

紫竹鹽이 白鼠의 혈압 변동에 미치는 영향에 대한 연구(I)

윤대환 · 박현철 · 조재우¹ · 김정상 · 장경선 · 나창수*

동신대학교 한의과대학 한의학과, 1: 청수식품(주)

Effects of Purple Bamboo Salt(PB-salt) on the Blood Pressure in Rats

Dae Hwan Yun, Hyun Chul Park, Jae Woo Cho¹, Jeong Sang Kim, Kyeong Seon Jang, Chang Soo Na*

College of Oriental Medicine, Dongshin University, 1: CHUNGSOO Food Co., LTD, Chungkyemyun, Muangun.

There are several types of salts that can be classified into raw salt(Chunil salt), purified salts(NaCl reagent grade) and processed salts(Bamboo salt, Purple bamboo salt using in this study) in Korea. Salts has been utilized for the food as well as for the drug in the Oriental Medicine. Purple bamboo salt(PB-salt) was made by heating up to 1300°C nine times after putting the raw salts in the bamboo. Since salt is generally known to cause the blood pressure to elevate, this study was conducted to investigate the effect of PB-salt on an adverse reaction of the blood pressure elevation. The experiment was performed with the 2 protocols ; 1. Effect of NaCl and PB-salt administration i.v. with the different the concentration(250, 500, 750, 1000mg/kg) on a mean artery blood pressure(MAP) change. 2. Effect of 500mg/kg NaCl and PB-salt administration p.o. for 6 days on the systolic blood pressure change. The results were as follows; The results were as follows; In a short minute change of blood pressure by direct method, PB-salt administration did not induced the hypertension unlike NaCl administration. In a date change of blood pressure by indirect method, systolic blood pressure was increased about 12~18% in the NaCl administration group, whereas within 6% in the PB-salt administration group from 2 days to 5 days. These results suggest that PB-salt might have some unidentified ingredient to be changed in the course of processing, making it superior to other salts.

Key word : PB-salt, salt, NaCl, blood pressure.

서 론

우리나라에서 식용 소금인 食鹽은 KS 규격에 따르면 천일염과 정제염으로 구분되고, 정제염은 다시 기계적으로 대량생산되는 기계염과 가열공정을 거친 가공염으로 나뉜다¹⁾. 천일염은 서해안의 해수를 모아 태양열과 바람에 의해 수분을 증발시켜 염의 결정을 얻는 것인데, 주성분인 NaCl뿐만 아니라 다양한 무기질을 함유하고 있으며, 기계염은 고순도의 염화나트륨만을 추출한 것으로 시약용 NaCl 등이 이에 속하며, 가공염은 가열공정에 따라 분류되는데, 구운소금, 죽염 등이 이에 속한다²⁾. 한의학에서 식염이 催吐, 吐痰, 涼血, 瀉熱, 潤燥, 定痛, 止痒, 治霍亂, 堅筋骨 등의 효능이 있음을 밝히고 있다. 식염에 대하여 《本草綱目》³⁾에서는 “氣味甘, 鹹, 寒, 無毒. 主治 腸胃結熱喘逆, 胸中病, 令人吐. 傷寒寒熱, 吐胸中痰癖, 止心腹卒痛, 殺鬼蟲, 邪疰毒氣, 堅肌骨. 除風邪, 吐下惡物, 殺蟲, 去皮膚風毒, 調和臟腑, 消宿物, 令人壯健. 助水臟, 及霍亂心痛, 金瘡, 明目, 止風淚邪氣, 一切蟲傷瘡腫火灼瘡, 長肉補皮膚, 通大小便, 療疝氣, 滋五味.

空心揩齒, 吐水洗目, 夜見小字. 解毒, 涼血潤燥, 定痛止痒, 吐一切時氣風熱, 痰飲關格諸病”라고 하였고, 《東醫寶鑑》⁴⁾에서도 “食鹽, 性溫味鹹無毒, 殺鬼邪蠱邪症, 毒氣主中惡心痛, 止霍亂, 心腹卒痛, 療下部腫瘡, 吐胸中痰癖宿食, 滋五味”라고 하였다. 이처럼 식염은 식품으로서의 가치뿐만 아니라 그 속에 약성까지 함유하고 있어 그 용도가 다양하게 사용될 수 있다. 식염의 종류에 따라서, 그리고 제조하는 방법에 따라서 성질과 함유하고 있는 무기질에 차이가 있게 되는데, K, Fe 및 Ge 등은 가열하는 온도가 높아짐에 따라 이들의 농도가 상대적으로 증가되어서 죽염이 다른 가공염이나 천일염보다 이들 함량이 월등히 높다고 하였다²⁾. K는 중앙 생성물을 억제시킬 수 있는 작용⁵⁾, 그리고 항고혈압 작용⁶⁾이 있음이 연구 보고되고 있으며, Fe, Ge는 면역계의 활성화에 작용⁷⁾한다고 하였다. 그간의 보고에서 고염식의 섭취는 고혈압을 유발시킨다고 하는 보고와 함께 심장병 및 부종 등에도 식염의 섭취량과 상관성이 있다고 하였고, 이와는 상반되게 식염의 섭취가 고혈압 모델에 있어서 혈압상승을 억제할 수 있다는 보고도 있다^{8,9)}. 본 연구에서는 천일염을 대나무에 넣은 후 9차례에 걸쳐 1,300°C의 열을 가하여 죽염을 제조하는 과정 중 자색을 띤 부분을 취하여 이를 자죽염이라 하는데, 이 자죽염의 치료적인 효용성에도 불구하고 鹽이 갖는 혈압 상

* 교신저자 : 나창수, 전남 나주시 대호동 252 동신대학교 한의과대학
E-mail : namuci@hanmail.net, Tel: 061-330-3522
접수: 2001/12/05 · 수정: 2002/01/23 · 채택 : 2002/02/08

승의 우려가 있는 상존하고 있는 실정이다. 이에 자죽염이 혈압 상승을 유도하는지에 대한 초기 단계의 연구로서, 백서에게 자죽염을 농도별로 투여하여 혈압 변화를 관찰하였고, 대조로 삼기 위하여 기계염인 NaCl을 농도별로 투여하여 혈압 변화를 관찰하였으며, 또한 일정 농도의 계속 투여가 혈압의 일간 변화에 미치는 영향을 관찰한 바 다음과 같은 지점을 얻었다.

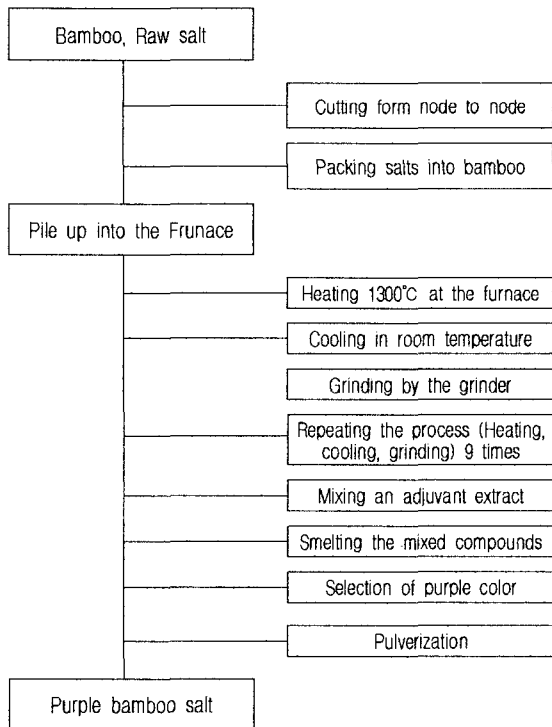
재료 및 방법

1. 동물

체중이 약 250g 내외의 Sprague Dawley계의 白鼠를 사육장(실내온도, 24~26℃)내에서 물과 사료를 충분히 섭취하게 하면서 실험에 사용하였다.

2. 염류

기계염인 Sodium Chloride(이하 NaCl)는 Sigma사 제품(s7653)을 사용하였고, 죽염은 전남 무안 소재의 청수식품(주)에서 제조한 것을 사용하였는데, 제조 중 자색을 띤 것을 취하여 사용한 것에 연유하여 자죽염(이하 PB-Salt)이라 명칭하였다(Scheme 1). NaCl과 PB-Salt는 ORP¹⁾가 측정되었는데, 그 결과는 아래의 표와 같다.



Scheme 1. Manufacturing process of Purple bamboo salt using in this study

1) ORP : Oxidation Reduction Potential (산화환원전위), ORP는 산화력, 환원력의 척도로 활용됨. -mV 값이 클수록 환원력이 큰 것을 나타내어 인체의 활성에 더 유의한 것으로 보고 있음. O₂(산화)에 가까우면 +mV 값을 나타내고, H₂(환원)에 가까우면 -mV의 값을 나타냄. 대략적으로 수돗물은 +500mV, 된장은 -200mV, 죽염은 -400mV인 것으로 나타나 있음. (하루야마 시게오·반광식: 腦內革命(뇌 분비 호르몬이 당신의 인생을 바꾼다), 서울, 사립과 책, 187, 1997)

Table 1. ORP value of the NaCl, PB-Salt which was measured by a dilution concentration

Salt Kinds	Dilution Concentration	ORP(mV)
NaCl	5g/dl (250mg/kg)	+124
	10g/dl (500mg/kg)	+149
	15g/dl (750mg/kg)	+154
	20g/dl (1000mg/kg)	+156
PB-Salt	5g/dl (250mg/kg)	-309
	10g/dl (500mg/kg)	-350
	15g/dl (750mg/kg)	-360
	20g/dl (1000mg/kg)	-376

3. 실험방법

1) 농도별 NaCl, PB-Salt 투여에 의한 평균동맥압 변화 측정

백서를 EntobarTM(pentobarbital sodium, 50mg/kg, i.p.)로 초기마취를 유도한 후 실험대에 동물을 고정된 뒤 우측 대퇴부 내측의 femoral vein을 노출시켜 주입용 튜브(PE-50)를 위치시켰다. 항속주입기 syringe pump(WPI, U.S.A.)를 사용하여 EntobarTM(pentobarbital sodium, 5mg/kg/hr, i.v.)를 전 실험시 간동안 주입하여 마취상태를 유지하도록 하였으며, 또한 temperature controller(TR100, FST, USA)로 체온을 유지하였다. 평균동맥압 관찰은 direct blood pressure 방법에 의하여 시행되었는데, 즉 좌측 femoral artery에 혈압측정 센서(BLPR, WPI)를 연결하여 4-channel transducer amplifier(TBM4, WPI)에 연결하였다. 100배 증폭된 아날로그 신호는 data acquisition system (Biopac, U.S.A.)으로 초당 200 spike/sec로 200배 증폭하여 기록 및 저장되도록 하였다. 안정상태에 이르게 되면 NaCl, PB-Salt 각 250, 500, 750, 1000mg/kg의 양을 DW에 희석 용해시켜 oral zonde needle(Natsume, Japan)를 이용하여 투여하였다. 평균동맥압 관찰은 안정화된 상태에서 투여전 3분간 측정하고, 각 농도별 NaCl, PB-Salt 투여후 12분간 측정하여 총 15분간 관찰하였다. 평균동맥압의 정량화를 위하여 data acquisition system 내의 tool 중 calculation mode에서 blood pressure의 mean peak를 positive로 표현하였으며, 정량적 계산은 모두 calculation mode에 의하여 표현된 값 중 delta T를 10 second로 하여 integral value로 정량화 하였다. 비교는 투여전의 상태를 수치를 100%로 하여 투여후 2분 간격의 각 시간대의 수치를 상대적인 백분율로 나타내었다.

2) 500mg/kg NaCl, PB-Salt 투여에 의한 수축기 혈압 변화 측정

수축기 혈압의 변화는 non-invasive blood pressure 측정기인 rat tail blood pressure system (RTBP2003, WPI, U.S.A.)을 활용하여 관찰하였다. 백서를 animal restrainer에 넣고 이를 heating pad 위에 놓는다. 백서의 tail에 electric sensor와 occlusion cuff를 위치시킨 다음 컴퓨터에 연결된 pulse signal의 size가 적당한 정도로 관찰되면 이때 기기를 작동시켜 수축기 혈압을 관찰하였다. 각 백서의 투여전 상태의 수축기 혈압을 측정 한 후 균을 분리하여 500mg/kg NaCl, 500mg/kg PB-Salt를 DW에 희석 용해시켜 음용수 대신 마시게 하였으며, 하루에 1회 동일

시각에 수축기 혈압을 6일째까지 측정하였다. 비교는 투여전 상태의 수축기 혈압을 100%로 하여 각 개체마다 1일부터 6일째까지의 수축기 혈압을 상대적인 백분율로 나타내었다.

4. 통계처리

값들은 모두 mean±standard error로 나타내었으며, 통계 처리는 SAS(Statistical Analysis System, version 6.12) program에 의하여 각 실험군별로 평균치와 표준오차를 계산하였고, unpaired t-test를 시행하였으며, 유의수준은 0.05이하인 경우로 하였다.

결 과

1. 농도별 NaCl, PB-Salt 투여가 평균동맥압 변동에 미치는 영향

1) 250mg/kg 투여

250mg/kg NaCl 0.15ml을 투여한 후 2분 간격으로 평균동맥압을 측정 한 결과, 0분제 평균동맥압을 100%로 하여 비교하였을 시에 2분에 115.4±2.05%, 4분에 116.3±9.40%, 6분에 107.4±2.71%, 8분에 106.6±3.18%, 10분에 108.1±3.60%, 12분에 107.9±2.77%를 각각 나타내었다. 250mg/kg PB-Salt 0.15ml을 투여한 후 2분 간격으로 평균동맥압을 측정 한 결과, 0분제 평균동맥압을 100%로 하여 비교하였을 시에 2분에 108.8±3.44%, 4분에 103.6±1.59%, 6분에 102.8±0.96%, 8분에 103.0±1.14%, 10분에 104.3±1.60%, 12분에 101.6±1.47%를 각각 나타내었다. 시간대별로 두 군을 비교하였을 시에 전반적으로 250mg/kg PB-Salt 투여군이 250mg/kg NaCl 투여군보다 평균동맥압 상승이 작게 나타났으며, 6분대와 12분대에서 유의한 차이(P<0.05)를 나타내었다(Fig. 1).

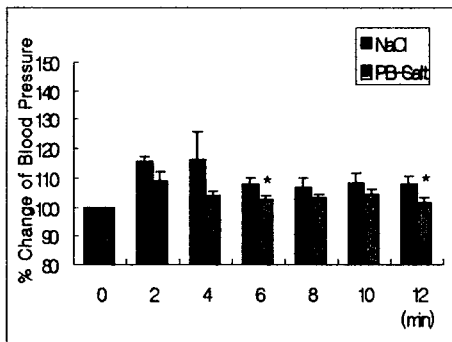


Fig. 1. Effect of 5% NaCl, 5% PB-Salt at the blood pressure in the rats. *. Statistically different compared PB-Salt with NaCl group (*, P<0.05).

2) 500mg/kg 투여

500mg/kg NaCl 0.15ml을 투여한 후 2분 간격으로 평균동맥압을 측정 한 결과, 0분제 평균동맥압을 100%로 하여 비교하였을 시에 2분에 116.8±4.57%, 4분에 104.6±2.59%, 6분에 102.4±4.38%, 8분에 101.7±2.86%, 10분에 96.6±2.94%, 12분에 95.9±2.73%를 각각 나타내었다. 500mg/kg PB-Salt 0.15ml을 투여한 후 2분 간격으로 평균동맥압을 측정 한 결과, 0분제 평균동맥압을 100%로 하여 비교하였을 시에 2분에 104.0±2.32%, 4분에 101.7±2.96%, 6분에 99.8±2.69%, 8분에 99.1±3.90%, 10분에 101.4±

4.46%, 12분에 100.5±4.86%를 각각 나타내었다. 시간대별로 두 군을 비교하였을 시에 2분에서 8분대까지는 500mg/kg PB-Salt 투여군이 500mg/kg NaCl 투여군보다 평균동맥압 상승이 작게 나타났으며, 2분대에서 유의한 차이(P<0.05)를 나타내었다(Fig. 2).

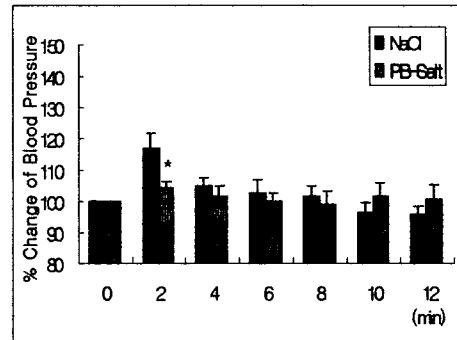


Fig. 2. Effect of 500mg/kg NaCl, 500mg/kg PB-Salt at the blood pressure in the rats. *. Statistically different compared PB-Salt with NaCl group (*, P<0.05).

3) 750mg/kg 투여

750mg/kg NaCl 0.15ml을 투여한 후 2분 간격으로 평균동맥압을 측정 한 결과, 0분제 평균동맥압을 100%로 하여 비교하였을 시에 2분에 118.9±3.98%, 4분에 112.2±2.77%, 6분에 109.6±2.12%, 8분에 107.9±2.74%, 10분에 106.4±2.30%, 12분에 106.3±2.13%를 각각 나타내었다. 750mg/kg PB-Salt 0.15ml을 투여한 후 2분 간격으로 평균동맥압을 측정 한 결과, 0분제 평균동맥압을 100%로 하여 비교하였을 시에 2분에 111.3±4.57%, 4분에 104.7±1.74%, 6분에 102.1±2.22%, 8분에 101.8±2.38%, 10분에 98.9±3.06%, 12분에 99.3±2.38%를 각각 나타내었다. 시간대별로 두 군을 비교하였을 시에 전시간대에서 750mg/kg PB-Salt 투여군이 750mg/kg NaCl 투여군보다 평균동맥압 상승이 작게 나타났으며, 2분, 4분 및 12분대에서 유의한 차이(P<0.05)를 나타내었다(Fig. 3).

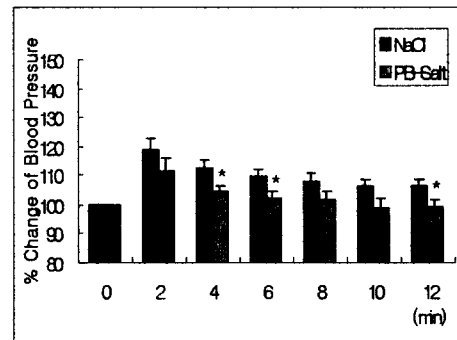


Fig. 3. Effect of 750mg/kg NaCl, 750mg/kg PB-Salt at the blood pressure in the rats. *. Statistically different compared PB-Salt with NaCl group (*, P<0.05).

4) 1000mg/kg 투여

1000mg/kg NaCl 0.15ml을 투여한 후 2분 간격으로 평균동맥압을 측정 한 결과, 0분제 평균동맥압을 100%로 하여 비교하였을 시에 2분에 120.2±1.76%, 4분에 107.7±5.42%, 6분에 107.4±4.81%, 8분에 106.5±4.72%, 10분에 106.0±3.17%, 12분에 105.4±

3.14%를 각각 나타내었다. 1000mg/kg PB-Salt 0.15ml을 투여한 후 2분 간격으로 평균동맥압을 측정된 결과, 0분째 평균동맥압을 100%로 하여 비교하였을 시에 2분에 125.9±3.83%, 4분에 109.7±2.30%, 6분에 108.9±2.77%, 8분에 107.1±3.21%, 10분에 104.0±3.58%, 12분에 102.6±4.01%를 각각 나타내었다. 시간대별 비교에서 1000mg/kg PB-Salt 투여군과 1000mg/kg NaCl 투여군은 2분대에서 20~25%의 높은 평균동맥압 상승을 나타냈으며, 이후 시간대에서는 점차 줄어들었으며, 전시간대에서 두 군의 차이는 없었다(Fig. 4).

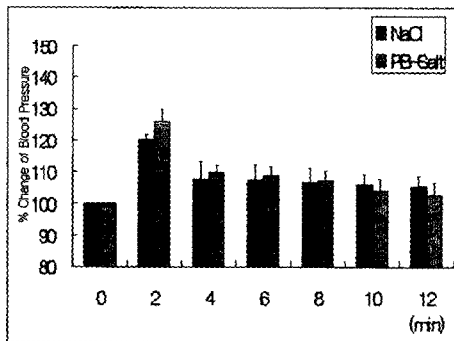


Fig. 4. Effect of 1000mg/kg NaCl, 1000mg/kg PB-Salt at the blood pressure in the rats.

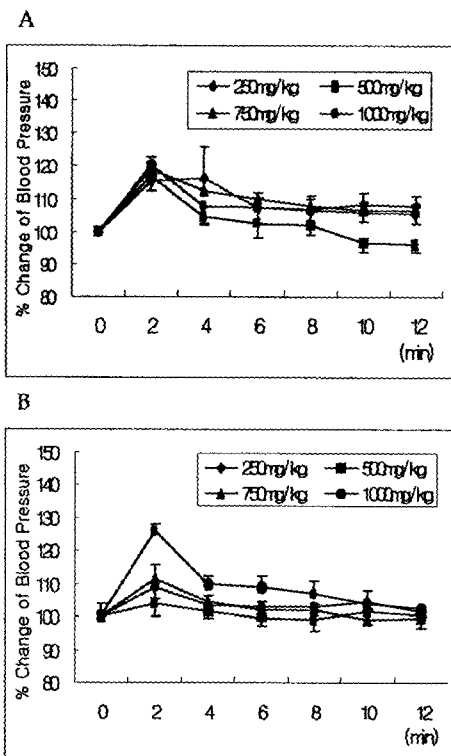


Fig. 5. Effect of (A) NaCl, (B) PB-Salt according to the dilution concentration at the blood pressure in the rats.

2. 500mg/kg NaCl, PB-Salt 투여가 일간 수축기 혈압 변동에 미치는 영향

500mg/kg NaCl을 음용하게 한 후 1일 간격으로 수축기 혈압을 측정된 결과, 0일째 수축기 혈압을 100%로 하여 비교하였

을 시에 1일에 102.5±1.82%, 2일에 114.2±1.45%, 3일에 111.8±6.16%, 4일에 107.3±2.39%, 5일에 117.5±3.14%, 6일에 106.0±6.73%를 각각 나타내었다. 500mg/kg PB-Salt를 음용하게 한 후 1일 간격으로 수축기 혈압을 측정된 결과, 0일째 수축기 혈압을 100%로 하여 비교하였을 시에 1일에 95.6±1.32%, 2일에 102.0±5.24%, 3일에 98.7±3.29%, 4일에 103.5±1.81%, 5일에 106.1±4.32%, 6일에 98.7±3.20%를 각각 나타내었다. 500mg/kg NaCl 음용군은 2일째부터 수축기 혈압의 상승을 나타내었으나, 500mg/kg PB-Salt 음용군은 수축기 혈압 상승은 미약하였으며, 두 군간의 비교에서 1일과 2일 및 5일째에 유의한 차이(P<0.01, P<0.05)를 나타내었다(Fig. 6).

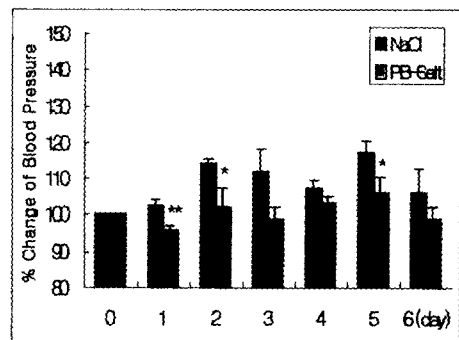


Fig. 6. Effect of 500mg/kg NaCl, 500mg/kg PB-Salt at the blood pressure in the rats. *, Statistically different compared PB-Salt with NaCl group (*, P<0.05, **P<0.01).

고 찰

식염섭취가 혈압에 영향을 미친다는 사실을 1800년대부터 연구되었으며¹⁰⁾, 1904년 Ambard와 Beaujard가 처음으로 식염섭취와 고혈압간의 관계를 보고하였다¹¹⁾. 1948년 Kempner가 500명의 고혈압 환자를 대상으로 'rice diet' 연구를 실시하여 고혈압 치료에 대한 저염식의 효과를 발표하였고, 그 이래로 많은 연구에서 식염섭취와 고혈압간에 밀접한 관련이 있음이 확인되었다^{12,13)}. Intersalt Cooperative Study Group¹⁴⁾에 의하면 식염섭취와 고혈압간에는 밀접한 관련이 있어 100mEq/day의 나트륨섭취증가는 30년 뒤에 수축기 혈압을 9mmHg, 이완기 혈압을 4.5mmHg 증가시킬 수 있는 것으로 추정하고 있다. Frost 등¹⁵⁾은 식염섭취와 고혈압 관계에 관한 실험적 연구결과를 고찰한 바 100mEq/day의 나트륨섭취변화에 따라 수축기 혈압은 약 5-10mmHg, 이완기 혈압은 약 2.5mmHg 씩의 변화가 야기되며, 흑인, 노인, 고혈압환자가 식염섭취의 변화에 더 예민한 것으로 보고하였다. 고혈압환자의 식염제한정도는 미국 합동위원회는 하루 5g, 일본은 6g을 기본으로 권장하고 있으며 우리나라에서는 저염식 기준을 5g/day 정도로 하고는 있으나 문헌마다 약간씩 달라 6-8g/day까지 제시되고 있다. 한국인의 평균 식염섭취량은 15-20g/day 이상으로, 고혈압환자에게 권장되는 식염섭취량의 3-4배에 달하며, 평균 6-12g/day을 섭취하는 서구인에 비해서도 월등히 높음이 보고되고 있다¹⁶⁾. 그러나 염분을 많이 섭취한다고 해서 반드시 고혈압을 일으키지는 않고 유전적 인자가 관여한다는 사실도 인체에 있어서나 동물실험에서 밝혀져 있다. Dahl 등

¹⁶⁾은 백서를 이용한 실험에서 염분에 대해 고혈압을 유발하는 sensitive strain과 반대로 고혈압을 유발시키지 않는 resistant strain을 분리했음을 보고하였고, Jackson 등¹⁷⁾은 고염식 섭취가 고혈압 발생을 억제시킴을 관찰하였다고 보고하였다. 한의학에서 식염은 인체에 유익한 작용을 발휘하고 있는 것으로 보고 있는데, 특별히 혈과 관련된 것에 대하여서는 瘀血, 瀉熱作用이 있어서 痰飲關格諸痛, 心痛, 心腹卒痛 등을主治할 수 있다고 하였다³⁴⁾. 즉 식염은 신진대사를 촉진하여 음식물을 분해하고 노폐물을 배설하며, 혈관벽에 침착되어 있는 물질을 제거함으로써 혈관을 정화시킬 뿐만 아니라 경화를 억제하는데, 식염에 함유된 다양한 미네랄인 칼륨, 나트륨, 철, 아연 등에 의하여 인체의 혈관을 정화시킬 수 있다고 하였다¹⁶⁾. 최근에 시중에 나와 있는 대표적인 가공염들은 가열공정을 거쳐 가공하는 방법이 공통적인데 천일염을 세라믹 반응로에서 800°C 이상 고온으로 2번 구워 불순물과 간수, 유해성분을 제거한 것과 이보다 높은 온도인 1300°C 이상 고온으로 3번 구운 소금이 있다. 우리나라의 사찰 등지에서 제조되어 오던 가공염의 일종인 죽염은 천일염을 대나무 속에 다져넣고 대나무 입구는 진흙을 반죽하여 봉한 후 가마에서 8번 1,000~1,300°C로 가열한 후 9번째 송진 가루를 장작 위에 뿌려 1,300°C 이상의 열로 가열하여 소금을 용융시키고 식으면 죽염 결정이 된다²⁾. 이러한 소금은 주성분인 NaCl뿐만 아니라 바다에서 비롯된 다양한 무기질을 함유하고 있는 해수를 원료로 하기 때문에 소금의 종류에 따라 제조하는 방법이 다를뿐 아니라 함유하고 있는 무기질도 다르다. 이러한 무기질 중 K, Mg 및 Ca 등은 혈압을 낮추는 효과가 있다고 알려져 있는데, 특히 K은 혈관 확장 효과, aldosterone과 renin의 분비 억제, angiotensin II의 기능 억제 작용이 있으며⁶⁾, 역학조사 결과 Ca과 Mg를 많이 함유하고 있는 경우를 섭취하는 지역의 주민들이 연수를 마시는 지역주민보다 고혈압 및 순환계질환으로 인한 사망률이 낮다는 보고¹⁹⁾가 있으며, 또한 혈압의 항상성 유지를 위한 Ca과 Mg 대사의 중요성이 여러 연구에 의해 보고²⁰⁻²²⁾된 바 있다.

본 연구에서는 1300°C 이상의 고열을 가하여 죽염을 제조하는 하는 과정에서 자색을 띤 죽염이 혈압에 미치는 영향을 알아보고자 하여 백서에게 자죽염(PB-Salt 투여군)과 기계염(NaCl 투여군)을 농도별로 투여하여 평균동맥압의 변화를 비교 관찰하였다. 농도별 비교에서 250mg/kg의 농도인 경우 NaCl 투여군에 비하여 PB-Salt 투여군의 평균동맥압의 상승은 낮았는데, 6분대와 12분대에서 유의성있는 낮은 상승률($P<0.05$)을 나타내었으며, 500mg/kg의 농도인 경우 NaCl 투여군에 비하여 PB-Salt 투여군의 평균동맥압의 상승은 낮았는데, 2분대에서 유의성 있는 낮은 상승률($P<0.05$)을 나타내었고, 750mg/kg의 농도인 경우 NaCl 투여군에 비하여 PB-Salt 투여군의 평균동맥압의 상승은 낮았는데, 2분, 4분 및 12분대에서 유의성 있는 낮은 상승률($P<0.05$)을 나타내었으며, 1000mg/kg의 농도인 경우 NaCl 투여군과 PB-Salt 투여군 모두 2분대에서 20~25%의 높은 평균동맥압 상승을 나타내었는데, 이후 시간대에서는 점차 줄어들었으며 전시간대에서 두 군의 차이는 없었다. NaCl을 투여한 경우의 변화 추이를 250, 500, 750, 1000mg/kg을 함께 관찰하였을 경우 <Fig. 5-A>에 나타난 바와 같이 2분대에서 각 농도 모두 15~20%의 상승을 나타

내었고, 이후 시간대에서 250, 750, 1000mg/kg 투여군 모두 10% 내외의 상승을 유지하였으며, 단 500mg/kg 투여군에서는 10, 12분에 3~4% 정도의 감소를 보였는데, 이는 개체 요인 등에 의한 것으로 사료되며, 추후 추적 조사가 필요하리라고 사료된다.

PB-Salt를 투여한 경우의 변화 추이를 250, 500, 750, 1000mg/kg을 함께 관찰하였을 경우 <Fig. 5-B>에 나타난 바와 같이 2분대에서 1000mg/kg 투여군을 제외한 나머지 군에서 4~11%의 상승률을 보여 NaCl 투여군보다는 낮은 상승을 나타내었으나, 1000mg/kg 투여군에서는 25%의 가장 높은 상승률을 보였는데, 이는 PB-Salt가 농도가 높을 시에는 혈압 상승을 촉진할 수도 있음을 암시한다고 사료된다. 이후 시간대에서는 낮은 상승률이 유지되었고, 12분에서는 1~3%의 수준의 상승률을 나타내어 별다른 영향을 미치지 않음을 나타내고 있다. 이러한 결과는 기계염인 NaCl은 고도로 정제된 상태에서 혈압 상승에 작용하였을 것으로 사료되며, 자죽염은 많은 무기물이 함유되어 있다고 하였는데, 즉 K, Mg, Ca, Ge 등이 함유되어 있어서 혈압을 낮추는 효과가 있다고 알려져 있는데, 특히 K은 혈관확장과 aldosterone과 renin의 분비를 억제할 뿐만 아니라 angiotensin II의 기능을 억제하는 작용이 있다고 한 보고⁶⁾와 같이 본연구의 결과도 이와 같은 것을 시사한다고 하겠다. 농도별로 투여하였을시에 자죽염이나 NaCl을 주입한 즉시에는 일시적으로 혈압이 상승되는 경향은 비슷하였으나, 정도 차이가 있어서 자죽염이 NaCl보다 적은 상승을 나타냄을 확인할 수 있었다. 또한 농도에 있어서 자죽염을 투여할 시 혈압을 상승시키지 않는 적절한 양은 500mg/kg 정도인 것으로 나타났다. 본 연구에서는 500mg/kg 농도의 NaCl과 PB-Salt를 응용케 하였을 시에 수축기 혈압의 일간 변화를 일주일간 관찰하였다. NaCl 응용군에서 수축기 혈압이 2일에 14.2%, 3일에 11.8%, 4일에 7.3%, 5일에 17.5%의 상승을 각각 나타내어 2일째부터 5일째까지 약 12~18%의 높은 상승률을 보였으며, 이에 비하여 PB-Salt 응용군에서는 수축기 혈압이 약 6% 이내의 상승을 보인 것을 볼 때, PB-Salt는 NaCl에 비하여 혈압 상승에 영향을 적게 미친다고 사료된다. 이의 결과를 볼 때에도 기계염인 NaCl이 2일째부터 혈압의 상승작용을 나타내어 이후 계속 유지되는 경향을 보이는 것으로 보아 기계염인 NaCl의 과량 섭취는 혈압 상승을 유발시킬 수 있음을 제시하고 있으며, 이러한 결과는 다른 연구자들의 연구와 비슷한 결과로 사료된다. 그러나 자죽염을 사용하였을 경우에는 NaCl에 비하여 혈압 상승률이 적게 나타났는데, 이는 자죽염이 갖는 특성에 의한 것으로 추측되며, 향후 여러 실험적 연구 결과가 뒷받침된다면 이의 효용성이 규명될 것으로 사료된다.

결 론

자죽염이 혈압에 미치는 영향을 알아보기 위하여 자죽염과 기계염의 농도별(250, 500, 750, 1000mg/kg) 투여가 평균동맥압에 미치는 영향과, 또한 500mg/kg 자죽염, 기계염 투여가 수축기 혈압의 일간 변화에 미치는 영향을 비교 관찰한 바, 다음과 같은 결과를 얻었다. 250mg/kg PB-Salt 투여군이 250mg/kg NaCl 투여군보다 평균동맥압 상승이 작게 나타났으며, 6분대와 12분대에

서 유의한 차이($P<0.05$)를 나타내었다. 500mg/kg PB-Salt 투여군이 500mg/kg NaCl 투여군보다 2분에서 8분대까지는 평균동맥압 상승이 작게 나타났으며, 2분대에서 유의한 차이($P<0.05$)를 나타내었다. 750mg/kg PB-Salt 투여군이 750mg/kg NaCl 투여군보다 평균동맥압 상승이 작게 나타났으며, 2분, 4분 및 12분대에서 유의한 차이($P<0.05$)를 나타내었다. 1000mg/kg PB-Salt 투여군과 1000mg/kg NaCl 투여군은 2분대에서 20~25%의 높은 평균동맥압 상승을 나타냈으며, 이후 시간대에서는 점차 줄어들었으며, 전시간대에서 두 군의 차이는 없었다. 500mg/kg NaCl 음용군은 2일째부터 수축기 혈압의 상승을 나타내었으나, 500mg/kg PB-Salt 음용군은 수축기 혈압 상승은 미약하였으며, 두 군간의 비교에서 1일과 2일 및 5일째에 유의한 차이($P<0.01$, $P<0.05$)를 나타내었다. 이상의 결과로 보아 자족염은 NaCl에 비하여 혈압의 상승을 유발하는 정도가 상대적으로 적게 나타났으며, 이는 자족염의 제조 과정에 변환되어진 여러 성분들에 의한 것으로 사료되며, 추후 혈압 관련 기전 연구 진행과 더불어 치료 효능에 관한 연구도 필요하리라고 사료된다.

참고문헌

1. 박정욱, 김선재, 김설희, 김보희, 강성국, 남상호, 정순택. 소금의 종류별 무기질 및 중금속 함량. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32(6), 1442-1445, 2000.
2. 하정옥, 박건영. 소금의 종류별 미네랄 함량과 외형구조 비교 연구. *한국식품영양과학회지*, 27(3), 413-418, 1998.
3. 陳貴廷. 本草綱目通釋, pp.413-418, 北京, 學苑出版社, 1992.
4. 許浚. 東醫寶鑑. p.750, 서울, 南山堂, 1986.
5. Jacobs, M. M. Potassium inhibition of DMH-induced small intestinal tumors in rats. *Nutr. Cancer* 14, 95, 1995.
6. Maurice, E. S., Vemon, R. Y. Nutrition and diet in hypertension. In "Modern nutrition in health and disease", 7th ed., Vol II, p.1272, Lea & Febiger, Philadelphia, 1988.
7. Mahan, L. K., Arlin, M. T. Food nutrition and diet therapy. p.387, Saunders Co., Philadelphia, 1992.
8. 박원욱. 고혈압환자의 식염섭취와 혈장내 Mg 및 각종 지질 성분 함량에 관한 연구. *공중보건잡지* 12(1), 157-166, 1975.
9. 김정규. 흰쥐에서 고염식 섭취가 신성 고혈압에 미치는 영향. *전남대학교 대학원 박사학위논문*, 1975.
10. DiBona G. F. Neural mechanisms of volume regulation. *Ann. Intern. Med.* 98, 750-752, 1983.
11. 김정욱. 고혈압과 식염섭취에 관한 문헌고찰. *한국역학회지* 5(1), 67-100, 1983.
12. Dahl, L. K. Salt and hypertension. *Am. J. Clin. Nutr.* 25(2), 231-44, 1972.
13. Frost, C. D., Law, M. R., Wald, N. J. By how much does dietary salt reduction lower blood pressure? II - Analysis of observational data within populations. *British Medical Journal* 302(6780), 815-818, 1991.
14. Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *British Medical Journal* 297(6644), 319-328, 1988.
15. 이수정. 본태성 고혈압 환자의 저염식 이행실태 및 관련요인. *성인간호학회지* 11(3), 605-620, 1999.
16. Dahl, L. K., Knudsen, K. D., Heine, M. A., Leitl, G. L. Effects of chronic excess salt ingestion. Modification of experimental hypertension in the rat by variations in the diet. *Circulation Res.* 22(1), 11-18, 1968.
17. Jackson, C.A., Navar, L. G. Arterial pressure and renal function in two-kidney, one clip Goldblatt hypertensive rats maintained on a high-salt intake. *J. Hypertens.* 4(2), 215-221, 1986.
18. 신길구. 신씨본초학(각론). pp.713-714, 서울, 수문사, 1988.
19. Schroeder, H. A. Relation between mortality from cardiovascular disease and treated water supplies. *J. Am. Med. Assoc.* 172, 1902, 1960.
20. Joffres, M. R., Reed, D. M., Yano, K. Relationship of magnesium intake and other dietary factors to blood pressure: the Honolulu heart study. *Am. J. Clin. Nutr.* 45(2), 469-475, 1987.
21. Itokawa, Y., Tanaka, C., Fujiwara, M. Changes in body temperature and blood pressure in rats with calcium and magnesium deficiencies. *J. Appl. Physiol.* 37(6), 835-839, 1974.
22. Ackley, S., Barret-Conner, E., Saurez, L. Dairy products, calcium, and blood pressure. *Am. J. Clin. Nutr.* 38(3), 457-461, 1983.