleska CD, Marcelo ES. 2011. Animal models for the study of arterial hypertension. *J. Biosci* 36(4): 731-737
4. Kim KS, Park NK, Kim SY, Kim DW, Joo SJ, Cho MC. 2011. Expression of Lectin like Oxidized Low Density Lipoprotein Receptor-1 in the Spontaneous Hypertensive Rat with High Cholesterol Diet. *J Korean Soc Hypertens.* 17(2): 57-64
5. David L, Vincent C, Andrew H Lindsay B. 2009. Rosuvastatin Attenuates Heart Failure and Cardiac Remodelling in the Ageing Spontaneously Hypertensive Rat. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology* 105: 262 - 270
6. Kim, BR, Park, JH, Kim, SH, Cho, KJ, Chang, MJ. 2010. Antihypertensive Properties of Dried Radish Leaves Powder in Spontaneously Hypertensive Rats. *The Korean Nutrition Society* 43(6): 561-569
7. Ha JO, Park KY. 1998. Comparison of Mineral Contents and External Structure of Various Salts. *J. Korean Soc Food Sci. Nutr* 27(3): 413-418
8. Lee JJ, Kim AR, Chang HC, Lee MY. 2009. Antioxidative Effects of Chungkukjang preparation by Adding Solar salt. *Korean J. Food Preserv* 16(2): 238-245
9. Saoraya C. 2010. Effects of Mineral Rich Solar Salt on Blood Pressure and Insulin Action in Dahl Salt Sensitive Rats. Department of Food Engineering Graduate School of Mokpo National University
10. Choi. SY. 2006. Relationship of Geometric Left Ventricular Remodeling Patterns to Electrocardiographic Findings in Hypertensive. Patients Department of Medicine Graduate School, Dong-A University
11. Zicha J J , Dobešová Z Z , Vokurková M M , Rauchová H H , Hojná S S , Kadlecová M M , Behuliak M M , Vaněčková I I , Kuneš J J. 2012. Age-Dependent Salt Hypertension in Dahl Rats: Fifty Years of Research. *Physiol. Res* 61(1): S35-S87
12. Wendt N, Schulz A, Qadri F, Bolbrinker J, Kossmehl P, Winkler K, Stoll M, Vetter R, Kreutz R. 2009. Genetic analysis of salt-sensitive hypertension in Dahl rats reveals a link between cardiac fibrosis and high cholesterol. *Cardiovascular Research* 81: 618-626
13. Kokubo M, Uemusura A, Matsubara A T. 2005. Noninvasive Evaluation of the Time Course of Change in Cardiac Function in Spontaneously Hypertensive Rats by Echocardiography. *Hypertens Res* 28(7): 601-609

14. Choo EH, Ihm SH, Kim OR, Jang SW, Park CS, Kim HY, Chang KY, Youn HJ, Chung WS, Seung KB, Kim JH. 2011. Imatinib Mesylate Attenuates Cardiac Fibrosis in Spontaneously Hypertensive Rats. *J Korean Soc Hypertens* 17(2): 48-56
15. Slama M, Susic D, Varagic J, Ahn J, Frohlich ED. 2002. Echocardiographic measurement of cardiac output in rats. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 284: 691 - 697
16. Rodriguez-Iturbe B, Quiroz Y, Nava M, Bonet L, Chavez M, Herrera-Acosta J et al. 2002. Reduction of renal immune cell infiltration results in blood pressure control in genetically hypertensive rats. *Am J Physiol Renal Physiol* 28(2): 191-201
17. Levy D, Garrison RJ, Savage DD, Kannel WB, Castelli WP. 1990. Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart study. *N Engl J Med* 322: 1561-1566
18. Yeon YJ. 2006. Effect of high potassium diet on blood pressure in Dahl salt sensitive. The graduate school, Dongduk University.
19. Stevens VJ, Obarzanek E, Cook NR, Lee IM, Appel LJ, Smith West D, Milas NC, Mattfeldt-Beman M, Belden L, Bragg C, Millstone M, Raczynski J, Brewer A, Singh B, Cohen J. 2001. Long-term weight loss and changes in blood pressure: results of the Trials of Hypertension Prevention, phase II. *Ann Intern Med* 134(1): 1-11
20. Law MR, Frost CD, Wald NJ. 1991. By how much does dietary salt reduction lower blood pressure I-Analysis of observational data among population. *British Medical Journal* 302(6780): 815-818.
21. Takizawa T, Izumi T, Shionoiri H, Ishii Masao. 1997. Progression of glomerulosclerosis, renal hypertrophy, and anincreased expression of fibronectin in the renal cortex associated with aging and salt-inducedhypertension in dahl-salt-sensitive rats. *R Life scieneeq* 61(16): 1553-1558
22. Shon HJ. 2007. Effects of aldosterone to cellular proliferation and apoptosis in neonatal rat heart. Korea University
23. Boegehold, MA. Kotchen TA. 1989. Relative contribution of dietary Na and Cl to salt sensitive hypertension. *Hypertension* 14: 579-583
24. Lee WJ. 1999. Salt and hypertension. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 9: 378-385
25. Gogo A, Tobian L, Iwai J. 1981. Potassium feeding reduces hyperactive central nervous system pressor responses in Dahl salt sensitive rats. *J. Hypertension* 3(1): 28-34
26. Gu JW, Tian N, Shparago M, Tan W, Bailey AP. 2006. Renal NF-kappaB activation and TNF-alpha upregulation correlate with salt-sensitive hypertension in Dahl salt sensitive rats. *Am J Physiol Regulation Inter Comp Physiol* 291: 1817-1824

제 3 절 천일염의 혈압상승 억제 기전 규명을 위한 임상 연구

가. 연구개발의 내용 및 방법

1. 연구목적

정상 성인에서 한국산 천일염 섭취가 혈압강하에 미치는 영향을 평가하기 위하여 한국인을 대상으로 인체적용시험을 실시하여 임상적 효능을 검증하고자 하였다.

2. 실험설계

1) 임상시험의 명칭 및 단계

① 명칭 : 천일염의 혈압강하 임상효능 연구 (Clinical Trial for the Evaluation of Anti-hypertensive Effects of Solar Salts Produced in Korea)

② 임상시험 단계 : 예비임상연구 (Pilot Study)

2) 연구자 및 연구지원조직

① 실시기관

단국대학교병원 (충청남도 천안시 동남구 망향로 359번지)

② 임상시험 책임자

김형건 교수 (단국대학교 의과대학 약리학교실)

3) 임상시험용 천일염, 일반 정제염 개요

① 천일염 (국내산)

- 생산지 (생산년월) : 전라남도 신의면 하태동리 (2011년 10월 구입)

- 섭취량 : 12주간 일주일에 15끼 이상 천일염으로 자가 조리된 식사

② 일반 정제염 (국내산)

- 해수를 이온교환막에 전기 투석시켜 정제한 농축함수를 증발관에 넣어 제조한 것.

- 한주소금

- 섭취량 : 12주간 일주일에 15끼 이상 정제염으로 자가 조리된 식사

③ 천일염과 정제염이 첨가된 장류

소금의 종류		제품명 (제조사)	성분
고추장	천일염	해찬들 우리쌀로 만든 태양초골드고추장 (CJ)	고춧가루, 쌀, 조청, 정제수, 천일염, 쌀발효증류수, 콩메주, 양조간장, 국산보리, 종국 (발효균)
	정제염	해찬들 태양초잡쌀고추장 (CJ)	잡쌀, 고춧가루, 물엿, 정제수, 고추양념, 정제소금, 국산콩메주, 주정, 국산쌀가루, 콩발효농축액, 한식간장원액, 탁지대두분, 종국
된장	천일염	해찬들 우리쌀로 만든 100% 국산된장 (CJ)	국산콩, 천일염, 쌀발효증류수, 국산콩가루, 종국
	정제염	해찬들 재래식 된장 (CJ)	된장, 한식메주된장 (정제소금), 한식메주된장 (정제소금), 주정, 개량메주된장, 탁지대두분, 향미증진제
조미료	천일염	원물 산들에 멸치 (CJ)	멸치가루, 마늘가루, 새우가루, 표고버섯가루, 쌀가루, 양파가루, 무가루, 다시마가루, 양배추가루, 대파가루, 천일염
	정제염	백설 가쓰오 다시다 골드 (CJ)	정제염, L글루타민산나트륨, 유당, 가쓰오조미분말, 가다랑어분말, 포도당, 가쓰오조미액, 분말간장, 훈연멸치분말, 참치자숙농축액, 다시마엑기스분말, 향미증진제

4) 시험기간

본 임상시험은 방문1일을 시작으로 임상시험에 참여하는 기간은 총 12주였다.

5) 피험자의 선정기준, 제외기준 및 목표 피험자의 수

① 선정기준

- 1) 만 20세 이상 만 65세 미만의 건강한 정상 성인 여성으로 일주일에 15끼 이상 시험물질인 천일염이나 정제염으로 자가 조리된 식사가 가능한 자
- 2) 선천성 또는 만성질환이 없고 내과적인 진찰 결과 및 심전도검사에서 병적 증상 또는 소견이 없는 자
- 3) 담당의사가 스크리닝을 위하여 설정 실시한 혈액병리검사, 혈액화학검사, 뇨검사 등 임상병리검사 결과 피험자로 적합하다고 판정된 자
- 4) 가임 여성 피험자의 경우 건강진단 시 임신이 아니라고 확인된 자
- 5) 시험의 목적, 내용 등에 대해 충분히 설명을 듣고 자발적으로 서면 동의서에 서명한 자

② 제외 기준

- 1) 본인이 원하지 않거나 동의서를 작성하지 않는 경우

- 2) 시험개시 전 1개월 이내 바르비탈류 약물 등의 약물대사효소 유도 및 억제약물의 복용이나 과도한 음주를 한 자
- 3) 당뇨, 고혈압, 갑상선질환, 류마티스 질환, 아토피 질환(피부염, 비염, 천식)이 진단되었던 환자.
- 4) 임상적으로 유의한 판막질환, 심부전(class III, IV), 신부전 (혈청 크레아티닌 수치가 정상상한치의 1.5배 이상), 간부전 (혈청 ALT, AST 수치가 정상 상한치의 3 배 이상), 조절되지 않는 당뇨 환자 (HbA1C > 10%)
- 5) 심전도 측정 시 심박수 50 beats/min 이하, ECG PR interval 0.2 이상인 자
- 6) 혈압 측정 시 160/90 mmHg 이상, 100/60 mmHg 미만인 자
- 7) 야간에 근무 하는 지원자
- 8) 임신, 수유 중인 여성.
- 9) 그 외 임상의가 평가하기에 임상 시험을 수행해내기 어렵다고 판단된 자
- 10) 당해 시험 실시 전 3개월 이내에 임상시험에 참여한 자

③ 목표 피험자 수 및 산정근거

본 임상시험에서는 피험자 수를 산출하기 위하여, 한미약품(주)의 아모잘탄정 3상 임상시험 결과를 인용하였다. 아모잘탄정의 3상 임상시험 결과 8주 투여 후 sit DBP의 변화량과 표준편차는 8.85±6.14 mmHg이었으며 본 임상시험을 수행하기 위해 필요한 피험자 수를 산정하기 위하여 sit DBP의 변화량을 8.85 mmHg으로하여 다음을 가정하였다.

- 1) 유의수준 (level of significance), $\alpha=0.05$
- 2) 혈압의 변화량은 잠정적으로 8.85 mmHg로 가정한다 ($\sigma=8.85$).
- 3) 예상 변화량에 대한 신뢰구간의 길이는 ± 3.5 mmHg로 가정한다 ($\epsilon=3.5$).함
- 4) 추적 손실율은 20%로 가정한다. ($\gamma=0.2$)

위의 1)~4)를 가정하였을 때 임상시험에 필요한 시험예수는 다음과 같다.

- 공 식 :

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{\epsilon^2}$$

ϵ : 임상적 허용오차

상기 식으로 피험자 수를 계산하면 20명이다.

위의 계산으로부터 필요한 피험자 수를 산정하고, 또한 중도 탈락율을(20%)을 고려하여, 다음 식에 의하여 필요한 피험자 수를 산정한다.

$$n = \frac{n_t}{1 - \gamma}$$

상기 식에 따라 필요한 피험자 수는 24명이 된다.

④ 최종선정피험자

번호	이니셜	성별	연령	신장 (cm)	체중 (kg)
A1	JHH	F	36	157	60
A2	PMS	F	39	161	62
A3	JSY	F	39	165	65
A4	CYA	F	40	158	58
A5	LSR	F	38	158	61
A6	PBS	F	53	157	49
A7	JYS	F	37	160	54
A8	KMJ	F	42	160	45
A9	KSC	F	45	154	54
A10	CGO	F	43	150	53
A11	SIS	F	43	161	56
A12	AOM	F	53	165	70
<hr/>					
B1	LES	F	44	153	45
B2	JJH	F	33	165	61
B3	KHH	F	53	160	64
B4	CSH	F	32	165	50
B5	JHS	F	39	149	45
B6	JSH	F	42	165	60
B7	KYM	F	36	162	62
B8	JNS	F	44	156	56
B9	OEY	F	42	158	57
B10	PSS	F	43	157	59
B11	SSJ	F	29	170	65
B12	LHS	F	37	152	56
<hr/>					
	Mean		40.9	159.1	57.0
	SD		6.2	5.3	6.7

3. 임상시험 방법

1) 개요

본 연구는 천일염의 혈압강하 효과를 검증하기 위한 것으로 단일기관, 전향적, 무작위배정, 공개 임상시험으로 계획되었다. 피험자의 건강진단, 채혈, 유해반응 발생의 예방 및 처치 등은 단국대학교 부속병원에서 실시하였으며, 건강진단은 대한임상검사정도관리협회에 등록되어 정기적인 정도관리를 받고 있는 단국대학교의료원 임상병리과 (대한임상검사정도관리협회 등록 번호: 351)에서 실시하였다. 지원자에게 지원신청서를 제출한 날부터 과도한 음주나 타약물의 복용을 하지 않도록 주의시키며 건강진단을 통하여 최종 선정된 피험자에게는 시험이 완료될 때까지 제공된 천일염이나 정제염이 아닌 다른 염이 가미된 음식 섭취를 금하도록 하였으며, 다른 약물이거나 염 제제 복용 시 이를 시험담당자에게 알리도록 주지시켰다.

시험 당일 (1 Day) 오전 9시까지 피험자를 임상시험병동에 소집하여 10시까지 충분한 휴식을 취하도록 하고 오전 10시부터 2분 간격으로 총 3회에 걸쳐 혈압을 측정하였고, 혈압 관련 지표물질 측정을 위한 채혈을 실시하였다. 시험담당자인 의사의 감독 하에 채혈을 병실 침상에서 시행하였으며 시험 전 과정은 시험책임자가 총괄 지휘하였다. 또한 피험자의 실제 총 수면 시간을 부가적으로 기록하였다. 마지막으로 노 채취를 마친 후 담당의사에 의해 혈압, 맥박, 기타 이상 유무를 확인하고, 피험자들에게 임상시험을 완료할 때까지 음주, 흡연 및 xanthine계 음료(커피, 홍차, 코코아 등)의 과다 복용과 타 약물복용을 일체 금지한다는 주의사항을 다시 주지시키고 피험자들 개인이 귀가 후 자가혈압 측정을 할 수 있게 자동혈압측정계를 지급하였고 사용방법 및 측정 회수를 교육시킨 후 귀가시켰다. 시험 결과 4주 (28 day)와 12주 (84 day)가 지난 후 실시하는 제 2기, 3기 시험도 제 1기와 마찬가지로 방법으로 시행하였다. 시험 전 과정을 통하여 피험자 개개인의 상태를 관찰하여 별도의 증례기록서 (CRF)에 기록하였다.

2) 섭취량, 섭취방법

무작위로 배정받은 천일염 또는 정제염을 1일 7~10 g 을 12주간 자가 조리된 식단으로 섭취 하였으며, 일체 다른 염이 가미된 음식을 섭취하지 않도록 주의시켰다. (제한음식 : 통조림, 가공된 육류, 젓갈류, 인스턴트 음식 (라면, 햄버거 등) 외식을 하였을 경우 식사일지를 작성하도록 하였다.

3) 혈액화학검사, 뇨검사, 심전도 검사 (ECG)

시험 당일 오전 10시경부터 1분 간격으로 피험자의 팔 또는 손등의 정맥부위에 heparin-locked catheter를 설치하고 공혈액으로서 약 10 mL 씩을 채혈하였다. 채혈된 혈액은 3,000 rpm 에서 10 분간 원심분리한 후 혈장을 취하여 eppendorf tube 에 옮겨 담고 분석 시 까지 -70℃ 이하에서 보관하였다.

시험 당일 오전 10시부터 오후 1시 사이에 피험자들의 뇨 10 mL 씩을 채취하여 분석 시까

지 -70℃ 이하에서 보관하였다.

시험 4주와 12주가 지난 후 실시하는 제 2기, 3기 시험도 마찬가지로 방법으로 시행하였다.

4. 관찰항목 및 임상검사 항목

1) 혈압 측정

시험당일 피험자들을 임상시험병동에 오전 9시까지 소집하여 1시간 동안 안정을 취하게 하고, 오전 10시부터 피험자들의 혈압을 측정하였다. 혈압측정 방법은 피험자들이 의자에 앉아 있는 상태로 측정하였으며, 2분 간격으로 총3회 측정 하도록 하였다. 매 방문 시 마다 좌위에서의 혈압을 측정하였다. 혈압 측정 시에는 적어도 5분 이상 앉은 자세에서 휴식을 취한 후, 안정된 혈압(측정된 세 혈압 차가 5 mmHg 이하) 3회 측정값 및 그 평균값을 증례기록서에 기록하였다. 또한 환자와의 면담을 통하여 실제 총 수면시간을 부가적으로 기록하였다.

자가혈압 측정은 매일 아침과 저녁에 한번씩 두 번 측정하는 것으로 하였다. 아침혈압은 아침에 일어나서 요를 본 후 1시간 이내에 아침식사 전의 혈압의 측정을 하고, 저녁혈압은 저녁에 잠자리에 들기 직전에 측정 하였다. 자가혈압측정 역시 정자세로 앉은 자세로 측정하도록 하였으며, 2~5분간 앉아서 안정을 취한 후에 측정하며 1분 간격으로 3차례 측정하여 평균을 구하였다. 자가혈압 측정은 임상시험 마지막 방문일 전까지 측정하도록 하였으며, 측정 시 마다 날짜, 시간, 수축기혈압, 확장기혈압, 맥박수를 기록하도록 하였다 (t-test 95% 유의수준 $p < 0.05$).

2) 식사섭취조사

피험자들은 제공된 엽으로 자가 조리된 식단으로 식사를 하였으며, 1주일에 1회 식사섭취일지와 조리일지를 작성하였다. 조리일지는 식사섭취일지 작성 당일에 섭취한 음식을 기록하도록 하였으며, 특히 엽분의 섭취량을 파악할 수 있도록 계량스푼을 제공한 후 소금 및 장류의 사용량을 기록하도록 하였다. 작성된 식사섭취일지는 CAN-Pro 4.0을 이용하여 에너지섭취량, 무기질 섭취량 등을 분석하였다.

3) 혈압관련 지표 및 전해질 검사

피험자 혈장 및 요에서 전해질 (Na^+ , K^+ , Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+}) 및 renin과 aldosterone의 농도를 측정하였다 (t-test 95% 유의수준 $p < 0.05$).

4) 이상반응 점검

본 시험기간 중 발생한 모든 이상반응은 시험물질과의 관련성에 상관없이 이상반응명, 발현일, 소실일, 중등도, 중대성, 경과, 시험물질과의 인과관계, 처치/치료에 대해 기록하였으며, 이상반응명은 의학적 진단명 (영문, full terminology)으로 기록하였다.

5. 유효성 평가기준, 평가방법 및 해석방법

1) 일차평가 기준

12주간의 천일염 섭취군과 일반 정제염 섭취군과의 혈압을 4주째, 12주째 측정하여 비교 평가한 결과가 통계적으로 유의한지 평가하였다.

2) 이차평가 기준

- ① 천일염과 정제염 섭취시 혈액학적 지표 변화를 비교하여 통계적으로 유의한지 평가하였다.
- ② 천일염과 정제염 섭취시 고혈압 관련 호르몬 등의 지표 분석

6. 임상시험 일정표

	Screening	1 day	4 week	12 week
	V1	V2	V3	V4
선정 및 제외 기준 평가	○			
피험자설명 및 동의	○			
환자 기본정보 및 과거력 등 문진	○			
ECG 측정	○			
천일염 또는 일반 정제염 섭취		○	○	○
혈압측정		○ (오전 10시)	○ (오전 10시)	○ (오전 10시)
채혈실시		○ (오전 10시)	○ (오전 10시)	○ (오전 10시)
뇨 채취		○ (오전 10시)	○ (오전 10시)	○ (오전 10시)
이상반응 평가		○ (오전 10시)	○ (오전 10시)	○ (오전 10시)

7. 시험중지 및 탈락기준

임상시험에 참여하는 모든 피험자의 시험 완료 여부를 기록하고, 임상시험이 중단된 경우에는 그 이유를 기록한다. 다음과 같은 경우에는 시험을 중단할 수 있다.

- 1) 선정기준/제외기준에 위배된 경우
- 2) 피험자에게 중대한 이상 반응 (serious adverse events)이 발생한 경우 혹은 이상반응 (adverse events)으로 인하여 피험자가 시험 중단을 요구하는 경우
- 3) 섭취 전 검사에서 발견치 못한 질환이 발견된 경우
- 4) 피험자 또는 대리인이 시험의 동의를 철회한 경우
- 5) 그 외 시험 담당자가 시험의 중단이 필요하다고 판단한 경우

8. 이상반응을 포함한 안전성의 평가기준, 평가방법 및 보고방법

1) 안전성 평가기준

- : 이상반응의 발생률 및 증정도
- : 시험 중단 발생률 및 사유

2) 유해사례 보고방법

① 이상반응 (adverse event, AE) : 임상시험에 사용되는 의약품을 투여 받은 피험자에서 발생한 바람직하지 않고 의도되지 않는 징후 (sign), 증상 (symptom), 질병을 말하며 해당 임상 시험에 사용된 의약품과 반드시 인과관계를 가져야 하는 것은 아니다. 여기에는 시험 약물 관련여부와 상관없이 시험 중 발생하는 모든 바람직하지 않은 해부, 생리학적 병변이나 대사기능의 이상으로 인해 나타나는 신체증상, 징후 및 임상검사치의 변화, 기존상태의 악화, 병발질환, 약물상호작용 등도 포함된다. 이 때 임상시험에 사용된 의약품과의 인과관계를 배제할 수 없는 경우는 약물이상반응 (adverse drug reaction, ADR)이라고 한다.

② 중대한 이상반응/약물이상반응 (serious adverse event, SAE)은 임상시험에 사용되는 의약품의 임의의 용량에서 발생한 이상반응 또는 약물이상반응 중에서 다음 각항의 1에 해당하는 경우를 말한다.

- 사망의 초래하거나 생명을 위협하는 경우
- 입원 또는 입원 기간의 연장이 필요한 경우
- 지속적 또는 의미 있는 불구나 기능 저하를 초래하는 경우
- 선천적 기형 또는 이상을 초래하는 경우
- 중대한 이상반응의 보고

3) 임상시험 기간 중 중대한 이상반응/약물이상반응이 발생한 경우, 임상시험 담당자는 즉시 임상시험 책임자에게 보고한다. 임상시험 책임자는 임상시험 심사위원회 및 임상시험 의뢰자에게 발생 후 24시간 이내, 혹은 늦어도 다음 근무 일까지 보고해야 한다. 또한, 중대한 이상반응

발생 후 5일 이내에 문서로 상세한 내용이 포함된 추가 보고를 해야 한다.

9. 통계 분석 방법

천일염 또는 일반정제염을 자가 섭취한 피험자군 사이의 30일째 90일째 혈압 측정 평균값의 통계학적 유의성 검정은 paired t-test를 이용하여 분석한다. 통계적 유의 수준은 p값이 0.05 미만인 경우로 한다.

10. 피해자 보상에 대한 규약

본 연구는 정상 성인을 대상으로 시행하기 때문에 시험 후 추가 치료는 필요치 않다. 다만, 임상시험과 관련된 치료 및 처치를 요하는 이상반응이 발생한 경우에는 연구책임자의 책임하에 해당되는 분야의 전문의의 진단 및 적절한 치료를 받도록 한다.

11. 피험자의 안전보호에 관한 대책

- 1) 치료 전 철저한 문진과 검사를 통하여 피험자가 본 임상시험에 적절한 지를 엄격히 평가한다.
- 2) 임상시험 계획서에 따라 임상시험을 실시하고 시험시간 중 철저한 문진과 검진을 통하여 발생할지도 모르는 유해사례의 출현과 그 정도를 평가하고 적절하고 신속한 조치를 취한다.
- 3) 임상시험 실시기관은 본 시험계획서에 규정된 대로 임상시험이 적절히 진행될 수 있도록 임상시험에 필요한 설비와 전문 인력을 갖추고 피험자의 안전보호에 만전을 기해야 한다.
- 4) 임상시험계획서의 승인 및 수정: 임상시험의 승인을 얻거나 승인 받은 임상시험을 변경하여 실시하고 하는 경우, 임상시험 단계별로 계획서 또는 변경 계획서에 대하여 임상시험심사위원회(IRB)의 승인을 받는다. 승인 이전에 피험자를 임상시험에 참여 시킬 수 없다.
- 5) 피험자의 비밀유지: 피험자의 신원을 파악할 수 있는 기록은 비밀로 보장될 것이며, 임상시험의 결과가 출판될 경우에도 피험자의 신원을 비밀상태로 유지한다. 서명을 받은 피험자 동의서는 시험책임자가 보관한다. 시험책임자는 피험자 번호 및 피험자명이 기록된 리스트를 갖추어 놓아 나중에 기록을 찾을 수 있도록 한다.

구체적인 내용은 다음과 같다.

본 시험에 관련된 의뢰자, 모니터 및 점검자는 본 시험의 모니터링과 점검 및 진행사항 관리를 위한 목적으로 피험자의 기록을 열람할 수 있다. 연구자는 본 임상시험의 계약이 체결됨과 함께 임상시험 의뢰자 또는 임상시험 수탁기관의 모니터 및 점검자가 피험자의 차트와 증례기록서 기록을 검증하기 위하여 해당 문서를 검토하거나 복사할 수도 있음을 숙지하여야 한다. 이러한 정보들은 기밀로 보관되어야 하며, 기밀 보관을 위한 시설과 그 관리 기준을 갖추고 있어야 한다.

한편, 증례기록서 등 임상시험에 관련된 모든 서류에는 피험자 이름이 아닌 피험자식별코드(일반적으로 피험자 이니셜)로 기록하고 구분한다.

12. 기타 임상시험을 안전하고 과학적으로 실시하기 위하여 필요한 사항

1) 동의서 설명문 및 동의서 양식

시험책임자, 시험공동연구자, 시험담당자는 본 연구의 실시에 있어 피험자에게 연구내용 및 임상시험용 건강기능식품의 효과, 이상반응에 대해 사전에 충분히 설명하고 피험자 자신이 자발적으로 본 연구에 참여하겠다는 동의서를 받고 연구를 시작하였다.

2) 임상시험 관리기준 (KGCP)

본 시험은 KGCP 및 Helsinki 선언에 입각하여 피험자의 권리와 복지를 염두에 두고 준비된 것으로서, 시험책임자, 시험공동연구자, 시험담당자들이 연구계획을 정확히 분석 및 숙지하고, 임상시험 대상 피험자의 문제점을 적극적으로 대응한다.

3) 헬싱키 선언

- 1) 인체를 대상으로 하는 연구는 일반적으로 승인된 과학 원칙에 따라야 하며, 연구대상자(피험자)들의 건강과 권리를 보호하고자 하는 윤리적 기준에 합당해야 한다.
- 2) 실험 계획과 수행은 독립적인 윤리심사위원회의 사전 심의를 거쳐야 한다.
- 3) 연구대상자의 이익에 대한 고려는 과학 발전과 사회의 이익에 앞서야 한다.
- 4) 약자의 입장에 있는 연구 대상자들은 특별히 보호해야 한다.
- 5) 연구대상자가 연구자와 종속관계에 있는 경우 특히 주의해야 한다.
- 6) 연구 자체의 목적과 방법, 예견되는 이익과 내재하는 위험성 등에 관하여 연구대상자에게 사전에 충분히 알려주어야 하며, 그들로부터 충분한 설명에 근거하여 자유로이 이루어진 동의를 받아야 한다.
- 7) 동의는 그 연구에 참가하지 않고 독립된 위치에 있는 의료인이 받아야 한다.

- 8) 법률상 무능력자에 대해서는 국내법에 따라 법적 대리인의 동의를 얻어야 한다.
- 9) 연구결과를 발표할 때 연구자는 이 선언에 규정된 원칙을 따라야 한다.
- 10) 학술지는 이 선언을 준수하지 않는 논문을 받아들여서는 안 된다.

4) 자료의 품질 보증 노력, 자료 관리 계획

임상시험 실시와 관련된 각종 자료 및 기록을 잘 보존하도록 보관하는 장소가 따로 준비되어 있고 보안을 유지하도록 한다. 결과보고서 작성 완료 이후에는 보관책임자를 정하여 임상시험 관련 문서를 임상시험 종료일로부터 3년간 보존하도록 한다.

나. 연구결과

1. 혈압측정 결과

1) 병원 방문 측정 혈압

방문 혈압 측정결과 수축기 (SBP) 혈압 측정에서 하루, 4주후 12주후 모두 천일염섭취군의 혈압 감소량이 더 많았지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이완기 (DBP) 혈압 측정에서는 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 하루, 4주후에는 다소 증가하다가 12주후에는 감소하는 결과를 나타내었으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 그리고 섭취군 간에 차이는 없었다.

Table 1. 병원 방문 측정 평균 혈압

Period	SBP (mmHg)			DBP (mmHg)		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
screening	112.3±3.6	110.5±2.0	0.5582	71.3±3.3	71.8±1.7	0.8526
1day	107.2±2.6	108.4±1.8	0.8010	73.0±1.5	73.4±2.2	0.9021
- screening	-5.1±7.3	-2.1±10.2		+1.7±6.8	+1.6±6.3	
P-value *	0.0827	0.6646		0.5532	0.5836	
4 weeks	107.7±2.0	108.4±2.4	0.8645	71.6±1.3	73.5±1.0	0.5265
- screening	-4.6±9.5	-0.9±9.8		+0.3±9.5	+1.6±5.9	
P-value *	0.1788	0.5772		0.9332	0.4982	
12 weeks	108.7±2.9	109.0±1.8	0.9515	70.4±1.6	70.0±1.3	0.8907
- screening	-3.6±7.5	-0.3±9.2		-0.9±4.9	-1.9±5.8	
P-value *	0.1495	0.7467		0.7243	0.5470	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value * : Compared within groups by t-test

Table 2. 병원 평균 혈압

Subject	Screening		1day		4week		12week	
	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)
A1	111.5±0.7	65.0±2.8	116.0±2.0	84.0±3.0	96.0±2.6	68.7±1.5	99.7±3.1	73.3±4.2
A2	106.0±1.4	63.5±2.1	91.3±2.5	61.3±4.7	96.7±1.5	65.3±0.6	113.3±5.8	70.7±2.1
A3	112.0±4.2	73.5±12.0	101.0±4.6	67.0±4.6	95.0±1.0	61.0±2.0	113.7±6.4	75.3±5.1
A4	119.0±5.7	66.5±2.1	101.7±3.5	68.0±4.6	109.3±2.5	70.3±2.1	101.3±5.1	62.3±1.5
A5	115.0±2.8	84.5±6.4	111.7±1.5	84.0±4.4	101.7±6.0	62.7±0.6	110.7±10.7	82.7±4.7
A6	108.5±2.1	78.0±1.4	103.3±5.8	71.3±0.6	118.0±6.2	80.3±4.0	105.7±3.1	75.0±3.6
A7	113.5±0.7	63.5±4.9	106.0±0.0	66.3±3.2	102.0±4.6	65.3±3.8	110.0±5.6	64.3±2.9
A8	114.5±2.1	73.0±1.4	115.7±7.1	72.7±3.5	120.3±7.2	68.0±3.5	114.7±5.7	68.0±0.0
A9	107.5±6.4	69.0±1.4	109.7±4.7	73.0±1.7	116.7±3.1	74.0±2.0	115.7±9.5	65.0±3.6
A10	111.0±0.0	69.0±0.0	102.0±3.6	67.7±4.7	112.7±5.5	75.7±3.1	107.3±2.1	69.0±1.0
A11	104.5±0.7	73.0±4.2	109.3±3.2	78.0±1.0	101.7±4.0	75.3±3.2	98.7±4.5	65.0±2.6
A12	125.0±12.7	77.0±1.4	119.0±9.6	83.0±4.4	122.3±2.5	92.0±4.6	114.0±10.4	74.0±1.0
Mean±SD	112.3±3.6	71.3±3.3	107.2±2.6	73.0±1.5	107.7±2.0	71.6±1.3	108.7±2.9	70.4±1.6
B1	119.5±6.4	73.0±4.2	98.0±3.6	70.0±3.6	111.7±3.8	75.3±3.1	110.7±4.2	77.3±1.5
B2	108.0±7.1	73.5±0.7	105.0±4.6	69.7±3.2	104.3±3.8	74.7±4.2	103.7±2.1	66.0±1.0
B3	123.5±3.5	84.0±0.0	134.0±4.4	85.0±3.0	107.7±1.2	78.7±1.5	130.3±4.9	74.7±1.5
B4	104.0±2.8	65.5±0.7	110.5±0.7	80.0±0.0	111.3±9.2	78.7±2.1	110.3±7.2	76.7±4.2
B5	97.5±2.1	63.0±2.8	90.3±1.2	63.7±2.1	102.7±2.1	69.7±1.5	91.7±2.1	58.7±3.1
B6	100.0±1.4	65.0±4.2	95.7±1.2	61.0±3.0	104.7±2.1	68.7±2.9	104.0±1.7	61.0±3.0
B7	121.5±0.7	77.0±5.7	129.0±4.4	79.0±2.0	118.3±7.0	76.0±1.7	119.0±3.5	73.7±3.5
B8	124.0±5.7	71.0±1.4	113.0±2.0	83.0±6.0	ND	ND	ND	ND
B9	109.0±2.8	81.0±1.4	114.0±5.3	79.0±2.6	124.0±4.6	75.0±3.5	125.7±2.5	81.7±5.0
B10	105.5±2.1	74.0±1.4	96.0±4.0	68.0±8.9	99.3±2.1	73.3±1.5	97.7±5.5	69.3±1.5
B11	104.0±2.8	68.0±1.4	115.0±6.2	73.0±2.6	112.7±4.2	75.3±3.8	111.3±2.5	68.7±2.1
B12	109.0±2.8	66.5±2.1	100.0±3.6	69.7±3.5	95.3±4.5	62.7±2.3	94.3±5.7	62.3±2.3
Mean±SD	110.5±2.0	71.8±1.7	108.4±1.8	73.4±2.2	108.4±2.4	73.5±1.0	109.0±1.8	70.0±1.3

ND : Not Detected

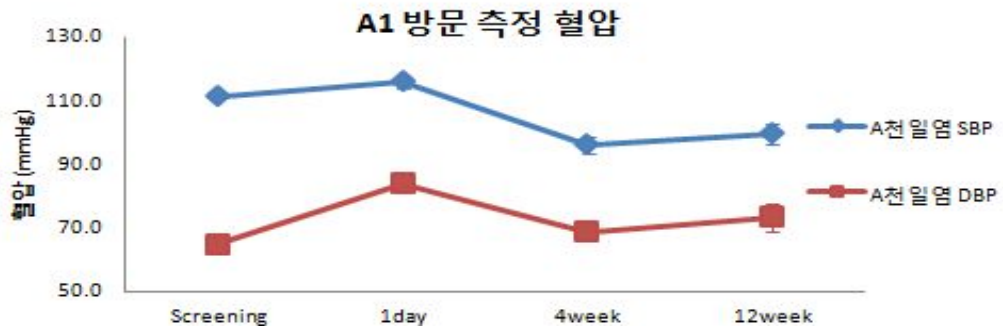


Figure 1. A1 방문 혈압 변화

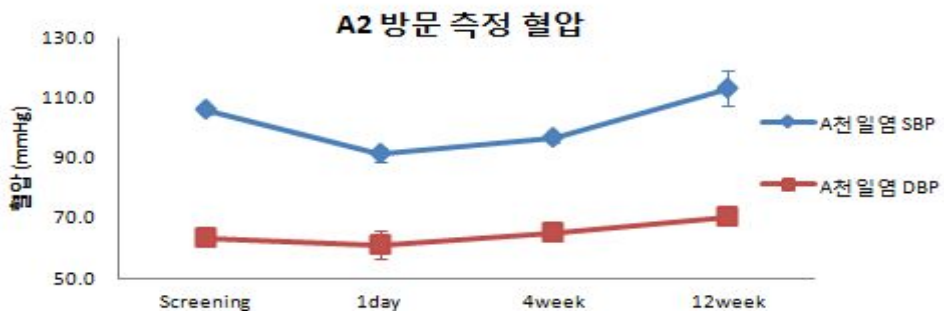


Figure 2. A2 방문 혈압 변화



Figure 3. A3 방문 혈압 변화

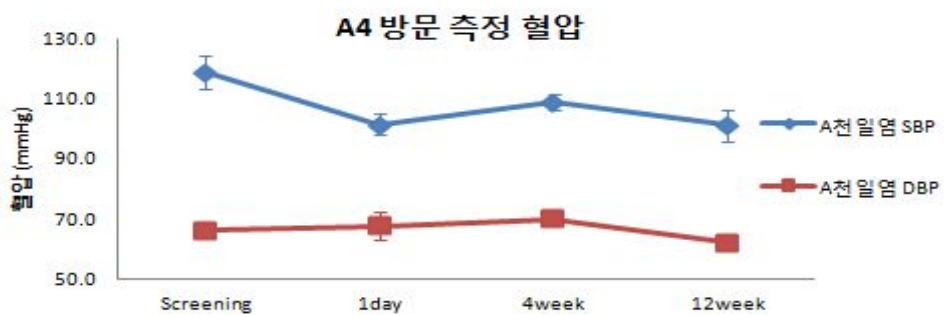


Figure 4. A4 방문 혈압 변화

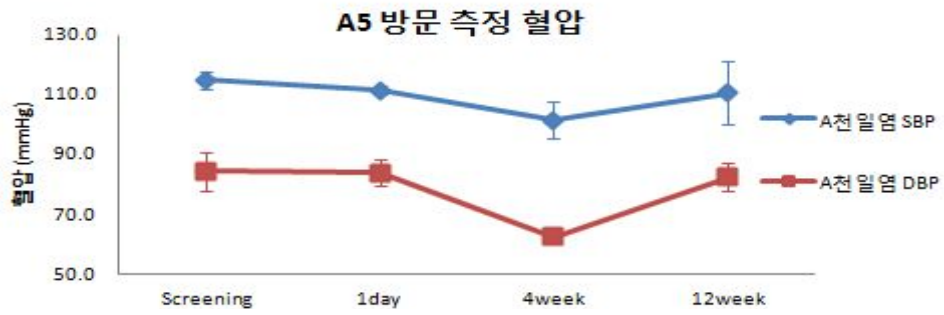


Figure 5. A5 방문 혈압 변화

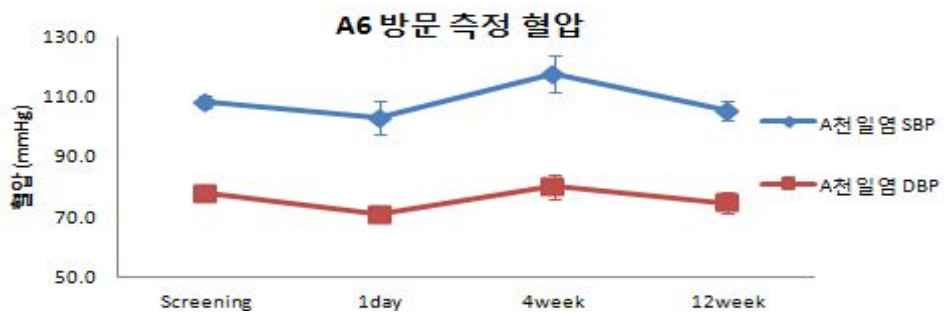


Figure 6. A6 방문 혈압 변화

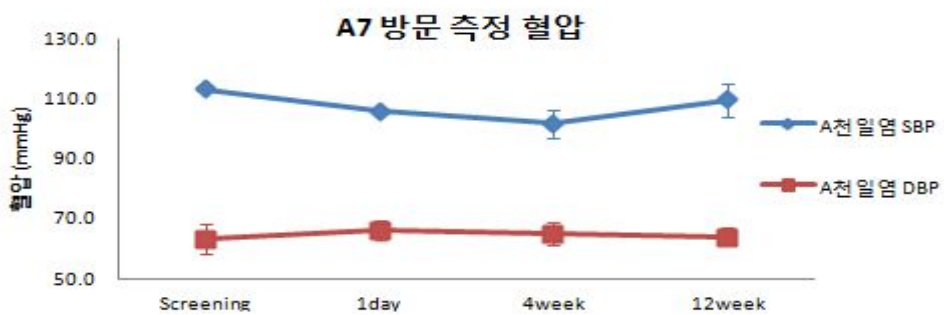


Figure 7. A7 방문 혈압 변화

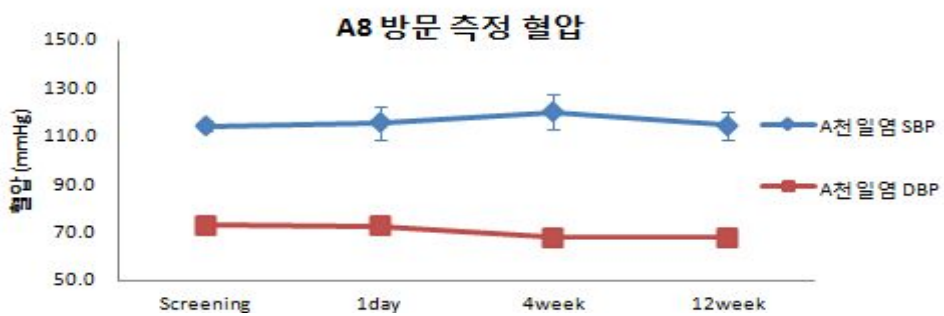


Figure 8. A8 방문 혈압 변화

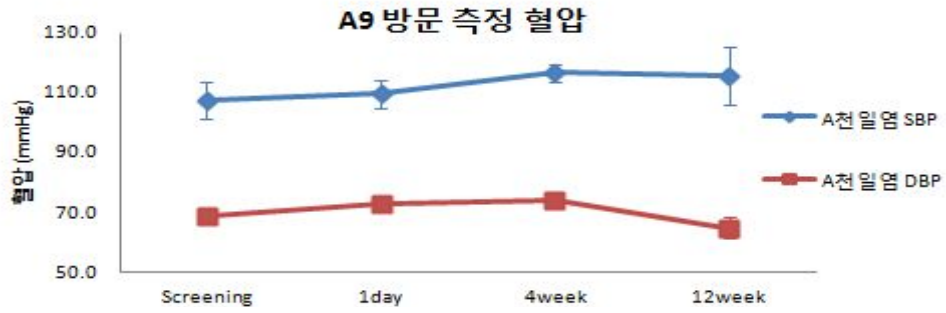


Figure 9. A9 방문 혈압 변화

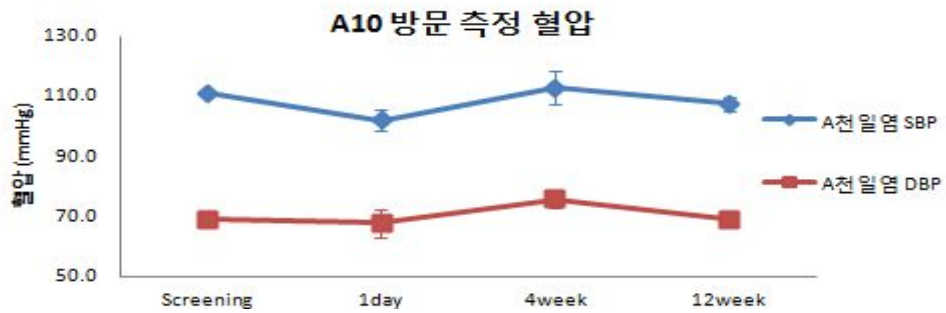


Figure 10. A10 방문 혈압 변화

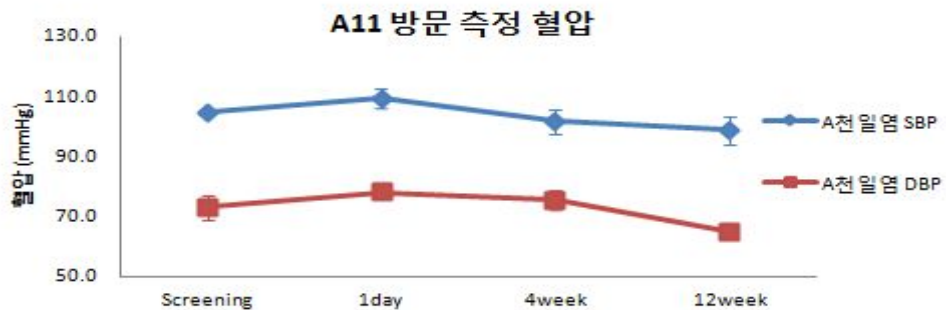


Figure 11. A11 방문 혈압 변화

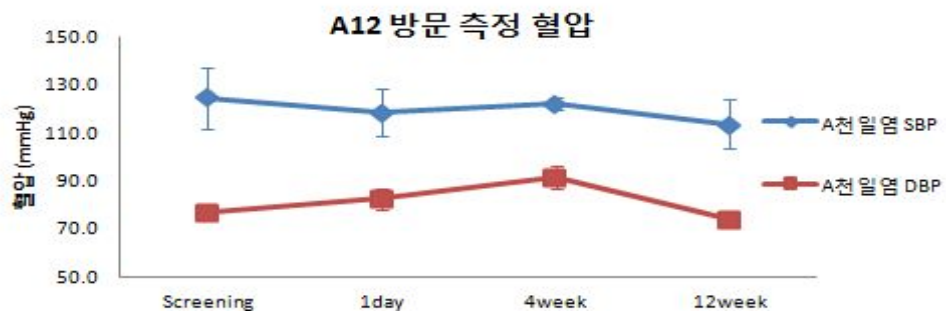


Figure 12. A12 방문 혈압 변화

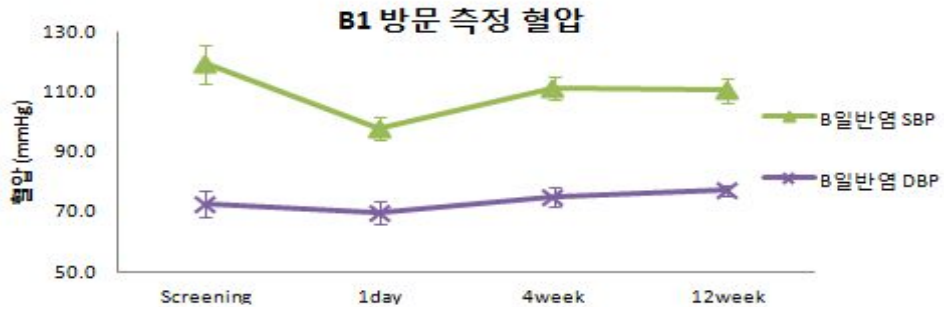


Figure 13. B1 방문 혈압 변화

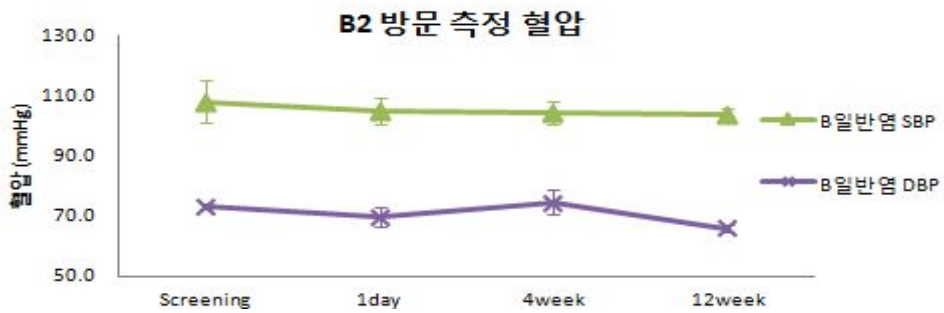


Figure 14. B2 방문 혈압 변화

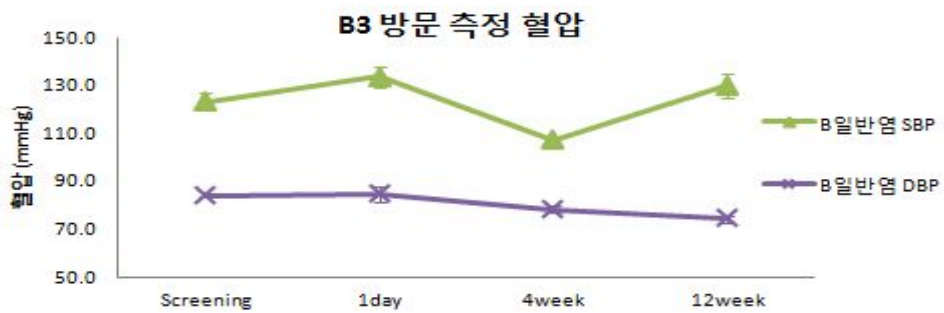


Figure 15. B3 방문 혈압 변화

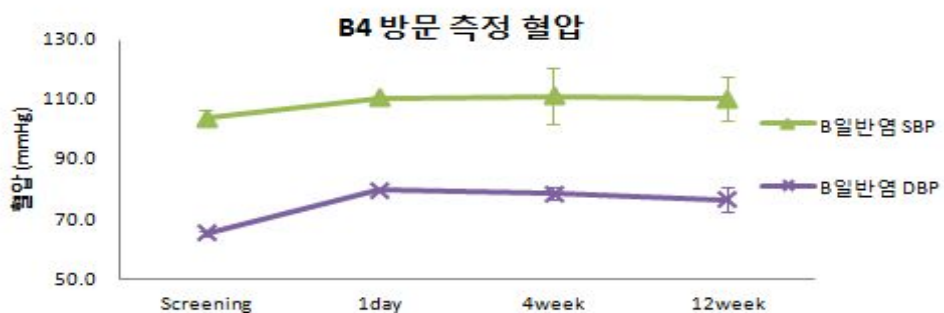


Figure 16. B4 방문 혈압 변화

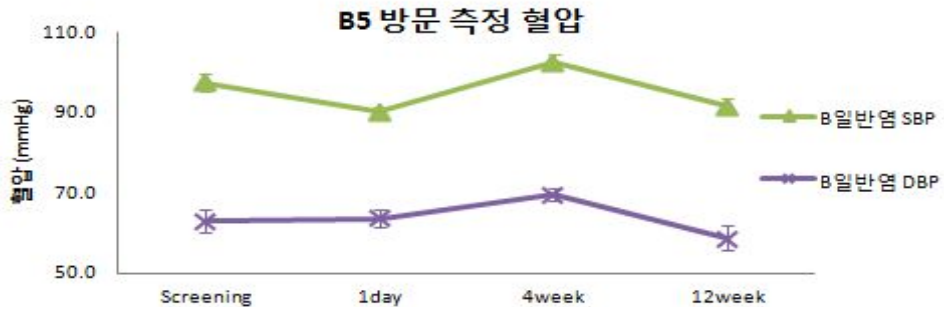


Figure 17. B5 방문 혈압 변화

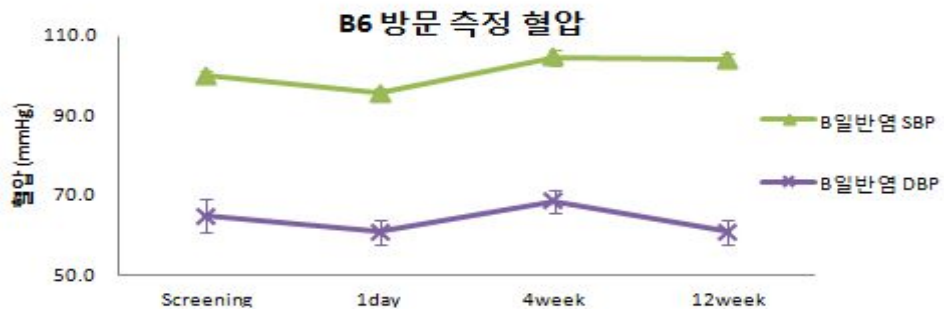


Figure 18. B6 방문 혈압 변화

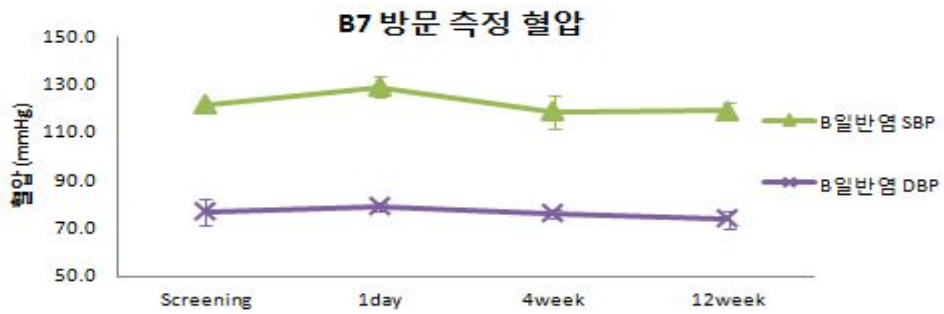


Figure 19. B7 방문 혈압 변화



Figure 20. B8 방문 혈압 변화

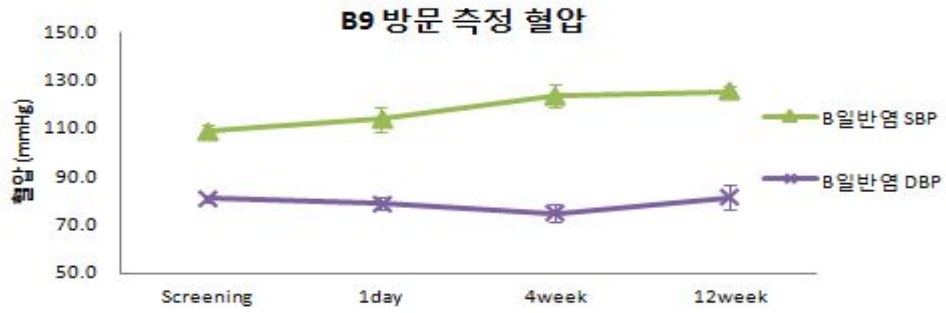


Figure 21. B9 방문 혈압 변화

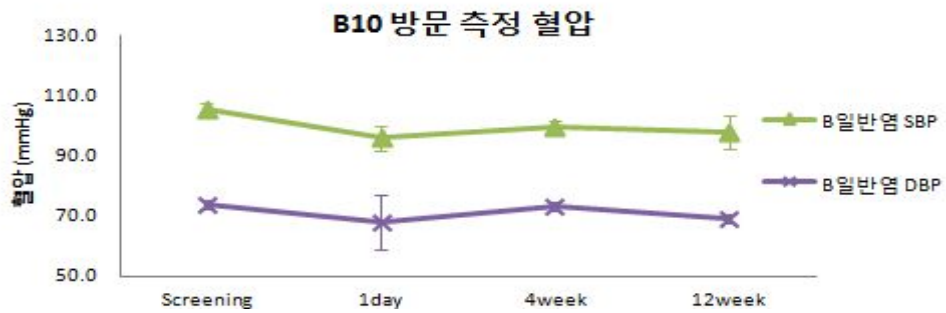


Figure 22. B10 방문 혈압 변화

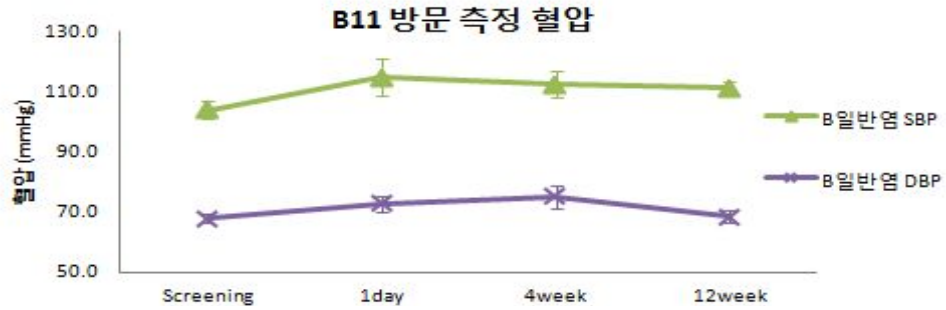


Figure 23. B11 방문 혈압 변화

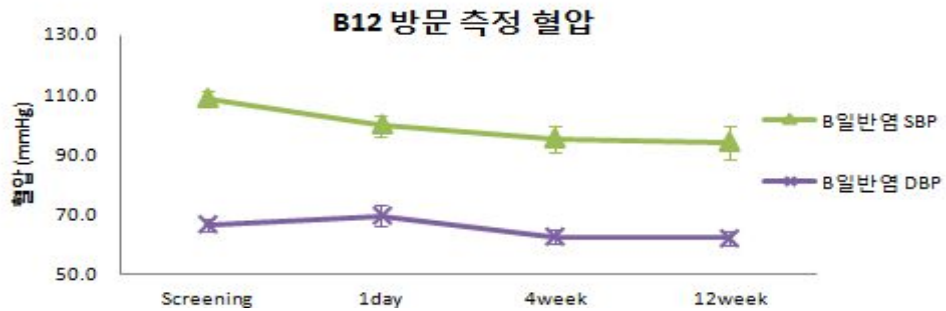


Figure 24. B12 방문 혈압 변화

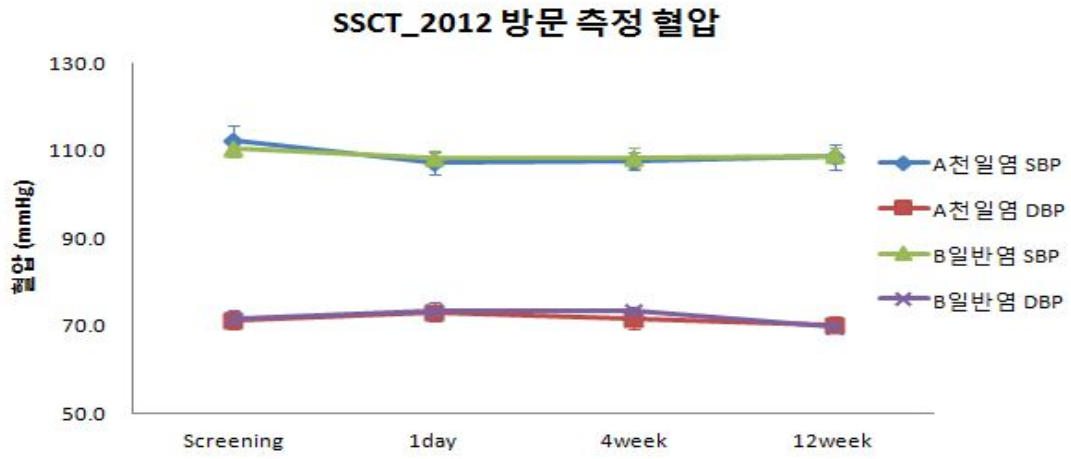


Figure 25. 방문 측정 혈압 군별 변화량 비교

2) 자가 측정 혈압 (아침혈압)

매일 아침 기상 30분 이내에 디지털 혈압계로 측정한 자가 혈압은 시험 첫날 측정은 불가능하였고, 피험자들의 자가 측정에 대한 적응에 따라 점차 안정화되었으므로 1주째 아침혈압을 기저혈압 (baseline blood pressure)로 하여 2, 4, 8, 10, 12주의 자가 혈압 측정결과와 비교시 수축기 (SBP) 혈압에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 변화량 또한 거의 없었다. 이완기 (DBP) 혈압 측정 결과에서도 마찬가지로 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 근소한 혈압에 증가를 보였으나, 통계적으로 유의한 차이도 없었다. 그리고 섭취군 간에 차이에서는 수축기 (SBP) 혈압 측정 결과 천일염섭취군이 정제염섭취군에 비해 혈압이 낮게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 3. 자가 측정 평균 아침 혈압 변화

Period	SBP (mmHg)			DBP (mmHg)		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 week	103.8±1.7	103.8±2.5	0.9965	63.8±2.1	63.6±1.3	0.9548
2 week	103.2±1.9	103.6±1.5	0.3781	67.3±1.3	62.5±2.1	0.1750
- 1 week	-0.6±9.7	-0.2±6.3		+3.6±13.1	-2.4±7.7	
P-value *	0.2175	0.9634		0.3694	0.4430	
4 weeks	101.9±1.0	105.0±1.9	0.4116	62.5±1.4	63.5±1.9	0.6751
- 1 week	-1.9±5.0	+1.9±7.7		-1.3±3.7	+0.1±7.1	
P-value *	0.4031	0.7868		0.6162	0.9809	
12 weeks	103.6±2.1	106.6±1.6	0.4784	65.9±1.9	64.5±1.3	0.6553
- 1 week	-0.2±5.2	+2.8±9.3		+2.1±4.8	+0.9±6.8	
P-value *	0.9146	0.7505		0.3932	0.8978	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value * : Compared within groups by t-test

Table 4. 자가 측정 개인별 아침 혈압변화 (Mean±SD)

Period	1week		2week		4week		6week		8week		10week		12week	
Subject	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP
A1	99.0±2.6	61.0±5.3	93.7±3.8	55.0±1.0	92.3±1.5	54.7±1.2	104.0±5.0	65.7±2.1	101.0±7.5	58.3±5.8	112.3±7.0	79.3±7.6	97.3±7.5	67.7±3.8
A2	94.0±3.6	55.7±0.6	91.3±0.6	53.0±3.5	93.7±2.5	57.7±2.1	96.7±1.2	59.0±7.5	102.0±5.2	62.0±4.4	110.3±2.3	70.7±5.5	95.0±2.6	56.7±1.2
A3	107.0±0.0	56.0±0.0	99.0±0.0	99.0±0.0	100.0±4.6	56.7±2.5	101.0±10.4	58.0±2.0	97.0±4.4	60.7±2.1	96.7±2.1	61.0±2.0	98.3±3.5	59.7±2.9
A4	107.7±4.2	65.7±3.8	102.0±3.6	59.3±2.1	110.3±2.5	69.0±1.7	106.3±3.5	67.0±3.6	104.7±5.5	61.7±3.8	104.7±4.7	63.3±4.9	104.0±2.0	61.0±7.2
A5	112.0±6.6	73.7±2.9	82.3±61.0	75.3±2.1	107.3±2.1	68.7±1.5	107.0±2.0	62.7±2.1	97.3±1.2	58.7±1.2	105.0±1.0	61.7±1.5	104.0±5.3	68.7±1.5
A6	105.7±3.1	67.3±0.6	99.7±4.0	66.0±3.0	100.0±2.0	63.0±2.0	104.0±3.5	63.3±1.5	100.3±4.7	61.7±2.5	99.7±5.0	61.7±1.5	108.0±7.9	67.0±1.0
A7	106.3±1.2	58.3±0.6	103.3±0.6	58.7±2.1	101.7±2.3	54.7±3.2	100.7±2.3	56.0±1.0	97.3±1.5	55.0±2.6	100.3±1.5	57.3±1.5	107.0±4.0	58.0±1.0
A8	104.0±5.3	64.3±6.0	102.7±6.4	68.0±2.6	101.7±2.9	58.3±2.9	103.3±2.9	66.7±2.9	103.7±3.2	67.0±2.6	103.7±3.2	68.3±2.9	108.3±2.9	68.3±2.9
A9	98.3±0.6	59.0±1.7	101.3±5.5	66.3±3.2	100.0±1.0	63.7±1.5	98.0±3.6	62.3±3.2	99.3±0.6	63.0±1.7	109.0±3.5	69.3±2.1	99.7±2.5	63.0±3.6
A10	98.7±2.5	65.7±0.6	105.7±2.5	64.0±1.0	108.7±3.8	65.3±0.6	114.3±7.1	71.0±4.4	118.3±4.6	75.3±3.5	108.7±2.1	66.3±2.1	109.0±5.3	75.7±5.0
A11	106.3±3.8	73.3±5.1	106.3±3.8	73.3±5.1	106.3±3.1	72.7±5.0	109.3±2.5	76.3±2.5	107.3±1.5	74.3±2.5	103.7±2.1	69.7±2.9	108.3±2.5	75.3±2.5
A12	106.7±4.7	65.0±2.6	115.3±1.2	70.0±1.0	101.3±3.1	65.7±4.9	111.7±2.5	70.7±0.6	105.0±7.5	67.0±4.6	104.7±4.9	69.0±4.0	104.0±1.7	70.3±4.6
Mean±SD	103.8±1.7	63.8±2.1	103.2±1.9	67.3±1.3	101.9±1.0	62.5±1.4	104.7±2.6	64.9±1.8	102.8±2.4	63.7±1.3	104.9±1.8	66.5±1.9	103.6±2.1	65.9±1.9
B1	95.3±0.6	64.3±3.1	94.0±3.6	62.3±3.2	97.0±2.6	60.3±0.6	97.7±2.3	63.3±4.0	95.7±4.9	59.3±0.6	95.0±4.4	59.0±1.0	95.0±4.4	58.3±1.5
B2	ND	ND	ND	ND	103.3±3.8	55.7±1.5	136.7±9.6	66.3±3.8	133.7±5.0	65.3±2.5	128.0±4.0	59.7±4.5	121.3±6.1	65.3±2.5
B3	115.7±4.9	72.0±3.5	106.0±1.0	68.7±2.3	104.0±2.0	66.3±1.5	111.3±6.0	68.0±2.6	116.3±2.5	71.0±2.6	110.3±2.1	70.7±1.5	110.0±3.6	75.7±2.1
B4	98.7±1.2	63.0±2.6	101.0±1.0	65.3±0.6	102.0±1.0	66.0±1.0	102.0±1.0	71.0±2.6	103.0±1.0	74.0±1.0	108.7±1.5	77.3±1.5	107.7±1.5	76.3±1.5
B5	98.0±1.7	60.7±1.5	101.0±1.7	63.3±0.6	99.7±7.6	63.7±2.9	91.3±1.5	55.7±1.5	96.7±1.5	57.0±1.7	95.0±3.0	55.7±2.1	90.7±2.5	55.3±0.6
B6	97.7±6.4	65.0±1.5	97.7±5.9	57.7±2.1	93.7±2.1	64.3±5.5	98.0±1.0	60.3±2.9	93.0±1.7	57.3±1.2	90.0±4.4	55.7±1.5	92.0±3.0	55.3±0.6
B7	115.0±7.5	61.3±1.5	110.0±2.6	42.3±33.4	118.0±3.0	70.7±1.2	109.7±1.5	62.7±0.6	108.7±1.5	64.7±2.9	114.0±0.0	63.7±1.5	122.7±5.1	67.0±0.0
B8	110.0±0.0	70.3±2.9	108.7±1.5	71.3±0.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B9	113.3±0.6	62.3±0.6	128.7±0.6	70.3±0.6	132.0±1.7	73.0±1.0	126.0±2.6	73.3±2.3	128.7±1.5	82.0±4.6	126.7±3.8	73.7±2.1	128.0±2.6	73.3±1.5
B10	105.7±2.5	70.3±2.5	101.7±1.2	58.7±1.5	103.7±3.1	63.7±5.9	102.7±1.2	72.0±5.0	100.7±1.5	68.3±3.5	103.3±1.5	66.0±3.6	101.7±1.2	ND
B11	100.0±2.0	50.7±1.2	96.7±2.1	54.3±2.1	106.3±1.2	61.7±3.2	100.0±2.0	60.3±1.5	102.7±2.1	61.7±1.5	109.3±1.5	60.0±2.0	103.7±1.5	57.3±3.1
B12	92.7±1.5	59.7±0.6	94.7±2.1	58.7±2.5	95.0±5.0	53.7±4.7	85.0±1.7	50.7±1.2	94.3±1.5	61.3±0.6	95.7±2.1	59.7±2.5	95.3±1.5	61.3±2.5
Mean±SD	103.8±2.5	63.6±1.3	103.6±1.5	62.5±2.1	105.0±1.9	63.5±1.9	105.5±2.7	64.0±1.3	106.7±1.4	65.6±1.3	106.9±1.4	63.7±1.0	106.6±1.6	64.5±1.0

ND : Not Detected



Figure 26. A1 자가측정 아침혈압 변화

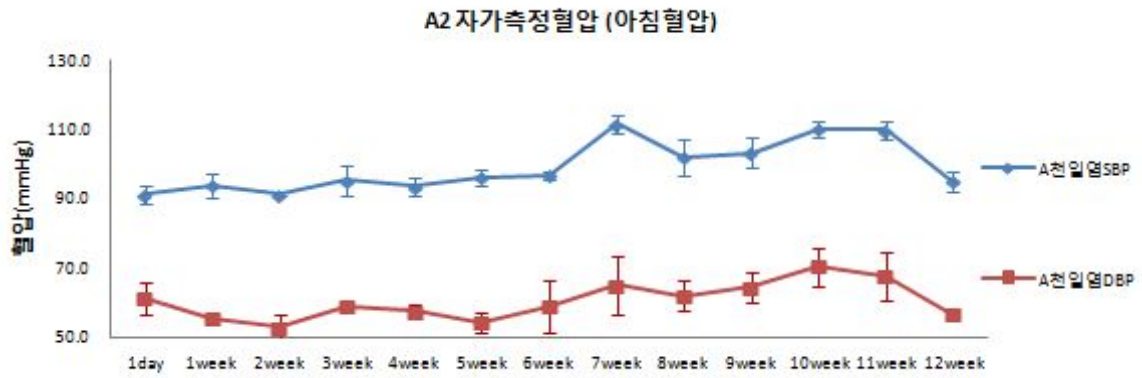


Figure 27. A2 자가측정 아침혈압 변화

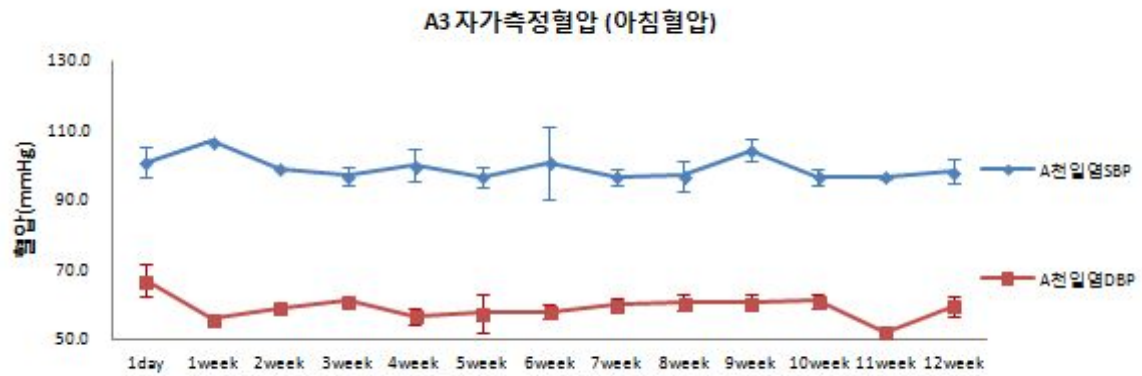


Figure 28. A3 자가측정 아침혈압 변화

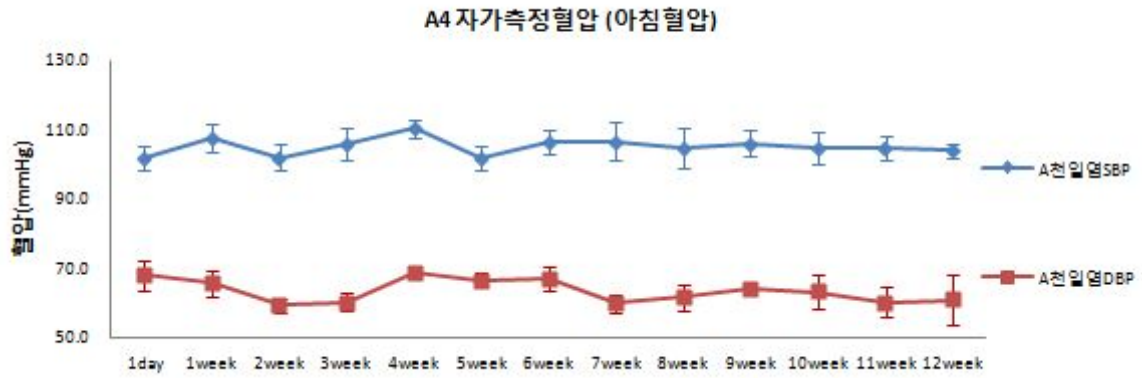


Figure 29. A4 자가측정 아침혈압 변화

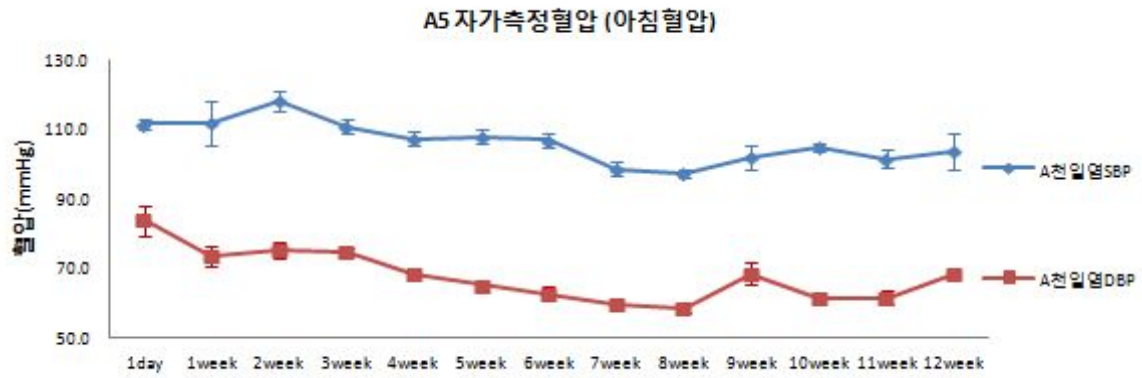


Figure 30. A5 자가측정 아침혈압 변화

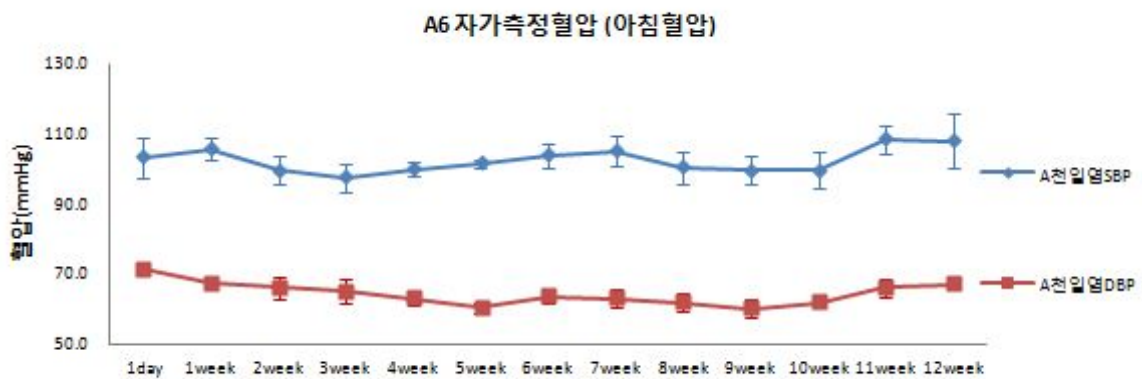


Figure 31. A6 자가측정 아침혈압 변화

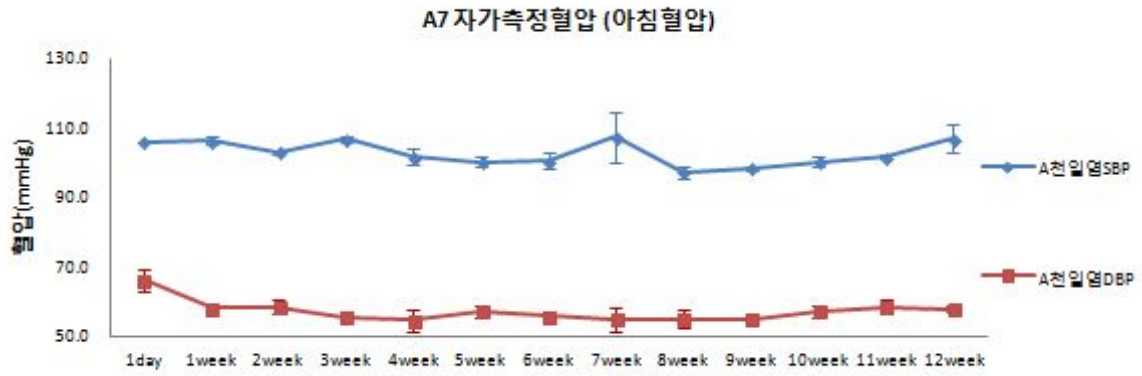


Figure 32. A7 자가측정 아침혈압 변화

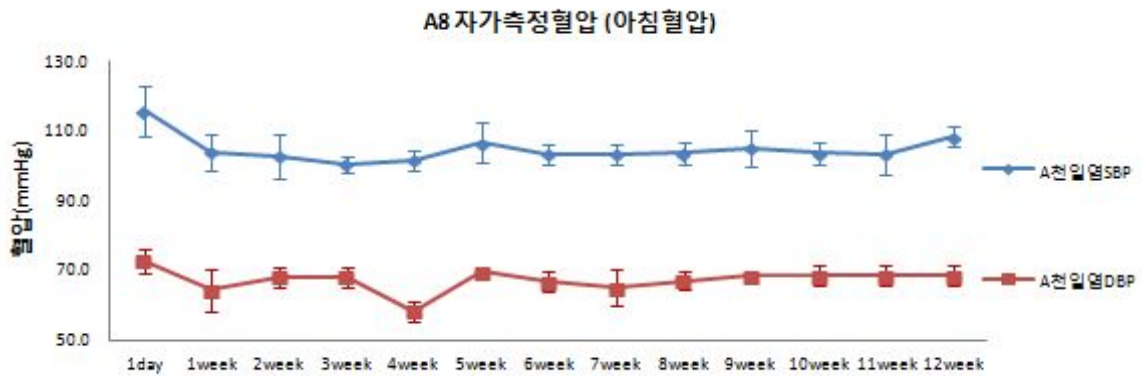


Figure 33. A8 자가측정 아침혈압 변화

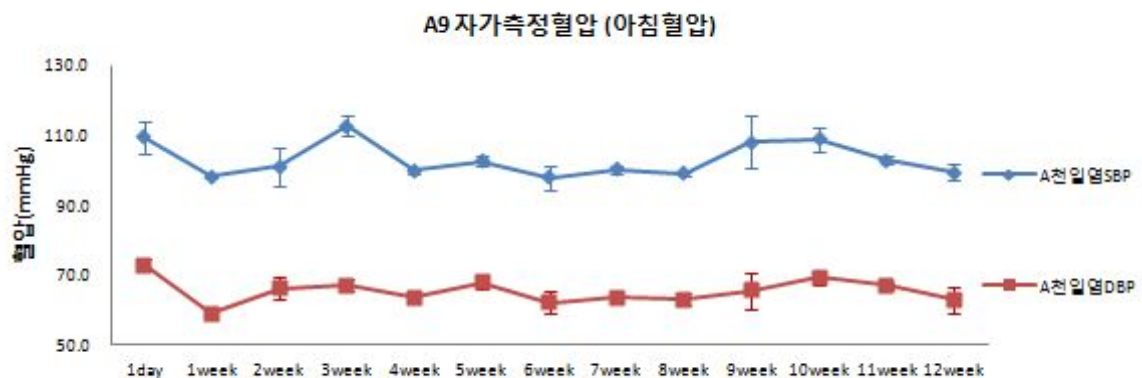


Figure 34. A9 자가측정 아침혈압 변화

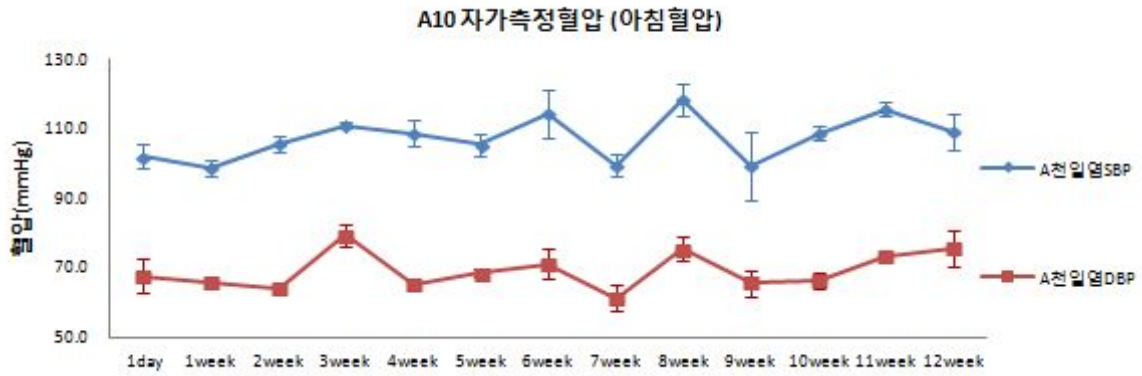


Figure 33. A10 자가측정 아침혈압 변화

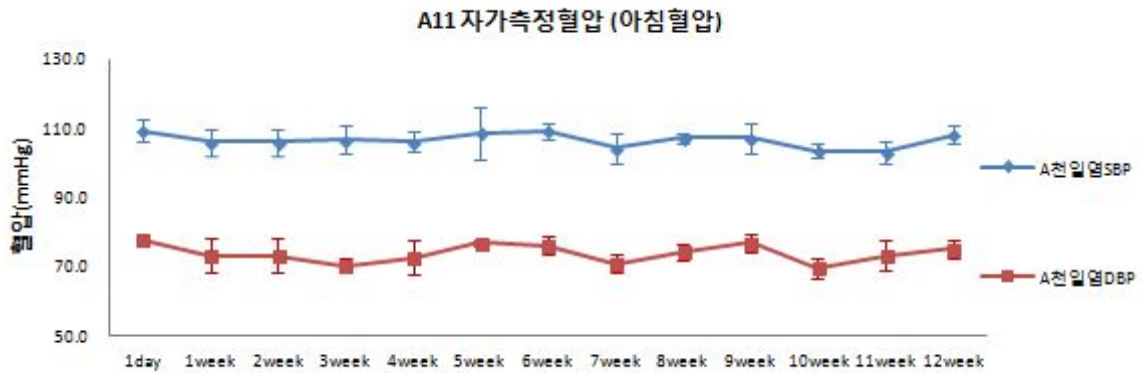


Figure 34. A11 자가측정 아침혈압 변화

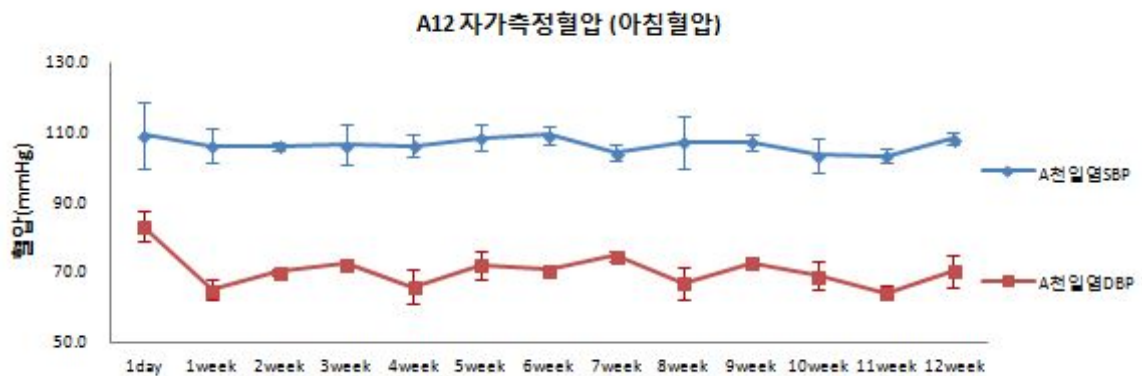


Figure 35. A12 자가측정 아침혈압 변화

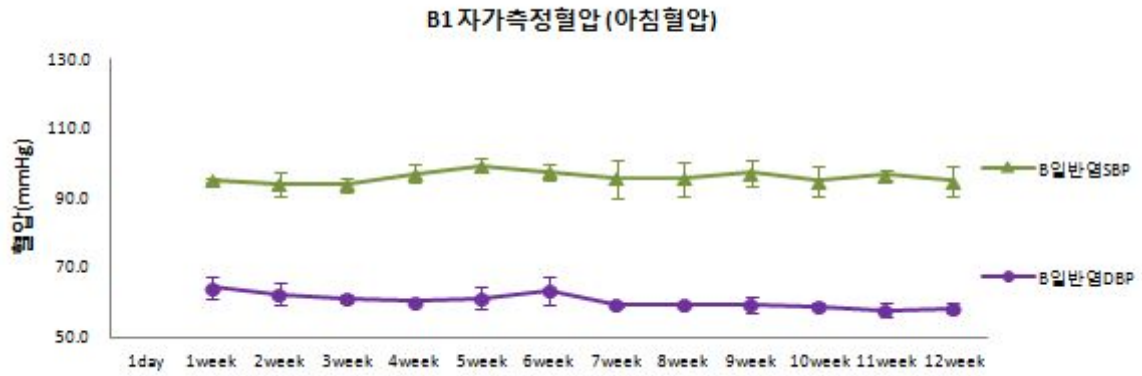


Figure 36. B1 자가측정 아침혈압 변화

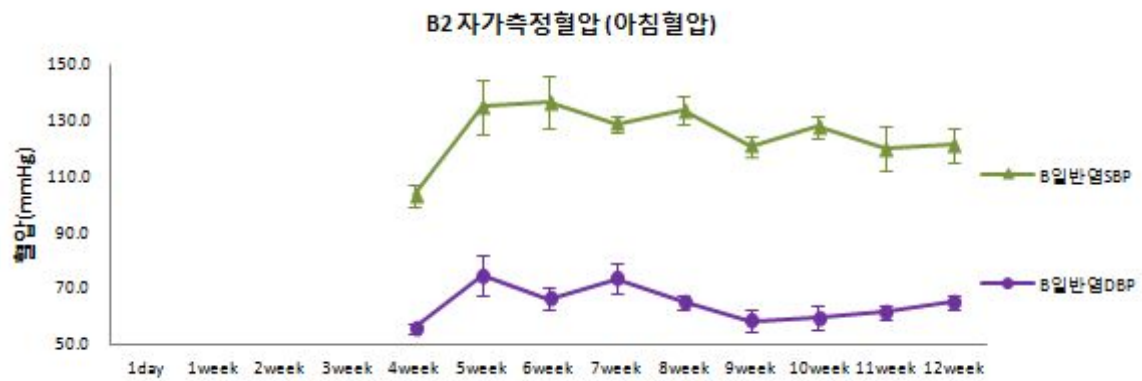


Figure 37. B2 자가측정 아침혈압 변화

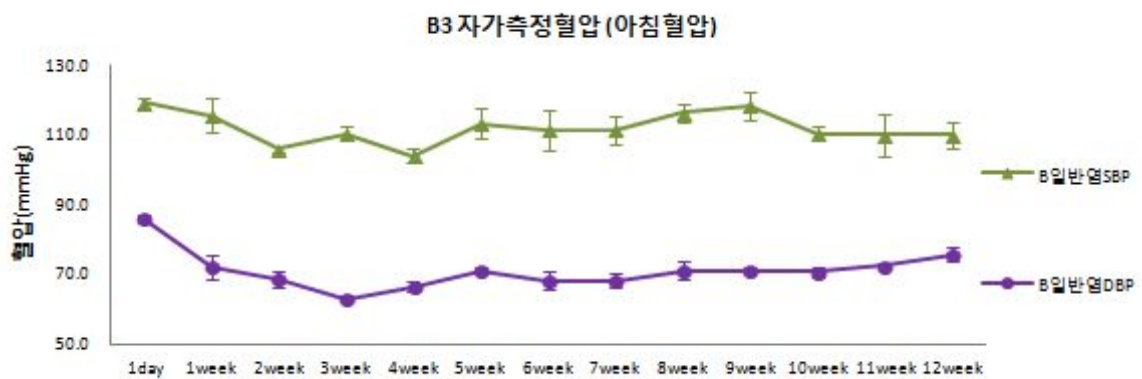


Figure 38. B3 자가측정 아침혈압 변화

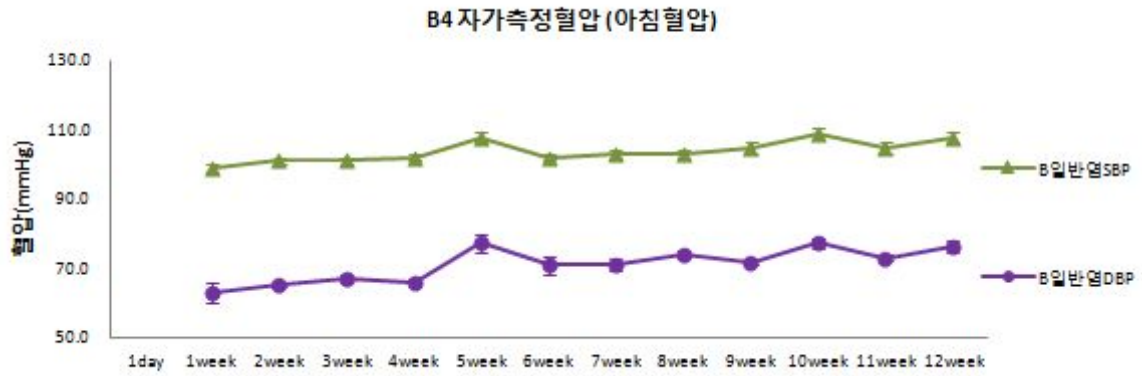


Figure 39. B4 자가측정 아침혈압 변화

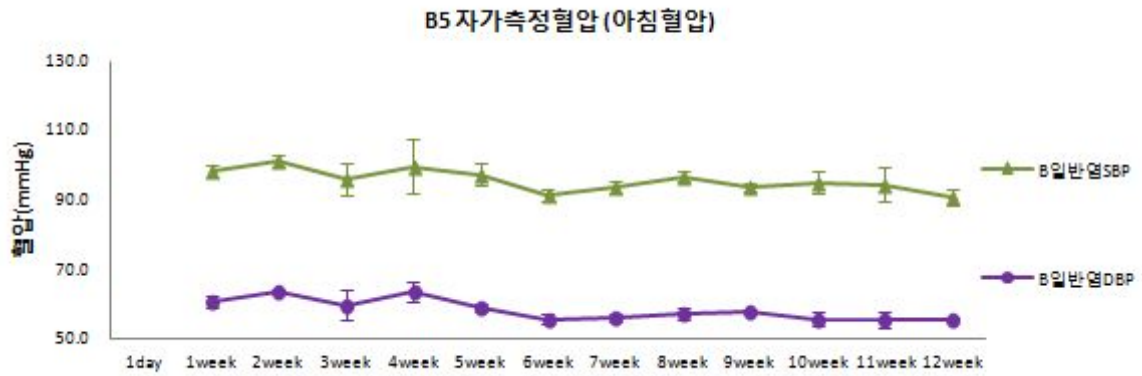


Figure 40. B5 자가측정 아침혈압 변화

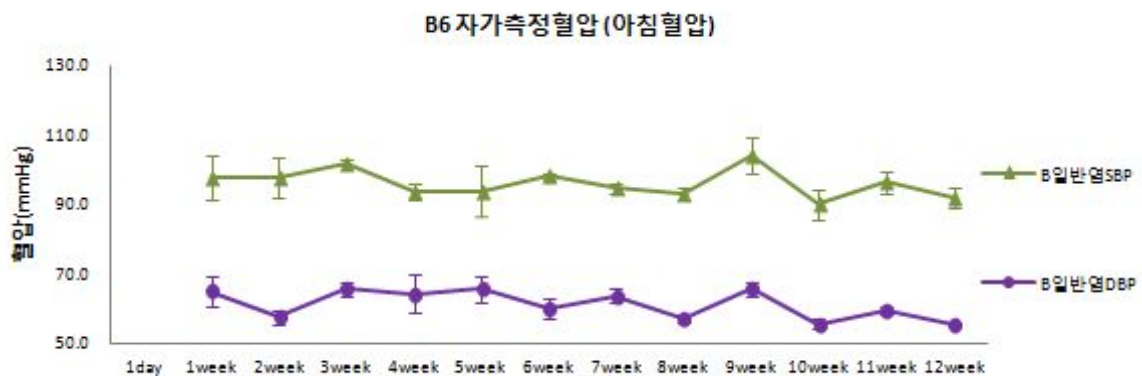


Figure 41. B6 자가측정 아침혈압 변화

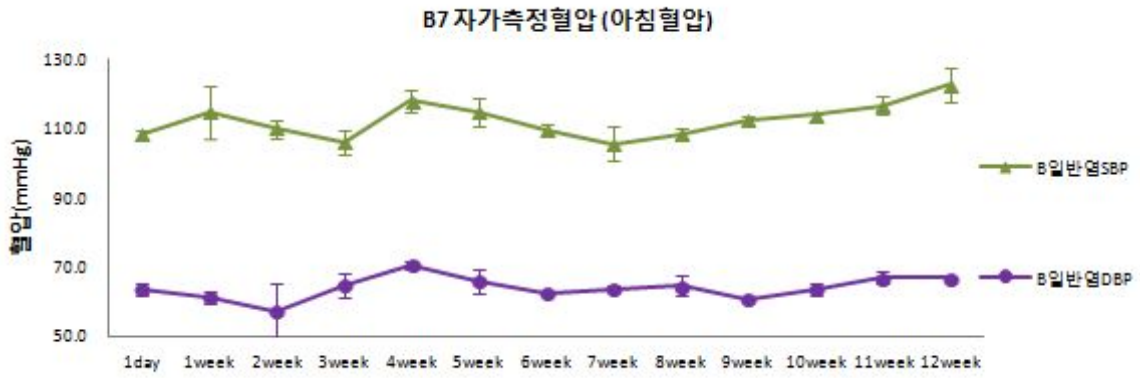


Figure 42. B7 자가측정 아침혈압 변화



Figure 43. B8 자가측정 아침혈압 변화

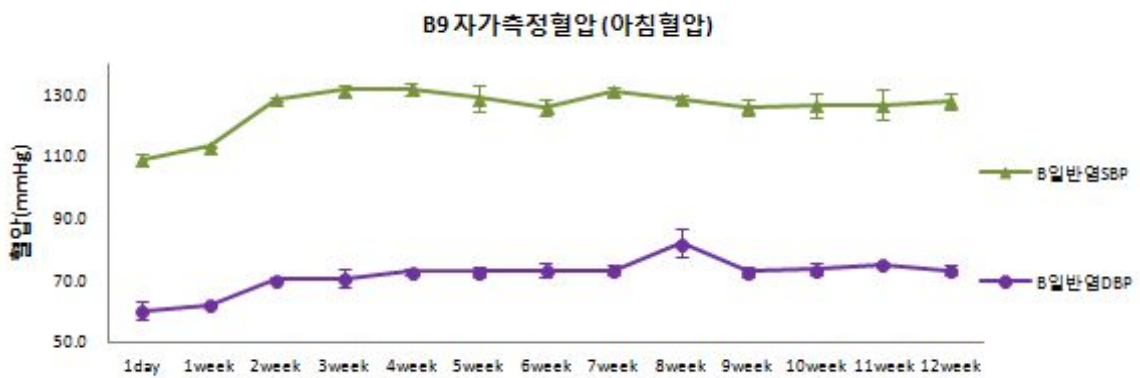


Figure 44. B9 자가측정 아침혈압 변화

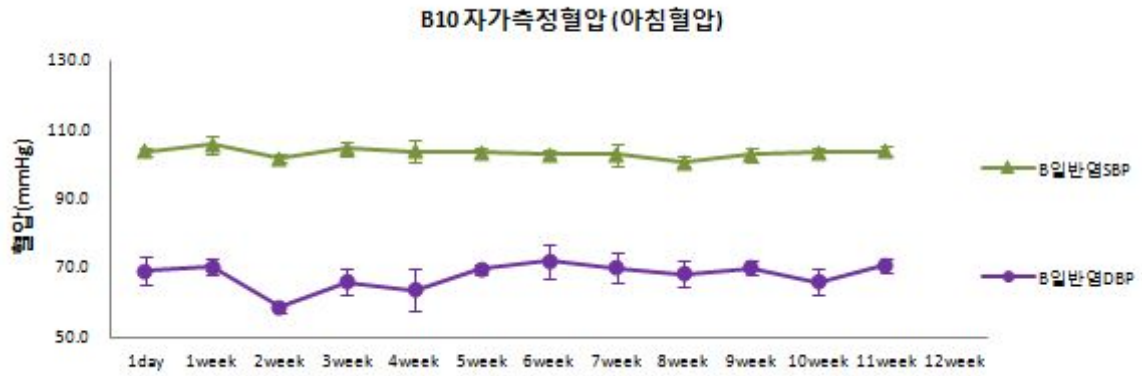


Figure 45. B10 자가측정 아침혈압 변화

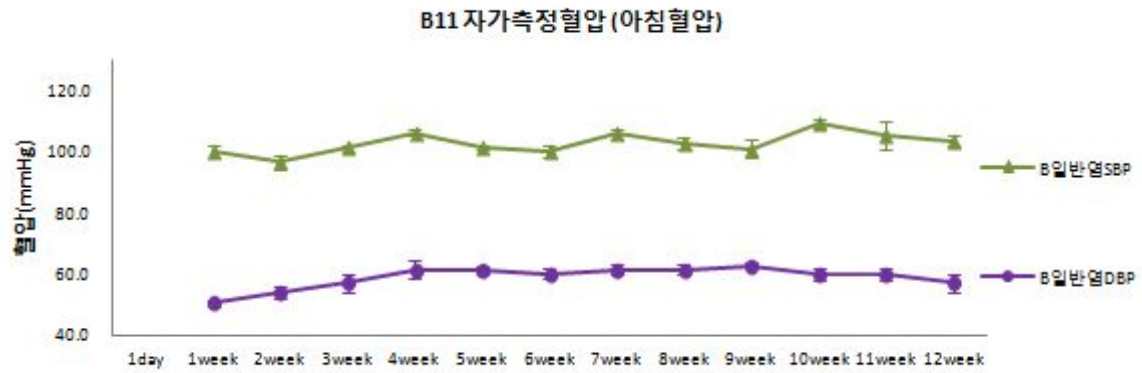


Figure 46. B11 자가측정 아침혈압 변화

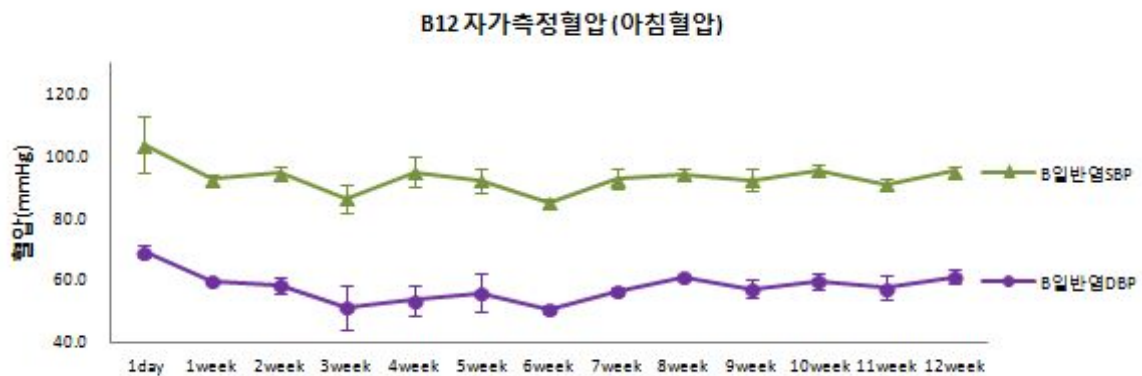


Figure 47. B12 자가측정 아침혈압 변화

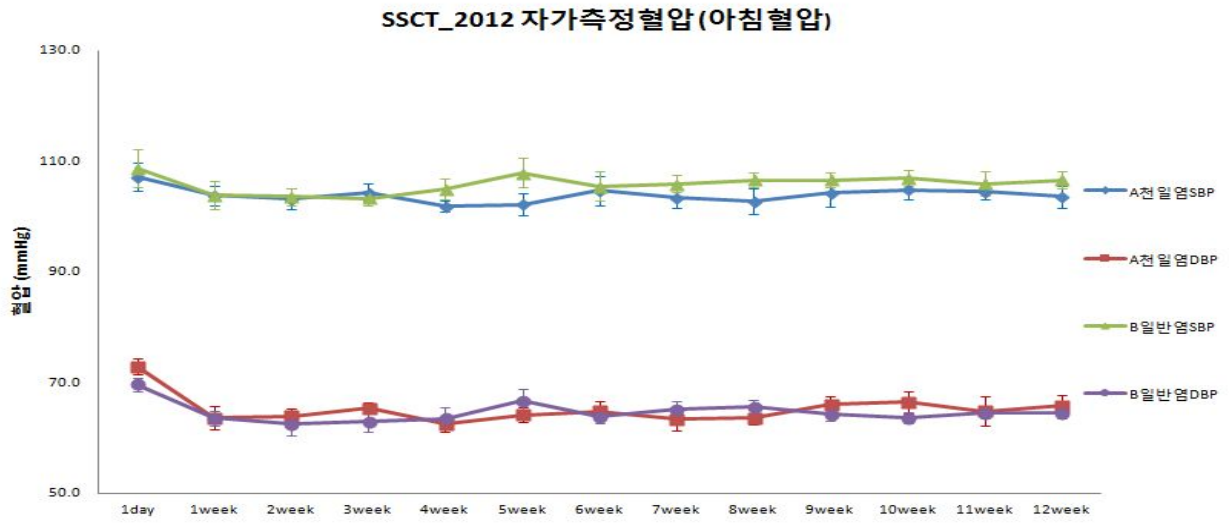


Figure 48. 자가측정 아침혈압 평균 변화

3) 자가 측정 혈압 (저녁혈압)

30분 이상 휴식 상태에서 수면 직전에 측정한 피험자들의 저녁 자가 혈압은 측정에 대한 적응에 따라 점차 안정화되었으므로 1주째 저녁혈압을 기저혈압 (baseline blood pressure)로 하여 비교한 결과 수축기 (SBP) 혈압 측정에서는 천일염섭취군이 정제염섭취군에 비해 혈압 증가량이 적었지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이완기 (DBP) 혈압 측정 결과에서는 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 혈압이 다소 증가하는 경향을 보였으며, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

그리고 섭취군 간에 차이에서는 수축기 (SBP)혈압 측정 결과 10주 후와, 12주 후의 혈압에서 천일염섭취군이 정제염섭취군에 비해 혈압이 낮게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 5. 자가 측정 평균 저녁 혈압 변화

Period	SBP (mmHg)			DBP (mmHg)		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 week	103.7±2.2	105.3±2.8	0.5511	63.6±2.2	65.2±1.4	0.5533
2 week	104.9±1.2	107.1±0.9	0.5081	64.6±0.7	66.4±1.0	0.3738
- 1 week	+1.2±5.8	+1.8±7.6		+1.0±4.5	+1.2±7.0	
P-value *	0.6157	0.6304		0.6873	0.5560	
4 weeks	106.6±1.3	107.9±1.4	0.7357	65.7±3.1	66.3±1.1	0.8271
- 1week	+2.9±6.5	+2.2±8.8		+2.1±7.0	+1.3±6.0	
P-value *	0.2665	0.5331		0.4778	0.6217	
12 weeks	103.1±2.0	110.9±2.0	0.2678	67.4±1.7	68.5±1.1	0.7201
- 1 week	+2.4±7.1	-5.6±9.3		+3.8±6.2	+3.3±8.9	
P-value *	0.3356	0.1992		0.1568	0.2941	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value* : Compared within groups by t-test

Table 6. 자가 측정 개인별 저녁 혈압변화 (Mean±SD)

Period	1week		2week		4week		6week		8week		10week		12week	
Subject	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP
A1	99.3±2.1	55.0±2.0	104.0±1.7	62.0±1.0	115.3±3.1	67.3±3.1	108.0±5.6	66.7±5.5	105.3±5.1	63.0±3.6	105.3±2.1	64.3±2.1	106.7±2.1	68.7±0.6
A2	106.7±8.1	61.0±6.9	111.3±3.1	66.3±2.5	113.3±3.2	69.0±2.6	105.3±10.0	65.7±3.5	104.7±7.6	67.7±3.2	111.3±2.1	70.7±8.4	117.0±5.2	67.0±3.6
A3	98.5±2.1	57.0±1.4	95.0±1.0	59.7±1.5	96.7±3.2	59.3±2.1	69.0±50.2	60.7±2.9	97.0±2.0	59.3±2.5	96.7±4.7	56.3±1.2	98.0±2.0	60.0±4.0
A4	103.7±5.7	60.7±2.1	99.7±2.1	60.3±1.5	107.3±3.2	67.3±1.2	111.0±9.5	67.7±1.5	102.3±3.5	66.7±1.2	102.0±1.0	62.0±5.2	109.0±2.6	68.3±0.6
A5	104.3±3.2	74.3±1.2	112.7±1.5	69.0±1.0	110.3±2.1	73.7±2.5	109.3±3.2	60.7±3.1	98.3±3.5	62.0±1.0	99.7±1.5	63.0±4.6	99.0±4.4	64.7±2.1
A6	91.7±1.2	61.7±1.5	101.0±4.4	64.3±2.3	101.7±3.1	65.3±1.5	104.7±0.6	64.3±1.5	101.7±4.2	61.0±1.0	101.3±1.5	64.7±2.5	109.0±1.0	66.7±2.1
A7	99.3±1.2	55.0±1.0	102.7±0.6	55.0±2.6	97.3±2.5	56.0±2.6	99.0±1.0	58.0±2.6	98.3±1.5	53.3±1.2	99.0±2.6	53.0±1.0	105.0±4.6	58.0±2.6
A8	107.7±2.5	70.0±2.0	108.0±2.6	70.0±2.0	103.3±5.8	60.0±5.0	105.0±5.0	68.3±2.9	108.3±2.9	68.3±2.9	103.3±5.8	68.3±2.9	101.7±2.9	68.3±2.9
A9	100.3±0.6	63.7±0.6	106.7±2.1	70.0±2.0	107.7±3.2	53.7±11.5	102.7±2.3	69.7±1.5	113.0±15.6	65.7±2.1	105.3±0.6	65.3±2.9	100.0±2.6	62.7±0.6
A10	113.3±3.1	70.3±3.5	105.0±1.0	66.3±1.5	114.7±4.7	76.7±0.6	127.0±6.1	79.3±2.5	111.7±2.1	75.0±1.0	124.0±2.6	71.7±3.5	116.7±2.9	75.3±1.2
A11	107.0±4.4	73.7±7.4	100.7±4.2	67.0±2.6	103.0±5.0	71.0±7.2	106.0±5.6	75.7±3.5	102.3±2.1	73.3±3.8	106.7±4.2	77.3±4.7	105.0±7.9	76.0±1.7
A12	112.0±1.7	61.3±2.9	111.7±3.2	65.3±3.2	108.0±1.0	69.0±2.0	109.0±1.7	71.3±2.1	106.0±5.3	73.3±4.7	97.7±2.5	68.3±2.5	106.7±6.4	73.0±6.2
Mean±SD	103.7±2.2	63.6±2.2	104.9±1.2	64.6±0.7	106.6±1.3	65.7±3.1	107.2±3.1	67.3±1.1	104.1±3.9	65.7±1.3	104.4±1.6	65.4±2.0	106.1±2.0	67.4±1.7
B1	98.0±2.6	64.7±3.5	96.7±1.5	61.7±2.5	98.3±1.2	65.0±4.6	98.7±1.5	58.7±2.1	97.7±3.2	59.7±0.6	97.7±3.2	58.7±1.5	96.0±4.4	59.3±1.5
B2	ND	ND	ND	ND	112.0±4.0	64.7±3.1	101.0±3.6	57.7±1.5	97.3±4.0	57.3±2.1	116.0±4.4	59.3±2.5	125.3±4.7	62.7±1.5
B3	114.0±9.5	68.3±1.2	114.0±3.0	67.0±2.6	114.3±3.8	69.7±1.2	113.0±2.0	67.7±2.1	107.0±1.0	68.0±0.0	117.7±2.9	72.7±0.6	117.0±3.5	80.3±1.2
B4	96.7±3.1	59.7±1.5	102.0±1.0	66.0±1.0	109.7±4.0	73.0±1.7	107.0±1.7	71.0±4.4	96.3±0.6	63.3±1.2	111.3±0.6	73.0±1.0	109.3±1.5	71.0±1.0
B5	102.7±3.1	63.7±1.2	100.7±1.2	62.3±1.2	91.0±3.0	56.7±2.1	93.7±4.0	56.3±1.5	97.3±0.6	54.7±1.2	87.3±2.1	53.0±1.7	97.0±1.7	58.3±2.1
B6	99.3±4.2	61.7±2.1	111.3±3.2	70.7±4.2	95.3±3.1	58.7±0.6	92.7±4.9	60.7±1.2	95.7±2.3	62.3±1.2	91.0±10.4	57.3±6.4	112.7±1.5	74.3±1.2
B7	106.7±4.9	63.7±3.2	112.3±3.1	67.0±1.0	117.0±3.0	67.7±2.5	110.7±4.2	67.7±1.5	109.7±0.6	71.7±2.1	122.0±4.4	57.0±10.4	127.0±7.0	75.0±4.4
B8	112.3±2.9	74.3±5.0	110.0±2.6	72.3±3.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B9	113.7±0.6	63.7±0.6	130.3±1.5	71.0±1.0	132.7±2.3	74.0±1.0	130.0±1.0	80.3±7.0	130.0±4.6	84.7±3.2	122.3±6.5	76.7±1.5	126.7±1.2	82.0±1.0
B10	112.3±9.3	73.7±4.0	101.7±0.6	60.7±2.5	110.0±6.2	70.3±2.5	102.7±4.0	71.0±1.0	108.3±1.5	72.3±2.1	109.7±2.5	71.3±3.1	101.7±0.6	60.7±2.5
B11	105.0±5.2	61.0±2.6	103.7±1.2	72.3±1.5	109.7±2.5	61.7±2.5	104.0±1.7	62.3±0.6	108.0±6.1	62.7±1.2	104.7±0.6	63.7±1.5	102.3±2.1	62.3±0.6
B12	97.7±3.1	62.3±1.5	95.3±1.5	59.3±1.5	94.3±1.2	61.7±1.2	85.0±4.6	55.3±4.6	91.3±3.8	61.3±4.7	94.7±1.5	54.0±1.7	95.7±5.5	60.0±2.6
Mean±SD	105.3±2.8	65.2±1.4	107.1±0.9	66.4±1.0	107.9±1.4	66.3±1.1	103.5±1.4	64.4±2.0	103.5±1.9	65.3±1.3	106.8±2.9	63.3±2.9	110.9±2.0	68.5±1.1

ND : Not Detected

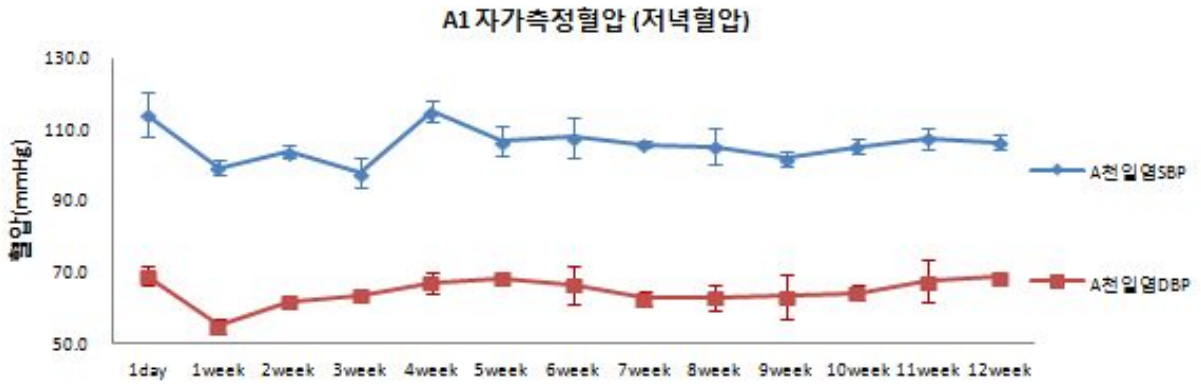


Figure 48. A1 자가측정 저녁혈압 변화

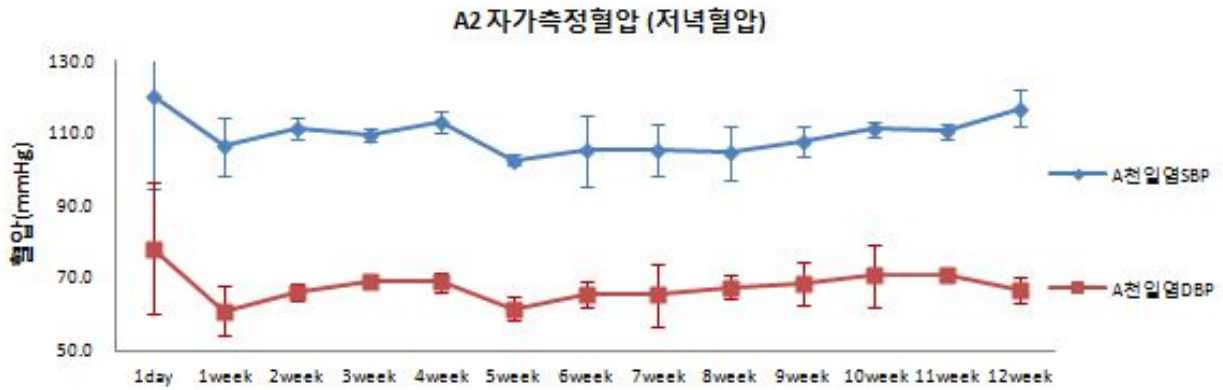


Figure 49. A2 자가측정 저녁혈압 변화

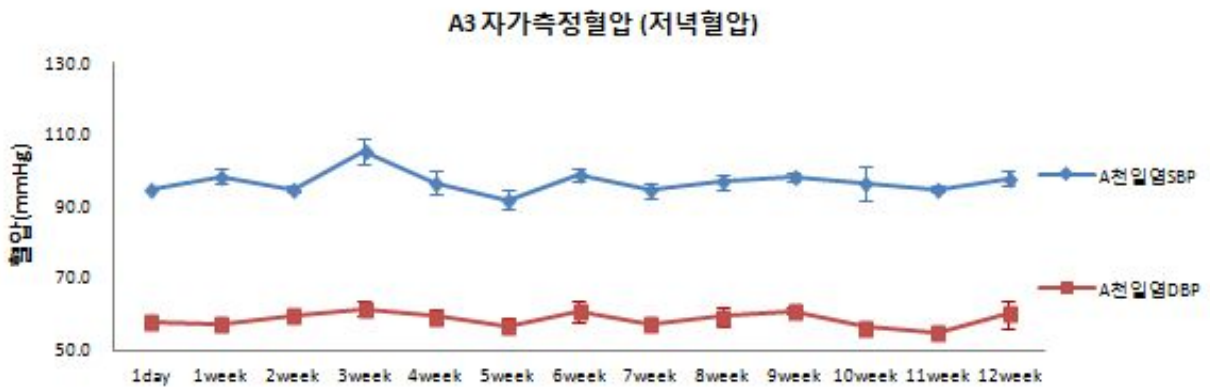


Figure 50. A3 자가측정 저녁혈압 변화

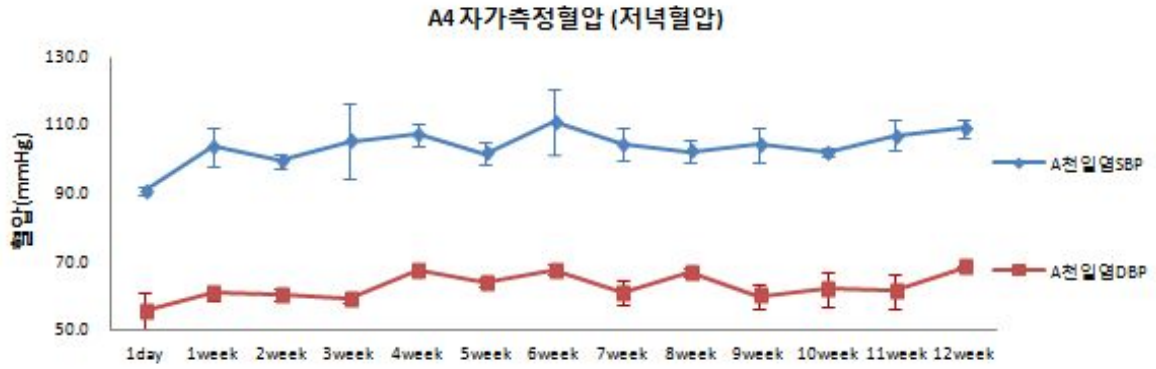


Figure 51. A4 자가측정 저녁혈압 변화

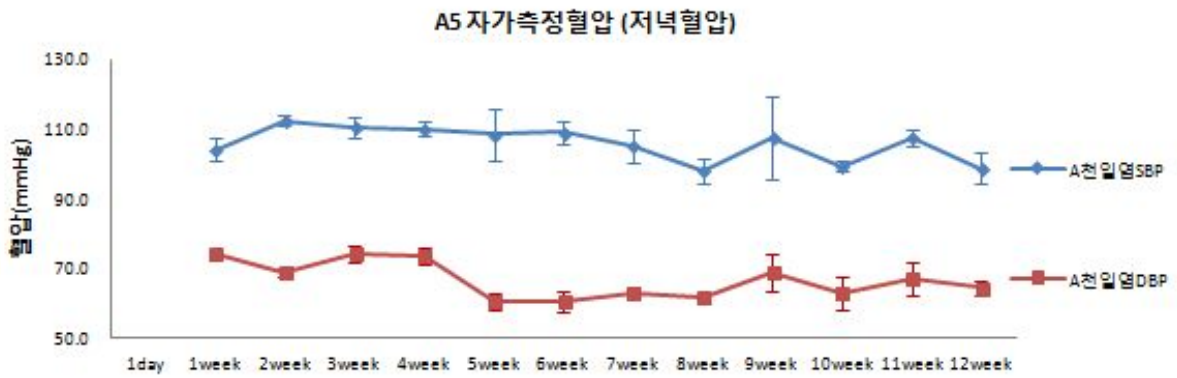


Figure 52. A5 자가측정 저녁혈압 변화

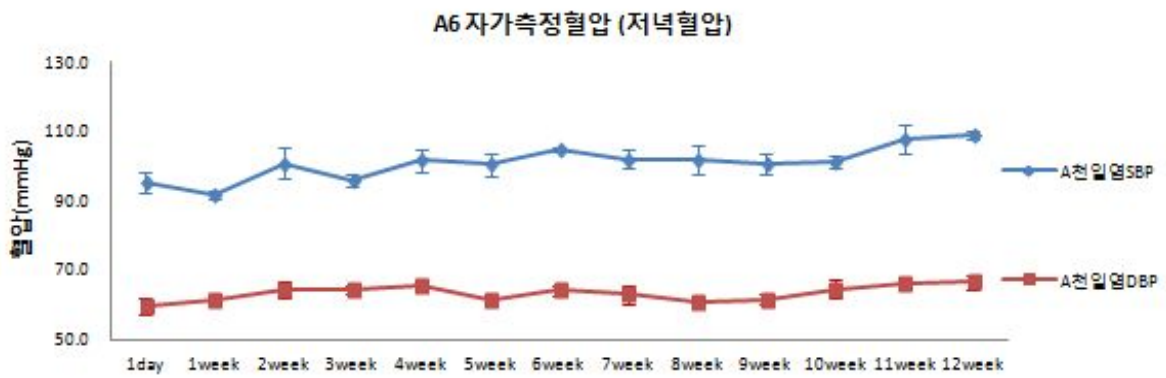


Figure 53. A6 자가측정 저녁혈압 변화

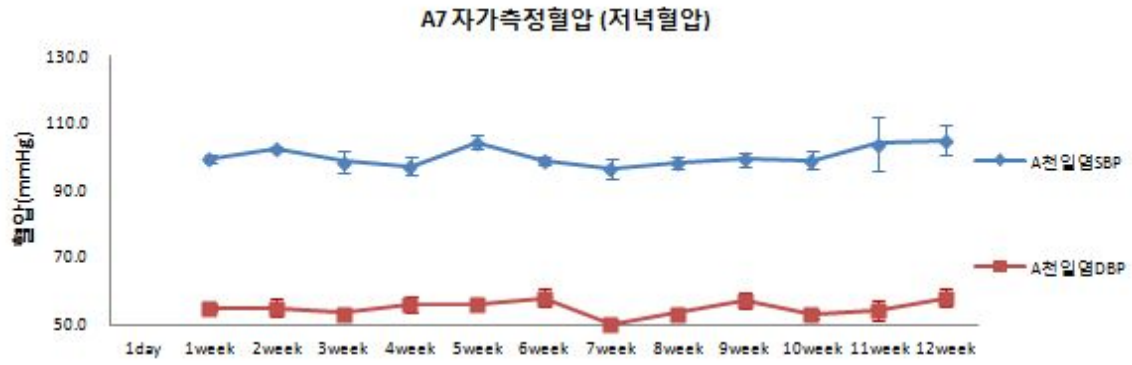


Figure 54. A7 자가측정 저녁혈압 변화

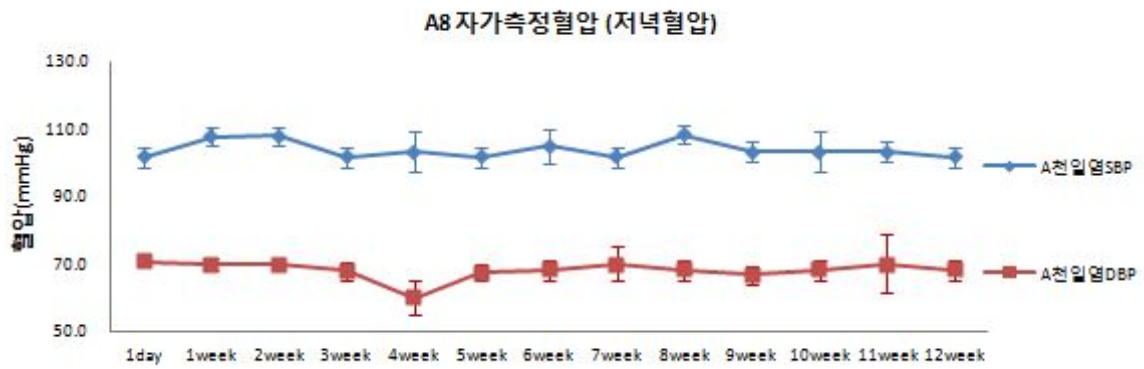


Figure 55. A8 자가측정 저녁혈압 변화

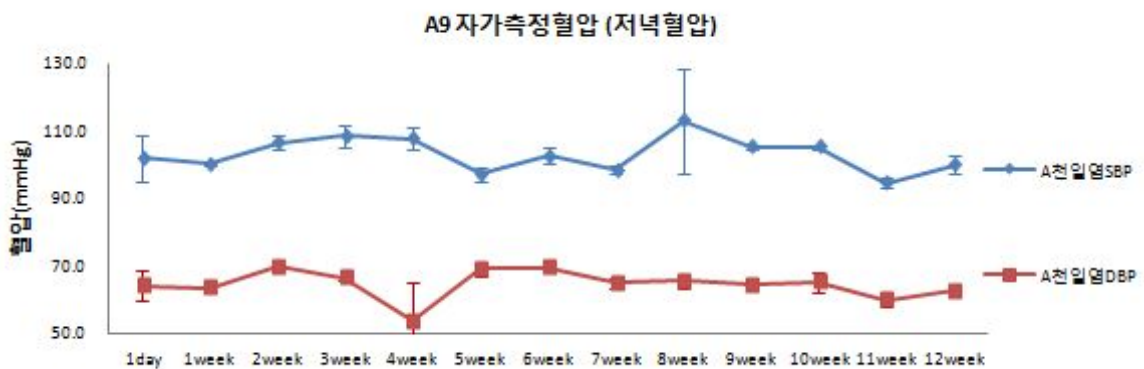


Figure 56. A9 자가측정 저녁혈압 변화



Figure 57. A10 자가측정 저녁혈압 변화

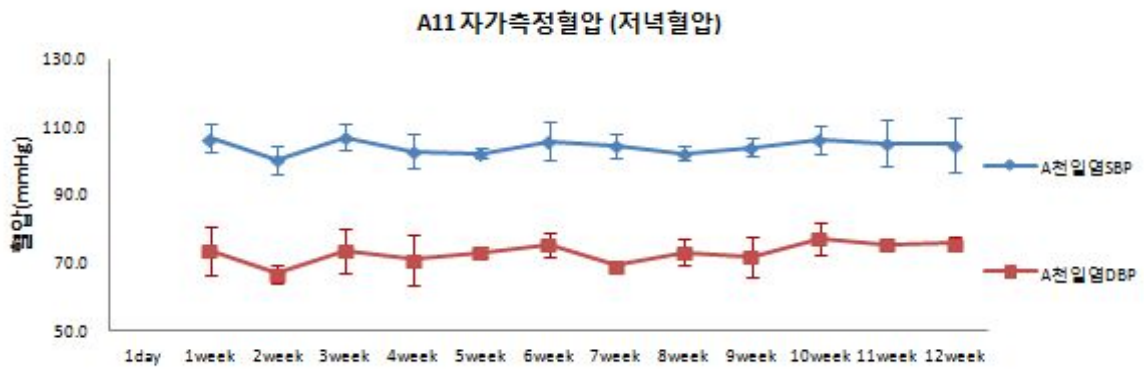


Figure 58. A11 자가측정 저녁혈압 변화

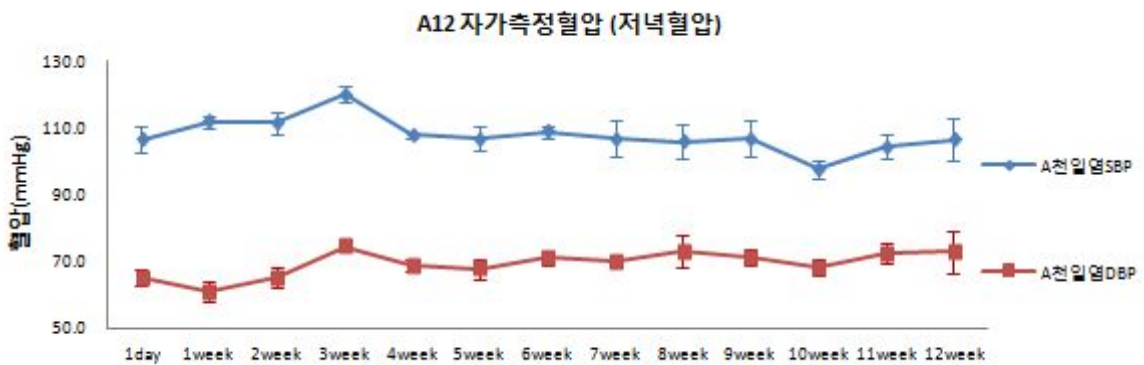


Figure 59. A12 자가측정 저녁혈압 변화

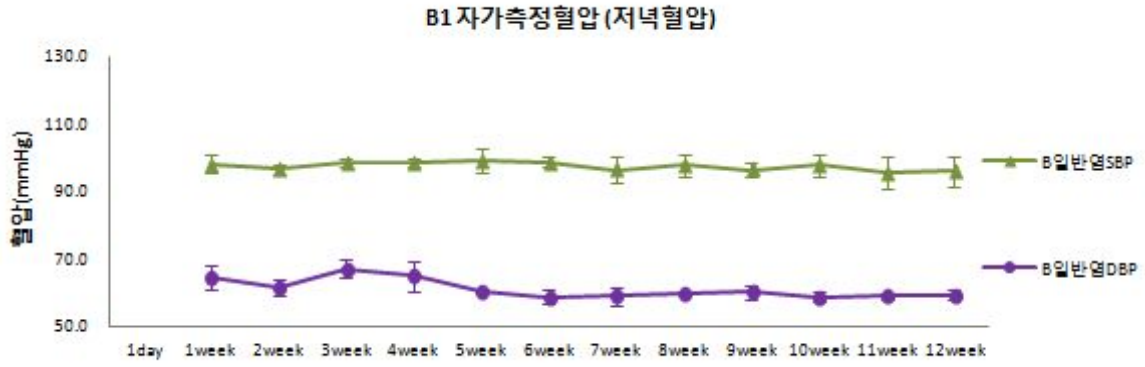


Figure 60. B1 자가측정 저녁혈압 변화

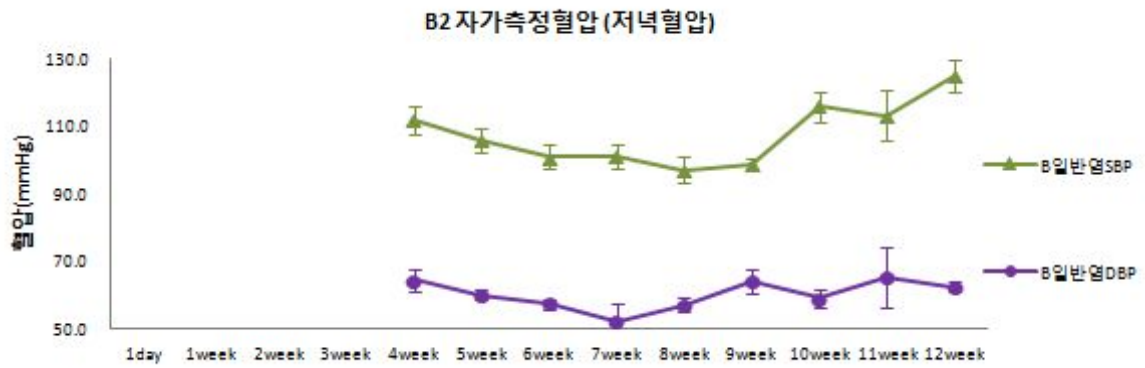


Figure 61. B2 자가측정 저녁혈압 변화

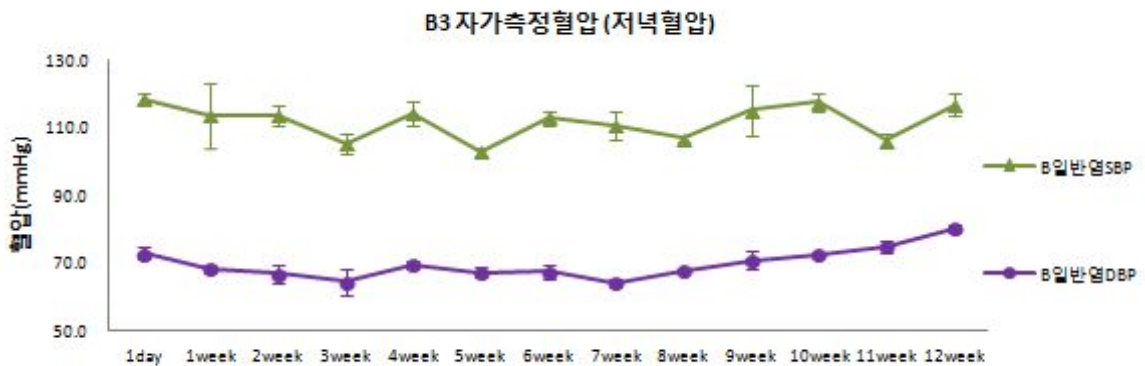


Figure 62. B3 자가측정 저녁혈압 변화

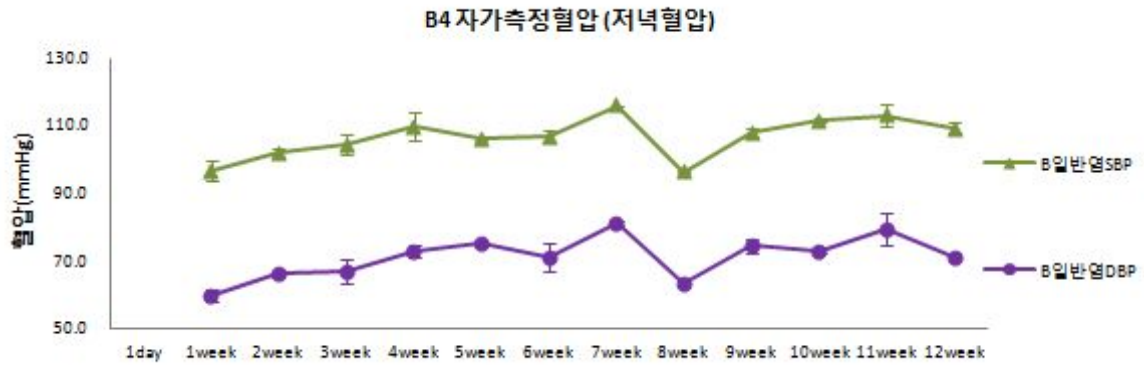


Figure 63. B4 자가측정 저녁혈압 변화

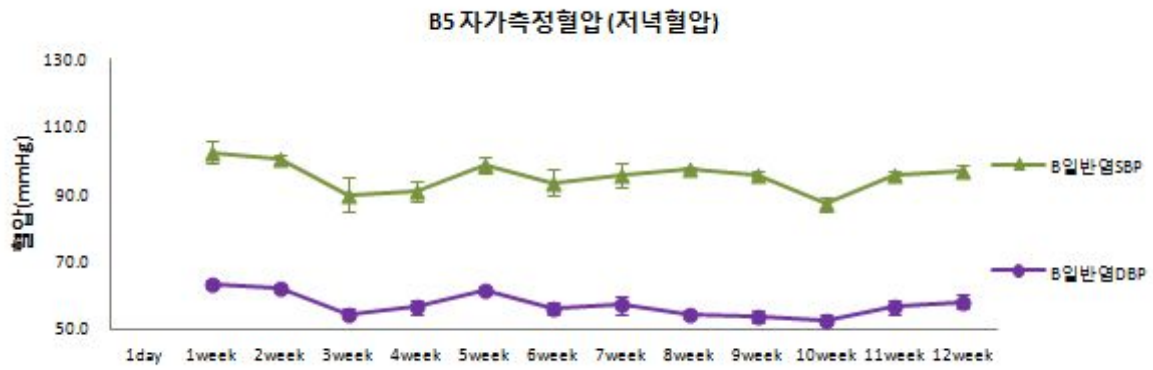


Figure 64. B5 자가측정 저녁혈압 변화

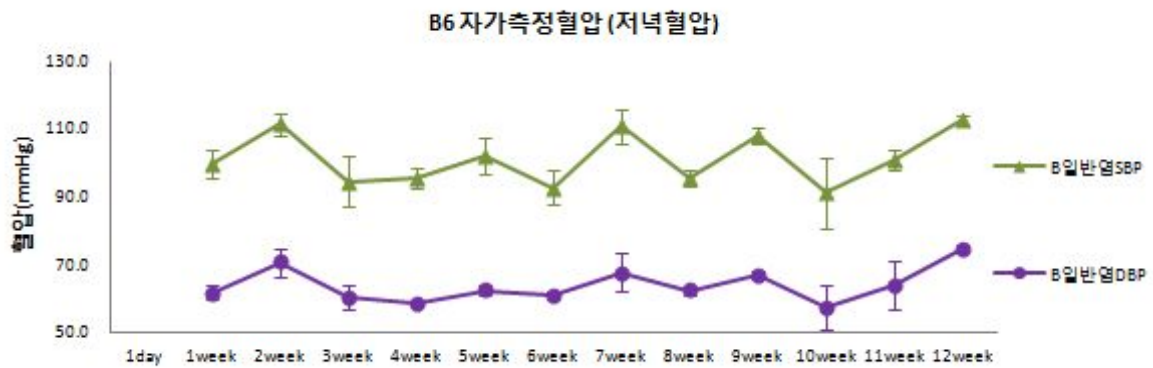


Figure 65. B6 자가측정 저녁혈압 변화

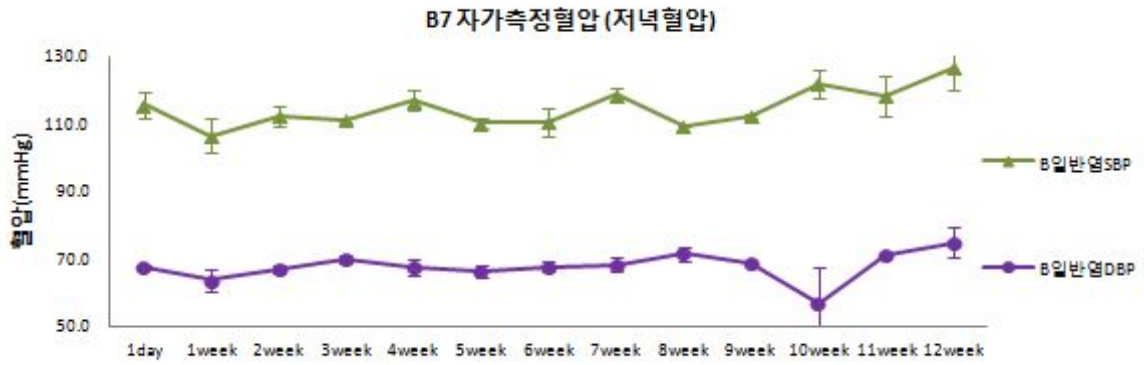


Figure 66. B7 자가측정 저녁혈압 변화



Figure 67. B8 자가측정 저녁혈압 변화

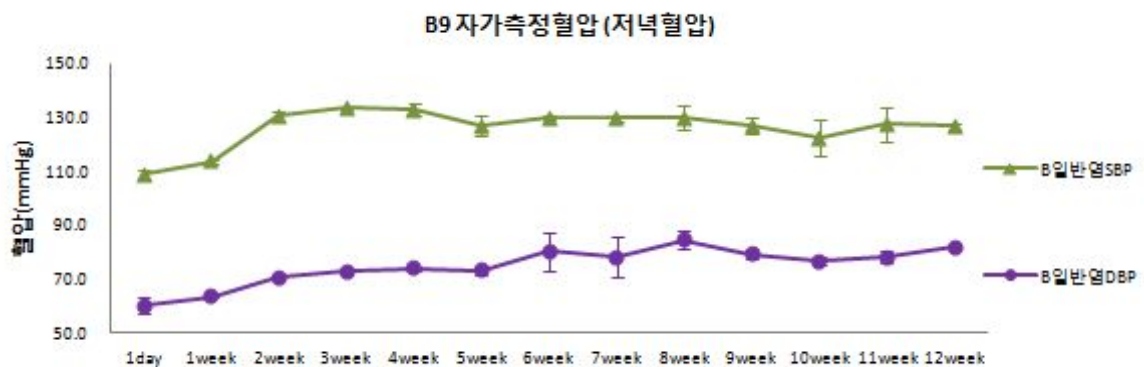


Figure 68. B9 자가측정 저녁혈압 변화

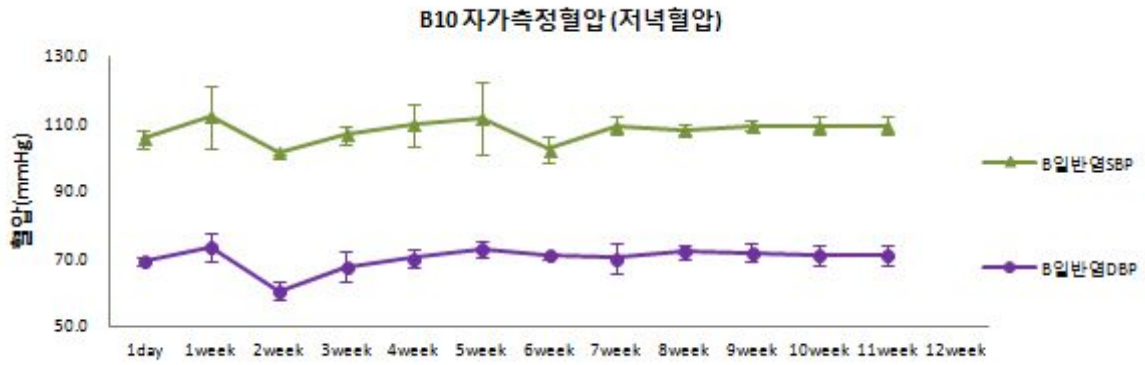


Figure 69. B10 자가측정 저녁혈압 변화

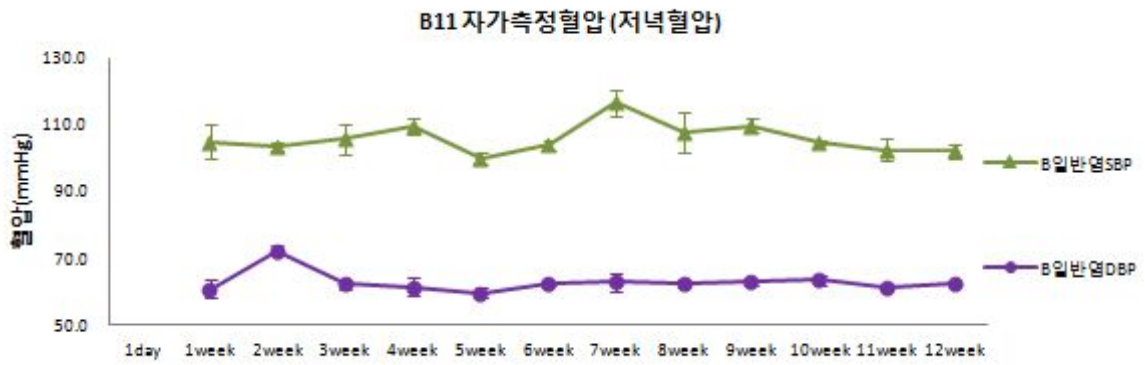


Figure 70. B11 자가측정 저녁혈압 변화

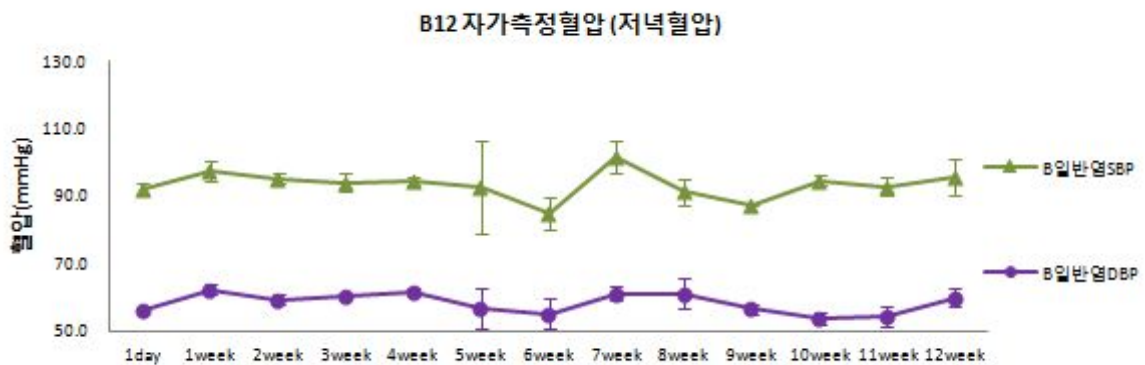


Figure 71. B12 자가측정 저녁혈압 변화

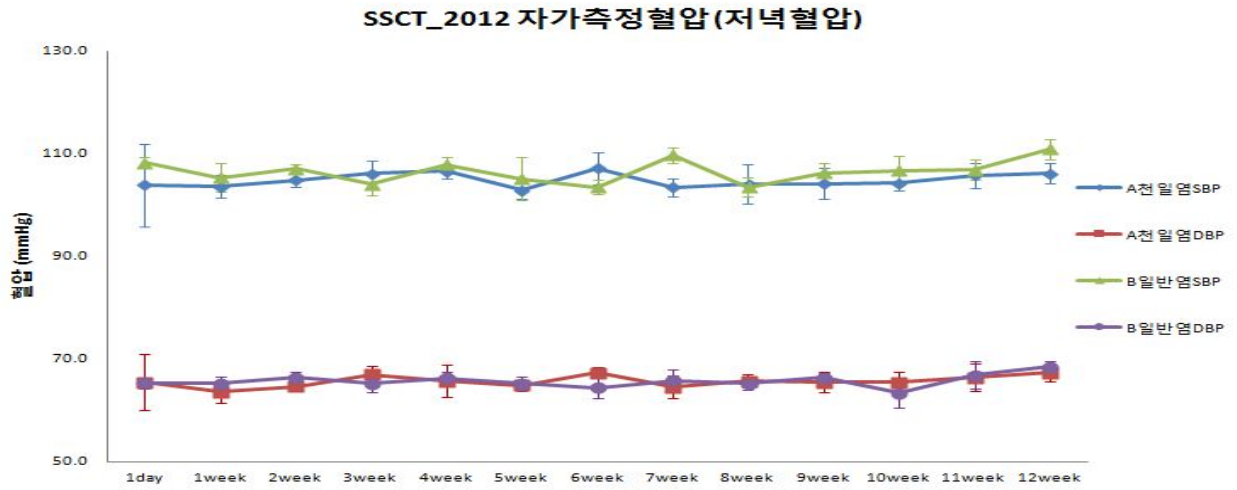


Figure 72. 자가측정 저녁혈압 평균 변화

2. 혈액과 요의 혈압관련 지표 및 전해질 검사

① 혈장 및 요에서 Sodium (Na^+) 의 농도를 측정한 결과

혈장 및 요에서 Sodium (Na^+) 의 농도를 측정한 결과, 혈장에서는 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 증가한 결과를 보였다. 양쪽 군 모두 4주차 에서 통계적으로 유의한 증가를 (천일염섭취군 4주간 섭취 후 $+2.25 \pm 1.71$ ($p=0.0045$), 정제염섭취군 4주간 섭취 후 $+1.75 \pm 1.22$ ($p=0.0028$)) 보였으며, 12주차에서는 증가는 하였으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 요에서는 양쪽 군 모두 감소하였으나 군내 통계적인 유의한 차이는 나타나지 않았다. 그리고 섭취군 간에 차이는 요에서 천일염섭취군보다 정제염섭취군이 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 7. 혈장 및 요에서 Sodium (Na⁺) 의 농도

Period	Serum Sodium (Na) mEq/L			Urine Sodium (Na) mEq/L		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 day	138.83±1.95	139.33±0.89	0.4267	96.83±53.68	117.83±62.79	0.3880
4 weeks	141.08±1.51	141.08±1.56	1.0000	77.75±65.72	122.17±56.88	0.0905
- 1 day	+2.25±1.71	+1.75±1.22		-19.08±52.47	+4.33±47.33	
P-value *	0.0045	0.0028		0.4442	0.8610	
12 weeks	139.25±2.14	139.36±1.43	0.8835	65.83±54.54	113.82 ±62.46	0.0625
- 1 day	+0.42±1.73	-0.09±1.45		-31.00±72.04	-4.01±73.03	
P-value *	0.6225	0.9515		0.1745	0.8794	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value* : Compared within groups by t-test

② 혈장 및 요에서 Potassium (K^+) 의 농도를 측정한 결과

혈장 및 요에서 Potassium (K^+) 의 농도를 측정한 결과, 혈장에서는 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 감소한 결과를 보였으나 통계적인 유의한 차이는 없었다. 요에서도 양쪽 군 모두 감소하였으나 군내 통계적인 유의한 차이는 나타나지 않았다. 그리고 섭취군 간에 차이는 4주간 섭취 후 요에서 천일염섭취군이 정제염섭취군보다 낮게 나타나는 통계적으로 유의한 차이를 ($p=0.0128$) 보였다.

Table 8. 혈장 및 요에서 Potassium (K⁺) 의 농도

Period	Serum Potassium (K) mEq/L			Urine Potassium (K) mEq/L		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 day	4.08±0.34	4.20±0.49	0.4760	36.06±19.69	48.96±29.12	0.2168
4 weeks	4.08±0.33	4.06±0.17	0.8170	24.06±14.26	41.97±17.94	0.0128
- 1 day	+0.01±0.21	-0.14±0.42		-12.00±18.06	-6.99±26.71	
P-value *	0.9521	0.3535		0.1013	0.4863	
12 weeks	4.01±0.28	3.95±0.20	0.6010	32.13±14.74	35.05±20.96	0.7001
- 1 day	-0.07±0.26	-0.25±0.47		-3.93±17.85	-13.91±31.86	
P-value *	0.6068	0.1352		0.5852	0.2066	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value * : Compared within groups by t-test

③ 혈장 및 요에서 Chloride (Cl⁻) 의 농도를 측정한 결과

혈장 및 요에서 Chloride (Cl⁻) 의 농도를 측정한 결과, 혈장에서는 천일염섭취군은 4주간 섭취 후 증가했지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 정제염섭취군에서는 12주간 섭취 후 감소하였지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 요에서는 양쪽 군 모두 감소하는 결과를 보였지만 군내 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 그리고 섭취군 간에서는 통계적인 유의한 차이는 없었다.

Table 9. 혈장 및 요에서 Chloride (Cl) 의 농도

Period	Serum Chloride (Cl) mEq/L			Urine Chloride (Cl) mEq/L		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 day	102.75±1.91	103.00±1.35	0.7148	104.33±68.04	132.83±83.37	0.3688
4 weeks	104.08±1.88	103.25±1.29	0.2186	78.75±78.34	115.17±58.99	0.2116
- 1 day	+1.33±2.39	+0.25±1.29		-25.58±54.20	-17.67±76.68	
P-value *	0.0992	0.6469		0.4023	0.5551	
12 weeks	102.17±1.99	101.82±1.66	0.6551	70.42±48.89	108.82±64.27	0.1198
- 1 day	-0.58±1.73	-1.09±1.04		-33.92±79.47	-21.27±84.11	
P-value *	0.4721	0.0741		0.1748	0.4509	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value* : Compared within groups by t-test

④ 혈장 및 요에서 Magnesium (Mg^{2+}) 의 농도를 측정한 결과

혈장 및 요에서 Magnesium (Mg^{2+}) 의 농도를 측정한 결과, 혈장에서는 천일염섭취군은 4주간 섭취 후 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 정제염섭취군에서도 4주간 섭취 후 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 요에서는 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 섭취 후 감소를 보였으나 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 않았다. 그리고 섭취군 간에서는 통계적인 유의한 차이는 없었다.

Table 10. 혈장 및 요에서 Magnesium (Mg²⁺) 의 농도

Period	Serum Magnesium (Mg ²⁺) mg/dL			Urine Magnesium (Mg ²⁺) mg/dL		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 day	1.99±0.15	2.01±0.14	0.6740	6.28±3.53	7.54±6.33	0.5541
4 weeks	2.05±0.13	2.08±0.16	0.6504	3.22±2.82	7.01±6.08	0.0631
- 1 day	+0.07±0.09	+0.07±0.08		-3.06±2.09	-0.53±3.58	
P-value *	0.2544	0.2831		0.0284	0.8357	
12 weeks	1.98±0.13	1.98±0.14	0.9149	4.21±3.45	5.24±2.94	0.4546
- 1 day	-0.01±0.11	-0.03±0.11		-2.07±2.96	-2.30±6.20	
P-value *	0.8726	0.6351		0.1608	0.2839	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value * : Compared within groups by t-test

⑤ 혈장 및 요에서 Calcium (Ca^{2+}) 의 농도를 측정한 결과

혈장 및 요에서 Calcium (Ca^{2+}) 의 농도를 측정한 결과, 혈장에서 천일염섭취군은 4주간 섭취 후 통계적으로 유의한 증가를 ($+0.23 \pm 0.28$, $p=0.0118$) 12주간 섭취 후에도 통계적으로 유의한 증가를 ($+0.41 \pm 0.29$, $p=0.0002$) 나타내었다. 정제염섭취군에서는 12주간 섭취 후 통계적으로 유의한 증가를 ($+0.29 \pm 0.34$, $p=0.0115$) 보였다. 요에서는 양쪽 군 모두 감소하는 결과를 나타내었지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 그리고 섭취군 간에서는 요에서 4주간 섭취 후 천일염섭취군이 낮게 나타나는 통계적으로 유의한 차이를 ($p=0.0239$) 보였다.

Table 11. 혈장 및 요에서 Calcium (Ca²⁺) 의 농도

Period	Serum Calcium (Ca ²⁺) mg/dL			Urine Calcium (Ca ²⁺) mg/dL		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 day	8.78±0.23	9.02±0.29	0.0391	9.01±6.07	12.80±9.57	0.2589
4 weeks	9.02±0.19	9.23±0.32	0.0634	5.78±5.10	13.73±10.12	0.0239
- 1 day	+0.23±0.28	+0.21±0.25		-3.23±4.93	+0.93±8.55	
P-value *	0.0118	0.1079		0.1730	0.8202	
12 weeks	9.19±0.22	9.33±0.25	0.1725	5.70±5.05	9.84±5.75	0.0805
- 1 day	+0.41±0.29	+0.29±0.34		-3.31±6.20	-2.96±11.30	
P-value *	0.0002	0.0115		0.1610	0.3839	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value * : Compared within groups by t-test]

⑥ 혈장 및 요에서 Aldosterone 의 농도를 측정한 결과

혈장 및 요에서 Aldosterone 의 농도를 측정한 결과, 혈장에서 천일염섭취군은 섭취 후 증가하는 경향을 보였으며 4주간 섭취 후 통계적으로 유의한 증가를 ($+105.50 \pm 127.16$, $p=0.0150$) 보였다. 정제염섭취군에서는 4주간 섭취 후 통계적으로 유의한 증가를 ($+127.79 \pm 137.02$, $p=0.0409$) 보였고 12주간 섭취 후에는 다시 감소를 하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 요에서는 양쪽 군 모두 감소하는 결과를 나타내었지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 그리고 섭취군 간에 차이는 요에서 4주간 섭취 후 정제염섭취군이 높게 나타나는 결과를 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 12. 혈장 및 요에서 Aldosterone의 농도

Period	Plasma Aldosterone pg/mL			Urine Aldosterone pg/mL		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 day	96.77±72.88	122.18±100.88	0.4867	186.74±160.95	194.61±157.31	0.9047
4 weeks	202.28±117.74	249.97±177.13	0.4455	134.03±97.59	244.65±158.66	0.0517
- 1 day	+105.50±127.16	+127.79±137.02		-52.71±138.17	+50.05±161.33	
P-value *	0.0150	0.0409		0.3425	0.4460	
12 weeks	149.35±200.69	89.70±47.08	0.3479	147.97±79.83	155.02±84.32	0.8388
- 1 day	+52.57±211.84	-32.48±67.71		-38.78±163.20	-39.59±157.22	
P-value *	0.4029	0.3412		0.4626	0.4665	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value * : Compared within groups by t-test

⑦ 혈장에서 Renin 의 농도, 요에서 Creatinine 의 농도를 측정한 결과

혈장에서 Renin 의 농도를 측정한 결과, 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 섭취 후 증가하는 결과를 보였으며, 천일염섭취군에서 4주간 섭취 후 통계적으로 유의한 차이를 ($+1.29 \pm 1.67$, $p=0.0104$) 보였다. 그리고 섭취군 간에서는 정제염섭취군보다 천일염섭취군에서 많은 증가를 보였으나 통계적인 유의한 차이는 없었다.

요에서 Creatinine 의 농도를 측정한 결과, 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 섭취 후 감소하는 결과를 보였으며, 천일염섭취군에서 4주간 섭취 후 통계적으로 유의한 차이를 (-29.44 ± 22.11 , $p=0.0401$) 보였다. 그리고 섭취군 간에 차이에서도 4주간 섭취 후 정제염섭취군이 더 높게 나타나는 통계적으로 유의한 차이를 ($p=0.0369$) 보였다.

Table 13. 혈장에서 Renin 의 농도, 요에서 Creatinine 의 농도

Period	Plasma Renin ng/mL/hr			Urine Creatinine mg/dL		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 day	0.70±0.48	0.91±0.66	0.3775	76.86±38.03	122.83±125.27	0.2367
4 weeks	1.99±1.53	1.30±0.85	0.1980	47.42±27.17	90.64±61.69	0.0369
- 1 day	+1.29±1.67	+0.32±0.53		-29.44±22.11	-32.19±102.95	
P-value *	0.0104	0.2350		0.0401	0.4331	
12 weeks	1.82±2.46	1.12±0.75	0.3743	59.28±36.63	72.97±42.65	0.4172
- 1 day	+1.12±2.54	+0.24±0.37		-17.58±36.42	-49.86±122.05	
P-value *	0.1346	0.4886		0.2611	0.2239	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value* : Compared within groups by t-test

⑧ 혈장 및 요에서 Homocysteine의 농도를 측정한 결과

혈장 및 요에서 Homocysteine의 농도를 측정한 결과, 혈장에서 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 증가하는 결과를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 요에서는 양쪽 군 모두 감소하는 결과를 나타내었지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 그리고 섭취군 간에서는 요에서 감소량이 더 많았지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 14. 혈장 및 요에서 Homocysteine 의 농도

Period	Plasma Homocysteine umol/L			Urine Homocysteine umol/L		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 day	7.54±1.62	7.71±2.16	0.8328	8.31±10.62	7.18±6.45	0.7545
4 weeks	7.92±2.82	7.97±1.79	0.9578	4.34±3.50	6.44±4.14	0.1932
- 1 day	+0.38±2.02	+0.27±1.52		-3.97±8.33	-0.73±5.90	
P-value *	0.6870	0.7439		0.2320	0.7433	
12 weeks	8.04±3.00	7.79±2.27	0.8248	4.25±2.76	5.96±3.88	0.2343
- 1 day	+0.50±1.77	+0.09±0.67		-4.06±9.75	-1.22±6.83	
P-value *	0.6187	0.9321		0.2136	0.5941	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value * : Compared within groups by t-test

⑨ 요에서 Norepinephrine, Epinephrine 의 농도를 측정한 결과

요에서 Norepinephrine 의 농도를 측정한 결과, 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 감소하는 결과를 보였으며, 특히 천일염섭취군에서 보다 감소량이 큰 유의적인 결과를 나타내었다. 천일염섭취군에서 4주간 섭취 후 통계적으로 유의한 차이를(-364.09 ± 163.96 , $p=0.0000$), 12주간 섭취 후에도 통계적으로 유의한 차이를(-380.27 ± 167.37 , $p=0.0000$) 나타내었다. 정제염섭취군에서는 12주간 섭취 후 통계적으로 유의한 감소를(-34.22 ± 37.66) 나타내었다. 하지만 천일염섭취군의 감소에 비하여는 유의적이지 않았다.

요에서 Epinephrine 의 농도를 측정한 결과, 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 감소하는 결과를 보였으며, 특히 천일염섭취군에서 보다 감소량이 큰 유의적인 결과를 나타내었다. 천일염섭취군에서 4주간 섭취 후 통계적으로 유의한 차이를(-82.19 ± 64.74 , $p=0.0012$), 12주간 섭취 후에도 통계적으로 유의한 차이를(-86.86 ± 56.01 , $p=0.0002$) 나타내었다. 정제염섭취군에서는 12주간 섭취 후 통계적으로 유의한 감소를(-21.25 ± 12.97) 나타내었다. 하지만 천일염섭취군의 감소에 비하여는 유의적이지 않았다.

Table 15. 요에서 Norepinephrine, Epinephrine 의 농도 및 통계 결과

Period	Norepinephrine ng/ul			Epinephrine ng/ul		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 day	402.34±166.47	57.00±31.99	0.0000	91.93±57.38	27.11±14.38	0.0032
4 weeks	38.34±27.09	39.06±31.66	0.9527	9.74±5.30	13.50±12.74	0.4545
- 1 day	-364.09±163.96	-17.94±43.92		-82.19±64.74	-13.61±17.88	
P-value *	0.0000	0.1813		0.0012	0.0522	
12 weeks	22.15±11.41	23.22±13.60	0.8414	5.07±3.57	5.86±3.90	0.6604
- 1 day	-380.27±167.37	-34.22±37.66		-86.86±56.01	-21.25±12.97	
P-value *	0.0000	0.0040		0.0002	0.0010	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value* : Compared within groups by t-test

⑩ 요에서 Dopamine 의 농도를 측정한 결과

요에서 Dopamine 의 농도를 측정한 결과, 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 감소하는 결과를 보였으며, 특히 천일염섭취군에서 보다 감소량이 큰 유의적인 결과를 나타내었다. 천일염섭취군에서 4주간 섭취 후 통계적으로 유의한 차이를 (-874.11±371.88, p=0.0000), 12주간 섭취 후에도 통계적으로 유의한 차이를 (-887.64±378.98, p=0.0000) 나타내었다.

Table 16. 요에서 Dopamine의 농도 및 통계 결과

Period	Dopamine ng/ul		P-value
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	
1 day	975.37±392.06	112.31±56.29	0.0000
4 weeks	101.26±63.61	140.67±77.38	0.1867
- 1 day	-874.11±371.88	+28.36±83.28	
P-value *	0.0000	0.3158	
12 weeks	87.73±33.13	87.36±37.78	0.9805
- 1 day	-887.64±378.98	-24.95±74.91	
P-value *	0.0000	0.2302	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value * : Compared within groups by t-test

⑪ 혈장에서 Norepinephrine, Epinephrine 의 농도를 측정한 결과

혈장에서 Norepinephrine 의 농도를 측정한 결과, 천일염섭취군은 감소하고 정제염섭취군은 증가하는 결과를 보였으며, 천일염섭취군에서의 감소는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며, 정제염섭취군에서 12주간 섭취 후 통계적으로 유의한 차이를(+257.05±195.15, p=0.0009) 나타내었다.

혈장에서 Epinephrine 의 농도를 측정한 결과, 천일염섭취군과 정제염섭취군 모두 증가하는 결과를 보였으나, 측정 결과의 대부분이 정량한계이하 (LLOQ : 15.0 pg/ml)의 값으로 나타내게 되어 통계적으로 유의성을 판별 할 수 없었다.

⑫ 혈장에서 Dopamine 의 농도를 측정한 결과

혈장에서 Dopamine 의 농도를 측정한 결과, 측정 결과의 대부분이 정량한계이하(LLOQ : 30.0 pg/ml)의 값으로 나타내게 되어 결과를 비교 할 수 없었다.

Table 15. 혈장에서 Norepinephrine, Epinephrine 의 농도 및 통계 결과

Period	Norepinephrine ng/ul			Epinephrine ng/ul		
	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value	A군 (천일염섭취군) N=12 Mean±SD	B군 (정제염섭취군) N=12 Mean±SD	P-value
1 day	448.27±330.32	266.12±77.25	0.1498	72.76±35.75	90.84±32.25	0.4008
4 weeks	443.13±362.39	339.72±166.40	0.3999	93.97±15.37	72.31±8.15	0.0121
- 1 day	-5.14±252.00	+73.60±209.40		+21.21±30.44	-18.53±39.13	
P-value *	0.9742	0.2633		0.1247	0.2459	
12 weeks	413.84±118.59	523.17±168.84	0.1055	114.27±53.48	231.90±133.88	0.0441
- 1 day	-34.43±119.45	+257.05±195.15		+41.51±57.20	+141.06±71.86	
P-value *	0.7611	0.0009		0.1493	0.0352	

P-value : Compared between groups by t-test

P-value* : Compared within groups by t-test

3. 에너지 섭취량

실험기간동안 천일염군과 정제염군의 열량영양소 섭취량은 Table 16, 무기질 섭취량은 Table 17, 그리고 비타민섭취량은 Table 18에 나타내었다. 실험기간동안 천일염군은 1577.39±315.18 kcal, 정제염군은 1614.51±319.56 kcal를 섭취하였다. 열량영양소, 무기질, 비타민 등의 항목에서 천일염군과 정제염군 사이에 섭취량 차이는 없었다 ($p>0.05$). 하루 평균 나트륨 섭취량은 유의적인 차이는 보이지 않았지만 천일염군 (3596.81±1203.21 mg)보다 정제염군 (4529.68±1020.81 mg)의 섭취량이 높았다.

Table 16. Energy nutrient intake

	Solar salt	Refined salt	T-value	P-value
Energy (kcal)	1577.39±315.18	1614.51±319.56	-.274	.786
Carbohydrate (g)	257.10±52.46	249.10±58.81	.337	.740
Fat (g)	35.42±11.00	39.81±10.36	-.962	.347
Protein (g)	61.33±14.71	67.67±12.96	-1.073	.295
Dietary fiber (g)	19.87±6.84	19.24±4.71	.250	.805
Water (g)	640.74±191.44	684.38±115.18	-.403	.691
Ash (g)	18.20±5.75	19.26±4.14	-.500	.622

Table 17. Mineral intake

	Solar salt	Refined salt	T-value	P-value
Ca (mg)	402.31±152.49	469.86±138.99	-1.086	.289
P (mg)	909.87±301.36	1019.59±276.40	-.890	.383
Na (mg)	3596.81±1203.21	4529.68±1020.81	-.457	.652
Cl (mg)	445.44±248.88	462.76±213.94	-.656	.519
K (mg)	2560.14±888.15	2526.13±594.46	.106	.917
Mg (mg)	80.94±25.40	72.68±14.31	.939	.358
Fe (mg)	13.56±3.26	13.40±2.84	.126	.901
Zn (mg)	9.16±2.11	9.66±1.70	-.604	.552
Cu (mg)	1.07±0.30	1.00±0.19	.706	.488
F (ug)	14.70±10.41	16.41±15.32	-.306	.762
Mn (mg)	3.76±1.06	3.78±1.51	-.033	.974
I (ug)	388.06±303.71	243.77±118.59	1.468	.156
Se (ug)	87.69±17.71	97.18±21.43	-1.133	.269

Table 18. Vitamin intake

	Solar salt	Refined salt	T-value	F-value
Vitamin A (ug RE)	770.80±238.46	773.65±170.89	-.032	.975
Retinol (ug)	158.08±139.09	151.75±154.44	.101	.921
β-carotein (ug)	3679.99±1352.21	3734.64±859.75	-.113	.911
Vitamin D (ug)	2.59±1.36	2.91±1.17	-.594	.558
Vitamin E (mg)	14.57±4.68	14.79±3.63	-.122	.904
Vitamin K (ug)	187.68±75.29	177.22±62.47	.355	.726
Vitamin C (mg)	73.88±25.32	74.06±15.81	-.020	.984
Thiamin (mg)	1.25±0.39	1.24±0.31	.100	.921
Riboflavin (mg)	1.16±0.47	1.18±0.23	-.115	.909
Niacin (mg)	12.99±4.14	14.96±4.11	-1.123	.274
Vitamin B6 (mg)	1.42±0.51	1.50±0.37	-.395	.697
Folic acid (ug)	465.54±151.34	452.12±91.22	.252	.803
Vitamin B ₁₂ (ug)	8.14±4.73	9.73±3.57	-.890	.383
Pantothenic acid (mg)	4.77±1.03	4.61±0.72	.419	.679
Biotin (ug)	19.86±4.94	17.29±4.23	1.306	.205

다. 국내산 천일염의 혈압강하 임상효능 평가를 위한 임상시험 프로토콜 개발

(1) 임상시험 디자인 : 무작위배정, 전향적, 이중맹검, 대조군 병행, 교차 임상시험(Randomized, prospective, parallel grouped, double-blinded, cross-over clinical trial)

피험자 40명을 선발하여 일주일동안 동일열량과 동일용량의 염을 사용한 같은 식사를 1주일간 지속하며 평가함. 1차 시험 종료 1주일 이후 다시 입실하여 이전의 시험군이었던 피험자는 대조군으로, 대조군이었던 피험자는 시험군으로 전환하여 1주일간 이전과 동일한 시험을 진행함.

Rationale : 혈압에 대한 반응지표들은 신속하게 적응되므로 단기간 임상시험이 장기간 시험보다 반응지표들의 변동성 평가에 유리할 수 있으므로 (4주 결과 > 12주 결과), 투여기간보다 투여방법에 중점을 두는 디자인 적용

피험자선정 : 치료받지 않는 1기 고혈압 환자와 경계성 혈압을 가진 피험자 (수축기혈압 130-159 mmHg 또는 이완기혈압 88-99 mmHg)

(3) 1차 유효성 평가지표 : 혈압측정법

24시간 활동혈압기 (ABPM : Ambulatory Blood Pressure Monitoring) : 수면시간 중 혈압을 포함한 24시간 활동혈압을 측정

(4) 2차 유효성 평가지표 : 전해질, 혈압관련 인자, 동맥경직도

본 연구에서 사용된 지표+동맥경직도 (arterial stiffness)의 변동 측정

제 2 장 천일염 소비 활성화를 위한 국내산 천일염의 소비자 조사 및 관능평가

제 1 절 연구의 목적 및 필요성

고혈압은 심부전, 뇌경색, 관상동맥질환 등 심혈관계 질환 및 혈관질환을 유발 할 수 있는 주요 위험 질환으로, 고혈압의 위험요인은 복부비만, 체질량지수, 염분섭취과다, 칼륨섭취부족, Na/K 비율 증가, 이상지질혈증, 고혈당, 과도한 음주, 과도한 카페인 섭취, 흡연, 운동부족, 그리고 스트레스 등이 알려져 있다 제 4기 1차년도인 2007년 국민건강영양조사에 따르면, 우리나라의 30세 이상 성인의 고혈압 유병률은 24.9% (남자 27.1%, 여자 22.1%)이며 남녀 모두 연령이 높을수록 증가하는 것으로 보고되었다. 최근 우리나라 사람들은 일상식에서 전통적인 발효식품인 김치 및 장류를 비롯하여 국, 찌개, 젓갈류 등을 자주 섭취하는 식습관으로 인해 나트륨의 섭취량이 높은 것으로 나타났다. 나트륨은 인체에서 필요한 함량은 매우 적지만, 식품의 조리 과정 중 첨가되는 양이 증가하게 되면서 체내 과잉섭취가 문제 될 수 있는 영양소 중 하나로 알려져 있다. 나트륨을 과잉으로 섭취하게 되면, 심혈관 질환 뿐 아니라 골다공증, 신장 질환의 위험률이 높아지게 되고, 주요 증상으로 혈압이 증가 및 조절 능력에 중요한 영향을 미칠 수 있다.

일반적으로 식품의 조리 가공에 사용되는 소금으로는 천일염, 제제염, 정제염, 가공염 등이 있다. 국내에서 생산되는 천일염은 염분의 함량은 낮지만 각 종 미네랄이

많이 함유되어 있으며, 특히 칼슘, 마그네슘, 칼륨 등이 풍부하게 함유되어져 있는 것으로 알려져 있다. 국내에서 선행된 연구에 따르면, Kim (2000)등은 국내산 천일염으로 제조한 된장이 정제염 및 NaCl함량이 높은 소금을 사용할 경우에 비하여 관능적 품질이 우수하였다고 보고하였으며, Kim (2005) 등은 김치의 발효특성에서도 천일염이 기계염 보다 우수한 것으로 보고하였다.

따라서, 본 연구에서는 나트륨 저감화 추세에 발맞추어 천일염, 정제염, 저나트륨 염의 맛에 대한 품질 특성을 파악하고 기호도를 알아보고자 하였다.

제 2 절 연구자료 및 방법

1. 소비자 인식도 조사

1) 조사대상자 및 조사기간

본 설문은 경기도 소재 C대학의 대학생 및 교직원과 학교 인근 상인 및 일반 시민들을 대상으로 선정하였다. 설문조사는 2012년 4월 18일부터 2012년 5월 1일까지 총 161부를 배포하여 회수하는 방식으로 시행하였다. 회수되지 못한 7부를 제외하여 총 154부 (회수율 96%)를 회수하여 분석하였다.

2) 조사 내용 및 방법

설문지의 내용은 응답자의 인적사항 (성별, 연령, 직업, 키, 체중, BMI), 소금 및 장류 섭취량, 소금에 대한 인식과 구매행동 등으로 구성하여 설문하였다.

2. 관능검사

1) 연구대상 및 기간

본 연구는 경기도에 거주하고 있는 훈련받지 않은 남녀 150명을 대상으로 2012년 4월 30일에서 2012년 5월 16일 에 걸쳐 실시하였으며, 관능검사 평가방법으로는 15점 항목 척도법을 사용하여 수행하였다.

2) 실험 재료

본 실험에 사용된 소금물, 절임배추, 시금치된장국 등 총3가지의 시료는 제조회사 및 종류가 다른 천일염 4종, 정제염 1종, 저나트륨염 1종 및 시판되고 있는 천일염된장 2종, 정제염된장 2종, 저나트륨된장 1종을 사용하여 제조하였다.

시료에 대한 정보는 Figure 1에 나타내었다.

	소금물		배추 절임		시금치된장국
<ul style="list-style-type: none"> • 천일염 4종 (신안산, C-1사, C-2사, H사, 한국) • 정제염 (주) H사, 한국) • 저나트륨염 2종 (C-1사, C-2사, 한국) 		<ul style="list-style-type: none"> • 천일염 4종 (전남신안, C-1사, C-2사, H사) • 정제염 (주) H사, 한국) • 저나트륨염 2종 (C-1사, C-2사, 한국) 		<ul style="list-style-type: none"> • 천일염 된장 2종 (C-1사, C-2사, 한국) • 정제염 된장 2종 (C-1사, C-2사, 한국) • 저나트륨염 된장 (C-1사, 한국) 	

Figure 1. The information of sample used in this study.

3. 통계분석

본 실험에 사용된 시료간 유의적 차이를 알아보기 위하여 SPSS for windows 20.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)를 이용하여 분석하였다. 인적사항과 평소식습관 그리고 인식과 구매행동 등에 대해 연령에 따라 빈도 백분율을 구하고, χ^2 -test 분석을 수행하였다 시료별 짠맛, 쓴맛, 단맛, 감칠맛 등에 대한 비교는 분산분석 (Analysis of variance, ANOVA)을 수행하였으며 모든 분석에 대한 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다. 그 결과에 따라 Duncan's multiple range test로 사후검증을 측정하였다.

제 3 절 연구 결과

1. 천일염 소비자 조사

1) 조사대상자의 신체계측치

조사대상자의 연령, 신장, 체중과 BMI는 Table 1과 같다. 전체 154명 중 남자는 42.2% (65명), 여자는 57.8% (89명)으로 분포되었다. 연령은 남자는 40.4±11.7세, 여자는 36.1±14.3세였으며 ($p<0.001$), 신장은 남자 173.0±0.1 cm, 여자 161.0±0.1 cm로 약 10 cm의 차이를 보였다 ($p<0.05$). 체중은 남자와 여자 각각 70.9±10.3 kg, 55.3±6.3 kg로 남자가 여자보다 유의하게 높았다 ($p<0.001$). 또한 BMI는 남자가 23.5±2.9 kg/m², 여자가 21.8±2.2 kg/m²로 남자가 여자보다 유의하게 높았다 ($p<0.001$).

Table 1. 천일염 설문조사 대상자의 신체계측치

항목	남 (n=65)	여 (n=89)	전체 (n=154)
나이 (세)	40.38±11.74	36.12±14.25	37.92±13.37
키 (cm)	173.0±0.1	161.0±0.1	166.0±0.1
몸무게 (kg)	70.9±10.3	55.3±6.3	61.9±11.3
BMI	23.5±2.9	21.2±2.2	22.2±2.8

Mean±S.D.

BMI = Body Mass Index, [weight(kg)/height(m²)]

***: $P<0.001$ **: $P<0.01$ *: $P<0.05$

2) 연령대에 따른 염분 섭취량

하루 소금 섭취량에서는 '1 ts 이하'의 경우 10~20대는 11.3% (6명), 30~40대는 27.1% (19명), 50~60대는 25.8% (8명)으로 나타났다. 또한 '2~3 ts'의 경우 10~20대는 26.4% (14명), 30~40대는 37.1% (26명), 50~60대는 38.7% (12명)으로 나이대별 차이가 있는 것으로 나타났다 ($p<0.01$). 간이 되지 않은 국에 넣는 소금의 양에서는 10~20대는 39.6% (21명)이 1~2 ts 미만을 넣는다고 응답하였으며, 30~40대와 50~60대는 각각 64.3% (45명), 45.2%(14명)이 1/2~1 ts 미만을 넣는다고 응답하여 나이대별 차이가 있는 것으로 나타났다. ($p<0.05$) 소금 섭취량을 줄일 의향이 있는지 여부에 대해서는 10~20대와 50~60대가 각각 37.7% (20명), 38.7% (12명)이 '보통'이라고 응답하였으며, 30~40대는 48.6% (34명)가 '그렇다'고 응답하였다. 대부분의 응답자들은 자신이 소금 섭취량에 대하여 잘 인식하지 못하며 많이 섭취함에도 불구하고 보통으로 섭취한다고 생각하는 사람이 많은 것으로 나타났다 ($p<0.05$).

Table 2. 연령대에 따른 염분 섭취량 조사결과

나이	10~20 (n=70)	30~40 (n=31)	50~60 (n=53)	전체 (n=154)	χ^2
평소 음식의 간					
아주 싱겁게	2 (3.8)	2 (2.9)	1 (3.2)	5 (3.2)	8.62*
싱겁게	13 (24.5)	13 (18.6)	5 (16.1)	31 (20.1)	
보통	23 (43.4)	46 (65.7)	21 (67.7)	90 (58.4)	
짜게	15 (28.3)	9 (12.9)	4 (12.9)	28 (18.2)	
매우 짜게	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
하루 소금 섭취량					
거의 섭취 없음	4 (7.5)	1 (1.4)	0 (0.0)	5 (3.2)	19.52**
1 ts 이하	6 (11.3)	19 (27.1)	8 (25.8)	33 (21.4)	
2~3 ts	14 (26.4)	26 (37.1)	12 (38.7)	52 (33.8)	
4~5 ts	1 (1.4)	1 (3.2)	3 (1.9)	7 (13.2)	
5 ts 이상	2 (3.8)	1 (1.4)	0 (0.0)	3 (1.9)	
모름	20 (37.7)	22 (31.4)	10 (32.3)	52 (33.8)	
간이 되지 않은 국에 넣는 소금의 양					
넣지 않음	5 (9.4)	5 (7.1)	2 (6.5)	12 (7.8)	22.01*
1/2~1 ts 미만	17 (32.1)	45 (64.3)	14 (45.2)	76 (49.4)	
1~2 ts 미만	21 (39.6)	12 (17.1)	11 (35.5)	44 (28.6)	
2~3 ts 미만	2 (3.8)	6 (8.6)	0 (0.0)	8 (5.2)	
3 ts 이상	2 (3.8)	0 (0.0)	1 (3.2)	3 (1.9)	
모름	6 (11.3)	2 (2.9)	3 (9.7)	11 (7.1)	
소금 섭취량 줄일 의향					
매우 아니다	1 (1.9)	0 (0.0)	1 (3.2)	2 (1.3)	7.86*
아니다	10 (18.9)	9 (12.9)	3 (9.7)	22 (14.3)	
보통이다	20 (37.7)	21 (30.0)	12 (38.7)	53 (34.4)	
그렇다	17 (32.1)	34 (48.6)	10 (32.3)	61 (39.6)	
매우 그렇다	5 (9.4)	6 (8.6)	5 (16.1)	16 (10.4)	

3) 양념류 사용행태 및 인식도

가장 많이 사용하는 양념류에서는 ‘소금’의 경우 10~20대 54.7% (29명), 30~40대 50% (35명), 50~60대 41.9% (13명)이었다 ($p<0.05$). 사용하는 소금의 종류에서는 ‘천일염’의 경우 10~20대 34.0% (18명), 30~40대 44.3% (31명), 50~60대 71.0% (22명)이었다. 건강에 좋다고 생각하는 소금에서는 각 연령층에서 천일염에 대해 높은 수치를 보였다. 건강에 좋다고 생각하는 소금 구입 의향에서는 각 연령층이 79.2% (42명), 88.6% (62명), 83.9% (26명)로써 구입의향에 대해 호의적인 반응을 보였다. 소금의 종류에 대한 개념을 아는지에 대해서는 각 연령층에서 과반수가 개념에 대해 인지하지 못하고 있었지만 나이가 높을수록 개념이 명확하다는 차이는 있었다 ($p<0.001$).

정제염에서 천일염으로 교체할 의향이 있는지에 대해서는 ‘예’의 경우 10~20대가 77.4% (41명), 30~40대가 82.9% (58명), 50~60대가 93.5% (29명)로 높은 수치를 나타내었다. 천일염으로 만든 장류가 다른 장류와 가격 차이가 나도 구매할 의사가 있는지 여부에 대해서는, 모든 연령층에서 과반수가 ‘예’라고 대답하였으며, 시판 장류에 사용되는 소금이 다르다는 사실을 아는지 묻는 문항에서는 ‘예’의 비율이 10~20대 37.7% (20명), 30~40대 50.0% (35명), 50~60대 64.5% (20명)으로 나이가 높을수록 높았다. 이 결과는 시판 가공식품에 사용되는 소금이 다르다는 사실을 아는지 묻는 문항의 결과와 비슷하였다. 천일염을 사용한 가공식품의 가격차이가 일반가공식품의 가격에 비해 어느 정도가 적당한 지 묻는 문항에서는 ‘10~20%’의 경우 10~20대 54.7% (29명), 30~40대 51.4% (36명), 50~60대 67.7% (21명)으로 가장 높았다. 시판 스낵류에 사용되는 소금이 다르다는 사실을 아는지 묻는 문항에서는 과반수가 차이를 인식하지 못했다. 천일염을 사용한 스낵류의 가격차이가 일반스낵류의 가격에 비해 어느 정도가 적당한 지 묻는 문항에서는 대부분이 ‘10~20%’로 응답하였다.

시판 절임류에 사용되는 소금이 다르다는 사실을 아는지 묻는 문항에서는 ‘아니오’의 경우 10~20대 75.5% (40명), 30~40대 64.3% (45명), 50~60대 48.4% (15명)로 대부분 인식하지 못하는 것으로 나타났다. 하지만 나이가 높을수록 인식하는 비율이 높았다 ($p<0.05$). 천일염을 사용한 절임류의 가격차이가 일반 절임류의 가격에 비해 어느 정도가 적당한 지 묻는 문항에서는 ‘10~20%’가 나이에 상관없이 가장 높았다. 마지막으로 천일염, 정제염, 저 나트륨 소금을 각각 사용하여 만든 장류 중 사용할 의사가 있는 장류를 고르라는 문항에서 ‘고추장’의 경우 10~20대 중 ‘천일염’을 쓰겠다고 대답한 사람이 66.0% (35명), 30~40대는 77.1% (54명), 50~60대는 90.3% (28명)이었고, ‘저 나트륨’과 ‘정제염’에 대해서는 낮은 수치를 보였다. 된장에서는 10~20대 60.4% (32명), 30~40대 74.3% (52명), 50~60대 87.1% (27명)으로 과반수가 ‘천일염’에 대해 호의적인 반응을 보였다. 간장에서도 마찬가지로 위와 같이 대부분 ‘천일염’을 쓰겠다고 응답하였다. 고추장, 된장, 간장 모두 나이에 상관없이 ‘천일염’의 비율이 높았지만, 특히 50~60대의 비율이 상대적으로 높았다.

Table 3. 연령대에 따른 양념류 사용행태 및 인식도 조사결과

	10~20 (n=53)	30~40 (n=70)	50~60 (n=31)	Total (n=154)	χ^2
가장 많이 사용하는 양념류					
소금	29 (54.7)	35 (50.0)	13 (41.9)	77 (50.0)	16.033*
간장	11 (20.8)	21 (30.0)	5 (16.1)	37 (24.0)	
된장	2 (3.8)	5 (7.1)	6 (19.4)	13 (8.4)	
고추장	6 (11.3)	6 (8.6)	1 (3.2)	13 (8.4)	
기타	5 (9.4)	3 (4.3)	6 (19.4)	14 (9.1)	
사용하는 소금의 종류					
정제염	16 (30.2)	13 (18.6)	1 (3.2)	30 (19.5)	22.991**
천일염	18 (34.0)	31 (44.3)	22 (71.0)	71 (46.1)	
저나트륨	1 (1.9)	2 (2.9)	3 (9.7)	6 (3.9)	
구운소금	15 (28.3)	21 (30.0)	2 (6.5)	38 (24.7)	
기타	3 (5.7)	3 (4.3)	3 (9.7)	9 (5.8)	
건강에 좋다고 생각하는 소금					
천일염	49 (92.5)	65 (92.9)	28 (90.3)	142 (92.2)	0.185
정제염	4 (7.5)	5 (7.1)	3 (9.7)	12 (7.8)	
건강에 좋다고 생각하는 소금 구입 의향					
예	42 (79.2)	62 (88.6)	26 (83.9)	130 (84.4)	2.011
아니오	11 (20.8)	8 (11.4)	5 (16.1)	24 (15.6)	
소금종류 개념 인식					
예	6 (11.3)	26 (37.1)	14 (45.2)	46 (29.9)	14.447***
아니오	47 (88.7)	44 (62.9)	17 (54.8)	108 (70.1)	
정제염-천일염 교체 의향					
예	41 (77.4)	58 (82.9)	29 (93.5)	128 (83.1)	2.047
아니오	12 (22.6)	12 (17.1)	2 (6.5)	26 (16.9)	
장류 가격차이에 따른 구매의향					
예	28 (52.8)	46 (65.7)	22 (71.0)	96 (62.3)	8.351
아니오	6 (11.3)	8 (11.4)	5 (16.1)	19 (12.3)	
모르겠다	19 (35.8)	16 (22.9)	4 (12.9)	39 (25.3)	
소금별 장류 차이 인식					
예	20 (37.7)	35 (50.0)	20 (64.5)	75 (48.7)	5.702
아니오	33 (62.3)	35 (50.0)	11 (35.5)	79 (51.3)	
소금별 가공식품 차이 인식					
예	16 (30.2)	27 (38.6)	20 (64.5)	63 (40.9)	7.871*
아니오	37 (69.8)	43 (61.4)	11 (35.5)	91 (59.1)	

4) 소금 종류에 따른 식품 구매의사

천일염을 사용한 가공식품의 가격차이가 일반가공식품의 가격에 비해 어느 정도가 적당한지 묻는 문항에서는 '10~20%'가 55.8% (86명)로 가장 많았다. 시판 스낵류에 사용되는 소금이 다르다는 사실을 아는지 묻는 문항에서는 '아니오'가 60.4% (93명) 이었다. 천일염을 사용한 스낵류의 가격차이가 일반스낵류의 가격에 비해 어느 정도가 적당한지 묻는 문항에서는 가공식품 가격에 대한 문항과 마찬가지로 '10~20%'가 54.5% (84명)로 가장 많았다. 시판 절임류에 사용되는 소금이 다르다는 사실을 아는지 묻는 문항에서는 대부분 '아니오' 64.9% (100명)으로 응답하였다. 천일염을 사용한 절임류의 가격차이가 일반 절임류의 가격에 비해 어느 정도가 적당한지 묻는 문항에서는 '10~20%'가 59.1% (91명)으로 가장 많았다. 천일염, 정제염, 저나트륨 소금을 각각 사용하여 만든 장류 중 사용할 의사가 있는 장류를 고르라는 문항에서는 고추장, 된장, 간장 모두 '천일염' 이 76.0 (117명), 72.1% (111명), 70.8% (109명)으로 가장 높았다.

Table 4. 연령대에 따른 소금 종류에 따른 구매의사 조사결과

	10~20 (n=53)	30~40 (n=70)	50~60 (n=31)	Total (n=154)	χ^2
가공식품 가격 수용					
10~20%	29 (54.7)	36 (51.4)	21 (67.7)	86 (55.8)	12.442
20~30%	15 (28.3)	30 (42.9)	7 (22.6)	52 (33.8)	
30~40%	7 (13.2)	2 (2.9)	2 (6.5)	11 (7.1)	
40~50%	2 (3.8)	1 (1.4)	0 (0.0)	3 (1.9)	
50% 이상	0 (0.0)	1 (1.4)	1 (3.2)	2 (1.3)	
소금별 스낵류 차이 인식					
예	17 (32.1)	30 (42.9)	14 (45.2)	61 (39.6)	1.268
아니오	36 (67.9)	40 (57.1)	17 (54.8)	93 (60.4)	
스낵류 가격 수용					
10~20%	25 (47.2)	40 (57.1)	19 (61.3)	84 (54.5)	9.921
20~30%	18 (34.0)	25 (35.7)	6 (19.4)	49 (31.8)	
30~40%	7 (13.2)	4 (5.7)	5 (16.1)	16 (10.4)	
40~50%	3 (5.7)	0 (0.0)	1 (3.2)	4 (2.6)	
50% 이상	0 (0.0)	1 (1.4)	0 (0.0)	1 (0.6)	
소금별 절임류 차이 인식					
예	13 (24.5)	25 (35.7)	16 (51.6)	54 (35.1)	6.325*
아니오	40 (75.5)	45 (64.3)	15 (48.4)	100 (64.9)	
절임류 가격 수용					
10~20%	27 (50.9)	41 (58.6)	23 (74.2)	91 (59.1)	7.767
20~30%	16 (30.2)	21 (30.0)	4 (12.9)	41 (26.6)	
30~40%	6 (11.3)	4 (5.7)	4 (12.9)	14 (9.1)	
40~50%	4 (7.5)	3 (4.3)	0 (0.0)	7 (4.5)	
50% 이상	0 (0.0)	1 (1.4)	0 (0.0)	1 (0.6)	

Table 4. 계속

	10~20 (n=53)	30~40 (n=70)	50~60 (n=31)	Total (n=154)	χ^2
각종 장류에의 소금 사용 의사					
고추장					
천일염	35 (66.0)	54 (77.1)	28 (90.3)	117 (76.0)	
저나트륨	2 (3.8)	6 (8.6)	1 (3.2)	9 (5.8)	
정제염	1 (1.9)	1 (1.4)	0 (0.0)	2 (1.3)	
상관없다.	15 (28.3)	9 (12.9)	2 (6.5)	26 (16.9)	
된장					
천일염	32 (60.4)	52 (74.3)	27 (87.1)	111 (72.1)	
저나트륨	4 (7.5)	6 (8.6)	1 (3.2)	11 (7.1)	
정제염	2 (3.8)	3 (4.3)	1 (3.2)	6 (3.9)	
상관없다.	15 (28.3)	9 (12.9)	2 (6.5)	26 (16.9)	
간장					
천일염	32 (60.4)	47 (67.1)	30 (96.8)	109 (70.8)	
저나트륨	3 (5.7)	9 (12.9)	0 (0.0)	12 (7.8)	
정제염	1 (1.9)	3 (4.3)	0 (0.0)	4 (2.6)	
상관없다	17 (32.1)	11 (15.7)	1 (3.2)	29 (18.8)	

2. 관능검사 결과

1) 소금물 관능검사

소금물에 대한 관능검사를 실시한 결과, 짠맛은 정제염 (6.3±0.3)이 가장 높게 나타났으며, 그 다음 천일염 (5.5±0.2), 저나트륨염 (3.8±0.2) 순으로 높게 나타났다 (p<0.001). 전반적인 기호도는 천일염 (5.3±0.2)과 정제염 (5.3±0.3)이 저나트륨염(4.2±0.2)보다 높게 나타났다 (p<0.001).

Table 1. Sensory evaluation of Salt water

	저 나트륨염	천일염	정제염	F-value
짠맛	3.8±0.2 ^a	5.5±0.2 ^b	6.3±0.3 ^c	31.69 ^{***}
쓴맛	2.9±0.2 ^a	2.8±0.2 ^a	3.1±0.2 ^a	0.38
비린맛	5.9±0.3 ^b	4.9±0.2 ^a	5.2±0.2 ^a	3.86 [*]
전체적 기호도	4.2±0.2 ^a	5.3±0.2 ^b	5.3±0.3 ^b	6.94 [*]

Values are presented at Mean±SD

abc superscripts within row are significantly difference at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test

* : p<0.05 *** : p<0.001

2) 배추절임 관능검사

배추절임의 관능검사를 평가한 결과, 전체적으로 유의적인 차이를 보였다. 짠맛은 천일염 (7.5±0.3)이 정제염 (6.3±0.4)과, 저나트륨염 (6.0±0.3) 보다 높게 나타났다 (p<0.001). 반면, 쓴맛은 저나트륨염 (5.8±0.3)이 가장 높았으며, 천일염 (4.9±0.2)이 가장 낮았다 (p<0.05). 감칠맛은 천일염 (5.9±0.2)이 가장 높고 정제염 (5.8±0.3), 저나트륨염 (4.7±0.2) 순으로 나타났다 (p<0.001). 단맛은 저나트륨염 (4.3±0.3)과 정제염 (4.6±0.3)에 비해 천일염 (5.5±0.2)이 높은 것으로 나타났다 (p<0.05). 전체적인 기호도는 천일염 (6.9±0.2)을 가장 선호하는 것으로 조사되었다 (p<0.001).

Table 2. Sensory evaluation of pickled Chinese cabbages

	사용하는 소금의 종류			F-value
	저 나트륨염	천일염	정제염	
짠맛	6.0±0.3 ^a	7.5±0.3 ^b	6.3±0.4 ^a	7.40 ^{***}
쓴맛	5.8±0.3 ^b	4.9±0.2 ^a	5.0±0.3 ^a	3.28 [*]
단맛	4.3±0.3 ^a	5.5±0.2 ^b	4.6±0.3 ^a	6.21 [*]
감칠맛	4.7±0.2 ^a	5.9±0.2 ^b	5.8±0.3 ^b	8.67 ^{***}
씹힘성	7.5±0.2 ^a	7.7±0.2 ^a	8.1±0.3 ^a	1.37
전체적 기호도	5.0±0.2 ^a	6.9±0.2 ^b	6.8±0.3 ^b	18.99 ^{***}

Values are presented at Mean±SD

abc superscripts within row are significantly difference at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test

* : p<0.05 *** : p<0.001

3) 시금치 된장국 관능검사

시금치 된장국의 관능검사를 실시한 결과, 짠맛은 천일염 된장 (5.5±0.3)을 사용한 시금치 된장국이 가장 높게 나타났다 (p<0.001). 반면, 쓴맛, 신맛, 뽀은맛, 감칠맛 등에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 전체적인 기호도는, 천일염 된장 (5.5±0.3)을 가장 선호하였으며, 그 다음 정제염 (5.4±0.3), 저나트륨염(4.1±0.4) 순으로 나타났다 (p<0.05).

Table 3. Sensory evaluation of the spinach Doenjang soup

사용된 된장의 종류 (소금별)				
	저나트륨염	천일염	정제염	F-value
짠맛	3.4±0.3 ^a	5.5±0.3 ^b	4.2±0.2 ^a	13.11 ^{***}
쓴맛	3.0±0.4 ^a	4.0±0.3 ^b	3.1±0.2 ^a	3.70
신맛	3.2±0.4 ^a	4.0±0.3 ^a	3.3±0.3 ^a	1.78
뽀은맛	3.3±0.4 ^a	4.0±0.3 ^a	3.7±0.3 ^a	1.13
감칠맛	4.1±0.4 ^a	4.8±0.3 ^a	4.5±0.3 ^a	0.95
전체적 기호도	4.1±0.4 ^a	5.5±0.3 ^b	5.4±0.3 ^b	4.42 [*]

Values are presented at Mean±SD

^{abc} superscripts within row are significantly difference at p<0.05 by Duncan's multiple range test

* : p<0.05 *** : p<0.001

참고문헌

1. Kim SH, Kin SJ, Kim BH, Kang SG, Jung ST. 2000. Fermentation of doenjang prepared with sea salts. Korean J. Food Sci. Technol 32: 1365-1370
2. Kim SJ, Kim HL, Ham KS. 2005. Characterization of kimchi fermentation prepared with various salts. Korean J. Food Preserv. 12: 395-401
3. Lee EJ. 2011. Salt sensitivity characteristics and the effect of DASH diet in hypertensive Korean subjects. Graduate School the Catholic University of Korea

제 3 장 국내산 천일염 표준화 연구

제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

국내 갯벌 천일염은 생산시기, 생산지 그리고 생산방법에 따라 염화나트륨, 황산이온, 미네랄의 함량이 많은 차이를 보인다. 또한 원료로 사용하기 전 쓴맛을 내는 불용분 (간수)을 제거하고 사용하여야 한다. 현재 방법은 소금창고에 장기간 (3년) 저장하거나 염전지역에 설치된 천일염 종합처리장을 이용하여 세정과정을 거쳐 불용분 (간수)을 속성으로 제거한다. 천일염을 식품 또는 제품의 소재로 사용하기 위해서는 품질이 균일하고 위생적이며 안전한 제품 생산기술과 품질 표준화가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 천일염의 품질을 균일하게 하는 기술을 조사 분석하고 천일염에 적합한 기술을 명하고 식염기준의 주요 성분의 적정 기준을 비교 분석하여 표준화하는데 있다. 또한, 한국산 천일염의 우수성을 국내외에 널리 알려 국제적 인지도를 높이기 위하여 한국산 천일염의 미네랄 성분을 분석하고 정량/정성분석을 실시함으로써 다른 나라의 천일염과의 차별성을 부각하여 국제 소금시장에서 경쟁적 우위를 차지하게 하기 위함이다.

2. 연구개발의 필요성

식품공전상의 식염이라 함은 해수나 암염 등으로부터 얻은 염화나트륨이 주성분인 결정체를 재처리하거나 가공한 것 또는 해수를 결정화하거나 정제, 결정화한 것으로 표 1-1과 같이 구분된다.

표 1-1. 소금의 정의

구분	정의
천일염	바닷물을 염전에서 바람과 태양열로 수분을 증발시켜 결정화한 것
암염	지층이나 바위와 같이 암석을 이룬 소금을 채취한 것
정제염 (기계염)	해수를 이온교환막에 전기 투석시켜 정제한 농축함수를 증발관에 넣어 제조한 것

천일염은 염전에서 해수를 자연 증발시켜 얻은 염화나트륨이 주성분인 결정체와 이를 분쇄, 세척, 탈수과정을 거친 염으로 정의되어 있으며, 천일염은 염화나트륨 함량이 80~86% 정도로 낮고, 염화나트륨 외에도 MgSO₄, CaSO₄, CaCl, KCl 등 영양학적으로 유용한 여러 종류의 천연 미네랄을 다량 함유하고 있어 전통식품인 김치, 젓갈류 등 발효식품에 가장 적합한 소재로 알려져 식품으로서의 가치가 증가하고 있다.

우리나라에서 생산된 천일염은 염도는 낮지만 미네랄의 함량은 높다. 해수의 미네랄 조성 and 생산 환경에 따라 함유하는 미네랄 조성과 생산환경에 따라 함유하는 미네랄의 조성이 다르지만 많은 종류의 미네랄을 함유하며 칼륨, 칼슘, 마그네슘의 성분이 많이 존재한다.

국내 서남해안은 세계적으로도 보존가치가 높은 갯벌자원으로, 특히, 국내 갯벌 천일염은 프랑스 게랑드에서 생산된 천일염과의 품질비교에서 미네랄 함량이 3배 이상 높아 세계적으로 희귀한 갯벌 천일염으로서의 희소성을 지니고 있다.

표 1-2. 세계 주요국 천일염 성분

(unit : %)

구분	염도 (%)	수분 (%)	불용성분 (%)	황산이온 (%)
국내산	85.03	8.9	0.02	0.25
프랑스	90.30	7.51	0.19	0.47
중국	95.09	1.49	0.12	0.43
멕시코	99.30	1.05	0.00	0.08
국산정제염	99.05	0.15	0.00	0.01

표 1-3. 세계 주요국 천일염 미네랄 분석

(unit : mg/kg)

구분	국산	프랑스	중국	베트남/일본	멕시코/호주
칼슘 (mg)	1,429	1,493	920	761	349
칼륨 (mg)	3,067	1,073	1,042	837	182
마그네슘 (mg)	9,797	3,975	4,490	3,106	100
나트륨 (mg)	308,767	340,679	307,550	347,517	379,128

전 세계 소금 생산량은 약 2억 6천만 톤으로 연평균 생산량이 증가하고 있는 추세이다. 아시아 지역의 소금 생산량은 7,796만 톤으로 세계 소금 생산량의 30.5%를 차지하고, 유럽과 북아메리카 지역은 각각 27%, 26%를 차지하고 있다.

우리나라의 경우, 식염 56만 톤 (전체수요의 17%)은 국내공급에서 충당하고 있는 반면, 화학

공장에서 필요한 공업용 소금은 대부분 수입에 의존하고 있다.

표 1-4. 우리나라의 소금 수급현황

(unit : 천톤, %)

구 분	수 요	공 급				
		국내염				수입염
		계	천일염	정제염	부산물염	
계	3,314	572	380	179	13	2,742

현재 우리나라는 염전 면적 총 3,778 ha 중 전남지역이 전국면적의 80%를 차지하고 있고 총 생산량의 91% 차지하며, 특히, 전남 지역 중 신안군이 전국 생산면적의 58%와 총 생산량의 62% 차지하고 있다 (그림1-1).

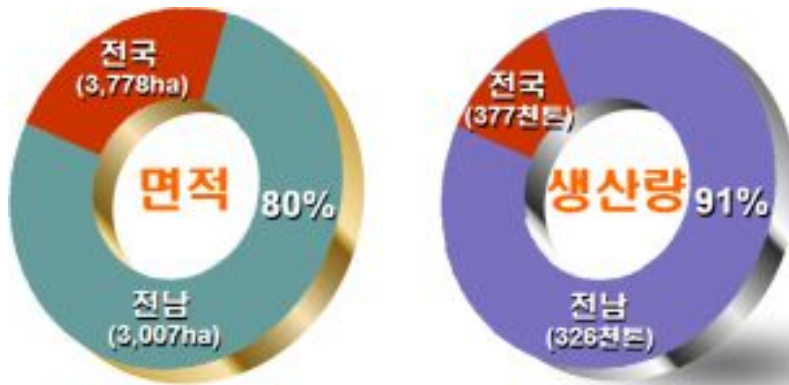


그림 1-1. 국내 염전 생산 면적 및 생산량

최근 베트남산 소금과 중국산 소금이 불법 유통되어 원산지를 속이고 가격을 최고 7배까지 올려 국산 천일염으로 둔갑하여 판매되고 있어 국산 천일염의 판매가 둔화되고 있는 추세이다. 그러나 베트남산 소금의 경우 사분이 너무 많아 누런빛을 띠고 있어 국내 식품규격기준 범위를 넘어 식용으로는 부적합하다.

국립 수산물 품질검사원의 소금과학센터 (NFIS salt science center)에서 소금성분을 분석한 결과에 따르면 국내 식품규격적합기준에서 염화나트륨은 70%이상, 불용분 0.15%이하, 사분 0.2%이하로 설정되어있다. 국내 천일염 규격기준과 비교해 베트남산 소금업체 세 곳의 소금성분을 분석하였을 때 불용분이 0.33%, 그리고 사분이 0.3%~1.0%까지 함유되어 있어 기준치보다 최고 5배 많은 모래가 섞여 있어 모두 식용으로는 부적합한 것으로 판정되었다. 따라서 국민들의 먹거리 식품안전을 보장하기 위하여 국내산 천일염의 특성 및 표준규격을 확립하여 투

명한 유통구조를 설정하고, 전세계시장에서 다른 나라 소금과 비교하였을 때 국내산 천일염의 장점을 부각하여 국제적 인지도를 높이기 위한 품질관리기준설정이 필요한 실정이다.

제 2 절 국내외 기술개발 현황

I. 천일염 산업 현황

1. 천일염 산업동향

가. 생산동향

(1) 천일염 생산과정

(가) 저류지로 바닷물 취입

염전 최상부에는 염전으로 들어갈 수 있는 바닷물의 저수지가 있어, 이 저수지에 바닷물을 유입하는 수로를 만들어 바닷물이 저수지에 모이게 한 후 저류지에 바닷물이 저장되어 염분 농도가 5%정도가 될 때까지 채운다. 또한 비닐판이 깔린 암반을 깨끗이 씻고 아침 6~7시경 25도의 함수를 염반에 넣는다. 이때 수심은 계절에 따라 바람이 심할 때는 1 cm정도로 깊게 하고 여름철에는 0.5 cm정도로 얇게 한다.

(나) 제 1~2 증발지로 이동

염분 농도가 5% 정도가 된 해수는 제1염전으로 옮겨져 염분농도를 높이면서 제2, 제3염전으로 이동한다. 제 3염전에서 염분 농도를 최종 체크하고 약 18%까지 농도가 높아지면, 18%를 넘은 단계에서 마지막 제4염전으로 옮긴다. 이러한 염전이동 과정은 3주일 이상 소요된다.

(다) 결정지에서 소금생성 (함수농도 22~23%)

오전 11시경이 되면 함수 표면 위에 소금 꽃이 뜨게 되고 표면에서부터 결정이 커지면서 염반바닥에서 결정이 시작된다. 결정 내부에는 공간이 생기거나 온도에 따라서 결정은 부풀러지고 쉽게 부서지기 쉽다. 오후 2시경이 되면 많은 결정이 염반 바닥에 쌓이게 되며 이때 날씨에 따라 다르지만 대략 2~3 cm가 대부분이다. 바람이 심하면 결정이 작아지고 추우면 결정이 낮아 얼음처럼 반짝거리고 쓴맛이 있어 제품가치가 없어진다.

(라) 채염

오후 2~3시경 염전 바닥에 희고 아름다운 입상모양의 결정이 침전되면, 조심스럽게 소금을 한군데로 모은다 이는 전통 기법에 의한 채취방법으로 채취직후의 소금은 해수를 충분히 포함하고 있어 유백색을 띄고 있다. 채염한 소금은 오후 4시경부터 인력 등으로 창고까지 운반하여 보관한다. 물이 빠진 후 상부의 오염물질을 10 cm정도 깨끗한 소금이 나올 때까지 긁어 낸다. 이때 소금을 한번 채염하고 나면 남아 있는 염전의 함수농도는 7~28%정도가 된다. 다시 채염을 시작하고 채염 후 새 함수를 보충한다. 만약 염반에서 결정 중 비가 오게 되면 염반 속의

함수는 모두 함수조 (해주)로 넣었다가 비가 개인 후 염반에 다시 공급한다. 이때 비로 인해 함수농도가 낮으면 25도의 함수조 (해주)에서 함수를 뽑아서 넣고 섞어서 사용한다.

(마) 소금창고, 야적장 보관

자연 탈수 (약 15일) 수확한 소금은 건조실에 채워 자연스럽게 수분이 빠질 때까지 약 2개월 간 대기한다. 자연 결정된 소금은 공기 중에 보관하여도 용해되지 않는다. 이 때 기계 등을 일체 사용하지 않고, 수분이 자연스럽게 빠져 나가기를 기다린다. 채취한 지 얼마 안된 소금은 유백색을 띄고 있지만, 이후 수분이 빠져나가 보슬보슬한 소금으로 모습이 바뀌는데 이는 자연에 맡긴 옛날부터의 전통적인 방법이다.

(바) 포장 출고

보슬보슬하고 흰 모습으로 변한 소금은 출하하게 되면 포장지에 담아 출고하게 된다. 이때 채취 과정에서 채취한 소금은 트럭과 배를 경유해 최종 소비자에게 판매한다. 천일염은 계절에 따라 맛에 차이가 나는 바 5월초~8월말경이 품질이 가장 좋고 그 중에서도 최적의 품질은 장마 전 비온 뒤에 생산된 천일염으로 알려져 있다. 간수가 빠진 소금 즉 제조일자가 긴 소금일 수록 가격이 높게 형성되어진다.

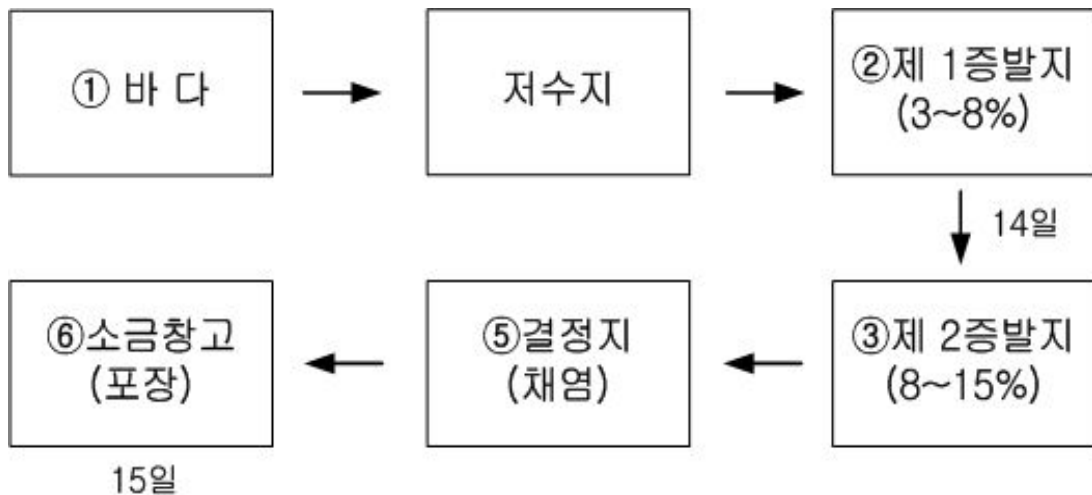


그림 2-1. 천일염 생산과정

나. 염전형태

(1) 토판염전

소금을 만드는 염전의 결정지 바닥에 어떠한 인공시설도 하지 않고 자연 갯벌을 툴러로 단단히 다져 갯벌의 흙에서 소금을 만드는 염전으로 결정지 바닥 고르기 등 과중한 노동력 부담, 낮은 생산성, 작업환경의 열악성과 불편성이 문제점으로 대두된다. 천일염 생산의 전체 면적의 5%미만으로 나타났으나 천연 미네랄 성분과 인체의 유익한 무기질성분이 풍부한 토판염의 중요성이 대두되면서 토판염 면적이 약간 증가하고 있다.

(2) 장판염전

결정지 바닥에 친환경소재 합성수지 장판을 깔아 만든 염전으로 전체 염전면적의 95%수준으로 나타났으며 생산성은 높으나 토판염 보다 상대적으로 낮은 미네랄 함량으로 토판염보다 낮게 인식되어 가격이 낮은 수준이다.

(3) 타일판 염전

일부 염전에서 채취 작업의 편리와 일사광선의 흡수율을 높이기 위해 결정지 바닥에 검은 타일을 깔 염전이 사용된다.

(4) 옹판패 염전

타일염전이나 장판염전과 같은 목적으로 95년 이후 결정지 바닥에 옹기조각을 깔 염전이다.

다. 소금의 종류 및 특징

(1) 천일염 (天日鹽, 海鹽, SOLAR SALT)

관세품목분류표상 세번 2501.00-1020이며 세율 1%이고 식품위생법, 원산지표시대상물품 및 공업용은 유통 이력대상물품이다. 이는 해수를 염전에 끌어 들여 태양열, 풍력, 자연력에 의해 증발시킨 결정체로 백색(회색)이거나 투명하며 일반가정조미용, 김치절임용, 젓갈제조용으로 사용된다.

(2) 정제염 (가루소금, REFINED SALT)

관세품목분류표상 세번 2501.00-9090이며 세율 8%이고 식품위생법, 원산지표시대상물품 및 공업용은 유통이력대상물품이다. 국내산 정제염은 바닷물을 이온 교환막에 전기 투석시켜 추출한 함수(鹹水)를 증발시설에 넣어 결정체염을 제조한 소금으로 순도가 높고 불순물이 적어 위생적이며 입자가 일정하며 식품용, 공업용, 정수 및 염색용등으로 사용. 중국산 정제염은 암염에서 추출한 함수(鹹水)를 진공증발관에 통과시켜 생산하며 암염에서 추출한 함수를 사용한다는 것을 제외하고 전체적인 공정은 이온교환막식 원리와 비슷하다. 국내산 정제염은 현재 (주)한주에서만 생산하며 식용, 통조림가공용으로 사용하며 고결방지제로 첨가하는 페로시안화이온이 첨가되어 있지 아니하나 중국산 정제염은 정수용, 공업용 (공장기계설비등), 염색착색용 등으로 사용되며 식품공전상 페로시안화이온의 함량이 0.1 g/ton 이하 이어야 한다.

(3) 재제염

관세품목분류표상 세번 2501.00-9090이며 세율 8%이고, 천일염과 정제염을 녹인 물을 여과하여 불용분(이물질)은 제거한 뒤 깨끗한 소금물을 가열하여 재결정시킨 소금으로 부피가 크고 용해속도가 빠르다는 특징이 있어 일반 가정조리용등 식품용으로 주로 사용된다.

(4) 암염 (ROCK SALT)

관세품목분류표상 세번 2501.00-1010이며 세율 1%이고 식품위생법상 원산지표시대상물품이다. 암염은 호주(회색)나 파키스탄(황갈색) 등지로부터 수입되는데 광산에서 채석시에는 바위 덩어리만한 것을 용도에 따라 크기를 다르게 하여 수입되며 공업염·식염·소다 원료 등으로 사용한다.

표 2-1. 소금의 종류 및 특징

구분	천일염	정제염	재제염	암염	
세 번	2501.00-1020	2501.00-9090	2501.00-9090	2501.00-1010	
관세율	1%	8%	8%	1%	
부과세	식용 : 없음	식용 : 없음	식용 : 없음	식용 : 없음	
	공업용 : 있음	공업용 : 있음	공업용 : 있음	공업용 : 있음	
이온교환막식					
제조 공정	염전에서 해수를 증발시킨 결정체	해수를 이온교환막식으로 염화나트륨 추출 (국내산 제조공정)	천일염과 정제염을 녹인 물을 여과하여 재결정	광산에서 채취 바위덩어리 모양을 분쇄	
		진공증발관식 암염이나 천일염을 용해한 것을 진공 증발관에 넣어 제조 (수입산 제조공정)			
생산지	국내산	전남 신안 등	(주)한주 (울산)	(주)영진그린	-
	외국산	중국 산둥성, 호주, 멕시코, 베트남 등	중국, 일본, 대만	-	미국, 영국, 독일, 러시아
유통	집산지 거래와 집산지의 거래	특약점 거래와 직접판매	-	-	
보건 위생	전근대적 생산방식과 해수오염 가능성우려	-	불순물을 제거한 위생염	-	
용도	식용	식용	식용	식용	
수입	공업용, 재제염 원료	공업용	-	공업용	

라. 천일염 생산기반

(1) 염전규모 및 업체 수

2010년 현재 전국의 염전 허가면적은 4,649 ha이며, 이 중 조업면적은 3,778 ha로 가동률은 81.3%이다. 이때 천일염 제조허가 업체 수는 1,268개이며, 이중 생산 업체는 1,104개소이다.

전국의 염전 가동면적과 생산업체수에 천일염 주산지인 전남지역의 비중은 각각 79.6%와 90.6%로 나타나고 있다. 전국 천일염 생산업체 당 가동 염전면적은 3.42 ha로 비교적 영세 규모로 나타나고 천일염 생산의 심한 변동성을 고려하여 최근 11년간 전국의 평균 생산량을 고려한 업체당 생산량은 269 톤 (78.7 톤/ha)으로 천일염의 상품적 특성을 고려할 때 영세한 규모라고 할 수 있다. 표 2-2는 농림 수산 식품부, 통계청, 전라남도, 대한염업조합 2010년 자료로 천일염의 염전규모 및 업체 수를 보여준다.

표 2-2. 천일염 염전규모 및 업체 수 (2010)

(unit : ha, 개, 톤)

구 분	면 적			업 체 수		생산량 (2010)
	허가	가동	휴업	허가	생산	
전국	4,649	3,778	871	1,268	1,104	222,448
전남	3,330 (71.6)	3,007 (79.6)	323 (37.1)	1,134 (89.6)	1,000 (90.6)	192,608 (86.6)
경기·인천	394	158	236	40	26	5,341
충남·전북	925	613	312	94	78	24,499

국내 단일염전 가운데 규모가 가장 큰 곳은 신안군 증도에 있는 태평염전이다. 태평염전 면적이 4.6 km²나 되고 이곳에서 연간 1만6,000 톤의 소금이 만들어지는데 이는 국내 천일염의 6%에 해당되는 양이다.

(2) 생산시설

해주는 기상 이상 시 (장마,우천 시 등) 증발지나 결정지의 함수를 저장하는 창고로 현재 전체 해주의 70%가 슬레이트 지붕으로 되어 있으며 소금창고는 결정지에서 채염된 소금을 저장·숙성, 출하를 위한 단순 포장하는 창고로 역시 대부분 석면함유의 슬레이트 지붕이다. 최근에는 지붕의 소재를 친환경소재로 교체를 하고 있다. 산지종합처리장은 모두 08년 이후에 설립된 시설로 전남지역에 8개소만 있다. 표 2-3은 신안군청 천일염산업과, 전남도청 천일염계 자료로 천일염 생산기반 시설 현황이다.

표 2-3. 천일염생산기반 시설현황

(단위 : 개소)

시설명	신안군	전남	전국	비고
해주	3,900	5,418	6,256	
소금창고	980	1,355	1,565	
산지종합 처리장	7	1 (목포)	8	대상㈜청정원, CJ제일제당, 전남개발공사(2), 태평염전, 대한염업조합, 지도영농조합, 임자영농조합

(3) 연도별 천일염 생산

아래 표 2-4는 통계자료는 광공업생산지수 작성을 위해 수집된 품목별 자료 중 전국을 대표할 수 있는 전수조사 품목 (단, 개별사업체 비밀보장이 가능한 범위의 품목)과 표본조사 품목의 경우 표본 추출률 대비 추출비중이 90%이상 되는 품목에 한해 제공하고 있으며, 품목별 생산, 출하, 재고, 내수, 수출량을 보여주고 있다. 조사대상으로 선정된 사업체의 실적만으로 작성된 것이다. 생산량 추이는 2006년 이후 등락이 심한 가운데 생산증가 추세를 보이는 것이 특징이며 2011년 372천 톤이 생산되었으나 생산 물량이 안정적이라고 보기는 어렵다. 2010년은 222천 톤으로 전년의 382천 톤 대비 42%나 감소하다가 2011년에는 150천 톤의 생산량 증가로 67%나 증가세를 보였다. 천일염 생산기반은 불안정하며 매년 변화가 심하여 금후 유통확대 관점에서 생산기반의 안정적 구축이 필요하다는 것을 시사하고 있다.

표 2-4. 천일염 연도별 생산 출하량 변화

(unit : 톤)

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011
품목별 생산량	285,568	296,108	384,304	382,270	222,509	372,230
품목별 출하량	297,460	319,360	344,809	398,800	235,574	369,920
품목별 재고량	47,477	25,725	65,220	17,150	23,810	22,743
품목별 내수량	297,460	319,360	344,809	398,800	235,574	369,920

2. 가공동향

가. 원료천일염의 가공형태

(1) 1차 가공

원료천일염의 성분이나 상품형태를 크게 변화시키지 않고 단순히 불순물 제거와 포장개선 등을 통하여 상품성 향상이 이루어지는 형태로 단순가공은 원료천일염을 소금창고 등에서 원심분리기로 탈수하여 포장하거나 장기간 보관하여 간수제거 후에 선별작업을 거쳐 용도별로 포장한다. 정밀 1차 가공은 기계화된 공정 (SPC 등)으로 세척·건조·탈수·선별 등의 과정을 거쳐 불순물 등을 완벽하게 제거하여 수분함량 5%미만으로 하여 용도별 (절임, 식탁, 식품가공)또는 포장규격별로 상품화한다.

(2) 2차 가공

1차 가공을 거친 천일염이나 원료천일염에 식품 또는 식품첨가물 등과 혼합한 가공소금을 상품화하거나 태움·용융 과정의 반복을 통하여 성분이 변화된 다양한 형태의 기능성 천일염을 상품화하는 형태이다. 함초소금, 마늘 소금, 죽염, 구운 소금이 2차 가공제품으로 속한다.

(3) 고차 가공

천일염 형태가 그대로 보존되는 식용소금기능의 상품이라기보다는 천일염의 약리적 성분을 활용하여 천일염의 이화학적 성질이 완전히 변환된 것으로 상품화하는 형태로 이·미용소금, 천일염을 이용한 건강보조식품이 있다.

나. 가공업체별 현황

천일염 가공산업의 활성화는 2008년 이후로 최근 2~3년간에 이루어진다. 신안천일염연합사업단은 원심분리하여 수분을 제거하는 단순가공에 지나지 않지만 사업실적은 230억원으로 가장 많이 차지하고 있다. 미가식품, 영진그린식품, 신안메이드 등이 1,2차 가공을 겸하며 청수식품, (주)태평소금, 솔섬식품(주) 등은 3차 가공에도 참여하고 있으며 이들은 모두 식품 유통기업의 OEM 방식의 사업형태를 띄고있다. 이렇듯 대부분의 중소기업체는 1차 2차 3차 등 복합가공형태를 취하고 있으며 자사 공급원료 목적이 아닌 식품유통기업 또는 식품가공업체의 OEM 납품형태를 취하고 있다.

신안천일염(주)는 대상, 신의도천일염(주)는 CJ에서 투자한 1차 가공업체이다. 가공업체중에서 청수식품, 태평소금, 신안메이드, 바이오테크, 영진그린식품, 미가식품, 오가닉솔트, 신안솔트 등이 수출에 참여하고 있으며 그 중 청수식품의 수출액이 703백만원으로 주요 업체 수출액 1,266백만원의 56%를 차지하고 있는 것이 특징이다. 전체적으로 원료천일염 매출액이 800억원 (추정) 가공품 매출액 (단순가공 포함)이 680억원, 합계 1,480억원이 국산시장이고 2011년 수입액 1,954억원을 합산하면 3,434억원이 되어 천일염의 시장규모가 된다. (표 2-5)

표 2-5. 가공 업체별 매출 현황 (2011년)

연번	기업명	'11년 판매액 (백만원)			직원 수 (명)				
		계	국내	수출	계	내국인		외국인	
						정규	비정규	정규	비정규
	합계	67,942	66,675	1,266	303	237	37	0	29
1	청수식품(주)	6,719	6,016	703	28	24			4
2	(주)태평소금	10,020	9,977	43	51	48			3
3	(주)신안메이드	2,500	2,482	18	33	18	15		
4	마하탑	3,200	3,200		15	15			
5	바이오테크(주)	410	167	243	8	8			
6	영진그린식품(주)	8,806	8,626	180	28	19			9
7	신안천일염(주)	5,012	5,012		21	21			
8	신의도천일염(주)	2,975	2,975		22	13	9		
9	미가식품	1,000	995	5	12	8			4
10	(주)해여름	1.5	1.5		5	5			
11	영백염전 오가닉솔트(주)	983	953	30	7	3			4
12	영농조합법인 신안솔트	190	184	6	5	5			
13	전남개발공사	930	930		4	4			
14	대한염업조합				7	7			
15	삼손푸드(주)	370	370		7	6	1		
16	솔섬식품	398	398		9	6	3		
17	죽력원	120	120		6	4	2		
18	영광천일염영농조합	97	97		2	1			1
19	선한세상	80	80		3	2	1		
20	(주)도초영농조합법인	60	60		4	4			
21	신안머드솔트영농조합	100	100		0				
22	(주)솔트리	300	300		6	6			
23	백서영농조합법인	300	300		6	2			4
24	신안천일염 연합사업단	23,000	23,000		5	4	1		
25	황토천일염영농조합	200	162	38	5		5		
26	국산천일염유통영농조합	170	170		4	4			

다. 천일염 가공산업의 특성

가공 상품의 부가가치율이 상대적으로 낮아 1차 가공중심의 저부가가치 산업이다. 1차 가공 산업 참여 업체가 많지만 2차 및 3차 가공산업을 위한 실제 R&D 기반이 구축되지 못하고 있다. 2010년 기준 1차 가공상품 매출액 비중은 56.3%, 원료천일염 사용량 비중은 83.8%로 나타나 있는 반면 3차 가공상품의 매출액과 원료천일염 사용량 비중은 각각 2.9%와 0.6%에 불과하다. 천일염 가공산업은 시장규모가 매우 영세하고 가동률이 낮다. 즉, 염전에서 생산된 원료천일염 중 90%는 가공되지 않은 원염상태로 판매되고, 나머지 10% 정도가 가공 원료로 사용되었으나, 이 중 84%가 부가가치가 낮은 1차 가공에 사용된다.

천일염 가공 상품 판매구조는 중소 영세업체 중심의 가공업체들이 절대적이다. 자체 판매 비중이 낮고 판매구조가 불안정하며 거래 교섭력도 높지 않다. 여기에 2008년 이후 천일염 가공 산업의 후발업체인 대규모 식품기업이 진출함에 따라 점차 규모의 양극화 현상이 진행되고 있는 것이 현실이다. 천일염 가공업체의 원료조달의 불안정성이 높으며 가공업체의 원료천일염 조달방식 중 가공업체들이 필요 시 수시로 구입하는 비율이 상대적으로 높게 나타나고 있으며 전체적으로 원료조달이 안정적이지 못한 비율이 약 50%수준이다. 이는 앞서 생산량 변화에서 설명한 바와 같이 생산량 자체의 변화가 심하기 때문에 가공업체의 원료조달 불안정성에 영향을 주는 것이라고 여겨진다. 안정적인 조달을 위해서는 가공업체와 생산자간에 통합적 구조가 필요하다. 그러나 생산 인프라에 대한 공동투자 형태 등이 필요함에도 불구하고 현실은 이러한 구조까지 이르고 있지 못하다.

3. 수급동향

(1) 국내 수급현황

아래 표 2-6의 국내 소금의 수급동향에 의한 국내 소금 수급구조를 살펴보면 국내 총 소금공급량과 수요량은 연도별로 어느 정도의 차이는 있으나 대체로 약 320~350만 톤 내외 수준으로 나타났다. 그러나 공급이나 수요 어느 측면에서도 일정하게 증가하거나 감소하는 추세를 보이지 않으며 수요량도 공업용이거나 식용이거나 일정한 패턴을 보이지 않았다. 따라서 공급량도 연도별 증감에 변화의 추세가 나타난다고 할 수 없다. 공급 측면에서 보면 국내산과 수입산의 공급비중이 각각 약 15%와 85%로 수입염 중심의 공급구조이다. 국내염 공급비중인 15%중에서 천일염과 기계염의 공급비중이 각각 70%와 30%로 천일염의 비중이 상대적으로 매우 높게 나타났다.

국내 소금의 용도별 수요구조를 보면 식용과 공업용이 각각 약 20%와 80% 수준으로 나타났다. 식용의 경우에 천일염과 기계염의 비율은 최근 수년간 약 8 : 2의 비율이었으나 2009년에 기계염의 비율이 10%로 크게 낮아졌다. 그러나 2003년에도 10% 수준이었기에 이것이 하나의 추세라고 볼 수 없다. 공업용의 경우 최근 5년간 평균 천일염 비중이 97%~98.7%를 차지하여 압도적으로 기계염의 비중을 능가하고 있으며 이는 국내 소금의 수급에서 수요 및 공급측면이나, 용도별, 소금 종류별 어떤 측면을 살펴봐도 일정한 추세를 보이지 않는다.

표 2-6. 국내 소금 수급현황

(unit : 천 톤)

구분	2000	2001	2003	2005	2007	2008	2009	
공 급	천일염	348	261	155	379	296	384	377
	기계염	241	240	106	173	171	159	159
	소계	589	501	261	552	467	543	536
	수입염	2,358	2,581	2,692	2,698	2,894	3,096	2,742
	부산물염	19	16	8	7	14	13	10
계	2,966	3,098	2,961	3,257	3,375	3,592	3,288	
식 용	천일염	432	381	547	507	486	496	537
	기계염	167	172	60	115	141	120	63
	소계	599	553	607	622	627	616	600
수 요	천일염	2,218	2,446	2,635	2,494	2,693	2,937	2,625
	기계염	62	97	46	58	83	39	63
	소계	2,280	2,543	2,681	2,552	2,776	2,976	2,688
	계	2,879	3,096	3,288	3,174	3,404	3,592	3,288

가. 수요 용도별 현황

천일염의 소비용도는 아래 표 천일염의 소비용도에 나타나 있는 바와 같이 크게 식용과 공업용으로 나뉜다. 과거 8년간의 소비용도별 점유율을 평균적으로 살펴보면 전체 소비용도에 식용이 17.8%, 공업용이 82.2%로 나타나 있으며 식품 및 공업용의 용도별 세분화된 설명은 표 2-7과 같다.

표 2-7. 천일염의 소비용도

(unit : 천 톤)

구분		2001	2002	2005	2006	2007	2008	점유율 평균 (%)		
식 용	일 반 가 정 용	김장용	73	74	78	79	78	89	14.0	
		간장/ 된장	60	54	59	59	59	59	10.4	
		식탁용	72	71	79	77	76	87	13.8	
		소계	205	199	216	215	213	235	38.2	
	공 업 용	식품	수산물가공	139	119	165	160	160	160	26.9
			장유공업용	67	50	65	55	55	55	10.3
			식품절입용	64	61	61	66	65	86	12.0
			식품가공용	78	53	82	65	65	80	12.6
			소계	348	283	373	346	345	381	61.8
	계		553	482	589	561	558	616	100 (17.8%)	
공 업 용	일 반 공 업 용	정수종이용	27	21	32	26	26	36	1.1	
		염색유지용	31	21	31	34	34	35	1.2	
		피혁제조용	45	38	35	35	35	50	1.5	
		식육부산물	14	11	23	27	26	27	0.8	
		사료용	57	43	70	65	65	70	2.4	
		농업용	7	3	25	23	23	23	0.6	
		기타	16	11	26	20	20	20	0.7	
		소계	197	148	242	230	229	229	8.3	
화 학 공 업 용	화 학 공 업 용	가성소다용	2,317	2,236	2,318	2,397	2,397	2,397	90.7	
		염료용	15	13	17	15	15	15	0.7	
		기타	8	7	8	9	9	9	0.3	
		소계	2,340	2,256	2,343	2,421	2,421	2,421	91.7	
계		2,537	2,404	2,585	2,651	2,650	2,682	100 (82.2%)		
합계		3,090	2,886	3,174	3,212	3,208	3,298	100%		

(1) 식용 용도

(가) 식품절임에 이용

배추를 절여서 갖가지 양념과 버무려 만드는 김치는 소금의 종류에 따라 맛이 달라지는 대표적인 음식이다. 배추를 절이는 것은 장기간 저장이 가능하도록 할 뿐 아니라 양념이 배추 속으로 적절히 배어들게 하는 과정으로 정제염으로 절이게 되면 배추 조직에서 물이 너무 많이 빠져나와 조직이 물어지고 소금 흡수량도 많아져 짜고 쓴맛을 내는 현상이 발생한다.

미네랄이 풍부한 갯벌천일염은 미네랄이 거의 없는 정제염보다 항당뇨, 항고혈압, 항산화 등의 건강기능성이 우수하다는 사실이 입증되고 있으며 포장형태도 30 kg대용량에서 소비자가 원하는 소량 포장으로 제품을 가공가능하다.

(나) 저장식품으로 이용

콩, 밀 등을 이용한 장류나 여러 가지 해산물을 이용한 젓갈은 주재료와 천일염에 의하여 맛이 결정된다. 국내산 천일염으로 제조한 된장의 경우 체내 흡수가 용이한 제니스테인과 다이드제인의 생성속도가 외국산 천일염으로 제조한 된장보다 빠르다고 보고된 바 있다. 3년 이상 간수가 빠진 소금은 소금의 쓴맛이 제거되어서 예로부터 종가집에서는 3년 이상된 소금으로 저장식품에 사용한다. 된장, 간장 등은 간수를 뺀 천일염을 이용해야 깊은 맛이 나고 발효가 잘 되어 오래될수록 향과 맛이 좋아진다. 국내산 천일염으로 제조한 김치, 된장, 젓갈 등의 발효특성 및 품질개선의 연구가 수행된 바 있다.

(다) 가공식품의 이용

천일염은 식재료의 신선함과 풍미를 유지하면서 장기간 보존하는데 필수적인 역할을 한다. 또한 별도의 냉장시설이 없던 옛날에는 다양한 생선, 조개류를 천일염에 절임으로써 신선도를 유지한다. 예를 들어 성포의 굴비, 안동의 간고등어, 네덜란드의 청어저림, 캐비어 등이 있으며 햄과 소시지 등 육가공품과 어묵제품의 맛을 내는 단백질을 활성화시키고 씹는 맛을 좋게 만드는 역할을 한다.

(2) 다양한 산업제품의 원료

소금은 유황, 석회암, 석탄, 석유와 더불어 화학공업의 5대 원료 중 하나로 주로 화합물의 제조에 활용한다. 나트륨은 황산나트륨을 포함한 여러 화합물의 제조에 사용되고 있으며 염소는 소독 및 표백제, 의약품, 비닐 등을 만드는데 이용된다. 또한 섬유, 화장품, 페인트, 사진, 고무, 펄프, 유리, 비누, 염료, 도자기, 배터리, 접착제, 화약 등의 원료 또는 공정에서도 소금이 이용된다. 가죽을 부드럽게 하거나 종이를 표백하는데도 중요한 역할을 하며 플라스틱 제조에도 활용되는데 염색된 옷감은 물감이 빠지지 못하도록 소금물로 헹구는 공정이 필수이며 금속과 알루미늄의 불순물 제거과정에도 사용된다. 또한 도자기표면에 유리광택을 내는 유약이나 적외선 발광용 렌즈, 프리즘은 빛을 반사하는 소금결정의 특징을 이용한 제품과 겨울철 도로제설용과 빵 제조 시 이상발효를 억제하는 작용에도 소금은 중요한 존재로 자리 매김한다.

나. 천일염 유통체계

(1) 원염 생산자

원염을 생산·출하, 계약생산·납품, 1차 가공 및 판매를 하는 기능을 하는데 이는 사업운영 형태별로 다양한 양상을 보이며 염전소유개별생산자, 임차생산자, 위탁생산자, 1차 가공겸영자등

이 있다. 위탁생산자는 연봉제로 주요 식품가공업체와 계약관계에 있다.

(2) 산지단계 유통주체

생산자단체는 개별조직과 연합사업 조직으로 나뉘어 포장화, 상품화한다. 작목반단위에서 가공, 판매법인과 지역농협 단위 공동판매사업으로 단순가공 형태의 상품화와 포장재 및 포장규격화를 실행한다. 연합사업단은 지역농협의 공판활동을 하며 비축·판매사업, 소포장·판매사업, 산지유통시설설치 사업을 전개한다.

일반 생산자 및 판매, 가공업자는 원염생산자의 단순가공기능과 판매기능을 하며 소비지 판매회사 공급주체와 계약 방식에 따라 상품화형태를 달리한다. 이 중 소규모 기업은 소금창고에서 포장상품화를 하지만 대규모 산지가공기업은 원염생산자와 계약을 통하여 원염을 확보하며 1차, 2차, 3차 가공을 할 수 있다. 상품화는 식품가공기업으로서 자체 브랜드와 대기업의 OEM 방식으로 제품 생산한다.

대한 염업조합은 농림수산식품부 산하기관으로 유통환경변화로 사업이 축소되었으며 소금품질검사와 소금수급조절, 정책사업 기능을 수행하고 염산업관련 정부정책 대행과 수급관리에서 자체 판매 사업을 실행한다. 산지도매상은 대규모로 산지원염을 수집하거나 단순 포장상품화를 하며 자체 통신판매업 기능을 한다. 일종의 산지수집반출 유통인으로서 대규모 중간도매상이다. 소비지 도매상은 산지로부터 원염을 대량 수집하여 가공, 포장, 상품화 기능을 하면서 자체 브랜드를 개발한다. 또한 식품가공업체 및 소비지유통업체에 대량 공급한다. 소비지 유통업체는 소금상품의 소매기능임으로 대형마트, 농협마트 등이 있으며 소비지 판매회사는 가공기업의 판매를 대행하는 대리점 기능을 한다. 즉, 기업자체 판매 대리점이거나 물류기능이 포함된 가공기업 판매대행이다.

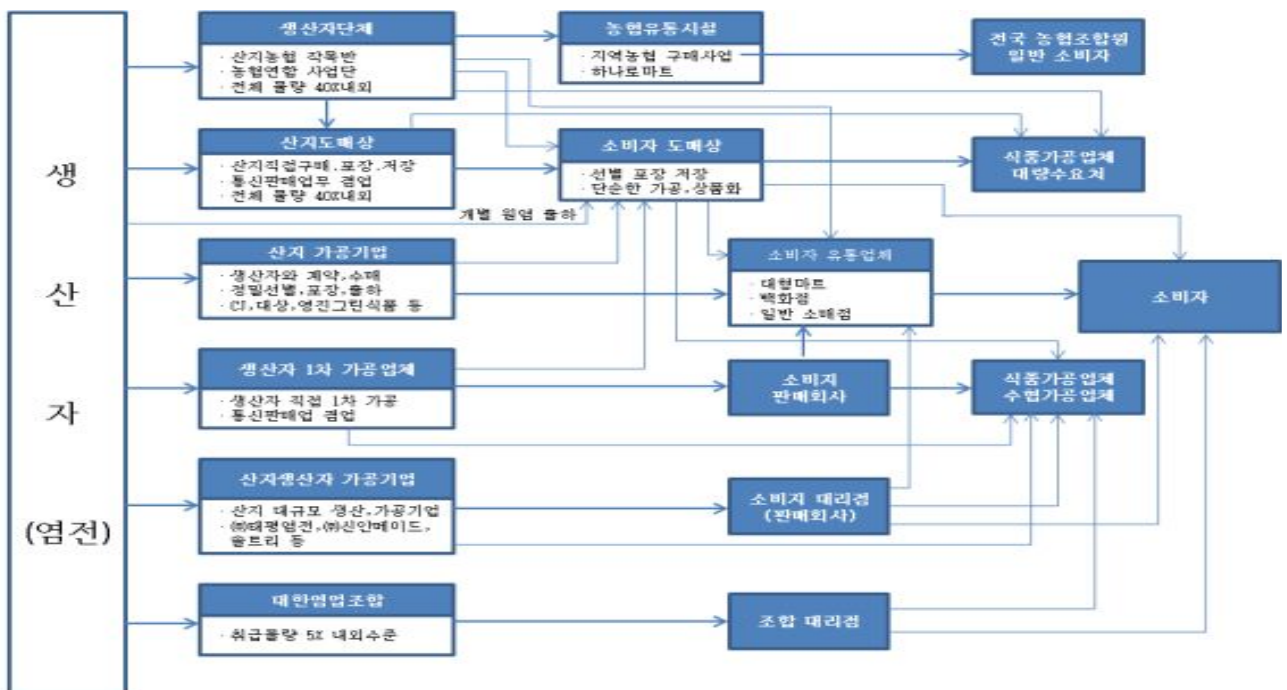


그림 2-2. 천일염 유통경로

4. 소금 무역동향

가. 세계 소금생산량 동향

세계 소금 생산량은 약 110개국에서 생산되고 있으며 아시아가 30%, 북미, 유럽이 각각 25~27%를 차지하여 전세계의 85% 정도를 점유하고 있다 (표 2-8).

표 2-8. 세계 소금생산량 (2008~2010 3개년 평균)

(unit : 천 톤)

구분	국가	2009	2010	2011	3년 평균
1	중국	59,500	62,750	65,000	62,417
2	미국	46,000	43,300	44,000	44,433
3	독일	16,400	19,100	20,000	18,500
4	인도	16,000	17,000	18,000	17,000
5	호주	11,000	11,968	13,000	11,989
6	캐나다	14,400	10,537	11,000	11,979
7	파키스탄	10,500	11,000	11,000	10,833
8	바하마	10,000	10,000	10,000	10,000
9	멕시코	8,810	8,431	8,800	8,680
10	칠레	6,430	8,400	9,000	7,943
11	브라질	6,900	7,020	7,000	6,973
12	프랑스	6,100	6,100	6,000	6,067
13	영국	5,800	5,800	5,800	5,800
14	우크라이나	5,500	5,400	5,500	5,467
15	네덜란드	5,000	5,000	5,000	5,000
16	스페인	4,550	4,350	4,400	4,433
17	폴란드	4,390	3,520	4,000	3,970
18	터키	3,768	4,000	4,000	3,923
소계		241,048	243,676	251,500	245,408
44	한국	382	380	372	378
기타국가		38,570	35,944	38,128	37,919
세계 생산량 총계		280,000	280,000	290,000	283,327

세계 10위권의 주요 나라의 생산량이 204백만 톤으로 전세계 생산량 283 백만 톤의 72%를 차지하고 있으며 그 중 중국의 생산량이 62백만 톤으로 전세계 생산량의 22%를 차지하여 압

도적으로 1위이며 이어서 미국이 44 백만 톤으로 15.7% 차지하고 제 3 위 국가는 독일이다. 10 위 이하 국가로는 브라질, 프랑스, 영국, 우크라이나, 네덜란드, 스페인, 폴란드 등 대부분이 유럽 국가이다.

한국의 소금생산은 37만 톤으로 2008~2010 3개년 평균의 44위이며 전세계 생산량의 0.1% 정도 차지하여 미미한 수준이나 갯벌에서 나는 천일염은 우리나라와 프랑스, 포르투갈, 베트남, 일본, 호주, 멕시코 등 7개국에서만 생산되며 연간 40~50만 톤에 불과하다. 우리나라 천일염 생산은 매년 변동이 심하지만 이 중에서 60%정도가 한국 서해안에서 생산된다고 추정한다.

나. 소금 수입 동향

(1) 연도별 소금 수입동향

우리나라는 산업규모에 비하여 소금이 부족한 국가로서 매년 국내 수요량의 절대량을 수입에 의존하고 있다. 수입량은 2001년부터 2009년 동안에는 250만 톤~290만 톤 사이에 등락을 보이다가 2010년에 300만 톤을 돌파하여 2011년에는 3,222천 톤으로 사상최대 물량 수준에 이르고 있다. 수입금액은 전체적으로 증가 현상을 보이는 가운데 2001년의 62백만 달러에서 2011년 195백만 달러로 3.2배 증가하였으며 2011년의 수입물량이 2001년 대비 24.8% 증가한 것과 비교하면 수입금액이 크게 증가하고 있다는 것을 알 수 있다. 수입단가를 살펴보면 kg으로 환산한 단가크기가 매년 증가하고 있다. 2001년의 2.4 달러가 2011년 6.1 달러로 2.5배 증가하였다.

표 2-9. 우리나라 소금 수입 동향

구분	수입액 (천 달러)	수입량 (톤)	단가 (달러/kg)
2001	62,018	2,581,166	2.40
2002	73,113	2,921,103	2.50
2003	68,823	2,511,368	2.82
2004	70,856	2,511,368	2.82
2005	97,863	2,546,163	3.84
2006	96,302	2,528,306	3.81
2007	106,049	2,647,057	4.01
2008	122,037	2,871,487	4.25
2009	159,185	2,647,999	6.01
2010	201,299	3,179,647	6.33
2011	195,433	3,222,134	6.11

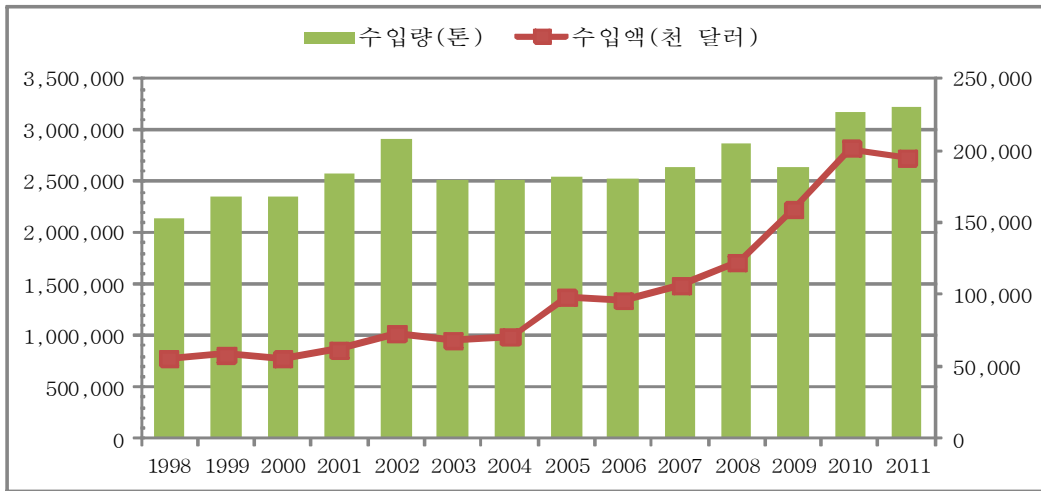


그림 2-3. 우리나라 소금 수입 현황

(2) 국가별 수입 동향

아래 표 2-10은 소금의 국가별 수입현황을 보여주고 있다. 최대 수입국은 호주로써 1,727천 톤이며 전체 수입량의 57.2%를 차지하고 있다. 금액은 106백만 달러에 달하고 있다. 2위 수입국은 멕시코로 622천 톤, 3위는 중국으로 387천 톤이다. 호주, 멕시코, 중국의 전체 수입물량의 90.6%를 차지하여 특정 국가에 수입이 집중되어 있다는 것을 알 수 있다. 수입단가는 3대 수입국이 kg당 0.06 ~ 0.07 달러인데, 특이한 것은 프랑스의 수입단가가 10.27 달러로 가장 높다. 이는 공업용이 아닌 식용으로 브랜드 상품의 수입으로 여겨진다.

표 2-10. 소금의 국가별 수입현황 (2009~2011 3개년 평균)

순위	금액기준		단가 (\$/Kg)
	국가	평균 (천\$)	
1	호주	106,078	0.06
2	멕시코	38,932	0.06
3	중국	25,562	0.07
4	인도	12,672	0.05
5	파키스탄	1,445	0.04
6	베트남	566	0.10
7	프랑스	22	10.27
8	뉴질랜드	12	0.21
9	이탈리아	5	1.93
10	키리바티	3	2.57
소계		185,297	0.06
기타국가		9	3.46
계		185,306	0.06

순위	물량기준		비중
	국가	평균 (천 톤)	
1	호주	1,726.7	57.2
2	멕시코	622.0	20.6
3	중국	387.3	12.8
4	인도	242.3	8.0
5	파키스탄	32.6	1.1
6	베트남	5.6	0.2
7	뉴질랜드	0.6	0.0
8	아르헨티나	0.005	0.0
9	이탈리아	0.003	0.0
10	프랑스	0.002	0.0
소계		3,017.11	0.0
기타국가		0.002	0.0
계		3,017.11	100

(3) 국내 천일염의 수출 동향

우리나라 천일염 수출동향은 표 2-11에 연도별로 금액과 물량이 나타난다. 물량 측면에서 지난 10년의 경과를 살펴보면 일관된 추세가 나타나 있지 않는다. 2002년과 2003년에 3천 톤을 넘어서다 2004년 500 톤 이하로 떨어지고 이듬해 다시 2천 톤 수준을 회복하였지만 2007년과 2008년에 1천 톤 대 수준으로 줄어들었다. 최근에는 2,400~2,600 톤 수준이지만 일정 패턴을 보일지는 알 수 없다. 이러한 경향을 놓고 볼 때 천일염 수출에 대하여는 어떤 정책에 의하여 꾸준한 추진이 이루어지고 있다고 할 수 없다.

수출금액 기준으로 보면 2001년에 343천 달러에서 2002년에 최대 930천 달러까지 수출했지만 이후 줄어들기 시작하여 2008년에는 399천 달러에 이르렀다. 2009년 이후부터는 증가추세를 보이고 있다. 2010년에 처음으로 1백만 달러를 돌파하였다가 2011년에 다시 942천 달러로 감소하였다. 금액상으로도 미미하여 천일염이 아직은 수출 품목으로서의 위상이 크다고는 할 수 없다. 수출가격은 최근 연평균 0.4 달러/kg 수준이며 일정한 패턴을 보인다고는 할 수 없는데 이는 과거 10년 단가 추세가 워낙 등락이 심하여 우리나라 천일염이 국제시장에서 어느 정도 위상을 갖는지는 알 수 없다.

표 2-11. 우리나라 연도별 천일염 수출 동향

구분	수출액 (천 달러)	수출량 (톤)	단가 (달러/kg)
2001	343	402.9	0.85
2002	930	3,339.7	0.28
2003	632	3,777.8	0.17
2004	339	499.0	0.68
2005	751	2,177.2	0.35
2006	587	2,257.0	0.27
2007	534	1,728.0	0.31
2008	399	1,228.4	0.32
2009	911	2,171.4	0.42
2010	1,111	2,682.8	0.42
2011	942	2,413.9	0.39

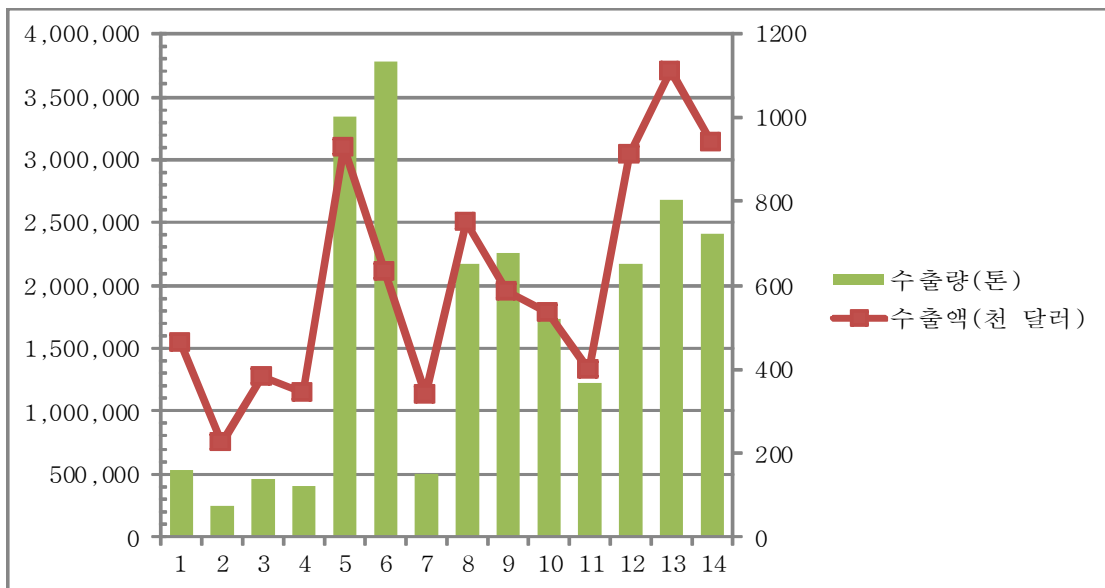


그림 2-4. 우리나라 천일염 수출 동향

(4) 국가별 수출동향

표 2-12는 우리나라 천일염의 국가별 수출현황을 보여주고 있다. 수출국별 순위는 수출금액과 수출물량 기준별로 달라진다. 금액기준으로는 미국이 389천 달러로 전체 40% 가까이 차지하는 주요 수출국이다. 이어서 일본, 마셜군도, 러시아 연방이 주요 수출국인데 4개국 전체 70%의 점유율을 차지하고 있다. 물량기준으로는 마셜군도가 566 톤으로 1위로 23.4%를 차지한다. 마셜군도에 러시아 연방, 미국, 일본의 순으로 이들 4개국이 64.2%의 점유율을 보이고 있다.

표 2-12. 천일염 수출 현황 (2009~2011 3개년 평균)

순위	금액기준		
	국가	수출액 (천\$)	점유율 (%)
1	미국	389.3	39.4
2	일본	170.3	17.2
3	마셜군도	77.7	7.9
4	러시아 연방	58.3	5.9
5	중국	36.0	3.6
6	호주	35.3	3.6
7	캐나다	33.0	3.3
8	독일	29.3	3.0
9	마이크로네시아	28.3	2.9
10	필리핀	23.3	2.4
	소계	881	89.2
	기타국가	107	10.8
	계	988	100

순위	물량기준		
	국가	수출량 (톤)	점유율 (%)
1	마셜군도	566.7	23.4
2	러시아 연방	363.5	15.0
3	미국	335.8	13.9
4	일본	287.2	11.9
5	마이크로네시아	190.0	7.8
6	중국	36.3	1.5
7	호주	34.0	1.4
8	아이슬란드	31.7	1.3
9	캐나다	22.8	0.9
10	필리핀	13.3	0.5
	소계	1,881.3	77.6
	기타국가	541.5	22.4
	계	2,422.8	100

II. 문헌 개요

'90년 이후 국내에 보고된 천일염 관련 연구논문은 총 38편 정도 보고되었다. 우수성분야는 30편, 기능성분야는 8편 보고되었다. 천일염의 성분특성 (13편), 전통식품 분야 (10편), 식빵, 쿠키 등 가공식품분야 (4편) 및 품질개선분야 (4편)가 보고되었고 기능성 연구 분야는 항산화 (1편), 항암 (4편), 항돌연변이성 (1편) 및 기타 (2편) 등 총 8편이 보고되고 있다. 또한 특허는 총 60건이 출원·등록되었는데 제품제조와 시설개선분야 47건, 기능성분야 8건 출원·등록되어있다.

세부적으로 제조분야 23건, 정제분야 10건, 생산시설분야 12건, 기타 2건이 출원·등록되었으며 기능성분야는 제품개발 6건, 항암 및 혈압상승 억제 관련 2건이 출원되었다.

천일염은 해수를 원료로 하기 때문에 해수의 무기질 조성과 제조 방법에 따라 무기질의 함량이 다르게 나타나고 생산지나 제조방법 등에 따라 차이는 있지만 재제염이나 정제염에 비해 염도는 낮고 K, Ca, Mg, S와 같은 다양한 무기질을 함유하고 있다. 소금의 종류별 무기질과 중금속 함량을 조사하였는데 국내 천일염의 NaCl 함량은 80.31~89.84%로 나타났으며 중금속 함량은 식품위생법 규정의 기준치 이하로 나타났다.

양 등(2007), 신 등(2005), 김 등 (2010)은 수입 천일염에 비해 영양학적으로 유용한 천연 미네랄(K,Mg) 함량이 높으며 음식에 첨가했을 경우 재제염, 가공염, 정제염보다 맛과 품질이 뛰어난 것을 입증하였다. 천일염의 성분을 이용하여 정 (2002)은 천일염에서 분리한 고호염성 *Haloarcula* sp. EH-1으로부터 amylase 생성을 위한 최적의 배양조건을 설정하였다.

천일염의 결정 형태에 관한 연구로는 정 등 (2009)은 전남지역 12종의 천일염과 시약염, 정제염으로 X선 회절선을 측정된 결과 천일염의 외형 결정 구조는 정제염과 시약염에서 보이는 NaCl의 결정구조인 정육면체의 결정형태와는 달리 이들이 적층되어 이루어진 결정 형태의 특징을 보였다고 보고하였다. 간수와 불순물을 제거시킨 천일염을 온도별, 염도별, 소금물의 깊이 별로 재결정화시킨 결과 결정의 크기는 온도가 높을수록 커지고 온도와 염도가 높을수록 결정화되는 시간이 단축되고 수율은 낮아지는 것으로 조사되었다. 소금 활용 및 효능성에 관한 연구를 보면 김치 발효에 국내 천일염을 사용하여 김치 발효에 미치는 영향을 보고하였다 (김 등 2005).

천일염과 정제염으로 된장을 제조한 후 발효기간에 따른 된장의 항암활성을 조사한 결과 천일염된장의 물 추출물이 정제염 물 추출물보다 AGS에 대한 억제 효과 및 apoptosis 유발이 더 높게 나타난 연구 결과도 나왔다 (이 등 2009). 소금의 생리 활성 관련 연구는 정 등 (2002)은 소금이 Sarcoma-180 세포를 이식한 마우스에서 고형암의 성장과 면역 활성화에 미치는 영향을 연구한 결과 천일염이 정제염 보다 고형암의 성장을 억제시키고 면역활성을 증가 시켰다는 연구결과를 보고하였다. 또한 하 등 (1999)에서 천일염이 약간의 과산화물 촉진능이 있지만 다른 소금보다 낮았으며 정제염에서 높은 과산화 촉진능을 나타내어 돌연변이 유발 가능성이 크다고 보고하였다.

배추김치 제조에서 정제염, 일반 천일염, 제간수 천일염, 구운소금을 사용하여 품질 차이 및 항암 기능성 증진효과를 연구한 결과 일반 천일염과 제간수 천일염으로 제조한 김치가 다른 소금 보다 발효기능이 뛰어났으며 AGS 인체 위암세포와 HT-29 인체 결장암세포를 이용한 항암효과 실험에서도 항암성을 증진시킨 것으로 보고되었다 (한 등 2009). 황 등 (2008)의 보고에 의하면 소금의 종류를 달리하여 제조한 된장의 항돌연변이 및 염색제상해방지 효과를 측정하여 천일염된장의 항돌연변이 효능을 보고하였으며 천일염 함유 청국장도 항산화 효과가 보고된 바 있다 (이 등 2009).

식품 가공 분야에서는 식빵 (김 2006), 쫄면 (백 등 2008), 해조소금 제조 (이 등 2008), 천일염을 사용한 음료 개발 (이 등 2010) 등 다양하게 이용되었으며 그 중 천일염의 일반 식염들이 구운소금 및 정제염 보다 쌀죽의 소화도를 높여 노화도 억제에 영향을 미친다고 보고되고 있다 (이 등 2008). 김 등 (2000)은 된장 제조 시 여러 종류의 소금을 사용하여 된장의 발효시 성분의 변화를 측정해 본 결과 된장의 맛과 영양을 좌우하는 유리아미노산의 함량이 천일염을 사용한 된장에서 가장 우수하게 나타났다고 보고하였다.

국내산 천일염, 수입염, 세척 탈수염, 기계염 및 가공염으로 제조한 김치의 발효특성에 관한 김 등 (2005)의 연구결과를 보면 김치의 숙성 중 산도의 변화 및 총균수에 대한 생육 양상은 기계염 보다 천일염이 김치발효에 우수한 효과가 있는 것으로 보고되었다. 천일염, 간수, 염수, 죽염, 정제염 등 천일염 관련소재의 skin care소재로서 적용 가능성을 확인 결과 죽염, 간수, 천일염에서 skin care 관련 효과를 확인하였다. 또한 간수가 collagen 생성효과 및 elastase 저해활성에서 가장 높은 활성을 나타낸 것으로 보고되었다 (정 등 2010). 이렇듯 천일염에 관한 연구는 기능성이나 항산화 및 발효 식품 제조에 관한 연구는 많으나 우리나라 천일염을 세계화에 발맞춘 프리미엄 소금으로 거듭나는데 필요한 가장 기초적인 생산기술 방향 및 공정 연구가 활발히 진행되지 않고 미흡한 실정이다.

제 3 절 연구개발수행 내용 및 결과

1. 천일염의 품질

1. 서 언

우리나라와 같은 갯벌 천일염은 프랑스, 포르투갈, 중국, 베트남 등에서 적은 규모로 생산되며 정육면체의 소금입자 구조를 형성한다. 우리나라 서남해안은 세계적으로도 보존가치가 높은 갯벌 자원을 갖고 있으며, 갯벌에서 천일염을 생산할 수 있는 지역은 한정적이고 우리나라 서남해안처럼 양질의 갯벌자원은 매우 드물다.

서남해안 청정해역에서 재래식 방법으로 생산되는 우리의 천일염은 염화나트륨 순도가 80~86% 정도로 낮은 반면 우리 몸에 유익한 미네랄을 다량 함유하고 있어 김치나 젓갈류 등의 발효식품에 적합한 소금이다. 식용으로 사용가능한 소금은 제조방식에 따라 천일염, 정제염, 재제염, 암염 등으로 분류 하며, 특히 우리나라와 같이 갯벌을 이용하여 천일염을 생산 (0.6%)하는 나라는 프랑스, 포르투갈 등 소수로서 세계적으로 희소가치가 있는 자원이다. 최근 건강에 대한 관심이 증대되면서 미네랄이 풍부한 갯벌 천일염의 산업적, 영양학적 가치가 재조명되는 등 성장 잠재력을 보유하고 있으며, 세계적으로도 경쟁력이 충분한 것으로 보고되고 있다.

우리나라, 일본 등 소비자들을 많이 사용하고 있는 소금은 정제염으로서 해수를 이온교환식 제염법으로 생산한 소금이며, 그 외 천일염을 가공하여 소비하고 있다. 일본은 1971년 염전이 폐쇄되고 정제염으로 전환하면서 천일염의 생산이 중단되었으나, 1997년 소금전매법의 폐지, 2002년 소금전매제의 철폐에 따라 해수에서 생산하는 소금에 대한 관심이 증대되고 있는 현실이다.

국내에서 천일염은 1963년 염관리법 제정이후 최근까지 45년간 지식경제부의 염관리법에 의하여 광물로 분류되어져 왔으며, 주로 불순물 등이 식품에 이행되지 않는 범위내에서 김치 절임용으로 주로 사용되어 왔다. 2008년 천일염이 광물에서 식품으로 가치가 전환되고, 농림수산식품부의 발족으로 천일염 관리가 농식품부로 이관되면서 천일염을 식품으로의 육성이 가능하게 되었다. 이와 같이 희귀적이고 독점적이며 우수한 천일염 자원은 우리가 가지고 몰랐던 진정한 보석(小金)으로 블루오션산업으로 부족함이 없는 자원이다. 현재 천일염은 식약청에서 식품의 기준 및 규격 개정 고시를 통하여 그간 염관리법에 따라 식품 제조시 전처리용으로만 허용돼 온 천일염에 대해 식염으로서의 안전성 조사 등을 마치고 '식품의 기준 및 규격'을 개정하였다.

국내 천일염의 산업규모는 약 1,000억원 규모로 추정되며 그 중 전남 신안군 중심으로 한 천일염 산업규모는 약 600억원이다. 천일염을 이용한 가공식품산업으로 죽염산업이 200억원, 구운소금 200억원, 기타 가공소금 50억원 규모로 추산되고 있다. 2012년에는 프리미엄급 소금의 연간 수입액은 1,000억 수준으로 증가할 것으로 예측되며 국내시장 잠식에 의한 국산천일염의 생산 및 가공 염산업의 축소를 고려하면 그 이상의 대체효과가 있을 것으로 예측된다.

현재 식품으로 전환되기 전 공업용 소재로만 생산하던 염산업계에서는 생산시설의 철저한 관리 및 위생 개념의 도입 자체가 필요 없는 상황으로서, 천연의 우수자원인 천일염을 세계 명품 상품으로 개발하는데 매우 큰 장애요인으로 작용하고 있다. 이에 산업계 및 학계에서는 식품에 맞는 안전관리의 기준 마련이 시급하다는 의견을 제시하여 현 농림수산식품부에서는 염관리법을 소금산업 진흥법으로 확대 개편하였다.

세계적으로 갯벌 천일염에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다. 우리나라에서도 일부 정제염 또는 가공염에 대한 기능성 연구는 있으나 순수한 천일염에 대한 연구는 일부 대학을 제외하고는 거의 이루어지지 않고 있다. 2008년 3월 식품으로 전환되면서 우리나라의 갯벌 천일염의 전통식품의 가치의 우수성과 갯벌천일염에 대한 체계적인 연구가 필요하게 되었다.

국내 갯벌 천일염은 생산시기, 생산지 그리고 생산방법에 따라 염화나트륨, 황산이온, 미네랄의 함량이 많은 차이를 보인다. 또한 원료로 사용하기 전 쓴맛을 내는 불용분 (간수)을 제거하고 사용하여야 한다. 현재 방법은 소금창고에 장기간 (3년) 저장하거나 염전지역에 설치된 천일염 종합처리장을 이용하여 세정과정을 거쳐 불용분 (간수)을 속성으로 제거한다. 천일염을 식품 또는 제품의 소재로 사용하기 위하여서는 품질이 균일하고 위생적이며 안전한 제품 생산 기술과 품질 표준화가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 천일염의 품질을 균일하게 하는 기술을 조사 분석하고 천일염에 적합한 기술을 구명하고 식염기준의 주요 성분의 적정 기준을 비교 분석하여 표준화하는데 있다. 또한, 한국산 천일염의 우수성을 국내외에 널리 알려 국제적 인지도를 높이기 위하여 한국산 천일염의 미네랄 성분을 분석하고 정량/정성분석을 실시함으로써 다른 나라의 천일염과의 차별성을 부각하여 국제 소금시장에서 경쟁적 우위를 차지하게 하는데 있다.

2. 천일염의 품질 규격

가. 현행 천일염의 규격

- (1) 천일염: 염전에서 해수를 자연 증발시켜 얻은 염화나트륨이 주성분인 결정체를 말한다.
- (2) 재제소금: 원료 소금 (100%)을 정제수, 해수 또는 해수농축액 등으로 용해, 여과, 침전, 재결정, 탈수, 염도조정 등의 과정을 거쳐 제조한 소금을 말한다.
- (3) 태움·용융소금: 원료 소금 (100%)을 태움·용융 등의 방법으로 그 원형을 변형한 소금을 말한다. 다만, 원료 소금을 세척, 분쇄, 압축의 방법으로 가공한 것은 제외한다.
- (4) 정제소금: 해수를 이온교환막에 전기투석시켜 정제한 농축함수 또는 암염이나 천일염을 용해한 것을 진공증발관에 넣어 제조한 소금을 말한다.
- (5) 가공소금: 천일염, 재제소금, 정제소금, 태움·용융소금 (50% 이상)에 식품 또는 식품첨가물을 가하여 가공한 소금을 말한다. 천일염은 바닷물을 천연 바람과 태양에너지로 해수의 수분을 증발시켜 결정화한 소금을 말한다.

표 3-1. 소금 종류에 따른 규격

항목	유형	천일염				
		천일염	제제소금	태움·용융소금	정제소금	가공소금
염화나트륨 (%)		70.0 이상	88.0 이상	88.0 이상	95.0 이상	35.0 이상
총염소 (%)		40.0 이상	54.0 이상	50.0 이상	58.0 이상	20.0 이상
수분 (%)		15.0 이하	9.0 이하	4.0 이하	4.0 이하	5.5 이하
불용분 (%)		0.15 이하	0.02 이하	3.0 이하	0.02 이하	-
황산이온 (%)		5.0 이하	0.8 이하	1.5 이하	0.4 이하	2.5 이하
사분 (%)		0.2 이하	-	0.1 이하	-	-
비소 (mg/kg)		0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
납 (mg/kg)		2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하
카드뮴 (mg/kg)		0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
수은 (mg/kg)		0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
페로시안화이온 (g/kg)		불검출	0.010 이하	0.010 이하	0.010 이하	0.010 이하

표 3-2. 한국산업표준 (K) 천일염 품질 기준표

항목	천일염		
	1등급	2등급	3등급
수분(%)	8.00 이하	11.0 이하	12.0 이하
불용분(%)	0.60 이하	1.00 이하	1.50 이하
총염소 (%)	54.0 이상	51.5 이상	50.0 이상
칼슘 (%)	0.20 이하	0.20 이하	0.20 이하
마그네슘 (%)	0.50 이하	0.80 이하	1.00 이하
황산이온 (%)	1.00 이하	1.30 이하	1.50 이하
염화나트륨 (%)	88.0 이상	83.0 이상	80.0 이상

표 3-3. 정제염의 품질 기준

항목	기준	
	1급	2급
수분 (%)	0.30 이하	4.00 이하
불용분 (%)	0.01 이하	0.02 이하
총염소 (%)	60.1 이하	58.0 이상
칼슘 (%)	0.10 이하	0.10 이하
마그네슘 (%)	0.20 이하	0.20 이하
황산이온 (%)	0.40 이하	0.40 이하
염화나트륨 (%)	99.0 이상	95.0 이상
염도 (%)	590~149 μm 80% 이상	

표 3-4. 가공염의 품질 기준

항목	기준			
	1급	2급	3급	4급
수분 (%)	0.50 이하	4.00 이하	7.00 이하	9.00 이하
불용분 (%)	0.15 이하	0.15 이하	0.40 이하	0.80 이하
총염소 (%)	59.7 이하	58.0 이하	56.0 이하	54.0 이상
칼슘 (%)	0.10 이하	0.10 이하	0.15 이하	0.15 이하
마그네슘 (%)	0.25 이하	0.25 이하	0.40 이하	0.50 이하
황산이온 (%)	0.50 이하	0.50 이하	0.60 이하	0.80 이하
염화나트륨 (%)	98.0 이하	95.0 이하	92.0 이상	88.0 이상

나. 천일염의 불용분 기준 규격 개정

식품산업 관련 규제합리화 방안의 일환으로 토판 천일염의 기준 규격을 완화하였다. 장판염과 생산방식이 다름에도 '식품의 기준 및 규격' (식품의약품안전청 고시)에 장판염과 토판염에 대한 구분 없이 염화나트륨·불용분 등 11가지 항목의 천일염 기준 함량을 동일하게 설정하고 있다. 특히 불용분 기준은 토판염이 실제 충족시키기 매우 어렵고, 외국 기준에 대비하여 보아도 매우 엄격한 기준이다. 우리나라의 불용분 기준은 0.15% 이하로 설정되어 있는데 토판염으로 생산되는 프랑스 게랑드 소금은 1% 이하로 되어있다. 토판 천일염이 장판 천일염에 비해 약 7.7배 비싸게 거래되는 등 부가가치가 매우 높지만, 엄격한 불용분 기준으로 인해 국내에서는 99%가 장판염 방식으로 생산된다. 이에 천일염에 대한 국내 현황 및 해외기준 등을 종합 검토해 토판염 불용분 기준을 합리적으로 완화하기로 하였다. 이를 위해 2011년 하반기까지 식약청의 '식품의 기준 및 규격 (고시)'을 개정하였다. 이와 함께 천일염의 품질 등급화 제도를 도입하는 계획을 추진하고 있다.

3. 재료 및 방법

가. 식염분석 : 한국산업표준규격 천일염 품질기준 분석법 식품의약품안전청 고시 제 2008-6호

(1) 시료조제

시료입자 크기 0.84 mm의 체눈은 통과하고 0.177 mm의 체눈을 통과하지 않을 정도로 분쇄하여 혼합한다.

(2) 염화나트륨

제 10. 일반시험법 11. 미량영양성분시험법 1) 무기성분 (5) 식염에 따라 시험한다.

(3) 총염소

불용분에서의 시료용액 25 mL를 정확히 취하여 중성¹⁾으로 하고 250 mL 메스플라스크에 옮겨 눈금까지 희석시킨다. 이 용액 25 mL를 정확히 비이커에 취하고 10% 크롬산칼륨용액 1~2 방울을 넣고 0.1 N 질산은용액²⁾으로 붉은색의 침전이 나타날 때까지 적정하여 다음식에 따라 총염소를 계산한다.

$$\text{총염소 (Cl)}(\%) = \frac{0.1 \text{ N 질산은용액의 소비량 (mL)} \times 35.45 \times f}{\text{시료의 무게 (g)}}$$

f : 0.1 N 질산은용액의 농도계수

(가) 시료용액이 알칼리성일 때는 질산으로, 산성일 때는 암모니아수로 중화한다.

(나) 0.1 N 질산은용액 만드는 법 : 질산은 약 17 g을 1,000 mL의 물에 용해하여 크롬산칼륨을 지시약으로 하고 0.1 N 염화나트륨 표준용액으로 적정하여 그 농도계수를 결정하여 사용한다.

(4) 수분

제 10. 일반시험법 1. 일반성분시험법 1) 수분에 따라 시험한다.

(5) 불용분

시료 10 g을 정확히 달아 비이커에 넣고 약 200 mL의 물에 용해시켜 미리 100~110 °C에서 건조하여 항량한 유리여과기에 거르고 이 액에서 염소이온이 나오지 않을 때까지 물로 충분히 씻는다. 씻은 유리여과기는 100~110 °C에서 건조한 후 무게를 달아 잔류물을 정량한다. 이 여액은 메스플라스크 (250 mL)에 옮겨 눈금까지 희석하여 총염소, 황산이온시험의 시료용액으로 사용한다.

(6) 황산이온

불용분에서의 시료용액 25 mL를 정확히 비이커에 넣고 50 mL 되게 희석한 염산 (1 : 1)을 가하여 산성으로 하고, 끓인 후 5% 염화바륨용액을 서서히 가하여 물중탕에서 가열한다. 약 2 시간 가열하고 정량용 거름종이에 여과한다. 잔류물은 더운물로 염소반응이 일어나지 않을 때까지 충분히 씻고 잔류물을 여과지와 함께 건조한다. 이를 도가니에 넣고 탄화시켜 강열, 회화하고 냉각한 후 무게를 달아 다음 식에 따라 황산이온을 계산한다.

$$\text{황산이온 (SO}_4\text{) (\%)} = \frac{\text{찌꺼기의 무게 (g)} \times 0.4115}{\text{시료의 무게 (g)}} \times 100$$

(7) 사분

시료 2~5 g을 취해 물 100 mL에 용해시키고 염산 10 mL를 가한 후 1시간 동안 열판위에서 가열한다. 실온까지 식힌 후 여과지 (5C)로 여과하고 불용분을 염소이온이 검출되지 않을 때까지 물로 씻는다. 미리 항량시킨 도가니 (850 °C에서 강열 후 냉각시킨 것)에 여과지와 불용분을 옮기고 850 °C에서 회화시킨 후 데시케이터에서 실온으로 냉각시켜 도가니의 무게를 달아 사분의 함량을 계산한다.

(8) 비소

제 10. 일반시험법 6. 유해성금속시험법 3) 금속별시험 (1) 비소에 따라 시험한다.

(9) 납

제 10. 일반시험법 6. 유해성금속시험법 3) 금속별시험 (2) 납에 따라 시험한다.

(10) 카드뮴

제 10. 일반시험법 11. 미량영양성분시험법 1) 무기성분 (1) 시험용액의 조제에 따라 처리한 검체를 제7. 일반시험법 6. 유해성금속시험법 2) 측정 (1) 원자흡광광도법에 따라 시험한다.

(11) 수은

제 10. 일반시험법 6. 유해성금속시험법 3) 금속별시험 (5) 수은에 따라 시험한다.

(12) 색도

색도는 뚜껑이 있는 원통형 용기 (Dia×H, 41×12.5mm)에 시료를 넣은 후, 원통형 용기를 들어 놓을 수 있는 홈이 파여진 흑색 패드에 시료가 담긴 용기를 넣어 색차계 (Minolta, CR 200, JAP)를 이용하여 “L”, “a”, “b” 값을 측정하였으며, tube는 light projection tube (CRA33)를 사용하였다.

(13) 무기질 분석

본 연구에 사용한 증류수는 Milli-Q ultrapure water purification system (Millipore Co., Molsheim, FRANCE)에 의해 18.2 MΩ 수준으로 정제된 물을 사용하였다. 표준용액 제조를 위해 사용한 hydrochloric acid (Dong Woo Fine Chem. Co. Ltd., Iksan)는 electronic grade를 구입하여 사용하였고, 각 무기질 표준원액은 AccuStandard (USA)사로부터 2-3% HNO₃에 1000 ppm 농도로 녹아 있는 제품을 구입하여 사용하였다. 각 중금속 표준원액을 1.2 N HCl용액으로 희석하여 검량선 작성에 사용하였다. 수은분석기에 의한 수은함량 측정은 준비된 시료를 전처리 없이 일정량 취해 Mercury analyzer (AMA254, Milestone srl, Italy)를 사용하여 가열기화 금아말감법 (Combustion gold amalgamation method)으로 수은함량을 측정하였다.

표 3-5. Conditions ICP-AES (Activa, HORIBA Jobin-Yvon, Longjumeau, France)

RF power	1000 W
Nebulizer gas flow	0.7 - 0.8 L /min
Plasma gas flow	12 L/min
Sheath gas flow	0.3 L/min
Nebulizer pressure	2.7 - 3.5 bars for meinhard type
Normal speed of pump	20 rates/min
Wavelength (nm)	- Zn 213.856/ P 214.914/ Mn 259.373/ Fe 259.940/ Mg 279.079/ Ca 317.933/ Cu 324.754/ Na 588.995/ K 766.490/ - As 188.983/ Pb 220.353/Cd 226.502

(14) Chloride, Magnesium, Calcium, Sulphate의 함량 분석

Arena 20 XT 자동흡광분석기 (Automated photometric analyzer)을 이용하여 Chloride, Magnesium, Calcium, Sulphate의 함량을 측정하였다.

표 3-6. 표준 용액제조 방법

Chloride	
Standard	<1000 mg/L stock>Dissolve 1.6484 g dried sodium chloride (NaCl) in 1000 ml of distilled water.Stored between 2~8 °C this solution is stable for 1 month.
Magnesium	
Standard	<50 mg/L>Dissolve 0.418 g MgCl ₂ ·6H ₂ O in 1000 ml distilled water.
Calcium	
Standard	<50 mg/L>Dissolve 0.18 g CaCl ₂ ·2H ₂ O in 1000 ml of distilled water.
Sulphate	
Standard	<1000 mg/L stock>Dissolve 1.4788 g dried sodium sulphate (Na ₂ SO ₄) in 1000 ml of distilled water.Stored between 2~8 °C in plastic this solution is stable for at least 6 months.<250 mg/L standard>dilute 25 mL of stock standard to 100 mL with distilled water.<1000 mg/L stock>dilute 10 mL of stock standard to 200 mL with distilled water.
Sulphide	
Standard	<1000 mg/L stock>Dissolve 3.750 g Na ₂ S·9H ₂ O in degassed distilled water and dilute to 500 ml.Store stock solution with minimum headspace for no more than 1 week.
R1	Dissolve 1.5 g of N-N diethylphenylenediamine in 100 mL of 15% v/v sulphuric acid
R2	Dissolve 0.2 g potassium dichromate in 100 mL of deionised water

표 3-7. 표준 시약 표준곡선

Calcium				Magnesium			
Calibrator	Response	Calc.con	Conc.	Calibrator	Response	Calc.con	Conc.
0	0.01	0.208	0	0	0.001	0	0
50	0.194	49.633	50	25	0.133	25	25
100	0.379	99.207	100	50	0.251	50	50
150	0.575	151.856	150	100	0.399	100	100
200	0.751	199.096	200	200	0.503	200	200

Sulphate				Chloride			
Calibrator	Response	Calc.con	Conc.	Calibrator	Response	Calc.con	Conc.
0	0.001	0.000	0.000	0	0.071	0.000	0.000
100	0.472	100	100	25	0.465	25	25
250	0.806	250	250	50	0.601	50	50
500	1.162	500	500	100	0.755	100	100
				142.857	0.837	142.857	142.857
1000	1.601	1000	1000	250	0.961	250	250
				500	1.116	500	500

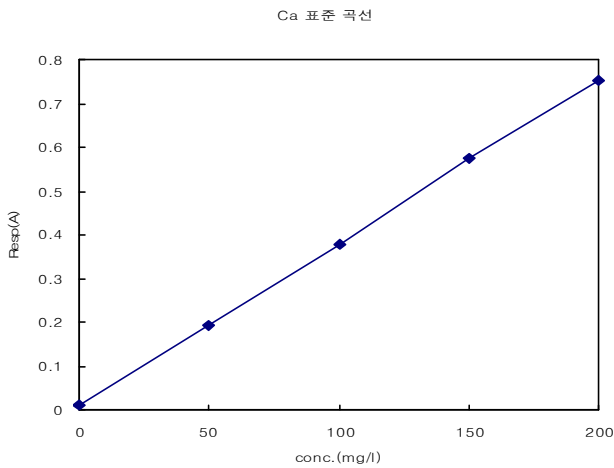


그림 3-1. Calcium의 표준곡선

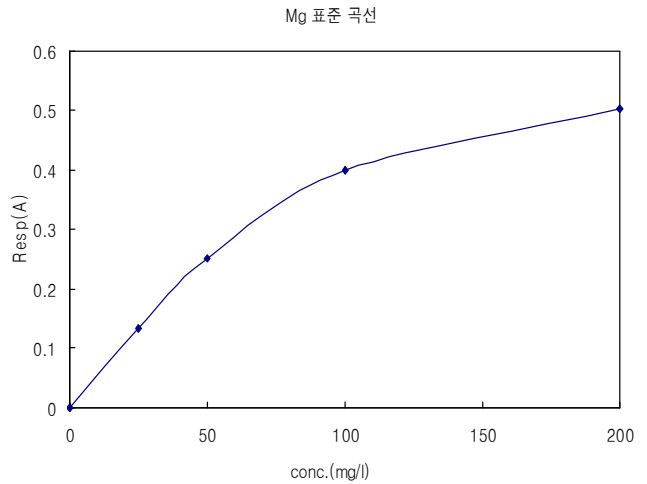


그림 3-2. Magnesium의 표준곡선

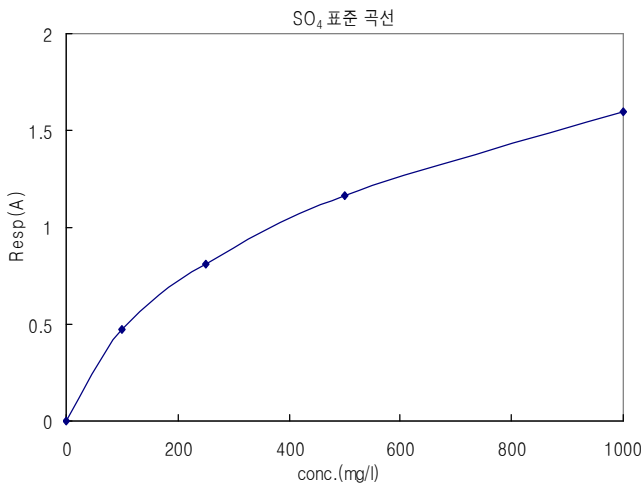


그림 3-3. Sulphate의 표준곡선

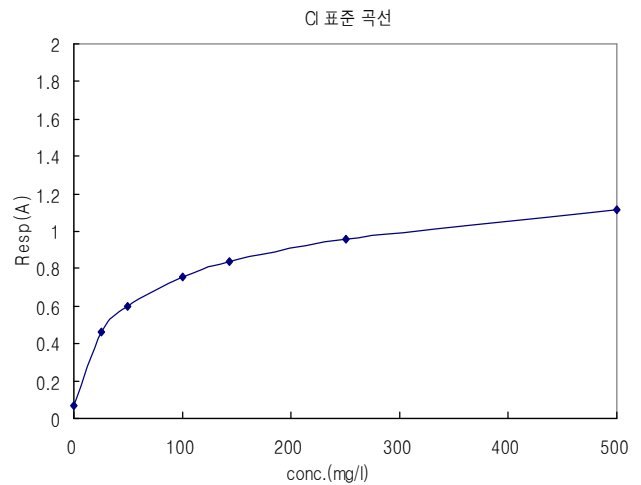


그림 3-4. Chloride의 표준곡선

제 4 절 결과 및 고찰

가. 천일염의 품질

(1) 장기 숙성소금 보관 방법

생산된 천일염은 소금 저장창고에 보관을 하면서 간수를 제거한다. 소금 생산자 또는 유통업자의 의견은 생산 후 일정기간 즉, 최소 3 개월 또는 그 이상 다년간 창고에서 보관하면서 숙성과정을 거친 소금이 불용성분인 간수가 제거되고 맛 등 품질이 좋아지는 것으로 알고 있다.

시중 유통되는 천일염의 가격은 생산년도가 오래된 소금이 높은 가격으로 판매가 되고 있다. 산지에서 천일염의 불용분을 제거하는 방법은 지금까지 그림 3-5와 같이 염전에 설치되어 있는 소금창고에서 저장을 하고 있다. 최근에는 그림 3-6과 같이 500 kg 용량 플렉시블백을 이용하여 개선된 저장시설에서 불용분을 제거하기도 한다.



그림 4-1. 소금 보관 창고



그림 4-2. 최근 개선된 보관 방법 (도초지역)

(2) 천일염 불용분 제거기술

전남 신안, 영광지역의 산지종합처리장에서 세정수의 관리방법, 탈수 운영조건, 건조방법의 기술을 조사하였다. 천일염에 포함된 불용분 및 이물질의 제거를 위한 산지종합처리장 (SPC)은 현재 원료 투입은 500 kg 플렉시블백에 포장되어 창고 또는 건물 밖에 야적되어 있는 원료가

산물형태로 원료투입구에 반입된다. 반입된 원료는 크게 두가지 공정으로 처리가 되고 있다.

- ① 원료반입 → 세정 → 탈수 → 건조 → 색채선별 → 이물질 선별 (수작업) → 포장
- ② 원료반입 → 세정 → 탈수 → 건조 → 자석선별 → 색채선별 → 포장
- ③ 원료반입 → 체선별 → 세정 → 탈수 → 건조 → 냉각 → 풍력선별 → 자석 → 가습
→ 선별 → 색채선별 → 이물질 선별 (수작업) → 포장

각 공정별 특성을 살펴보면 ①번 처리 공정의 경우 모든 이물질을 색채선별공정에서 제거함으로써 다양한 이물질 종류에 따른 선별율이 다소 떨어져 최종 수작업 공정에서 2차적으로 재선별을 하는 문제를 가지고 있다. 또한 120 ℃이상 고온에서 건조 후 냉각공정 없이 곧 바로 선별부로 이송되는 공정으로 공기 중의 습기를 재흡수하여서 함수율이 다시 높아지는 문제도 함께 가지고 있다. 이러한 결과 함수율이 높아지면 색채선별 슈트부에서 원료의 흐름과 균일 분산율이 떨어져 천일염에 혼입된 이물질의 선별율이 낮아지는 결과를 초래한다.

②번 공정은 색채선별 공정에 앞서 소금에 혼입된 쇄불이 등의 자석 물질을 제거하는 공정이 보완된 특징이 있으며 최종 제품 포장 전 수작업 공정이 포함되어 있지 않다.

③번 공정의 특징은 건조공정까지는 동일한 공정으로 구성이 되어 있으며 선별 효율을 향상하기 위하여 건조 후 재흡습 억제를 위한 냉각공정이 보완되어 있다. 또한 혼입된 이물질 중 종말속도가 천일염 보다 낮은 종류 (지푸라기, 부직포 등)의 선별을 위하여 비중선별 공정을 보완하였다.

나. 유통 천일염 제품의 품질

본 실험에 사용된 유통소금 제품들은 첨가물이 혼입되지 않은 순수한 소금제품만을 선택하여 수집을 하였다. 천연 천일염, 열처리염 및 수입 천일염 제품에 대한 품질을 분석하였다.

분석한 소금의 종류는 국내 천일염 11종, 수입염 천일염 3종, 열처리염 2종, 총 16점의 품질 특성을 분석하였다. 수입제품은 뉴질랜드, 프랑스, 미국산이었다. 표 3-9는 분석한 시료 목록이다.

유통소금의 수분함량을 살펴보면 최고 8%에서 최저 0.10% 범위를 보이고 있으며 수분함량 3% 미만인 13점, 4~5%는 2점으로 2011년도 유통소금의 수분함량은 국내 천일염의 경우 10% 이상의 수분을 나타내는 제품도 있었다. 본 실험 결과 수분함량이 많이 낮아진 것으로 나타났다. 수분함량이 가장 낮은 제품은 뉴질랜드와 미국제품으로 0.10%와 0.14% 이었다. 염화나트륨의 함량은 모든 제품에서 90 이상의 값을 보였다. 불용분의 경우 식염 규격은 허용치가 0.15% 이하인데 실험결과 5개 제품이 기준을 초과하는 결과를 보였는데 가장 높은 제품은 미국산으로 1.7% 함량을 보였다. 전반적으로 토판염 제품들이 기준치를 초과하는 결과를 보였다. 그 외의 천일염 제품은 기준치 이하의 함량을 보였다. 황산이온은 5.0% 이하가 기준인데 모든 제품이 그 이하에 속하였다. 황산이온의 경우 소금이 결정되는 염전에서의 결정지 환경에 의한 영향에 따라 많은 차이를 보이는데 유통제품에서의 결과도 제품간의 뚜렷한 경향을 보이지 않았다.

다.

사분함량은 0.2% 이하가 기준인데 토판염의 경우 비교적 높은 값을 보였다. 계랑드천일염의 경우 0.49%로 높은 값을 보였으며 미국산의 경우 가장 높은 1.36% 값을 보였다.

본 실험에 사용된 유통소금 제품들의 색상을 측정하였다. 결과를 표 3-11에 나타내었다. 그 결과를 살펴보면 소금의 제품종류와 제조원에 따라서 색상의 차이가 많이 있음을 확인할 수 있었다. 유통소금의 색상 "L"값은 최저 70.31에서 최고 91.48범위를 보였다.

"a"값은 -0.29에서 4.89 분포를 보였고 "b"값 역시 최저 0.99에서 최고 12.10으로 제품에 따라 차이가 매우 크게 나타나는 것을 확인하였다. 전반적으로 토판염이 다소 낮은 "L" 값을 보였다. 프랑스산의 경우 "L"값과 "b"값이 79.98과 11.15로 제품 중 가장 낮은 결과를 보였다.

2011년도 국내 천일염의 경우에는 "L"값이 70 범위에 속하는 제품이 분석 시료 중 50% 이상 차지하였는데 2012년도 분석결과 전반적으로 제품의 색상 밝기가 많이 개선된 결과를 확인할 수 있었다.

유통소금의 미네랄 함량을 ICP로 분석한 결과를 표 3-12에 나타내었다. Mg의 함량을 살펴보면 열처리염의 경우 가장 높은 함량을 보였으며 수입염의 경우 가장 낮은 값을 보였다. 국내산 천일염의 Mg함량은 대부분 제품에서 2,000~6,000 ppm 범위를 보였으며 일부 제품은 10,000 ppm 이상의 높은 함량을 나타내는 제품도 있었다. 식염기준에 의하면 5,000 ppm 이하를 1등급 기준으로 하는데 국내 제품의 70% 정도가 이 범위에 속하는 결과를 보였다. 열처리염의 경우 Mg함량이 매우 높은 결과를 보였다. 생산방법에 따른 차이는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 수입염의 경우 K함량 역시 가장 낮은 값을 보였다.

유통소금의 Sulphate 함량과 미네랄 함량을 비색법으로 분석한 결과를 표 3-13에 나타냈다. 황화합물의 경우 소금의 쓴맛을 내는 주요 물질로 소금의 결정 환경과 간수의 제거정도를 확인할 수 있는 지표로써 활용이 가능한 인자이다. 실험 결과 제품간에 함량 차이가 크게 나는 것으로 나타났다. 국내산 제품이 전반적으로 높은 함량을 보였으며 수입염의 경우 이보다 낮은 함량을 보였다. 천일염의 최종제품에 존재하는 황화합물과 결합된 물질 즉, 불용성분이 많이 포함된 제품이 유통되고 있다는 것을 확인할 수 있었다. Magnesium 함량은 이와 반대로 국내산 제품이 전반적으로 높은 함량을 보였다.

이상의 실험결과 제품의 수분 관리는 많이 개선되었으나 불용분의 경우 식염 규격을 초과하는 제품이 있었다. 토판염의 경우 사분함량과 함께 비교적 높은 값을 보였다. 소금의 색상에서 제품간의 차이는 크게 나타났으나 과거에 비하여 많이 균일화가 되어가고 있는 사실을 확인할 수 있었다. Mg의 경우 천일염의 1등급 이내에 70% 정도가 속하는 결과를 보였다. 그러나 황화합물의 함량 차이는 크게 차이가 나는 결과를 보여 불용분을 포함한 간수의 관리가 아직 미흡한 것으로 나타났다. 실험결과 과거에 비하여 품질의 균일화가 많이 향상되고 있는 것을 확인할 수 있었다.

표 4-1. 실험에 사용한 제품 목록

번호	시료종류	시료명	용량	제조사
1	천일염	신안섬 3년 묵은 천일염	800 g	C
2	천일염	오천년의 명품 천일염	160 g	B
3	토판염	오천년의 명품 토판천일염	160 g	B
4	천일염	갯벌 천일염	200 g	S
5	토판염	100% 토판천일염	400 g	H
6	토판염	신안 토판염	500 g	S
7	천일염	장인이 빚은 3년 묵은 명품천일염	500 g	E
8	천일염	천년 빛과 바람이 빚어낸 천일염	1.0 kg	H
9	천일염	가는 천일염	200 g	P
10	토판염	토판천일염 가는소금	250 g	F
11	천일염	라이트 리필 천일염	150 g	S
12	천일염	신안섬 바다소금	500 g	C
13	천일염	그레이드 쏘라 솔트	300 g	N
14	천일염	REALSALT	255 g	U
15	천일염	미네랄 밸런스	250 g	S
16	천일염	증포염	200 g	D

표 4-2. 천일염 이화학적 분석

unit : % (dry basis)

번호	수분 (%)	NaCl	불용분	총염소	황산이온	사분
1	1.23	97.70	0.01	58.34	0.05	0.19
	(±0.04)	(±1.23)	(±0.01)	(±0.54)	(±0.00)	(±0.04)
2	1.77	92.38	0.02	56.51	0.10	0.11
	(±0.03)	(±0.95)	(±0.00)	(±0.14)	(±0.04)	(±0.06)
3	2.08	96.47	0.13	53.52	0.17	0.56
	(±0.24)	(±0.81)	(±0.00)	(±0.74)	(±0.00)	(±0.06)
4	1.97	96.55	0.02	57.95	0.11	0.20
	(±0.18)	(±1.03)	(±0.00)	(±0.48)	(±0.01)	(±0.05)
5	1.16	96.18	0.19	59.73	0.07	0.20
	(±0.17)	(±0.31)	(±0.02)	(±0.43)	(±0.01)	(±0.06)
6	2.44	91.75	0.15	59.64	0.03	0.78
	(±0.06)	(±0.84)	(±0.02)	(±0.25)	(±0.01)	(±0.10)
7	4.93	96.39	0.02	58.74	0.06	0.03
	(±0.73)	(±1.35)	(±0.01)	(±0.52)	(±0.00)	(±0.00)
8	8.53	87.37	0.01	52.64	0.17	0.00
	(±0.16)	(±1.22)	(±0.00)	(±0.14)	(±0.01)	(±0.00)
9	2.14	94.68	0.05	58.25	0.09	0.03
	(±0.07)	(±1.25)	(±0.00)	(±0.24)	(±0.00)	(±0.00)
10	1.35	94.33	0.42	56.38	0.10	0.49
	(±0.07)	(±0.87)	(±0.05)	(±0.21)	(±0.03)	(±0.05)
11	1.69	98.01	0.38	58.81	0.07	0.30
	(±0.13)	(±0.55)	(±0.04)	(±0.29)	(±0.01)	(±0.04)
12	5.59	95.33	0.02	56.02	0.22	0.10
	(±0.02)	(±1.22)	(±0.01)	(±0.15)	(±0.01)	(±0.02)
13	0.10	95.90	0.01	60.21	0.05	0.00
	(±0.03)	(±1.49)	(±0.00)	(±0.77)	(±0.02)	(±0.00)
14	0.14	95.51	1.72	58.26	0.00	1.36
	(±0.04)	(±1.31)	(±0.07)	(±0.28)	(±0.00)	(±0.25)
15	1.34	97.59	0.00	56.41	0.06	0.13
	(±0.03)	(±0.82)	(±0.00)	(±0.42)	(±0.00)	(±0.04)
16	2.05	91.36	0.06	54.76	0.24	0.08
	(±0.02)	(±0.37)	(±0.01)	(±0.63)	(±0.09)	(±0.01)

표 4-3. 천일염의 색도 측정 결과

번호	L	a	b
1	89.11 (±0.50)	0.04 (±0.01)	2.32 (±0.03)
2	86.07 (±0.22)	0.07 (±0.02)	2.94 (±0.07)
3	86.00 (±0.69)	-0.03 (±0.01)	2.86 (±0.03)
4	91.56 (±0.46)	0.18 (±0.01)	2.91 (±0.07)
5	82.40 (±0.19)	0.09 (±0.00)	4.66 (±0.08)
6	70.31 (±0.38)	0.27 (±0.01)	3.97 (±0.06)
7	79.36 (±0.18)	-0.02 (±0.01)	1.63 (±0.03)
8	85.08 (±7.69)	-0.14 (±0.04)	1.17 (±0.64)
9	89.42 (±1.58)	0.01 (±0.03)	2.82 (±0.05)
10	79.98 (±0.24)	0.22 (±0.02)	11.15 (±0.07)
11	84.06 (±0.92)	-0.06 (±0.02)	4.89 (±0.06)
12	86.92 (±0.11)	-0.29 (±0.00)	4.01 (±0.01)
13	88.40 (±0.02)	0.23 (±0.00)	0.99 (±0.00)
14	79.47 (±0.38)	4.86 (±0.10)	7.54 (±0.20)
15	82.12 (±0.03)	2.38 (±0.07)	12.10 (±0.03)
16	91.48 (±0.46)	0.15 (±0.01)	4.27 (±0.01)

표 4-4. 천일염의 미네랄 함량 측정 결과

(unit : mg/kg)

	Na	Mg	Ca	Mn	K	Fe	Zn
1	339659.0	2557.67	600.57	1.32	2376.34	11.91	4.7
2	328901.0	6847.70	1886.35	4.13	4356.37	8.14	3.53
3	326221.0	6389.90	164.90	3.60	2795.39	25.66	2.63
4	343917.0	3898.91	1545.66	2.28	2941.77	27.88	3.24
5	322389.0	1769.84	598.83	3.67	1675.65	12.97	1.74
6	356722.0	1040.06	202.93	1.26	1404.37	30.8	0.8
7	333847.0	2359.46	1293.75	4.67	2539.71	37.6	1.71
8	295714.0	20767.80	830.27	4.64	8919.60	17.43	1.78
9	325485.0	3181.76	1437.81	5.16	2270.99	29.87	1.87
10	342212.0	3573.30	1387.80	3.30	2369.59	26.34	3.6
11	353977.0	2932.26	385.97	3.62	1947.38	38.62	3.85
12	298510.0	10281.60	869.54	7.34	3809.43	16.14	2.3
13	305161.0	49.70	330.79	0.95	957.78	13.49	4.84
14	343384.0	26.68	1673.65	5.15	920.54	5.32	2.47
15	321125.0	2213.66	1069.06	4.03	2004.12	38.5	4.98
16	323509.5	13703.40	1020.04	7.08	7021.25	9.41	4.71

표 4-5. 천일염의 미량원소 측정 결과

(unit : mg/kg)

	Cl	Mg	Ca	SO ₄
1	841568.6	3413.8	653.0	8255.0
2	769022.0	8164.0	2272.0	21039.2
3	760938.8	7337.4	376.8	13542.4
4	824600.6	5461.8	1837.4	14504.2
5	834682.4	2487.2	662.8	6084.2
6	773738.8	1337.0	204.4	2731.2
7	850606.8	2618.4	983.4	8355.4
8	757644.2	18806.0	1129.6	27027.4
9	816000.8	4698.6	1528.6	12671.8
10	797192.0	4693.0	1192.2	11589.8
11	841856.2	3643.2	544.8	7721.4
12	723893.0	20604.0	2376.2	49288.0
13	727262.4	311.6	210.2	539.0
14	860733.6	288.8	1311.2	1944.6
15	812431.8	2605.8	1176.0	7999.4

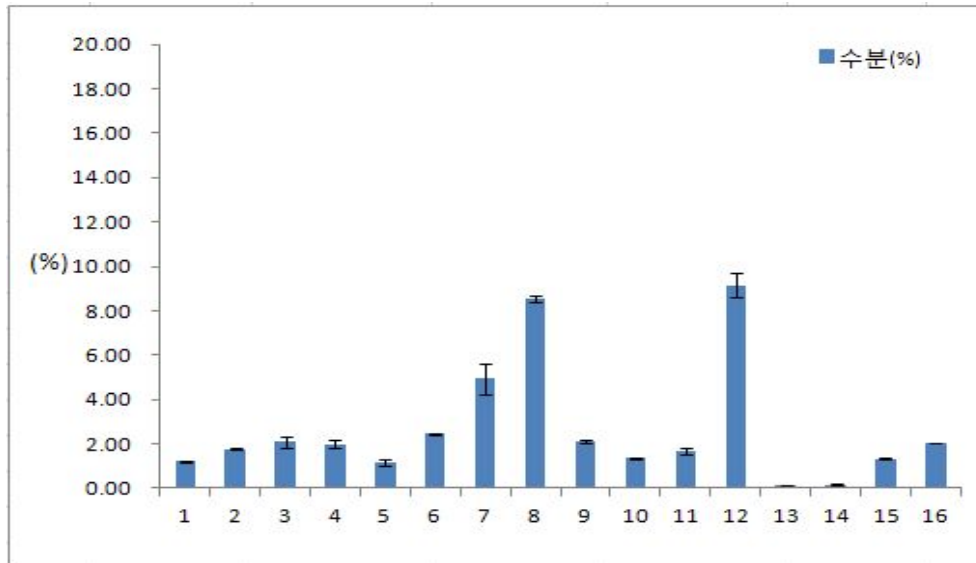


그림 4-3. 유통제품의 수분 함량 (%)

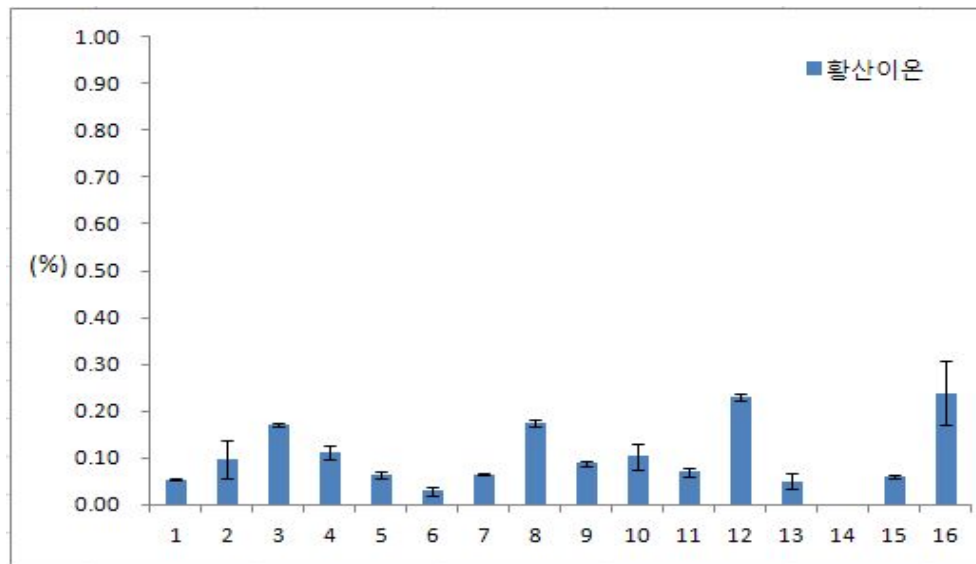


그림 4-4. 유통제품의 황산이온 함량 (%)

다. 생산시기에 따른 품질 특성

5월부터 9월동안 생산되는 천일염의 품질을 분석한 결과를 표 3-14에 나타냈다. 결정지에서 생산되는 소금의 품질은 그날의 환경 즉, 일조량, 수온, 염수온도 그리고 농도 등에 따라 품질 차이를 보이고 것으로 알려져 있으며 결정지에 채염 후 구간수와 신간수의 관리방법 등에 따라 동일시기에 생산한 천일염에서도 많은 품질의 차이가 나는 것으로 알려지고 있다.

전남 신안군 비금면에서 생산된 천일염의 품질을 분석한 결과, 생산되는 시기에 따라 염화나트륨과 총염소 함량이 하절기에 다가올수록 낮아지는 결과를 보였다. 황산이온 역시 하절기에 생산되는 소금에서 다소 낮은 함량을 보였다. 사분의 경우에도 유사한 경향을 보였다. 소금의 색상은 생산시기에 따른 차이가 적었다. 실험 결과 천일염의 각 항목 기준 이내에 들어가는 적

합한 함량을 보였다.

실험결과 생산시기에 따른 천일염의 품질 특성 차이가 나타난 첫 번째 원인은 제조조건 (생산시기, 날씨, 간수 등)에 따른 영향, 두 번째로는 염전 운영자의 간수와 해주의 관리기술 즉, 신간수와 구간수의 관리 방법이 차이에서 오는 것으로 판단되었다. 향후 증발지와 결정지의 최적화 관리기술을 통하여 균일한 품질의 생산조건 확립이 필요한 것으로 판단되었다.

표 4-6. 생산시기에 따른 품질

unit : % (dry basis)

	수 분	NaCl	불용분	총염소	황산이온	사분
12년도 5월산	14.94 (±0.29)	91.55 (±0.37)	0.03 (±0.00)	57.55 (±0.19)	0.14 (±0.02)	0.13 (±0.05)
12년도 6월산	13.81 (±0.53)	87.51 (±0.65)	0.06 (±0.00)	57.71 (±0.59)	0.10 (±0.01)	0.14 (±0.04)
12년도 7월산	14.01 (±0.39)	83.50 (±0.13)	0.04 (±0.01)	57.10 (±0.97)	0.08 (±0.01)	0.11 (±0.07)
12년도 8월산	14.67 (±0.15)	81.77 (±0.97)	0.03 (±0.00)	55.47 (±0.71)	0.08 (±0.01)	0.10 (±0.04)
12년도 9월산	14.89 (±0.20)	90.65 (±0.45)	0.03 (±0.00)	57.89 (±0.21)	0.12 (±0.01)	0.08 (±0.02)
식염 기준	<15.0	>70	<0.15	>40	<1	<0.2

표 4-7. 신안지역 계절별 생산 소금의 색상

생산시기	L	a	b
12년도 5월산	85.23 (±0.67)	-0.12 (±0.01)	1.45 (±0.09)
12년도 6월산	84.14 (±0.43)	-0.09 (±0.01)	1.66 (±0.06)
12년도 7월산	83.88 (±0.42)	-0.09 (±0.02)	1.27 (±0.05)
12년도 8월산	84.76 (±0.58)	-0.11 (±0.02)	1.45 (±0.07)

라. 생산방법에 따른 천일염의 품질

표 3-16은 신안 비금면 지역에서 생산한 장판염과 토판염의 품질을 분석한 결과이다. 장판염에 비하여 토판염의 경우 불용분과 황산이온 및 사분함량이 비교적 높은 결과를 보였다. 불용분의 함량은 0.12%로 비교적 높은 값을 보였다. (식염규격 기준 0.15%) 색상을 측정한 결과 황색을 나타내는 “b” 값이 토판염은 4.23, 장판염은 1.65로 토판염이 높은 값을 보였으며 “L”값 역시 토판염이 80.21로 장판염의 84.92로 비하여 낮은 값을 보였다. (표 3-17)

표 4-8. 생산 방법별 소금의 품질

unit : % (dry basis)

	수분	NaCl	불용분	총염소	황산이온	사분
장판염	8.13 (±0.14)	89.72 (±1.76)	0.05 (±0.01)	55.36 (±1.98)	0.09 (±0.01)	0.11 (±0.03)
토판염	9.45 (±0.21)	87.34 (±2.41)	0.12 (±0.01)	54.87 (±1.45)	0.11 (±0.00)	0.17 (±0.03)
식염 기준	<15.0	>70	<0.15	>40	<1	<0.2

표 4-9. 생산 방법별 소금의 품질

	L	a	b
장판염	84.92 (±0.43)	0.08 (±0.01)	1.65 (±0.34)
토판염	80.21 (±1.02)	0.02 (±0.01)	4.23 (±0.41)

마. 생산연도에 따른 천일염의 품질

오래 숙성한 천일염의 품질을 분석하여 보았다. 숙성한지 7년, 6년, 4년 및 3년동안 숙성한 소금의 품질을 분석하여 보았다. 7년, 6년산은 목포 천일염회사에서 보관 판매중인 신안 신의면 지역 천일염을 구입하였으며 4년, 3년산은 신안군 신의면 하태동리 지역에서 생산한 천일염을 구입하여서 품질 분석을 하였다. 동일 염전에서 생산된 시료를 구하기는 불가능하였고 가급적 생산지역이 동일한 지역의 소금을 구입하였다.

숙성연도별 천일염의 품질 분석결과, 염화나트륨의 함량은 숙성기간이 오래될수록 다소 높아지는 경향을 보였다. 불용분의 경우에도 숙성기간이 오래될수록 다소 높아지는 결과를 보였다.

이와함께 황산이온과 사분의 함량 역시 유사한 경향을 보였다. 사분 함량의 경우 7년숙성소금의 경우 0.19%로 비교적 높게 나타났다. (식염 기준 0.2%) (표 3-18)

숙성기간이 오래된 시료일수록 'L' 값이 낮았으며 "b"값은 높아지는 결과를 보였다. 즉, 초기에 비하여 색상이 변화하여 초기의 유백색에서 잿빛과 같은 어두운 색상으로 다소 변화하는 결과를 보였다. (표 3-19)

이러한 결과 다년간 숙성하는 방법이 천일염 품질을 향상되는 것과 상관관계가 높지 않다는 것을 확인 할 수 있었다. 오랜 숙성과정을 통하여 수분의 증발, 간수 성분인 $MgSO_4$, $CaSO_4$ 등의 성분이 자연 유출되어 쓴맛은 개선되나 불용분과 황화합물 및 이물의 제거에는 효과적이지 않은 것으로 판단되었다.

표 4-10. 생산연도별 시료의 품질

unit : % (dry basis)

	수분	염화나트륨	불용분	총염소	황산이온	사분
7년숙성소금	5.21 (±0.78)	89.54 (±1.90)	0.05 (±0.00)	58.02 (±1.66)	0.24 (±0.01)	0.19 (±0.01)
6년숙성소금	6.52 (±0.86)	88.84 (±0.79)	0.05 (±0.01)	59.35 (±1.97)	0.19 (±0.04)	0.13 (±0.04)
4년숙성소금	8.85 (±0.72)	86.86 (±0.53)	0.03 (±0.01)	56.47 (±0.67)	0.14 (±0.03)	0.10 (±0.02)
3년숙성소금	9.79 (±0.46)	88.01 (±1.01)	0.04 (±0.01)	57.19 (±1.07)	0.11 (±0.01)	0.14 (±0.02)

표 4-11. 생산연도별 시료의 색상

	L	a	b
7년숙성소금	76.78 (±1.11)	0.54 (±0.01)	2.99 (±0.03)
6년숙성소금	79.54 (±0.78)	0.64 (±0.02)	2.98 (±0.03)
4년숙성소금	77.90 (±0.85)	0.74 (±0.02)	1.97 (±0.04)
3년숙성소금	79.32 (±1.09)	0.75 (±0.02)	1.79 (±0.07)

바. 불용분을 제거한 천일염의 품질

천일염의 불용분을 제거하는 산지종합처리장에서 처리한 천일염의 품질을 분석하였던 결과를 표 3-20에 나타내었다. 세척 및 탈수공정에서 불용분, 황산이온, 사분 등의 감소에서 유의적 차이가 보였고, 탈수공정만을 적용할 경우에도 불용분과 황산이온의 제거에 유의적 차이가 나타났지만, 사분의 제거는 미비한 것으로 나타났다.

표 4-12. 불용분 제거한 천일염의 분석결과 (대상시설 A)

(unit : %)

	시료명	수분***	불용분***	황산이온***	사분***	염화나트륨***
A	원료	12.30 ^a	0.052 ^a	0.179 ^a	0.089 ^a	87.28 ^a
	탈수	6.57 ^b	0.024 ^b	0.091 ^b	0.084 ^a	92.59 ^{ab}
	건조	2.02 ^c	0.033 ^b	0.100 ^b	0.061 ^a	98.17 ^b
	선별	1.97 ^c	0.028 ^b	0.110 ^b	0.089 ^a	98.80 ^c

1. dry basis : 수분, 불용분, 황산이온, 사분
2. wet basis : 염화나트륨
3. * (p<0.05), ** (p<0.01), *** (p<0.001)수준에서 유의적인 차이가 있음
4. ^{abcde} : column내에서 같은 알파벳은 같은 수준임

표 4-13. 불용분 제거한 천일염의 분석결과 (대상시설 B)

(unit : %)

	시료명	수분***	불용분***	황산이온***	사분*	염화나트륨***
B	원료	8.49 ^a	0.031 ^a	0.181 ^a	0.160 ^a	91.05 ^a
	세척	12.88 ^b	0.013 ^b	0.094 ^b	0.105 ^b	86.14 ^b
	탈수	10.17 ^c	0.013 ^b	0.067 ^{bc}	0.084 ^{ab}	91.95 ^c
	건조	3.98 ^d	0.017 ^c	0.083 ^{cd}	0.120 ^{ab}	95.76 ^{cd}

1. dry basis : 수분, 불용분, 황산이온, 사분
2. wet basis : 염화나트륨
3. * (p<0.05), ** (p<0.01), *** (p<0.001)수준에서 유의적인 차이가 있음
4. ^{abcde} : column내에서 같은 알파벳은 같은 수준임

공정별 칼라특성은 세척공정 이후에 “L”값은 다소 낮아지나 이후 탈수, 건조, 선별공정 이후에는 다소

증가하는 즉, 밝기가 다소 좋아지는 것으로 나타났으며 “b” 값은 흰색의 정도를 나타내는 칼라인자로서, 공정별 차이는 크게 나타나지 않았다.

표 4-14. 공정별 색도 분석결과 (대상시설 A)

	시료명	L***	a***	b***
A	원료	82.24 ^a	0.05 ^a	3.23 ^a
	탈수	88.21 ^{ab}	-0.11 ^b	2.68 ^b
	건조	91.50 ^b	0.08 ^c	3.26 ^b
	선별	92.72 ^c	0.01 ^d	3.05 ^b

1. * (p<0.05), ** (p<0.01), *** (p<0.001)수준에서 유의적인 차이가 있음

2. ^{abcde} : column내에서 같은 알파벳은 같은 수준임

표 4-15. 색도 분석결과 (대상시설 B)

	시료명	L***	a***	b***
B	원료	84.47 ^a	-0.25 ^a	2.70 ^a
	세척	78.95 ^a	-0.10 ^b	2.38 ^b
	탈수	84.07 ^a	0.04 ^c	2.32 ^c
	건조	87.21 ^a	0.13 ^d	2.78 ^c

1. * (p<0.05), ** (p<0.01), *** (p<0.001)수준에서 유의적인 차이가 있음

2. ^{abcde} : column내에서 같은 알파벳은 같은 수준임

주요 미네랄 함량을 ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) 방법으로 분석 한 결과, Mg (약 2600~9500ppm) > Ca (약 400~2200ppm) > K (약 100~460) > Mn (약 0.01~0.04)의 순으로 나타났다. 또한 대상시설A의 경우 칼슘의 함량은 다소 증가하고, 마그네슘의 함량은 감소하는 경향이었으며, 대상시설B는 칼슘 및 마그네슘의 함량이 감소하는 경향이였다.

표 4-16. Ca, Mg, Mn, K의 함량 분석결과

(unit : mg/L)

	시료명	Calcium***	Magnesium***	Manganese***	Potassium***
A	원료	1818.9 ^a	9515.7 ^a	0.01 ^a	238.6 ^a
	탈수	2059.8 ^b	4736.9 ^b	0.02 ^b	157.4 ^b
	건조	2253.5 ^c	4643.5 ^c	0.04 ^b	123.2 ^c
	선별	2156.7 ^c	3833.8 ^d	0.02 ^b	127.3 ^d
B	원료	1236.6 ^a	7184.0 ^a	0.01 ^a	330.8 ^a
	세척	636.6 ^b	3629.5 ^b	0.03 ^a	386.4 ^b
	탈수	440.0 ^c	2656.3 ^c	0.03 ^a	466.2 ^c
	건조	492.4 ^d	2883.6 ^d	0.03 ^a	450.2 ^d

1. * (p<0.05), ** (p<0.01), *** (p<0.001)수준에서 유의적인 차이가 있음

2. ^{abcde} : column내에서 같은 알파벳은 같은 수준임

주요 미네랄 함량을 ICP-AES 이외에 자동흡광분석기 (Arena 20, Automated photometric analyzer)를 이용하여 분석한 결과, Cl (약 500,000~600,000 ppm) > S (약 6,000~20,000 ppm) > Mg (약 3,000~9,000 ppm) > Ca (약 600~2,500 ppm)의 순으로 나타났다.

표 4-17. Ca, Mg, S, Cl의 함량 분석결과

(unit : mg/L)

	시료명	Calcium	Magnesium	Sulphate	Chloride
A	A	1916.2	9795.1	20221.0	560235.1
	B	2504.4	5823.6	12749.0	588875.8
	C	2423.5	6340.8	14054.1	632410.3
	D	2361.8	6022.9	13590.9	616850.1
B	F	1323.6	8541.7	16603.8	585035.8
	G	859.8	5175.0	9186.8	554935.3
	H	678.9	3661.4	6937.8	589241.5
	I	734.6	4404.2	8396.4	648990.6

6. 천일염의 품질 기준

소금의 종류는 제조하는 방법에 따라 천일염, 재제소금, 태움·용융소금, 정제소금, 가공소금 등으로 나뉘며 소금의 종류에 따라 소금의 규격은 달라진다. 이 중 천일염의 품질 규격은 한국 산업표준규격과 식염기준 (식약청제 2008-6호) 두가지 방법이 있다.

가. 식약청 식염기준 (제2008-6호)

표 4-18. 규격

항목 \ 유형	천일염	재제소금	태움·용융소금	정제소금	가공소금
염화나트륨 (%)	70.0 이상	88.0 이상	88.0 이상	95.0 이상	35.0 이상
총염소 (%)	40.0 이상	54.0 이상	50.0 이상	58.0 이상	20.0 이상
수분 (%)	15.0 이하	9.0 이하	4.0 이하	4.0 이하	5.5 이하
불용분 (%)	0.15 이하	0.02 이하	3.0 이하	0.02 이하	-
황산이온 (%)	5.0 이하	0.8 이하	1.5 이하	0.4 이하	2.5 이하
사분 (%)	0.2 이하	-	0.1 이하	-	-
비소 (mg/kg)	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
납 (mg/kg)	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하
카드뮴 (mg/kg)	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
수은 (mg/kg)	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
페로시아화이온 (g/kg)	불검출	0.01 이하	0.01 이하	0.01 이하	0.01 이하

나. 한국산업표준규격

표 4-19. 한국산업표준 (K) 천일염 품질기준표

항목	천일염		
	1등급	2등급	3등급
수분	8.00 이하	11.0 이하	12.0 이하
불용분	0.60 이하	1.00 이하	1.50 이하
총염소(%)	54.0 이상	51.5 이상	50.0 이상
칼슘(%)	0.20 이하	0.20 이하	0.20 이하
마그네슘(%)	0.50 이하	0.80 이하	1.00 이하
황산이온(%)	1.00 이하	1.30 이하	1.50 이하
염화나트륨(%)	88.0 이상	83.0 이상	80.0 이상

표 4-20. 정제염의 품질 기준

항목	기준	
	1급	2급
수분 (%)	0.30 이하	4.00 이하
불용분 (%)	0.01 이하	0.02 이하
총염소 (%)	60.1 이하	58.0 이상
칼슘 (%)	0.10 이하	0.10 이하
마그네슘 (%)	0.20 이하	0.20 이하
황산이온 (%)	0.40 이하	0.40 이하
염화나트륨 (%)	99.0 이상	95.0 이상
염도 (%)	590~149 μm 80% 이상	

표 4-21. 가공염의 품질기준

항목	기준			
	1급	2급	3급	4급
수분 (%)	0.50 이하	4.00 이하	7.00 이하	9.00 이하
불용분 (%)	0.15 이하	0.15 이하	0.40 이하	0.80 이하
총염소 (%)	59.7 이하	58.0 이하	56.0 이하	54.0 이상
칼슘 (%)	0.10 이하	0.10 이하	0.15 이하	0.15 이하
마그네슘 (%)	0.25 이하	0.25 이하	0.40 이하	0.50 이하
황산이온 (%)	0.50 이하	0.50 이하	0.60 이하	0.80 이하
염화나트륨 (%)	98.0 이하	95.0 이하	92.0 이상	88.0 이상

다. 생산자 품질 평가기준

(1) 영광지역 생산자 기준

천일염은 공산품과 달리 기온, 풍향, 토질에 따라 일정한 품질의 상품을 기대할 수 없으며 날씨에 따른 품질편차가 나타난다. 따라서 생산된 천일염의 품질에 따라 구분하여 통일된 품질 선정기준을 적용한 유통기준이 필요하다. 그러나 현재까지 정부와 기관 단체들의 천일염 품질 등급화는 마련되지 않고 있다. 또한 천일염은 생산단계, 생산시기, 방법, 차후 관리 등에 따라 품질차이를 나타낸다. 그러나 모든 소금이 같은 품질로 인정받는다면 전체적인 천일염의 품질 수준은 하락할 가능성이 크다. 이에 천일염 염전 생산업체들은 천일염 자체 기준안을 설정하여 천일염의 품질을 등급별로 분류해 품질수준을 한 단계 향상시킬 수 있도록 하였다. 이는 생산지에서 자체적으로 일반적 관능검사인 염도, 수분, 무게/부피, 입자, 경도, 색상, 맛, 냄새 등을 기준으로 품질을 설정하여 당해 연도에 생산되고 채염 후 3개월 이상 자연탈수 된 천일염으로 3등급으로 구분 (1등급·2등급·3등급)한 내용인데 이러한 기준은 천일염의 품질 등급화 추진 방향과도 맞는 매우 바람직한 내용으로 본 실험을 수행하는데도 많은 참고가 되는 자료이다.

천일염은 많은 요인으로 인하여 성분의 차이를 보이므로 국내산 천일염의 품질 기준을 설정하기에 많은 어려움이 있어, 일반적 관능검사인 염도, 수분, 무게/부피, 입자, 경도, 색상, 맛, 냄새 등을 1차적인 기준으로 설정한다.

(가) 등급 개요

- ① 적용대상 : 당해 연도에 생산되고 채염 후 3개월 이상 자연탈수 된 영광천일염
- ② 등급설정 : 3등급으로 구분 (1등급 · 2등급 · 3등급)
- ③ 결정방법 : 시각, 맛, 촉감 등을 통한 관능검사
-시기, 염도, 입자, 수분, 무게/부피, 경도, 색상, 맛, 냄새 등
- ④ 검사: 생산자, 구매자의 요청에 따라 등급 기준표에 의거 천일염 품질 검사 자가 등급판정
- ⑤ 시행시기 : 천일염 구매 시, 군수품질인증제 도입 시, 생산자 등 요청 시
- ⑥ 검사기관 : 해당 시군
- ⑦ 등급별 색상표시
1등급- 녹색(식용가능), 2등급 - 파란색(식용가능), 3등급- 공업용이므로 등급표시 하지 않음.

표 4-22. 영광지역 생산자 등급 기준표

[기준시점 : 3개월 이상 보관염]

구분	1등급	2등급	3등급
① 시기	5월 20일~6월,7월	5월1일~20일,8월,9월	4월, 10월
② 염도	86%이하	86%~88%	88%이상
③ 수분	7%~12%	7%~12%	7%~12%
④ 무게 /부피	용기 (반되)에 부피를 일정하게 담았을 때 가볍다 1,000 g 이하/반되	용기 (반되)에 부피를 일정하게 담았을 때 약간 무겁다 1,000 g ~ 1,020 g/반되	용기 (반되)에 부피를 일정하게 담았을 때 많이 무겁다 1,020 g 이상/반되
⑤ 입자	4 mm 이상 균일 (7:3) 3 mm ~ 4 mm 균일 (7:3)	3 mm ~ 4 mm 불균일	3 mm 이하 불균일
⑥ 경도	푸석푸석하여 쉽게 깨진다.	염도가 높고 수분이 낮아짐에 따라 약간 단단해진다.	단단하고 쉽게 깨지지 않는다.
⑦ 색상	백색 (우유빛)	백색	어둡고 투명 (유리빛)
⑧ 맛	짜며 끝맛이 달다	짜다	짠맛이 강하고 쓰다
⑨ 냄새	갯벌 냄새를 제외한 다른 냄새가 나지 않아야 한다.	갯벌 냄새를 제외한 다른 냄새가 나지 않아야 한다.	갯벌냄새를 제외한 다른 냄새가 나지 않아야 한다.

표 4-23. PP포대 등급표시

포장지 앞면 (주표시면)		포장지 뒷면 (일괄표시면)
식품의 유 형		천일염 (식용)
용 도		식탁용, 음식조리용
제조년월		생산:2010년 0월 포장:2010년 0월
포장재질		폴리프로필렌 (PP)
생 산 자	이름	○○○(주)
	주소	전남 ○○군
	전화	○○○-○○○○
	인터넷 주소	www.salt.com
보 관 또 는 취 급 방 법		천일염은 수분을 흡수하면 눅는 성질이 있어 장기간 방치할 경우 간수가 밖으로 유출될 수 있으므로 사용 후 남은 제품은 별도의 장소에 보관하거나 다른 용기에 보관해야 합니다. (예시)

(2) 신안지역 생산자 등급 기준

신안지역은 15개 특징적인 소금을 선별하여 전문가 자문 및 관능검사를 실시하여 통계처리에 의한 품질차별성을 분석하고 천일염의 생산시설, 색상, 수분함량, 이물질, 생산환경 등을 평가지표로 선정하였다. 크게 2단계로 나누어지는데 1단계는 산지처리장에서 처리한 천일염의 색상, 수분함량, 이물질 등을 품질평가 인자로 한 평가지표이며 2단계는 산지처리장에서 이물제거, 탈수, 건조 및 분쇄과정 (필요에 따라) 후 포장하기 전 품질등급화를 위한 품질평가 (식품의약품안전청 천일염 규격검사, 주요 미네랄 분석 등을 품질평가 인자로 하는 평가지표)이다.

3단계는 1단계 품질평가 등급과 2단계 품질평가 등급을 종합하여 최종 인증을 위한 품질평가 지표이다. 즉, 1단계와 2단계 평가기준을 합하여 평균하여 품질 등급을 확정하였다. 1등급과 2등급 천일염 중 Mg 10,000 mg/g, Ca 3000 mg/g, K 5000 mg/g 이상인 제품을 건강소금으로 평가하였다.

표 4-24. 1단계 품질 평가 지표

평가인자		평가점수				
수분 함량 (30점)	무게/부피 (g/ml)	0.9 이상	-	0.9 이하	-	-
	점수	30		20		
관능적 색깔 (15점)	색차계	불투명, 하얀색 (우유빛) L-value 75~78 a-value -0.3~-0.5 b-value 1이하	불투명, 하얀색 (중간) L-value 75 이하 a-value -0.3~-0.5 b-value 1~2	투명 (유리빛) L-value 72 이하 a-value -0.3~-0.5 b-value 2 이상	-	-
	점수	15	13	10		
	입자크기 (3~4 mm)	크기 적당 매우 균일함	크기 적당 균일한 편임	크기 부적당 불균일함	-	-
	입자결정 (정육면체)	정육면체	일부 부정형 혼합	부정형 혼합 많음	-	-
점수	15	13	10			
환경 (15점)	날씨&바람	매우 우수	우수	보통	나쁨	매우 나쁨
점수	15	14	13	12	10	

표 4-25. 2단계 품질평가 지표

내용		평가인자		평가점수		
		식품위생검사지표 (식품공전에 준함: 75점)	합격	불합격		
			75	0		
품질 지표 (75점)	미네랄 및 황산이온 지표 (25점)	Mg (6000 mg/g 이상)	모두합격	3항목 이상 합격	2항목 이상 합격	2항목 이하 합격
		Ca (1500 mg/g 이상)				
		K (2500 mg/g 이상)				
		황산이온 (0.1% 이상)				
		점수				

(3) 프랑스 게랑드 품질 기준

Guerande 지역은 guerande asserac 남쪽에서 북쪽으로 9개 이상의 지자체에 걸쳐 2천 헥타르의 갯벌 층으로 이루어져 있다. 현재 늪지 형태로 환경이 보존되고 있으며, 그 중심에서 천일염이 생산되고 있다.

300여명의 생산자와 180개의 조합으로 이루어지고 있으며 연간 생산량은 9,000 ton 이다. 전체면적 2,100 헥타르 면적이다. Guerande 소금은 6월과 9월사이 건조기에 생산되고 있으며, 소금 전체 생산량의 1% 정도를 생산하고 그 중 꽃소금(La fleur de sel)은 0.1% 정도를 생산하였다. 수확하는 소금은 gros sel(결정체가 비교적 크고 다소 회색)과 Fleur de sel (작은 결정으로 가볍고 아주 하얀 색을 띤 소금) 2종류만 생산하고 있다. Fleur de sel의 생산량은 gros sel에 비하여 1/10정도지만 가격은 10배 이상 부가가치가 높은 제품이다. 생산품은 Label Rouge 인정(1991년), Nature&progres에 의한 유기제품 획득, 생산이력시스템 도입을 하였으며, 위생·안전에 대한 인증제도도 고려하고 있었다.

Label Rouge 인정을 위하여 소금의 화학 성분 검사, 박테리아 검사, 해수검사 등을 연간 5회에 걸쳐 수행되고 있다. Guerande 소금의 주요 원료인 해수는 대서양의 맑은 수질을 이용하며, 수질은 3회/주 감독관청에 의해서 관리되고 있다. 해수 사고에 의해서 수질이 악화될 경우 1년간 생산을 중단하기도 한다. 또한 유통, 생산 시설의 위생관리 기준은 원산지의 장소, 환경 일반 조건, 농업/공해, 해충 구제, 수렵, 물의 흐름, 염전의 보존, 도구와 재료, 제품과 포장(세정, 건조/저장, 첨가물), 분쇄조건 등으로 구분하여 관리한다.

게랑드 천일염은 염화나트륨은 94%이상, 1.4 mm의 결정크기, 불용분함량은 국내 품질기준 (0.15%이하)보다 관대한 0.50%이하의 기준으로 적색라벨 품질기준을 정하였다. 또한 소금 중에 들어있는 수은, 비소, 납, 카드뮴, 구리 등의 중금속 허용 함유량도 정해져 엄격하게 생산 및 등급관리를 하고 있다. (표 3-34, 표 3-35) 이렇게 관리하고 생산된 소금은 3년 동안 보관하며

생산자 조합의 의결에 의해 한해 판매될 가격이 결정된다. 생산된 소금의 장기 보관은 소금의 수급조절과 수분관리를 위하여 실시되며, 수분을 8%이하로 관리하도록 한다.

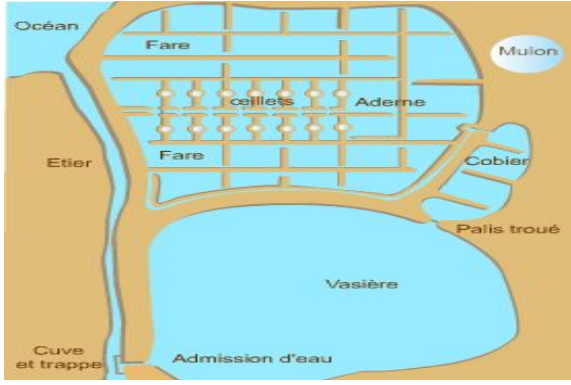
제품의 이물질검사는 수작업으로 이루어지며, 새의 깃털이 가장 큰 이물로 분류된다. 생산된 소금은 AFSSA 기준을 준수하기 위하여 수분, 나트륨, 마그네슘, 인산, 칼슘, 망간, 철, 구리, 아연 등이 관리된다.

표 4-26. 프랑스 게랑드 소금의 기준 (적색라벨 인정기준)

종류	허용 기준
염화나트륨 (NaCl)	94.0 이상
불용분	0.20-0.50
수분	7% 미만
결정 크기	1-4 mm
마그네슘 (Mg)	0.80 (± 0.30)
칼륨 (K)	0.20 (± 0.03)
칼슘 (Ca)	0.20 (± 0.10)
나트륨 (Na)	34.00 (± 3.00)
동	2.0 ppm과 같은 양이나 이상
아연 (Zn)	3.0 ppm (± 2.00)
망간 (Mn)	6.0 ppm (± 2.00)
철분	100 ppm (± 50)

표 4-27. 프랑스 게랑드 소금 중의 중금속 허용 함유량

중금속의 종류	허용 기준
수은 (Hg)	0.10 ppm
비소 (As)	0.50 ppm
카드뮴 (Cd)	0.50 ppm
납 (Pb)	2.00 ppm
구리 (Cu)	1.00 ppm



계랑드 염전의 모식도



해수로



제 1저수지



제 2 저수지



농축지



예비지



결정지



저장 창고

그림 4.5. 계랑드 염전 사진

6. 천일염의 품질 표준화를 위한 방안

지금까지 실험한 결과 현행 천일염 식염기준에 대비하여 보면 생산시기, 숙성기간 그리고 제조방법에 따라 염화나트륨 함량과 불용분, 황산이온 및 사분 등의 함량 차이가 나타나는 것을 확인 할 수 있었다. 특히 염화나트륨과 불용분의 함량 차이가 비교적 크게 나타나는 것을 확인 할 수 있었다. 식약청 식염기준은 염화나트륨, 총염소, 수분, 불용분, 황산이온, 사분 및 비소, 납, 카드뮴, 수은의 허용기준에 관하여 규격을 정하고 있다.

유통제품의 품질을 분석한 결과 사분과 불용분 함량이 일부 식염규격에 초과하는 제품이 있었다. 그러나 천일염의 불용분 제거를 위한 세척, 탈수 등의 공정으로 처리 할 경우 대부분 규격 이내에 들어 올 수 있을 것으로 판단되었다.

영광지역의 생산자 단체들의 자가품질 기준은 천일염 자체 기준안을 설정하여 천일염의 품질을 등급별로 분류하였다. 생산지에서 염도, 수분, 무게/부피, 입자, 경도, 색상, 맛, 냄새 등을 기준으로 품질을 설정하여 채염 후 3개월 이상 자연탈수 된 천일염으로 3등급으로 구분하였다.

신안지역의 생산자 자가품질 기준은 생산시설, 색상, 수분함량, 이물질, 생산환경 등을 평가 지표로 선정하였다. 1단계는 천일염의 색상, 수분, 이물질 등을 평가 인자로 한 평가지표이며 2단계는 산지처리장에서 이물제거, 탈수, 건조 및 분쇄과정 후 포장하기 전 품질등급화를 위한 품질평가 (식품의약품안전청 천일염 규격검사, 주요 미네랄 분석 등을 품질평가 인자로 하는 평가지표)이다. 이렇게 1단계와 2단계 평가기준을 합하고 평균하여 품질 등급을 확정하였는데 1등급과 2등급 천일염 중 Mg 10,000 mg/g, Ca 3,000 mg/g, K 5,000 mg/g 이상인 제품을 건강소금으로 평가하였다. 프랑스 게랑드 천일염은 염화나트륨, 수분, 불용분, 결정 크기, Mg, K, Ca, Na, Cu, Zn, Mn, Fe의 허용기준에 관하여 규격을 정하고 있다. 이외의 유해중금속의 허용 기준도 설정하고 있다.

천일염의 품질 표준화 즉, 균일화를 위하여서는 염전에서 생산조건의 표준화가 확립되어 비교적 품질 편차가 적은 천일염을 생산하여야 하고 생산된 천일염의 품질을 표준화하는 방안은 생산한 천일염의 현장 품질관정을 통하여 등급별로 구분하여 분류를 하여야 한다. 그 이후에는 산지종합처리장에서 천일염의 간수를 제거하는 공정을 통해 염화나트륨, 불용분, 황산이온의 함량을 식염 기준 이내에서 품질 차이를 줄이는 방안을 추진하여야 한다. 이 방안은 현행 천일염 규격에는 없으며 생산자 자가 품질 기준에 있는 색상, 밀도의 기준 설정도 필요한 것으로 판단된다. 색상은 천일염의 간수를 제거한 정도를 나타내는 인자이고 밀도는 결정 상태를 예측하는 중요한 인자이다. 따라서 본 실험 결과를 기준으로 기존의 식품규격을 참고하여 천일염의 기준을 설정하여 보았다.

제시한 기준 특징을 살펴보면 염화나트륨의 경우 현재 70% 기준이나 80%로 상향 조정하였으며 총 염소의 경우 50% 이하의 제품은 없는 것으로 조사되어 50% 이상으로 기준을 제시하였다. 또한 수분함량은 8% 미만으로 제안하였는데 과거에는 15% 넘는 제품도 유통되었으나 최근에는 모든 제품이 탈수, 건조 등의 공정을 통하여 수분함량이 대부분 5% 이하의 수준으로 유통되고 있다. 황산이온은 1% 이하로 하향 제시하였는데 모든 천일염의 황산이온이 함량이

0.5% 이하로 나타나 그 기준을 1% 미만으로 제안하였다. 마그네슘 함량 기준은 유통제품의 마그네슘 함량과 간수의 주성분인 MgSO₄의 비율을 고려하여 5,000 ppm을 기준하여 보았다. 이와 함께 천일염의 유해 중금속의 경우 기준을 초과하는 경우는 발생하지는 않았지만 국내외 기준을 고려하여 현재 식염규격 기준을 참고하여 제시하였다. 제시된 기준은 지금까지 실험한 천일염의 품질 특성을 고려하여 결정하였다.

산지에서 품질을 평가하는 방법은 식염규격 즉, 실험실적 방법으로 모든 시료를 분석 평가하는 것은 불가능하므로 결국은 생산자에 의한 경험과 현장에서 신속히 품질을 분석 할 수 있는 기술을 통하여 이루어져야 한다.

따라서 현장에서는 외형적인 특성과 천일염의 간수의 주성분인 황화합물과 마그네슘 화합물 등의 성분을 신속히 측정 할 수 있는 기술이 개발되어야 할 것으로 사료된다.

그 결과로 품질에 따른 등급화 및 분류저장이 가능하여지고 품질이 균일화된 천일염의 생산이 가능할 것으로 사료된다.

표 4-28. 천일염 품질평가안 (1등급 기준)

항목 \ 유형	식품공전	한국산업	프랑스	생산자 (1안)	생산자 (2안)	새로운 기준(안)	비고
염화나트륨 (%)	70.0 이상	88 이상	94 이상	86 이하	70.0 이상	80.0 이상	
총염소 (%)	40.0 이상	54 이상	-	-	40.0 이상	50.0 이상	
수분 (%)	15.0 이하	8.00 이하	7.00	7-12	15.0 이하	8.0 이하	
불용분 (%)	0.15 이하	0.60 이하	0.20~0.50	-	0.15 이하	0.15 이하	성분
황산이온 (%)	5.0 이하	1.00 이하	-	-	5.0 이하	1.0 이하	인자
사분 (%)	0.2 이하	-	-	-	0.2 이하	0.2 이하	
마그네슘 (ppm)	-	5,000 이하	8,000 이하	-	6,000 이상	5,000 이하	
밀도	-	-	-	1.1 이하	0.9 이상	0.9 이상	
입자 크기 (mm)	-	-	1~4	3~4	3~4	3~4	
입자 형태	-	-	-	-	정육면체	정육면체	
색상	L	-	-	백색	75~78	75 이상	외형
	a	-	-	-	-0.3~-0.5	0.3 이하	인자
	b	-	-	-	1 이하	3.0 이하	
경도	-	-	-	관능적	-	-	
생산시기	-	-	-	5/20-7/31	-	-	
비소 (mg/kg)	0.50	-	0.50	-	-	0.50	
납 (mg/kg)	2.00	-	2.00	-	-	2.00	허용
카드뮴 (mg/kg)	0.50	-	0.50	-	-	0.50	기준
수은 (mg/kg)	0.10	-	0.10	-	-	0.10	
페로시아나이드이온	불검출	-	-	-	-	불검출	

7. 전문가 워크숍

2012년 10월 9일 화요일 AM 10:00~12:30 까지 본 연구원에서 천일염의 R&D 분야, 천일염의 위생과 안전성, 염전에서 생산기술, 산지종합처리장의 역할이란 내용으로 천일염 품질 표준화를 위한 전문가 워크숍을 열었다. 이번 워크숍에는 중앙대 이복희 교수, 김미영 연구원, 용인송담대 민춘기 교수, HS병품염전 이병연대표, 영백염전 민동성 대표, 솔섬식품 김철문대표, 한국식품연구원 이세은 박사, 김상숙 박사, 조영춘 연구원이 참석하였다.

(1) 천일염의 R&D 분야

천일염 관련 연구논문 발표가 적으며 천일염의 우수성과 품질관리에 관한 연구가 필요하다. 소비자들의 연령, 성별에 따라 천일염의 크기와 모양의 선호도 차이가 있으나 음식의 종류와 사용하는 천일염의 입자크기에 따른 맛의 상관관계는 매우 높았다. 또한 발효식품 김치, 간장으로 정제염을 사용한 김치는 쓰고 맛이 없었으며 저염소금과 천일염의 짠맛은 저염이나 천일염이나 동등한 맛을 보였다. 천일염만의 레시피 개발로 한식 세계화에 앞장서야 할 것이다.

(2) 천일염의 위생, 안전성

바닷물을 농축하여 얻는 소금에서 가장 중요한 것은 염전관리이며 그 다음이 위생관리로 오래 묵은 소금일수록 간수가 빠지고 품질이 우수하다. 그러나 현재 국내 천일염은 부실한 염전관리와 위생관리로 안정성에 문제가 대두되고 있다. 이런 문제점들은 식품의 안전성을 제일 중요시 하는 일본에 국내 천일염을 수출하는데 큰 걸림돌이 되고 있다.

(3) 염전에서의 생산기술

최고의 소금을 만드는데 중요한 역할은 염전과 해수 (간수) 관리이다. 여름소금은 최고의 소금으로 오전에 기온 상승으로 결정시간까지 온도가 최고조로 올라가 우수한 소금 결정체를 얻을 수 있다. 그러나 겨울소금은 오전에 기온이 낮고 이 낮은 온도는 소금 결정시에도 계속되어 좋은 소금이 얻기 힘들다.

소금을 생산하기에 최적의 조건은 5월이며 이때 염전 해수의 온도는 4~5℃ (±2℃)로 결정지로 오게 되면 해수의 온도는 17~20℃로 올라간다. 이렇듯 바람과 풍속을 이용하여 염전상태를 바꾸어주고 해수의 흐름도를 관리 해주면 계절과 관계없이 품질 좋은 소금을 생산할 수 있다.

(4) 산지종합처리장의 역할

품질균일화를 위해서는 산지종합처리장의 역할이 매우 중요하다. 특히 세척수의 온도관리가 중요한데 이는 수율이 떨어지지 않게 관리하면서 불용분과 황산이온함량도 함께 떨어뜨려야 한다. Mg, 불용분, 황산이온, 사분 등을 관리하기 위해 산지종합처리장은 세척, 탈수, 건조공정의 조건 확립이 필요하다. 또한 천일염에 적합한 포장재는 복합 플라스틱백에 투명필름을 입히

고 지퍼를 달고 있는 파우치 스탠딩이 소비자들이 원하는 포장용기로 소비자의 마음도 파악해야 할 것이다.



그림 4-6. 천일염 품질 표준화를 위한 전문가 워크숍 현장

8. 유통제품 조사

가. 청수식품

구분	상품 정보	상품명 및 설명	가격/중량
천일염		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 자연의 소금 - 성분 : 천일염 100% - 자연 그대로 보존된 염전의 제염법을 계승하여 만든 천일염 	₩3,000/Kg
가공소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 버섯소금 (표고, 느타리) - 성분 : 천일염 95%, 버섯 추출물 5% - 천일염에 버섯 추출물을 첨가한 고급 식탁염 	₩10,000/250g
가공소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 무안소금 (연근, 양파, 마늘, 연잎) - 성분 : 천일염: 97%, 분말 : 3% - 무안지역에서 생산된 연근, 양파, 마늘, 연잎 첨가 	₩9,000/250g
식용소금 (수출용 포함)		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 생활죽염 - 성분 : 천일염 100% - 신안 천일염을 대나무와 함께 구운 죽염 	₩9,000/250g
미용소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 녹차미용염 - 성분 : 구운소금, 황토, 녹차 분말 - 녹차 효능 담아 비타민 A, 비타민 C 미용염 ◆ 한방쪽 미용염 - 성분 : 구운소금, 황토, 쪽분말 - 황토와 구황, 쪽, 천일염을 고온가열 ◆ 허브미용염 - 성분 : 구운소금, 황토, 멘톨 - 풍부한 미네랄 성분과 민트가 함유된 허브염 ◆ 미용죽염 - 성분 : 구운소금 (천일염 100%) - 대나무성분을 함유한 천일염을 고온 가열염 	₩6,000~8,000/200g

나. (주) 태평소금


구분	상품 정보	상품명	가격/중량
천 일 염		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 김장용, 절임용 천일염 - 갯벌 위에 바닷물을 끌어들인 후 17단계에 걸친 증발단계를 통해 만들어짐 - 갯벌과 바다의 미네랄이 풍부하며, 오직 태양과 바람, 그리고 인간의 열정으로 만든 천연 미네랄 소금 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 김장용 천일염 ₩24,500/10kg ◆ 절임용 천일염 ₩23,500/20kg
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 토관 천일염 - 토관에서 전통방식으로 만든 자연소금. ◆ 3년 묵은 갯벌 천일염 - 신안군 중도의 건강한 갯벌에서 소금장인의 정신으로 빚어 만든 천일염을 3년 이상 숙성하여 간수를 완전히 제거한 프리미엄소금 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 토관 천일염 ₩19,000/Kg ₩51,500/3Kg ◆ 3년 묵은 갯벌 천일염 ₩12,200/Kg ₩31,500/3Kg
가 공 소 금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 함초자연소금 - 태평염전에서 직접 만든 국산 함수와 바다의 인삼이라 불리는 함초로 빚은 맛있는 천일염 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 함초자연소금 ₩8,200원/kg ₩19,100/3kg ₩28,500/5kg
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 함초소금 - 천연 해수 97%와 염전에서 자란 유기농 함초 엑기스 3%로 만들어 미네랄이 풍부하며 시원하고 깔끔한 음식 맛을 내줌 ◆ 해조소금 - 갯벌천일염과 청정한 우리 바다의 해조류로 만들어져, 조미료를 넣지 않아도 시원하고 깔끔한 맛을 낸 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 함초소금 ₩5,300/200g ₩6,900/250g ₩11,000/450g ◆ 해조소금 ₩5,100/200g ₩6,200/250g ₩10,100/450g

구분	상품 정보	상품명	가격/중량
태움· 용용 소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 대나무 구운 죽염 - 서해안 갯벌의 질 좋은 국산천일염과 3년 이상 된 국산대나무로 구워 만든 죽염 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 대나무 구운 죽염 ₩6,000/300g
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 자죽염 - 3년간 간수를 제거한 갯벌천일염과 전남 담양에서 자란 3년 이상된 왕대나무를 이용하여 환원소성제법으로 만든 자죽빛이 나는 죽염 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 자죽염 (고체) ₩65,000/200g ◆ 자죽염 (분말) ₩62,500/200g
선물 세트		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 행복 1호 세트 함초소금 250 g, 해조소금 250 g, 대나무구운죽염 300 g, 3년묵은갯벌천일염 1 kg ◆ 행복 2호 세트 함초발효분말 60 gX2, 함초소금 250 g, 해조소금 250 g, 대나무구운죽염 300 g, 3년묵은 갯벌천일염 1 kg, 토판천일염 1 kg 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 행복 1호 세트 ₩32,000/set ◆ 행복 2호 세트 ₩87,000/set
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 맛세트 1호 함초자연소금 1 kg, 3년묵은갯벌천일염 1 kg ◆ 섬세트 1호 함초자연소금 1 kg, 함초소금 200g, 해조소금 200g 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 맛세트 1호 ₩31,500/set ◆ 섬세트 1호 ₩18,000/set
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 들세트 1호 함초자연염1 kg, 함초염450 g, 해조염450 g ◆ 채세트 1호 함초자연염 1 kg, 함초염 200 g, 함초염 450 g 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 들세트 1호 ₩28,000/set ◆ 채세트 1호 ₩36,000/set
가공 소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 미네랄미용염 - 천일염의 원료가 되는 해수를 갯벌염전에서 자연적으로 농축시켜 천연미네랄이 많은 염생 식물 함초를 첨가하여 SD분무방식으로 바닷물에 포함된 미네랄함유량을 극대화 한 미세분말 미용소금이며 그 제조방법인 "고농도 미네랄소금 제조방법"은 특허등록되어 있음 (특허 제 10-0761896호). - 바디 마사지, 소금목욕, 양치용 	<ul style="list-style-type: none"> ₩15,000/300g

다. 대상 청정원

구분	상품 정보	상품명	가격/중량
천일염		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 신안섬 보배 3년 묵은 천일염 - 국내산 신안섬 갯벌천일염을 3년 동안 자연의 방식으로 간수를 빼 부드러운 짠 맛과 천연 미네랄을 풍부하게 함유한 천일염 	8,260~/800g
재제소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 신안섬 보배 꽃소금 - 저급 수입염과 정제염이 섞여 있지 않은 순수 100% 신안섬 천일염으로 만든 꽃소금 	3,500~/Kg
태움·용용 소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 신안섬 보배 구운 소금 - 800 도의 고온에서 장시간 구워 쓴맛을 내는 간수 성분을 제거하여 순하고 부드러운 천연소금의 맛을 즐길 수 있는 천연 미네랄 소금. 	1.5kg, 3kg
가공소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 허브맛 솔트 (마늘&양파, 순한맛, 매운맛) - 신안섬 갯벌천일염을 사용하여 고기를 찍어먹거나, 뿌려먹는 소금 (천일염) - 마늘&양파 : 고기의 누린내를 줄여주고 맛을 돋구어줌 	50g
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 해초소금 - 다시마, 미역, 툇이 15% 들어가 풍부한 영양과 맛을 내줍니다. ◆ 미원 맛소금 - 불순물을 제거한 순도 높은 정제염에 리보핵산을 이상적으로 배합한 위생적인 소금. ◆ 나트륨1/2솔트 - 일반소금 (NaCl)보다 나트륨 함량을 1/2 수준으로 낮췄지만 일반 소금과 동일한 짠맛을 내주는 소금 	100g, 250g, 500g 1kg, 1.5kg, 2kg

라. 신안천일염(주) 판매상품

구분	상품 정보	상품명	가격/중량
천일염		<ul style="list-style-type: none"> 신안섬 보배 천일염 (굵은 입자, 가는 입자) 	₩24,000/10Kg ₩46,000/20Kg ₩29,000/10Kg ₩55,000/20Kg

마. CJ 제일제당

구분	상품 정보	상품명	가격/중량 (CJONMART 기준)
천일염		<ul style="list-style-type: none"> 오천년의 신비천일염 (굵은입자) 오천년의 신비 명품 천일염 (굵은입자, 중간입자, 가는입자) 	(굵은)₩2,780/1Kg ₩8,200/3Kg ₩13,600/5Kg ₩26,600/10Kg
재제소금		<ul style="list-style-type: none"> 꽃소금 (호주산90%, 국산천일염10%) 	₩1,400/Kg
태움·용융 소금		<ul style="list-style-type: none"> 오천년의 신비명품 구운소금 	₩2,750/400g
가공소금		<ul style="list-style-type: none"> 허브맛솔트 (마늘맛, 순한맛, 매콤한맛) 	₩2,850/55g
		<ul style="list-style-type: none"> 천일염으로 만든 맛소금 	₩950/100g ₩2,300/300g
		<ul style="list-style-type: none"> 팬솔트 (파우치) - 제조사/제조국 : 핀란드 오리올 라사 / 에스토니아 	₩4,800/300g

바. 영진그린식품(주)



구분	상품 정보	상품명	가격/중량
천일염		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 굵은소금 천일염을 선별을 거쳐 인체에 유해한 소금속의 간수를 제거하려 만든 천연 미네랄 소금	₩2,700/1Kg ₩7,500/3Kg ₩12,000/5Kg ₩23,500/10Kg
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 꽃바래기 천일염 음력 4월 초파일 조금때에 생산된 염	₩2,200/80g ₩7,800/1.8Kg ₩17,500/4.5Kg
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 3년숙성갯벌천일염 500 g ◆ 해양심층수염 500 g 3년이상 숙성시킨 고급 미네랄소금 심해의 미네랄과 각종영양소가 그대로 살아있는 고급해양심층수염	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 3년숙성갯벌염 ₩3,700/500g ◆ 해양심층수염 ₩5,900/500g
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 김막동 토관 천일염 도시문화연구소, 스포츠한국, 국내 유일의 소금연구전문대학인 목포대학교 ACC와 30년 전통의 소금장인기업 영진그린식품이 함께 만든 제품	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 김막동 토관염 ₩11,000/170g ₩18,000/500g
재제소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 꽃소금 천일염 100% (호주산 70%, 국내산 30%)를 용해하여 정제과정을 거쳐 고열로 끓여 수분을 증발시키고 채취한 염	₩1,400/1Kg ₩7,000/5Kg ₩15,000/15Kg
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 알카리 소금 17단계로 자연 농축시켜 갯벌의 천연 미네랄이 함축 pH 8.5 이상	₩2,500/80g ₩4,000/300g ₩7,600/700g ₩9,100/1Kg
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 과립설염 고열로 끓여 소금속에 들어있는 염화 가스 및 불용물을 제거	₩3,300/400g



구분	상품 정보	상품명	가격/중량
태음·용융소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 구운 소금 - 재제염을 가열 건조시켜 소금의 불순물을 제거하고 맛이 순한 소금 ◆ 볶은 소금 - 고유 전통의 방법으로 제조 / 소금속의 유해성분 제거 ◆ 구운 왕소금 - 고열로 볶은 천일염/천일염 고유의 맛 	₩4,000/1Kg
		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 생활죽염 - 황토흙과 대나무에 구운 전통 한방염 ◆ 자죽염 (분말,알갱이) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 생활죽염 ₩6,200/250g ₩15,000/500g ◆ 자죽염 ₩70,000/250g
가공소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 요리맛소금 - 특허 받은 알칼리소금에 다시마, 양파, 효모 추출물, 흑마늘 등 자연재료 추출물의 함유 	<ul style="list-style-type: none"> ₩3,000/80g ₩3,300/120g
소금세트		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 소금세트1호 - 알칼리소금 500 g/과립설염 400 g/생활죽염 500 g/해양 심층수염 500 g ◆ 소금세트2호 - 알칼리소금 500 g/과립설염 400 g/생활죽염 500 g/3년숙성갯벌천일염 500 g ◆ 소금세트3호 - 3년숙성천일염 500 g, 알칼리소금 500 g, 과립염 400g, 꽃바래기요리염 170g 	<ul style="list-style-type: none"> ₩32,000/set ₩25,000/set ₩30,000/set
태음·용융소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 영진 미용죽염 - 서해안에서 생산되는 우수품질의 천일염을 왕대나무속에 다져넣고 황토로 봉한 뒤 대나무 장작불로 두번 구워 독성을 제거한 알카리성 소금 	₩6,000/200g

사. 샘플

구분	상품 정보	상품명	가격/중량
천일염		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 샘플 신안바다 천일염 	₩4,390/1.5Kg
재제소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 샘플 신안바다 꽃소금 ◆ 샘플 소금요정 꽃소금 	₩2,920/1Kg ₩1,500/1Kg
가공소금		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 샘플 미네랄 밸런스 소금 - 천연 미네랄이 풍부한 함초로 만듦 	₩4,350/250g

아. 사조해표

구분	상품 정보	상품명	가격/중량
천일염	 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 천일염 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 염전(전남신안)에서 생산된 천연미네랄이 풍부한 양질의 소금. 간수를 제거하여 쓴맛이 없음. 염도가 낮아 김치절임, 장담금에 사용. ◆ 토판천일염 <ul style="list-style-type: none"> - 검은 장판에서 생산되는 일반 천일염과 달리 전통방식으로 다진 갯벌에서 생산된 토판천일염. 적정한 NaCl농도와 미네랄, 수분을 고루 가지고 있어 부드럽고 깔끔한 맛. ◆ 전남신안천일염 <ul style="list-style-type: none"> - 100% 전남 신안 천일염을 엄격한 이물관리를 통해 선별한 고품질의 천일염. 자연 그대로 갯벌 천일염으로 천연 미네랄 성분이 풍부함. ◆ 3년묵은천일염 <ul style="list-style-type: none"> - 소금장인이 건강한 우리 갯벌에서 우리바람, 우리햇볕을 이용하여 전통방식으로 빚은 명품소금. - 엄격한 이물관리를 통해 선별한 고품질 천일염. - 3년 동안 천일염을 묵히고 자연탈수시켜, 쓴맛이 없고 부드러우며 단백질. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 천일염 <ul style="list-style-type: none"> ₩6,950/3Kg ₩11,180/5Kg ◆ 토판천일염 <ul style="list-style-type: none"> ₩9,900/400g ◆ 전남신안천일염 <ul style="list-style-type: none"> ₩3,740/1.5Kg ₩6,670/3Kg ◆ 3년묵은천일염 <ul style="list-style-type: none"> ₩69,420/10Kg

구분	상품 정보	상품명	가격/중량
재제소금		<ul style="list-style-type: none"> - 미네랄이 풍부한 100% 천일염 - 불순물이 없어 희고 깨끗 - 음식물에 첨가 시 용해가 쉬움. 	<p>₩1,440/Kg ₩3,300/3Kg</p>
태움·용융 소금		<ul style="list-style-type: none"> - 쓴맛 없는 깔끔한 뒷맛으로 음식의 맛을 한층 더해주는 태움·용융 소금. - 지퍼팩을 채택하여 사용 후 보관이 편리 - 300 g, 500 g, 1 kg의 용량이 있음 - 800 ℃의 고온에서 구워 불순물 및 유해성분을 제거한 깨끗하고 안전한 해표구운소금. - 용기를 채택하여 보관 및 사용이 편리하며 기타 양념통으로 사용가능함. (용기 230 g규격) 	<p>₩1,480/Kg</p>
가공소금		<ul style="list-style-type: none"> - 전남 신안군 증도의 국내 최대염전에서 질 좋은 갯벌천일염을 이용해 만든 프리미엄 자연소금. - 청정앞바다의 질 좋고 두꺼운 다시마로 만들어 맛과 영양이 뛰어나며 미네랄이 풍부한 알칼리성 소금. - 지퍼를 사용하여 보관이 간편함 청정갯벌의 영양을 먹고 자란 함초로 만들어 맛과 영양이 뛰어나며 미네랄이 풍부한 알칼리성 소금. 	<p>₩1,980/200g</p>

참고문헌

1. 강수태 조영제 강군중 강정구 공청식 노태현 오광수 : 죽염을 비롯한 시판소금의 이화학적 특성 및 외형구조. 한국식품영양과학회 산업심포지움발표집, 10 : (2005)
2. 고두갑 : 염전을 이용한 에코투어리즘의 전개 가능성 고찰, 신안군을 중심으로, 商業教育研究. 21 (2008)
3. 고천성 : 사염화탄소 (CCl₄)로 유도한 간 손상 쥐에서 천일염과 가공염 투여가 간기능 회복 및 생화학적 특성에 미치는 영향, 木浦大學校 大學院, 국내박사 (2005)
4. 국내 유통 소금 중의 포타슘시아나이드와 페로시아나이드의 분석에 관한 연구, 식품의약품 안정성 연보, 5 : 270-277 (2001)
5. 金基喆 : 加熱處理된 천일염 중 Dioxin 生成에 관한 研究. 성균관대학교 일반대학원, (2005)
6. 김동수 : 국내 젓갈 및 천일염의 산업화, 과학화, 글로벌화 동아시아식생활학회 학술발표대회논문집 (2009)
7. 김동한, 양성은, 임종환 : 소금의 종류를 달리한 고추장의 발효 특성. 한국식품과학회, 335 (4) : 671-679 (2003)
8. 김동한, 임종환, 이상복 : 해조소금의 성분 특성에 관한 연구. 한국식품과학회, 35(1) : 62-65 (2003)
9. 김미리, 오상희 : 천일염 (국산·중국산)과 정제염으로 담근 새우젓의 이화학적 특성. 동아시아식생활학회, (2003)
10. 김민정, 소금 종류에 따른 식빵의 품질 특성에 관한 연구. 경희대학교 관광대학원, (2010)
11. 김설희, 김선재, 김보희, 강성국, 정순택: 천일염으로 제조한 된장의 발효 특성, 한국식품과학회지, 13 (4) : 1365-1370 (2000)
12. 김소연, 김광옥 : 소금 농도 및 저장기간이 깎두기의 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 13 (3) : 370-374 (1989)
13. 김영명 변지영 남궁배 조진호 도정룡 인재평 : 해조성분 강화 기능성소금에 대한 연구. 한국식품과학회지, 39 (2) : 152-157 (2007)
14. 김용, 김창대 : X선 회절법에 의한 전남지역 천일염의 결정학적 특성, 한국식품영양과학회지, 38 (9) : 1284-1288 (2009):
15. 김인철, 장해춘 : 천일염이 된장의 품질특성에 미치는 영향, 한국식품영양과학회지, 39 (1) 116-124 (2010)
16. 김재현 : 천일염 속 미네랄의 역할 : 천일염 김치 향압 기능성 증진 확인, 식품저널, 154 : 44-45 (2010).
17. 김정목 윤진호 함경식: 천일염 생산공정에서의 위해요소와 개선방안, Safe food, 4 (1), 8-13 (2009)
18. 김종익, 박나영 : 천일염 생산자조직의 역할과 천일염산업 발전방안에 관한 연구, 韓國協同組合研究, 26 (2) : 131-149 (2009)

19. 김준 : 시장개방과 서남해안 천일염전 생산구조의 변화. 한국농촌사회학회, 11 (2) : 97-134 (2001)
20. 김치·장류·전통주·천일염 전통 발효식품 이렇게 육성 지원한다 : R&D 투자확대·시설 현대화 지원, 식품저널, 136 : 46-53 (2008)
21. 김학렬, 함경식 : 국내산 천일염, 수입염, 세척탈수염, 기계염 및 가공염으로 제조한 김치의 발효특성, 한국식품저장유통학회지, 12 (4) : 395-401 (2005)
22. 김혁 : 소금의 종류를 달리한 식빵의 품질 특성, 목포대학교 대학원, 국내석사 (2006)
23. 문덕수 김현주 신필권 정동호 : 수평 분무식 해양 심층수 소금의 성분 특성. 한국수산과학회지, 38 (1) : 65-69 (2005)
24. 문성원, 조동욱, 박완수, 장명숙 : 동치미의 발효숙성에 미치는 소금농도의 영향, 한국조리과학회지, 10 (2) : 219-219 (1994)
25. 문지혜 : 소금의 살모넬라 억제 효과에 대한 미생물학적 위해성 평가 모델 개발 연구, 한양대학교 대학원, (2009)
26. 박보영 : 정제염(한주소금), 한국조리과학회지, 3 (1) : 90-91 (1987)
27. 박소정 : 시판소금이 김치발효 미생물의 생육에 미치는 영향. 한국식품과학회, 30 (5) : 806-813 (2001)
28. 박용곤, 박미원 : 소금종류에 따른 오이지의 이화학적 및 관능적 특성 변화, 한국식품영양과학회, 27 (3) : 419-424 (1998)
29. 박우포, 김재욱 : 소금농도가 김치발효에 미치는 영향, 韓國農化學會誌, 34 (4) : 295-297 (1991)
30. 박정석 : 천일염의 생산과정과 유통체계 그리고 정부정책: 전남 신안군 비금도의 사례를 중심으로, 島嶼文化, 34 (2009)
31. 박정욱 ; 최차란 : 전라남도 지역에서 생산된 천일염의 염도 및 중금속 함량, 한국식품영양과학회지, 36 (6) : 753-758 (2007)
32. 박정욱, 김선재, 김설희, 김보희, 강성국, 남성호, 정순택 : 소금의 종류별 무기질 및 중금속 함량, 한국식품과학회지, 32 (6) : 1442-1445 (2000)
33. 백용규, 김성훈, 박인식 : 다양한 염을 첨가한 썩두부의 품질 특성. 한국식품영양과학회, 37 (10) : 1307-1311 (2008)
34. 사오라야 : 염민감취에 있어서 미네랄이 풍부한 천일염이 혈압과 인슐린 활성화에 미치는 영향. 목포대학교 대학원, 국내석사 (2010)
35. 소금유, 産業技術, 6 : 953-958 (1996)
36. 손아름 : 배추와 소금의 종류를 다르게 하여 제조된 김치의 특성과 *in vitro* 항암효과. 부산대학교, (2009)
37. 신동화, 조은자 : 전라북도 내 천일염 재제 및 가공염의 성분조사에 관한 연구. 한국식품위생안전성학회지, 13 (4) : 360-365 (1998)

38. 신동화, 조은자, 홍재식 : 시판 수입 소금의 성분과 김치제조 시험. 한국식품위생안전성학회지, 14 (3) : 277-281 (1999)
39. 신병엽 : 천일염, 생소금, 죽염이 Gentamicin Sulfate로 유발된 흰쥐의 급성견부전에 미치는 영향. 경산대학교, (1996)
40. 신태선, 박춘규, 이성훈 : 연령에 따른 천일염의 성분함량, 한국식품과학회지, 37 (2) : 312-317 (2005)
41. 안황용, 김동희 : 피부염에 대한 천일염 (天日鹽)과 청기해독산 (清肌解毒散)의 병용 투여 효과, 동의생리병리학회지, 23 (6) : 1431-1443 (2009)
42. 윤혜현, 전은재, 성순정, 김동만 : 배추의 절임공정 중 폐염수의 특성. 한국식품과학회, 32 (1) : 97-101 (2000)
43. 이강덕, 박정욱, 최차란, 송현우, 윤수경, 양호철, 함경식 : 전라남도 지역에서 생산된 천일염의 염도 및 중금속 함량. 한국식품영양과학회지, 36 (6) : 753-758 (2007)
44. 이강덕, 최차란, 조정용, 김학렬, 함경식 : 용해된 소금의 고결화에 따른 탄성과 특성. 한국식품영양과학회지, 37 (1) : 75-86 (2008)
45. 이강덕, 최차란, 조정용, 김학렬, 함경식 : 여러 종류의 소금으로 제조한 새우젓의 이화학적 특성 및 관능적 특성. 한국식품영양과학회, 37 (1) : 53-59 (2008)
46. 이기동, 김숙경, 김정옥, 김미림 : 해양 심층수, 천일염 및 정제염을 이용한 참외 절임시 품질특성 비교, 한국식품영양과학회지, 32 (6) : 840-846 (2003)
47. 이선미, 장해춘 : 천일염으로 제조한 된장의 암세포 성장 억제효과, 한국식품영양과학회지, 38 (12) : 1664-1671 (2009)
48. 이선미 : 천일염된장 및 된장종균 *Bacillus subtilis* DJI의 암세포 성장 억제효과. 조선대학교 대학원, (2009)
49. 이수진, 이경임, 문숙희, 박건영 : 물 및 소금 종류를 달리한 된장의 메탄올 추출물에서의 향돌연변이 효과, 한국식품영양과학회지, 37 (6) : 691-695 (2008)
50. 이수현 : 해조소금의 제조에 관한 연구, 목포대학교 교육대학원, (2008)
51. 이에경, 김순동 : 간수와 불순물을 제거시킨 천일염의 재결정화 특성, 한국식품영양과학회지 37 (2), 203-209 (2008)
52. 이재준, 정해욱, 이명렬, 장해춘 : 천일염을 사용한 김치를 소재로 한 음료 개발, 한국식품저장유통학회지, 17 (4) : 800-806 (2010)
53. 이재준, 김아라, 장해춘, 이명렬 : 천일염 함유 청국장 항산화효과, 한국식품저장유통학회지, 16 (2) : 238-245 (2009)
54. 이정재 : 쌀죽의 호화 및 노화속도에 미치는 여러 가지 식염의 영향, 고려대학교 대학원, 국내석사 (2008)
55. 이현정 : 소비촉진을 위한 천일염 유통 개선 방안 소비촉진을 위한 천일염 유통 개선 방안, 건국대학교 농축 대학원, 국내석사 (2011)

56. 임유미, 은종방 : 천일염 첨가량을 달리한 칠게장의 숙성 기간 중 이화학적 및 관능적 특성, 한국식품저장유통학회 (2009)
57. 정근욱 : 김치의 암예방 (항암) 증진효과와 소금 및 젓갈의 안전성 연구. 부산대학교 일반대학원, (2000)
58. 정명주 : 천일염으로부터 분리한 고호염성 Haloarcular sp. EH-1에 관한 연구. 경성대학교 대학원, (1998)
59. 정병조 : X선 회절법에 의한 전남지역 천일염의 결정학적 특성. 목포대학교 교육대학원, 국내석사 (2010)
60. 정재욱, 이재준, 이명렬 : 천일염 된장분말을 첨가한 쿠키와 머핀의 특성연구. 한국식품저장유통학회 (구 한국농산물저장유통학회), 15 (4) : 505-511 (2008)
61. 정재천 : 천일염 및 생물자원의 피부재생효과에 관한 연구, 목포대학교 대학원, 국내석사 (2009)
62. 정해욱; 이재준; 이명렬 : 천일염 된장분말을 첨가한 쿠키와 머핀의 특성연구, 한국식품저장유통학회지, 15 (4) : 505-511 (2008)
63. 조은자, 신동화 : 전라북도내 천일염 제재 및 가공염의 성분 조사에 관한 연구, 한국식품위생안전성학회지, 13 (4) : 360-364 (1998)
64. 천일염 유통 및 마케팅 전략, (월간)식품세계, 10 (109) : 72-80 (2009)
65. 최선미, 박건영 : 소금종류가 김치발효와 암예방 기능성에 미치는 효과, 대한암예방학회지, 7 (3) : 192-199 (2002)
66. 최선미, 박건영 : 해조류를 이용한 해수소금 제조기법 및 성분 분석. 대한암예방학회, 21 (4) : 61-65 (2007)
67. 한귀정, 손아름, 이선미, 정지강, 김소희, 박건영 : 제 (除)간수 천일염 및 구운소금 절임 배추김치의 품질 및 *in vitro* 항암 기능성 증진 효과. 한국식품영양과학회, 38 (8) : 996-1002 (2009)
68. 한귀정, 손아름, 이선미 : 제 (除)간수 천일염 및 구운소금 절임 배추김치의 품질 및 *in vitro* 항암 기능성 증진효과, 한국식품영양과학회지, 38 (8) : 996-1002 (2009)
69. 한영숙 : 소금의 종류와 농도가 배추김치에서 분리한 유산균의 생육에 미치는 영향. 한국식품과학회, 35 (4) : 743-747 (2003)
70. 한영숙, 오지영, 김영진 : 대체염을 이용한 저염김치의 발효 특성. 한국식품과학회지, 34 (4) : 647-651 (2002)
71. 한영숙, 최원석, 이은숙, 강소진, 조우리 : 천일염 김치의 저온 발효 특성 연구, 동아시아식생활학회 학술발표대회논문집, 2010 (5) (2010)
72. 한영숙 : 소금의 종류와 농도가 배추김치에서 분리한 유산균의 생육에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 35 (4) : 743-747 (2001)
73. 허근, 김미혜, 홍무기, 송인상 : 식품위생 측면에서 본 소금의 안정성. 東아시아食生活學會誌, 9 (3) : 386-390 (1999)

74. 허숙진, 소유성, 최장덕, 이화정, 최선희, 성준현, 임무혁, 김광수, 최용훈, 오해성, 최정희, 최정실, 허옥순, 이진하, 신동우, ;신현수, 문병우 : 국내 유통 소금 중의 포타슘시아나이드와 페로시아나이드염의 분석에 관한 연구. 식품의약품안전청 연구보고서. 270 (8) : 24 (2001)
75. Amini, J.; Dehghan, A.A. : Two-Dimensional Numerical Modeling of a Salt Gradient Solar Pond. AIP Conference Proceedings, 1048 (-) : (2008)
76. Angeli C. ; Leonardi E. ; Maciocco L. : A computational study of salt diffusion and heat extraction in solar pond plants. Solar energy, 80 (11) : 1498-1508 (2006)
77. Bezir N.C. ; Donmez O. ; Kayali R. : Numerical and experimental analysis of a salt gradient solar pond performance with or without reflective covered surface. Applied energy, 85 (11) : 1102-1112 (2008)
78. Bruce Louise C. ; Imberger Jö ; rg : The role of zooplankton in the ecological succession of plankton and benthic algae across a salinity gradient in the Shark Bay solar salt ponds. Hydrobiologia 626 (1) : 111-128 (2009)
79. By: N. Keller : optimisation of salt separation on pusher centrifuges. International symposium on salt, 9 (1) : (2009)
80. Chen, MY. : Discussion on the Best Control in the Process of Solar Salt Production. SEA LAKE SALT AND CHEMICAL INDUSTRY, 34 (6) : (2005)
81. Er. Gerd P. Bohnenberger : Change of mining technology in a german rock-salt mine. International symposium on salt, 9 (1) : (2009)
82. Ferri R. ; Cammi A. ; Mazzei D. : Molten salt mixture properties in RELAP5 code for thermodynamic solar applications. International journal of thermal sciences = Revue generale de thermique, 47 (12) : 1676-1687 (2008)
83. Forsberg, C. W.; Peterson, P. F, Zhao, H. : High-Temperature Liquid-Fluoride-Salt Closed-Brayton-Cycle Solar Power Towers. Journal of Solar Energy Engineering, 129 (2) : (2007)
84. Goodrich, L. B.; Krauter, C.; Beene, M. : Measurement of Salt Deposition Downwind of Solar Evaporation System. PROCEEDINGS BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 2005-2006 (-) : (2006)
85. Grena R. ; Scafe R. ; Pisacane F. : Gamma-ray emission gauge for solar salt level in a tank. Solar energy, 83 (5) : 599-604 (2009)
86. Hasuike H. ; Yoshizawa Y. ; Suzuki A. : Study on design of molten salt solar receivers for beam-down solar concentrator. Solar energy, 80 (10) : 1255-1262 (2006)
87. Helmut Flachberger, Christine Bauer-Vasko : The production of rock salt products from alpine deposits by physical processing techniques. International symposium on salt, 9 (1) : (2009)

88. Hiroshi TAKIYAMA : Characterization of fine crystals in evaporative salt crystallization under high suspension conditions. International symposium on salt, 9 (1) : (2009)
89. J.-H. Schmidt, W. Meierhofer and H. Schwaige : Process optimization of brine purification and evaporation for combined crystallization of NaCl and by means of mechanical vapour recompression. International symposium on salt, 9 (1) : (2009)
90. Jeong, B.-J.; Kim, Y.; Kim, C.-D.; Hyun, S.-C.; Ha : Crystallographical Characteristics of Solar Salts Produced from Jeonnam Area by X-Ray Diffraction Technique. JOURNAL KOREAN SOCIETY OF FOOD SCIENCE AND NUTRIT, 38 (9) : (2009)
91. Karim, C.; Slim, Z.; Kais, C.; Jomaa, S. M : Experimental study of the salt gradient solar pond stability. SOLAR ENERGY -PHOENIX ARIZONA THEN NEW YORK-, 84 (1) : (2010)
92. Laganis J. ; Debeljak M. : Sensitivity analysis of the energy flows at the solar salt production process in Slovenia. Ecological modelling, 194 (1/3) : 287-295 (2006)
93. Lee, S.M.; Chang, H.C : Growth-inhibitory Effect of the Solar Salt-Doenjang on Cancer Cells. AGS and HT-29 JOURNAL-KOREAN SOCIETY OF FOOD SCIENCE AND NUTRIT, 38 (12) : (2009)
94. Lee, YK.; Kim, SD : Recrystallization Characteristics of Solar Salt After Removing of Bittern and Impurities. JOURNAL- KOREAN SOCIETY OF FOOD SCIENCE ANDNUTRIT, 37 (2) : (2008)
95. Michael Resetar : A model for safety system success. International symposium on salt, 9 (1) : (2009)
96. Molony B. W. ; Parry G. O. : Predicting and managing the effects of hypersalinity on the fish community in solar salt fields in north-western Australia. Journal of applied ichthyology=Zeitschrift für angewandte Ichthyologie, 22 (2) : 109-118 (2006)
97. Molony, B. W.; Parry, G. O : Predicting and managing the effects of hypersalinity on the fish community in solar salt fields in north-western Australia. JOURNAL OF APPLIED ICHTHYOLOGY, 22 (2) : (2006)
98. Ortega, J.I.; Burgaleta, J.I.; Tellez, F.M : Central Receiver System Solar Power Plant Using Molten Salt as Heat Transfer Fluid. Journal of Solar Energy Engineering, 130 (2) : (2008)
99. Pereira M.C.;Mendes J.F.;Horta P. : Final design of an advanced solar dryer for salt recovery from brine effluent of an MED desalination plant. Desalination, 211 (1/3) : 222-231 (2007)
100. Prasad, M.M.; Seenayya, G. : Reduction of Halophilic Bacterial Load in Solar Salt by Sun Drying. JOURNAL OF AQUATIC FOOD PRODUCT TECHNOLOGY, 16 (3) : (2007)

101. Rehim Z. S. ; Ziada M. A. : Thermal Behavior Study of Salt-gradient Solar Pond Located in Cairo. *Energy sources. Part A, Recovery, utilization, and environmental effects*, 30 (4) : 349-360 (2008)
102. Saleh A. ; Qudeiri JA. ; Al-Nimr MA : Performance investigation of a salt gradient solar pond coupled with desalination facility near the Dead Sea. *Energy : technologies, resources, reserves, demands, impact, conservation, management, policy* 36 (2) : 922-931 (2011)
103. Schmitz, M. : Salt-free solar: CSP tower using air Salt-free solar: CSP tower using air. *RENEWABLE ENERGY WORLD*, 12 (1) : (2009)
104. Segal, RD; Waite, AM; Hamilton, DP : Nutrient limitation of phytoplankton in solar salt ponds in Shark Bay, Western Australia. *Hydrobiologia*, 626 : (2009)
105. Shao, G.; Jiao, Z.; Wang, Y : The Present Status and Prospect of the Application Technology of Plastic Film for Solar Salt in China. *YANYE YU HUAGONG*, 38 (4) : (2009)
106. Sheldon Jennifer L ; Kokjohn Tyler A ; Martin Eugene L : The effects of salt concentration and growth phase on MRSA solar and germicidal ultraviolet radiation resistance. *Ostomy/wound management* 51 (1) : 36-38 (2005)
107. Sun Liping ; Wu Yuting ; Ma Chongfang : EXPERIMENTAL STUDY ON OPTIMIZATION OF MOLTEN SALT FOR SOLAR HIGH TEMPERATURE HEAT STORAGE. *太陽能學報=Acta energiae solaris sinica*, 29 (9) : 1092-1095 (2008)
108. Suzuki, K.; Yamaguchi, M.; Kumagai, M.; Tanabe, N. : Dye-sensitized solar cells with ionic gel electrolytes prepared from imidazolium salts and agarose, *COMPTES RENDUS CHIMIE*, 9 (5-6) : (2006)
109. Xiangyang, S.; Jing, D.; Qiang, P.; Jianping, Y. : Application of High Temperature Molten Salt to Solar Thermal Power. *GUANGDONG CHEMICAL INDUSTRY*, 34 (11) : (2007)

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발목표의 달성도

세부 과제	세부연구목표	달성도	연구개발 수행내용
1세부	천일염의 혈압강하 기전 규명을 위한 전임상시험 (Animal model test)	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 소금민감성 고혈압 동물모델 (Dahl SS rat)에서 천일염의 혈압강하 기작 규명 ● 쥐의 미정맥압 (tail vein pressure) 측정 ● 혈중 전해질 및 전해질 배출량에 미치는 효과분석 - 혈장 및 뇨 중 전해질 (Na⁺, K⁺, Cl⁻, Mg⁺) 분석 ● Renin - Angiotensin system에 미치는 영향 분석 - Plasma renin 분석 ● Sympathetic nervous systems에 미치는 영향 분석 - Aldosterone, dopamine, epinephrine, norepineprine 분석 ● Heart, kidney, spleen의 histology 분석 ● 심초음파 (echocardiography) 분석
	국내산 천일염을 활용한 임상시험 (Human clinical test)	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 한국인을 대상으로 국내산 천일염 섭취에 따른 혈압상승 억제기능에 대한 효능임상검증연구 실시 ● 정제염 섭취군과 천일염 섭취군의 혈압비교 ● 혈액 및 뇨 검사 - Homosystein, dopamine, epinephrine, nornephrine, 전해질 (Na⁺, K⁺, Cl⁻, Mg⁺) 등 ● 국제임상시험 프로토콜 개발

세부 과제	세부연구목표	달성도	연구개발 수행내용
1세부	천일염 소비 활성화를 위한 소비자 조사 및 관능평가		<ul style="list-style-type: none"> ● 소금 종류 (천일염, 정제염, 저염 소금)에 따른 관능검사 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 소금물, 배추절임, 시금치 된장국에서 관능검사 실시 ● 경기도 거주 150인을 대상으로 소비자의 소금 인식도, 사용 빈도, 구매의향 등을 조사
1협동	국내산 천일염의 품질 표준화 연구	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 천일염의 제조기술 특성 조사 ● 천일염 등 식용소금의 품질 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 불용분 (K, Mg, SO₄ 사분 등) 함량 분석 - 색상, 입자 균일성 ● 불용분이 제거된 천일염의 성분 특성 분석 ● 천일염의 미네랄 함량 분석 ● 천일염 주성분 표준 함량 기준 분석 ● 천일염의 품질 표준화를 위한 방안 설정

제 2 절 관련분야의 기술발전예의 기여도

- 가. 천일염과 정제염을 농도를 달리하여 고혈압질환동물모델에 섭취시키면서 혈압의 변화 및 관련 지표를 분석하여 소금의 종류와 농도가 고혈압에 어떻게 영향을 미치는지와 기전을 파악하였다.
- 나. 정상성인에게서 천일염 및 천일염을 함유한 장류와 정제염 및 정제염을 함유한 장류를 섭취하였을 때의 혈압 및 관련 지표를 분석하여 차이를 알아보았으며, 이를 바탕으로 다인종, 다국가를 대상으로 하는 국제 임상 프로토콜을 제시하였다.
- 다. 소금의 종류에 따른 관능검사를 실시한 결과 천일염은 정제염보다 음식에 짠맛을 더 잘 느끼게 하며, 염화나트륨 이외의 미네랄 성분의 특성으로 인해 음식의 맛을 더 좋게 하는데 기여하는 것으로 나타나 정제염과 비교하여 나트륨 섭취를 감소시킬 수 있다.
- 라. 소금에 대한 소비자 인식도를 조사한 결과 소비자들은 소금의 종류에 따른 정확한 차이를 알고 있지는 못했지만, 정제염보다 천일염이 건강에 더 이로울 것이라는 기대심리를 가지고 있었으며, 기존의 정제염을 천일염으로 대체하여 생산된 제품에 대하여 10~20% 이내의 가격상승 할 경우 구매의사가 있는 것으로 파악되어 향후 천일염을 이용한 제품개발 및 판매촉진활동에 기초자료로 사용될 수 있다.
- 마. 천일염 식염기준에 대비하여 생산시기, 숙성기간 그리고 제조방법에 따라 염화나트륨 함량과 불용분, 황산이온 및 사분 등의 함량을 분석하였을 때 그 함량의 차이가 나는 것을 확인하였고, 특히 염화나트륨과 불용분의 함량 차이가 비교적 크게 나타나는 것을 확인하였다. 유통제품의 품질을 분석한 결과 사분과 불용분 함량이 일부 식염규격에 초과하는 제품이 있었으나 천일염의 불용분 제거를 위한 세척, 탈수 등의 공정으로 처리 할 경우 대부분 규격 이내에 들어 올 수 있을 것으로 판단되었다. 천일염의 품질 표준화를 위하여서는 염전에서 생산조건의 표준화가 확립되어 비교적 품질 편차가 적은 천일염을 생산하여야 하고 생산된 천일염의 품질을 표준화하는 방안은 생산한 천일염의 현장 품질관정을 통하여 등급별로 구분하여 분류를 하여야 한다. 그 이후에는 산지종합처리장에서 천일염의 간수를 제거하는 공정을 통해 염화나트륨, 불용분, 황산이온의 함량을 식염 기준 이내에서 품질 차이를 줄이는 방안을 추진하여야 한다. 본 실험 결과를 기준으로 기존의 식품규격을 참고하여 천일염의 기준을 염화나트륨의 경우 현재 70% 기준이나 80%로 상향 조정하였으며 총 염소의 경우 50% 이하의 제품은 없는 것으로 조사되어 50% 이상으로 기준을 제시하였다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 학술발표

1. Health-Related Salt Usage Behavior, Perception and Buying Behavior of Consumers on Solar Salts vs Refined Salts and Various Salt-Based Foods

가. 학회

The 1st International Congress on Lipid Metabolism &therosclerosis

나. 발표일자

2012년 9월 15일

다. 발표자

김미영, 양애리, 이세은, 성기승, 이복희

2. 천일염, 정제염, 저나트륨염의 품질특성 및 기호도에 대한 관능검사 평가

가. 학회

한국식품영양과학회 2012년도 국제심포지엄, 정기학술대회

나. 발표일자

2012년 11월 1일

다. 발표자

김미영, 양애리, 이세은, 성기승, 이복희

3. High solar salt and refined salt supplementation affects blood pressure differently in Dahl salt-sensitive rats

가. 학회

Experimental Biology 2013

나. 발표일자

2013년 4월 20일~24일

다. 발표자

이복희

제 2 절 홍보

1. 제목
나트륨 함량 낮은 천일염과 식생활
2. 저널
식품저널 인터넷식품신문 food news
3. 게시일자
2012년 7월 18일

제 3 절 정책활용

1. 정책 기술지원 - 농림수산식품부 천일염 산지종합처리장 현지 운영실태 점검 업무 수행 (12년 2월)
2. 정책 기술지원 - 소금산업진흥법 시행령 분안 검토 (12년 3월)

제 4 절 워크숍 개최

1. Workshop on the Development of Clinical Research Protocols for Hypertension Study (개최일자 : 2012년 2월 10일)
2. 천일염의 품질 표준화를 위한 방안 협의 (개최일자 : 2012년 10월 9일)

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 한국산 천일염의 생리활성 규명을 위한 임상 프로토콜 개발		
	(영문) Development of Human Clinical Test Protocol for Examining Bioactivity of Solar Salts Produced in Korea		
연 구 기 관	중앙대학교	연 책 임 자	(소속) 중앙대학교 식품공학부
참 여 기 관	한국식품연구원		(성명) 이 복 희
연 구 비	계	220,000	총 연 구 기 간 2011.12.01 ~ 2012.11.30 (1년 월)
참여연구원	21 명 (연구책임자: 2 명, 책임연구원: 2 명, 연구원: 10 명, 연구보조원 9 명)		
<p>○ 연구개발 목표 및 내용</p> <p>연구에서는 전임상시험 및 임상시험을 통해 한국산 천일염의 혈압강하 기전 및 효능을 입증하고, 전세계 소금시장에서 한국산 천일염의 우위를 입증하기 위해 필요한 국제임상 프로토콜의 개발을 위해 전임상 및 임상연구를 통해 천일염의 혈압강화 효과를 연구하였다. 한국산 천일염의 국제적 신뢰도를 높이기 위해 천일염의 품질을 표준화 할수 있는 방안을 알아보았다.</p> <p>○ 연구결과</p> <p>천일염의 혈압강화 효과를 확인하기 위해 실시한 전임상 및 임상연구 결과 천일염은 정제염과 비교하여 혈압상승이 낮게 나타났으며, 관련되는 생화학적 지표들 또한 천일염의 섭취가 고혈압을 방지하는데 도움을 주는 것으로 나타났다.</p> <p>천일염의 품질 균일화를 위하여서는 염전의 표준화의 확립과 천일염의 품질에 따른 등급을 기준으로 분류 관리를 하여야 할 것으로 판단되었다.</p> <p>○ 연구성과 및 성과활용 계획</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 학술발표 2건 완료, 1건 예정 (2013년) 2. 논문 2건 예정 3. 홍보활동 - 천일염의 우수성 칼럼 기고 4. 정책기술지원 2건 5. 워크숍 개최 2회 			