

# 고산홍경천 에탄올 추출물의 항산화작용과 쥐의 혈압 및 골격근 수축성에 미치는 영향

김은철<sup>1</sup>, 청위동<sup>1</sup>, 이광진<sup>2</sup>, 정용안<sup>3</sup>, 노경호<sup>4\*</sup>

## Effects of Ethanol Extract of the *Rhodiola Sachalinensis* for Anti-oxidation and Blood Pressure and Skeletal Muscles Contractility in Rat

Yinzhe Jin<sup>1</sup>, Yu-dong Cheng<sup>1</sup>, Kwang Jin Lee<sup>2</sup>, Yong An Jung<sup>3</sup>, and Kyung Ho Row<sup>4\*</sup>

접수: 2011년 1월 1일 / 게재승인: 2011년 4월 26일  
© 2011 The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering

**Abstract:** To study the effects of ethanol extract of the *Rhodiola Sachalinensis* on the anti-oxidation and blood pressure and skeletal muscles contractility in rats. The ethanol extracts and fractions of *Rhodiola Sachalinensis* were determined the anti-oxidation effects by DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) method and comparing with the BHA (Butylated hydroxyanisole) and AA (Ascorbic acid). The gastrocnemius and soleus muscle contractility were observed by stimulating the sciatic nerve with electricity after affusing stomach with ethanol extract of the 200 mg/kg dosage of *Rhodiola Sachalinensis* for 4 weeks. The ethanol extract of the *Rhodiola Sachalinensis* could shorten latent period, increase maximal contractive extent and time and relaxative time at the twitch and complete tetanus of gastrocnemius and soleus

muscles. The ethanol extract of the *Rhodiola Sachalinensis* shows high anti-oxidation effect and can enhance skeletal muscles contractility in rats.

**Keywords:** *Rhodiola Sachalinensis*; Anti-oxidation; Blood Pressure; Skeletal Muscles Contractility

### 1. 서론

산업사회의 발달로 말미암아 운택한 생활과 기호가 다양하기 때문에 건강에 대한 관심이 증대하고 있으며, 암과 같은 여러 가지 난치성 질병을 치료하기 위한 연구가 광범위하게 진행됐다. 이러한 연구는 의약품에서뿐만 아니라 화장품, 기능성 식품 등 여러 방면에서 천연물에서 추출한 유용성분은 제품으로서의 확실한 효과성과 안정성으로 하여 주목 받고 있다.

여러 해 풀인 홍경천은 분류상에서 속씨식물 문 (Angiospermae), 돌나물과 (Crassulaceae), 돌꽃 (Rhodiola)에 속한다 [1]. 우리나라 북부지방의 백두산, 임신 산, 낭림산의 산꼭대기 부근 바위틈에서 자라며, 특히 백두산의 해발 1800~2,300 m 사이의 이끼 낀 원시림 속 자작나무숲과 협곡의 바위틈에서 많이 자란다. 홍경천은 온도가 낮고 건조하며, 산소가 결핍되고 강한 자외선이 비치며, 낮과 밤의 온도차이가 큰 해발 2,000~5,000 m의 약조건에서 생존할 수 있는 특수한 적응성을 가지고 있다 [2].

전 세계적으로 90여 가지의 홍경천 종류가 발견되었으며, 인삼, 가시오가피 이후에 발견한 약용식물의 일종으로 백혈구의 증감, 혈당 등, 생리적 기능 회복에 도움을 주고,

<sup>1</sup>상해해양대학 식품학원  
<sup>1</sup>College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Huchenghuanlu 999, Shanghai 201-306, China  
<sup>2</sup>하와이대학교 약학대학  
<sup>2</sup>College of Pharmacy, University of Hawaii, 924 Stainback Highway, Hio, HI 96720, USA  
<sup>3</sup>한국기술평가시험연구원  
<sup>3</sup>Meter and Petrochemical Testing and Research Institute, 587-10, Shinsa-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-892, Korea  
<sup>4</sup>인하대학교 화학공학부  
<sup>4</sup>Department of Chemical Engineering, Inha University, 253 Younghyun-dong, Nam-gu, Incheon 402-751, Korea  
Tel: +82-32-860-7470, Fax: +82-32-872-0959  
e-mail: rowkho@inha.ac.kr

피로 회복 작용, 집중력 및 기억력증강, 신경 쇠약, 혈액결핍 성 산소결핍에 대한 뇌조직과 심근의 저항력을 강화한다 [3,4]. 홍경천은 오래전부터 중국의 민간요법 중에 미백작용을 하는 약초로 알려졌다. 과산화수소 유도 세포에 대한 독성, 티로 시나아제 (tyrosinase) 활성 및 멜라닌 합성을 억제에 우수한 홍경천 추출물은 그 유효성분을 미백 조성물에 사용할 수 있다 [2]. 또한, 난소 내 분비기능을 촉진해 자궁 각막의 수정 작용을 증가하며, 파상풍류 독소 등, 항독작용으로 면역반응을 개선한다. 마이크로파 복사작용을 저항하고, 항산화 작용으로 고혈압, 암 등을 방지하며 각종 질병을 예방한다. 기타작용으로 강심, 항염증 및 조절작용을 촉진하고 진정 작용을 한다 [5-7]. 홍경천의 중요한 성분은 사리드로시드 (salidroside) 및 배당체 티로솔 (tyrosol)을 포함한 페닐 에탄올 유도체 (phenyl ethanol derivatives), quercetin, hyperoside, kaempferol, rhodiolin, rhodionin, triclin, acetylrodalgin, catechins, proanthocyanins 등 플라본류 (flavones), rosavin, rosin, rosarin 등 페닐 프로페노이드 (phenylpropanoids) 및  $\beta$ -sitosterol을 포함한 각종 천연 스테로이드 (steroids) 및 geraniol을 대표적으로 한 휘발성 에센스 성분을 함유하고 있다 [8-10]. 이외에도 전분, 단백질, 지방, 탄닌, 및 각종 아미노산이 함유되어 있으며 생물 활성을 가지고 있는 무기 원소 17종이 있는데, 그 중 7종은 인체 필수 미량원소이다 [2].

현대 의학의 눈부신 발달에도 자유라디칼 (free radical)을 억제 혹은 제거하는 방법이 아직 규명되지 않고 있다. 따라서 많은 과학자가 자유라디칼을 제거할 수 있는 각종 항산화제의 탐색 및 개발에 주력하고 있다. Butylated hydroxyanisole (BHA), butylated-hydroxytoluene (BHT), trolox-C 등의 합성 항산화제가 개발되어 식품의 가공 또는 저장에 사용되고 있다. 그러나 이들 합성 항산화제는 항산화 효과는 뛰어나지만, 그의 변이원성 및 독성이 지적되면서 보다 안전하고 효력이 우수한 천연 항산화제의 개발이 요구되고 있다. 실용화되고 있는 천연 항산화제로는 tocopherol, 향신료 추출물, sesamol, flavonoid, phenol 유도체, garlic acid 등이 있으며 이들의 항산화 효과는 tocopherol만큼 항산화력이 높고 실용적인 것은 없는 것으로 알려졌다.

혈압이란 맥관 속을 흐르는 혈류의 압력, 즉 동맥압을 말하는 것으로, 어떤 원인에 의해 수축기 혈압이 120 mmHg (최대혈압) 이상이고 확장기 혈압이 80 mmHg (최저혈압) 이상인 경우를 고혈압이라고 하며, 고혈압은 본태성 고혈압과 이차성 고혈압으로 크게 나뉘는데, 본태성 고혈압은 가족력을 비롯한 생활습관에 의해 발병되는 질환으로 아직 정확한 원인이 알려지지 않았다. 반면, 이차성 고혈압은 다른 질환에 의해 일시적으로 발병하는 질환으로서, 그 원인 질환이 치유되면 자연적으로 치유되는 것으로 알려졌다. 고혈압의 분류는 원인은 달라도 기본적으로는 교감신경계의 이상 활성화, 세포막의 기능 이상, 신장에서의 물 및 Na 배설장애, PGE 2, PGI 2, ANP, EDRF 등과 같은 혈압강하제 (hypotensive agent) 들의 분비저하 또는 카테콜아민 (catecholamine), 레닌-안지오텐신 (renin-angiotensin) 계 등 고혈압 조절기능의 이상 등이 원인이 된다. 이러한 신경계, 내분비계, 세포계의 이상은 말초 저항 혈관의 압력증가를 가져오고 고혈압을 유발함. 또

한, 고혈압은 그 자체보다는 신부전증, 동맥경화, 뇌출혈, 뇌졸중, 실명, 심부전증 및 심장마비 등과 같은 합병증으로 말미암아서 사망에 이르게 되는 경우가 많으며, 고혈압의 90% 이상을 차지하는 본태성 고혈압은 특별한 완치방법이 없을 뿐 아니라, 대부분 장기간 혈압 강하를 위한 치료를 받아야 한다.

대부분 골격근은 뼈에 부착 되며 골격근이 수축하면 뼈에 힘을 가하여 움직이게 된다. 골격근은 수의근으로 골격근이 수축하면 의도하는 대로 움직일 수 있다. 그러나 의식하지 않고도 골격근이 수축할 수 있다. 골격근 수축은 체성신경계인 운동신경에 의해 조절된다. 현미경 하에서 골격근 세포는 가로무늬가 규칙적으로 보이므로 횡문근이라고 하며 체중의 약 40%를 차지하고 있다.

이미 알려진 홍경천의 90여 가지 종류 중에서 장미홍경천 (*Rhodiola rosea*), 대화홍경천 (*Rhodiola crenulata*), 고산홍경천 (*Rhodiola Sachalinensis*) 등이 잘 알려졌다. 그 가운데서도 장미홍경천에 대한 연구가 가장 많이 이루어져 있다. 장미홍경천의 항산화 작용, 혈압 조절 및 항 피로 효과에 대하여서는 많은 연구가 이루어져 있지만 [11,12], 고산홍경천에 대하여서는 Zhang 등이 항산화작용을 제시한 것 [8,13-15] 외에는 혈압 조절 및 항 피로 효과에 대하여서 직접적으로 언급한 적이 없는 것으로 알고 있다. 본 연구는 민간요법으로 오랫동안 사용되던 천연식물의 추출물을 이용한 원료가 인체에 안전함을 인정받음에 따라, 항산화 및 혈압 조절 작용 및 항 피로제의 원료로 주목을 받고 있는 홍경천의 여러 종류 중에서 고산홍경천 추출물의 항산화작용 및 고산홍경천 추출물을 쥐에 투여함으로써 쥐의 혈압 및 골격근 수축성에 미치는 영향을 고찰하고자 함으로써 항산화 활성 물질을 함유한 고산홍경천 추출물이 혈압조절 및 항 피로 성에 대한 영향을 고찰하여 보자고 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험재료 및 기기

본 실험에 사용된 홍경천은 중국의 백두산에서 채배하는 고산 홍경천 뿌리를 2008년에 중국 연변대학으로부터 입수하여 사용하였으며, 매 mL당 1 g의 추출물이 포함되어 있으며, 쥐에게 투입하기 전에 생리식염수로 10 g/L로 희석하였다. 에탄올, 메탄올, 클로로폼, 에틸 아세테이트, 뷰탄올, petroleum ether 등 유기용매는 Analytical-grade로, 지름이 75  $\mu$ m인 실리카와 함께 중국 국가 약품 유한회사에서 구매하여 사용하였으며, DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical 2,2-Diphenyl-1-(2,4,6-trinitrophenyl)hydrazyl), BHA (Butylated hydroxyanisole)과 AA (Ascorbic acid)는 Sigma에서 구매하였다. 물은 감압 펌프 (Division of Millipore, Waters, Milford, MA 01757, U.S.A.)와 필터 (HA-0.5  $\mu$ m, Division of Millipore, Waters Co.)를 이용하여 여과한 증류수를 사용하였다. 실험용 쥐로는 Wistar의 수컷 쥐로서 체중이 약 1880~200 g이며, 중국 연변대학의학부에서 제공하였다. 실험용 기기는 BioLab. 420형 생물기능실험 실시간 분석시스템 및 장력 교환기 (JH-Z 204,008형, 50 g, Chengdu, China)를 사용하였다.

**2.2. 고산홍경천 추출 및 분획방법**

잘 건조되고 미세하게 분쇄한 고산홍경천 뿌리 100 g을 플라스크에 담고 거기에 에탄올을 1,000 mL 가하고 초음파로 30분 동안 추출한다. 추출액을 여과지를 사용하여 여과하고 회전식 감압 농축기를 이용하여 35°C 이하에서 에탄올이 완벽히 없어질 때까지 농축하고 거기에 100 mL의 물을 넣어 용해한 후 동량의 클로로폼 (50/50, vol. %)을 넣어 분획하여 클로로폼층과 물층을 얻는다. 위에서 얻은 물층에 동량의 에틸 아세테이트 (50/50, vol. %)를 넣고 분획하여 에틸 아세테이트층과 물층을 얻는다. 같은 방법으로 위의 물층에 동량의 부탄올 (50/50, vol. %)를 넣고 분배하여 부탄올층과 물층을 얻게 된다 (Fig. 1). 회전식 감압 농축기를 사용 (35°C 이하) 하여 농축시킨 다음 항산화 및 쥐의 혈압 및 골격근 수축성에 대한 효과를 측정하였다.

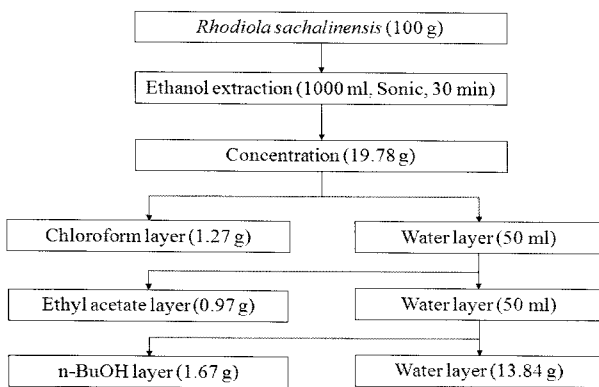


Fig. 1. Scheme of the extraction procedure for *Rhodiola sachalinensis*.

**2.3. DPPH 자유라디칼 (free radical) 소거법에 의한 항산화 효과**

고산홍경천 추출물이나 분획물 등의 검사대상물을 적당한 농도로 에탄올 혹은 메탄올에 희석한 용액 4 mL와 0.2 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 1 mL씩을 vortex로 균일하게 혼합한 다음, 실온에서 30분간 버려둔 후, 514 nm에서 흡광도를 측정하였다. 항산화 효과는 대조군에 대한 50% 흡광도의 감소를 나타내는 검사대상물의 농도 (IC<sub>50</sub>)로 표시하였다. 각 시료를 3회 반복 시행하여 평균하였으며, 이 효능 검정을 통하여 항산화력을 확인하였다.

**2.4. 혈압 측정방법**

혈압은 쥐를 혈압측정용 용기에 고정한 다음 30°C로 조정된 항온기에 넣어 10~15분간 안정화한 다음 비관 혈 혈압측정기 (IITC non-invasive blood pressure analyzer, IITC Inc. Woodland Hills, California, USA)를 이용하여 꼬리 정맥에서 수축기 혈압을 10회 반복하여 측정하였으며, 혈압측정용 용기에 쥐를 적응시키기 위하여 적응 및 사육기간 동안 매일 일정한 시간에 30분씩 혈압측정용 용기에 쥐를 고정해 적응과 안정을 유도하였다.

**2.5. 골격근 수축성 측정방법**

20마리의 쥐를 대조 조와 약물 조로 각 조에 10마리씩 분류

하여 약물 조에는 10 g/L의 고산홍경천 추출물 혹은 분획물을 매 키로 체중당 200 mg을 투여하고 대조 조에는 같은 양의 증류수를 매일 일 회씩 4주 동안 투여한다. 고산홍경천 추출물 및 분획물 혹은 생리식염수를 최종 투여하고 나서 30분이 지난 후 쥐의 복부에 100 g/L의 포수클로랄을 주입하여 마취를 시키고 고정한다. 쥐의 좌측 뒷다리의 좌골신경인 비복근 표본과 우측 뒷다리 좌골신경인 가자미근 표본을 각각 제작하였다. 길이가 약 10 cm인 두 개의 끈으로 한쪽은 각각 비복근과 가자미근을 묶고 다른 한쪽은 장력변환기에 연결하고 장력변환기를 고정해 근육이 체내에서 가지는 자연적인 길이인 최적 초기길이를 가지게 한다. 보호 자극 전극을 이용하여 좌골신경에 자극을 주어 변화를 관찰하며 수치를 기록한다. 실험 중에 신경 근육의 건조를 방지하기 위하여 표면에 액체왁스를 바르고 동물 온도를 37°C 되게끔 유지한다. 파장 넓이가 0.2 ms의 자극하에 최대 자극 강도를 찾아내고 근육 단 수축의 잠복기, 수축 폭, 최대수축시간 및 최대 확장시간을 관찰하고 완전성 강직 수축의 최소 자극 주파수 (1000/최대수축시간)를 계산한다. 연속 단 자극 (파장 넓이가 0.2 ms)의 2배 혹은 5배의 최대 자극 강도가 완전성 강직 수축을 일으키는 최소자극 주파수 조건에서 완전성 강직 수축의 잠복기, 수축 폭 및 최대 수축시간을 관찰한다.

**2.6. 통계처리**

실험 수치는 평균수 ± 평균편차 (mean ± S.D.)로 표시하였으며 평균차이에 대한 유의성 검정은 SPSS 1.0을 사용하여 one way analysis of variance (ANOVA) 검정을 하였다.

**3. 결과 및 고찰**

고산홍경천 에탄올 추출물 및 분획물을 이용하여 DPPH방법으로 라디칼 소거 활성 효과를 측정하였으며, 또한 에탄올 추출물을 쥐에게 투여하여 쥐의 혈압 및 골격근 수축성에 미치는 영향을 측정하였다.

**3.1. 항산화효과**

고산홍경천 추출물의 생리활성 기능을 탐색하기 위하여 에탄올 추출물을 만들었고, 고산홍경천 뿌리의 에탄올 추출물로부터 클로로폼, 에틸 아세테이트, 부탄올 및 물 분획물을 제조하였다. 고산홍경천 추출물과 분획물에 대하여 DPPH 자유라디칼 소거법에 의한 항산화성 효과를 검토하였다. 고산홍경천의 각종 생리활성을 측정하면서, 추출에 주로 사용되는 메탄올의 독성을 고려하여 에탄올을 사용하였으며, 70% 에탄올 추출물의 항산화 효과는 이미 발표된 적이 있기 때문에 순수한 에탄올 용매를 사용하여 추출하였다. 고산홍경천 에탄올 추출물의 수소전자공여능 (IC<sub>50</sub>)을 측정한 결과, 18.50 µg/mL로 나타났으며, 에틸 아세테이트층에서 15.2 µg/mL로 분획물 중에서 높은 항산화 효과를 나타내었다 (Fig. 2). 이러한 결과는 Cui 등이 발표한 연구결과와 비교하여 볼 때, 에탄올 추출물에서 70% 에탄올 추출물 (27.9 µg/mL)보다 더 높은 라디칼 소거 효과를 가지고 있으며, 에틸 아세테이트층

(14.3 µg/mL)에서는 비슷한 경향을 보이고 있다는 것을 알 수 있다 [13]. 이는 극성부분의 분획물에서 비극성 부분의 분획물보다 강력한 항산화 활성이 인정되었으며, 항산화 활성에 미치는 특이성분들이 극성에서 비극성 성분까지 고루 분포되어 있다는 것을 암시해 주었다. 에틸 아세테이트층을 농축하여 얻은 분획물을 petroleum ether: ethyl acetate, ethyl acetate: methanol 등 유기용매의 각종 혼합된 비율을 이용하여 실리카 겔을 매운 칼럼 크로마토그래피를 통과하여 7개의 분획물을 획득하였다. 그중에서 5번째 분획물은 수소전자공여능이 8.19 µg/mL로 가장 높았으며 (Fig. 3), 이는 petroleum ether: ethyl acetate = 1 : 5 (vol. %)인 용매를 이용하여 획득한 것이고, 그 양은 0.16 g이었다. 이는 에틸 아세테이트층에 잘 용해되는 페닐 에탄올 유도체 혹은 플라본류로 추정된다.

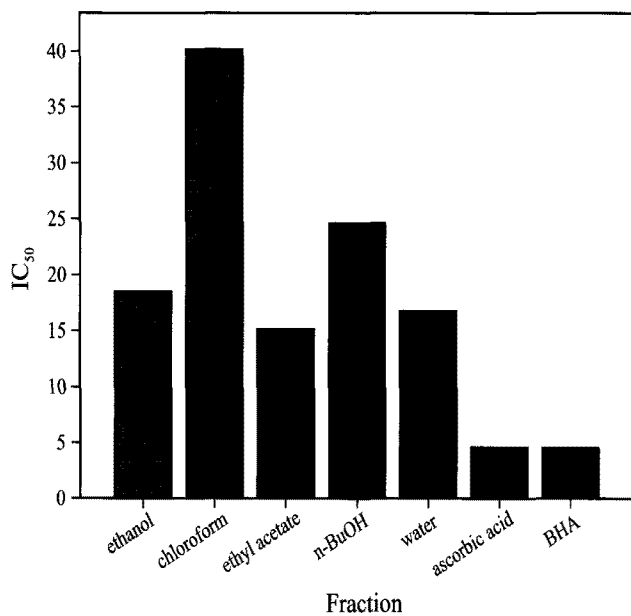


Fig. 2. Effects of extracts from *Rhodiola sachalinensis* on anti-oxidation.

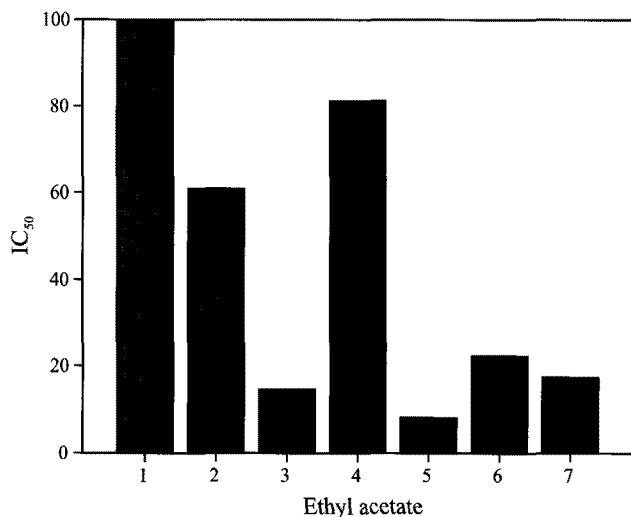


Fig. 3. Effects ethyl acetate layer of extracts from *Rhodiola sachalinensis* on anti-oxidation.

Lee 등은 홍경천의 아세톤 분획물에서 DPPH 라디칼 소거능을 나타내는 항산화 성분인 garlic acid, (-)-epigallocatechin-3-O-gallate, kaempferol 7-O-a-L-rhamnopyranoside, herbacetin 7-O-a-L-rhamnopyranoside, rhodiolinin 등의 페놀성분을 보고한 바 있다 [14,15]. 에틸 아세테이트층을 7개의 분획물로 분획하여 그중에서 라디칼 소거능력이 강한 분획물을 획득할 수 있었으며, 더 나아가서 단일 성분으로 분리하여 그 성분을 확인할 필요가 있다고 본다.

3.2. 고산홍경천 추출물이 쥐의 혈압에 미치는 영향

고산홍경천 에탄올 추출물을 쥐에 투입하여 쥐의 혈압을 측정함으로써 혈압에 미치는 영향을 고찰하였으며 그 결과를 Fig. 4에 표시하였다. 쥐의 확장압 (DP, diastolic blood pressure), 수축압 (SP, systolic blood pressure), 평균동맥압 (MAP, mean artery pressure), 심장박동수 (HR, heart rate)를 측정하여 대조군과 비교한 결과, 각종 혈압을 나타내는 수치는 대조군과 평행되거나 서로 겹치는 경향을 나타내었으며, 이는 고산홍경천 에탄올 추출물이 정상적인 쥐의 혈압에 대하여 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 나타낸다. 혈압은 심장의 박동과 수축력, 말초혈관, 자율신경의 활성 및 renin-angiotensin계를 포함한 각종 호르몬과 생체 내 내인성 활성물질 등에 의해 조절된다 [16]. 또한, 인체 내 신경계, 면역계뿐만 아니라 심혈관계 등에 관여하는 매우 중요한 전량분자인 산화질소는 L-arginine으로부터 nitric oxide synthase (NOS)에 의해 생성되며, NOS는 내피세포에서 확인된 endothelial NOS (eNOS), 신경세포의 neuronal NOS (nNOS), 대식세포에서 확인된 inducible NOS (iNOS) 등 3종류의 isoforms이 알려졌다. 일단 iNOS가 합성되면 오랜 기간 지속적으로 다량의 NO를 생성하기 때문에, iNOS에 의한 과도한 NO의 생성은 내피 세포층 손상의 원인이 되어 혈관벽에 많은 손상을 유발하게 된다 [17]. 고산홍경천의 열수 추출물은 대식세포에서

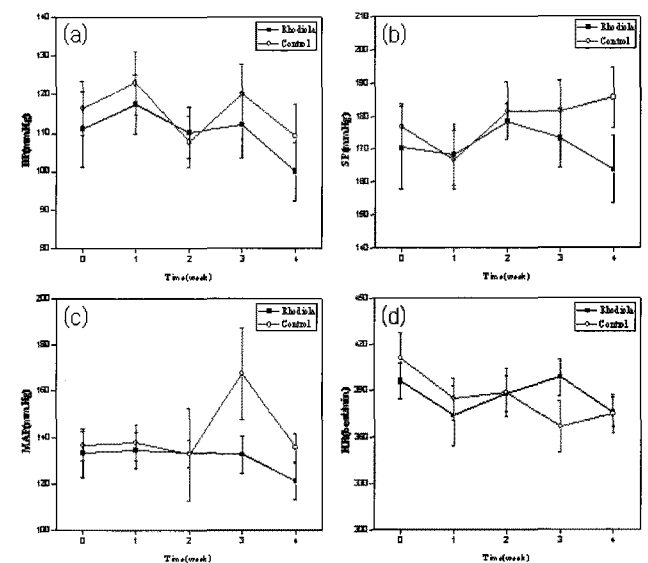


Fig. 4. Effects of extracts from *Rhodiola sachalinensis* on blood pressure in rat. (a) DP: diastolic blood pressure; (b) SP: systolic blood pressure; (c) MAP: mean artery pressure; (d) HR: heart rate.

의 iNOS와 NOS의 합성을 억제하는 동시에 NO의 생성을 억제한다고 보도된 바가 있다 [18]. NO에 의한 혈관확장 작용에 의하여 혈압은 하강하고 반면에 NO의 생성을 억제하면 혈압강하를 일으키지 않는다고 보인다. 고산홍경천 추출물이 혈압에 큰 영향을 미치지 않는다는 것은 상술한 각종 혈압 조절작용을 일으키는 물질 등에 대하여도 안정적이라는 것을 나타낸다. 또한, 홍경천 추출물은 혈압에 대하여 조절작용이 있으며, 고혈압 및 저혈압 쥐에 대하여 조절작용을 하여 정상적인 수치로 돌아오게 한다고 보도되었다 [5-7]. 본 연구에서는 정상적인 쥐를 사용하여 대조군과 비교함으로써, 고산홍경천 에탄올 추출물이 정상적인 혈압에 큰 영향을 미치지 않으며, 비교적 안정적인 추세를 나타내고 있다는 것을 알 수 있으며, 혈압에 미치는 영향으로 보아 홍경천 에탄올 추출물의 안정성을 증명하여 주고 있다고 사료된다.

**3.3. 고산홍경천 추출물이 쥐의 골격근 수축성에 미치는 영향**

고산홍경천 에탄올 추출물을 쥐에 한 달 동안 투여한 후 잠복기 (CT, latent period), 근육의 강직 경련에 의한 최대 수축 범위 (Pt, maximal contraction extent of tetanus), 단수축에 의한 1/2 이완 시간 (HRT, 1/2 relaxation time of single twitch), 피로 지수 (FI, fatigue index number) 등의 수치를 대조군과 비교하여 쥐의 골격근 수축성에 미치는 영향을 고찰하였다. Table 1과 Table 2는 각각 가자미근과 비복근에 대한 각종 효과를 나타낸 것이다. 고산홍경천 에탄올 추출물은 가자미근과 비복근에 대하여 단수축과 완전강직성 수축시의 잠복기를 감소하고, 최대수축 범위, 1/2 이완시간을 증가하며, 피로 지수를 낮춘다는 것을 알 수 있다. 대조군에 비교하여 현저한 차이가 있으며 (P < 0.05), 이로부터 고산홍경천 에탄올 추출물이 피로를 없앤다는 것을 알 수 있다. 가자미근은 대표적인 지근 섬유 (oxidative muscle fiber)로써 미토콘드리아와 산화 효소가 많아 산화적 인산화 반응이 활발하고 인슐린에 민감한 골격근 타입이며, 홍경천 추출물은 인슐린 저항성을 감소시킬 수 있는 작용을 나타낸다 [19]. 비복근은 넓적다리뼈와 무릎 골 뒤에서부터 시작해서 가자미근과 합류하여 뒤꿈치의 아킬레스건에 붙어 있으며, 근수

축 이완에서 비복근은 가자미근보다 수축, 이완에 걸리는 시간이 짧다. 고산홍경천 에탄올 추출물은 가자미근과 비복근에 대한 피로 지수를 낮춤으로써 더 나아가서 운동시간을 증가할 수 있다고 생각된다. 고산홍경천 에탄올 추출물 가운데 홍경천의 중요한 성분인 사리드로시드 (salidroside) 및 티로솔 (tyrosol) 등과 같은 성분을 함유하고 있어, 이러한 성분들이 항산화 작용을 할 뿐만 아니라 쥐의 골격근 수축성에 영향을 미친다고 생각되며, 상술한 성분들의 항 피로 작용은 설명된 적이 있다 [18]. 고산홍경천 추출물에는 상술한 성분 외에도 많은 성분이 포함되어 있을 것이며, 다른 성분들의 항 피로 작용 및 성분들에 의한 상호작용도 고려하여야 할 것이며, 그 작용원리에 대하여 더 연구할 필요가 있다고 본다.

**4. 결론**

고산홍경천 에탄올 추출물을 DPPH방법으로 라디칼 소거 측정실험을 하였으며 쥐에게 투여하여 쥐의 혈압 및 골격근 수축성을 측정하였다. 고산홍경천 추출물 중에서 에틸 아세테이트층의 분획물이 뚜렷한 라디칼 소거 능력을 보였다. 또한, 고산홍경천 추출물은 정상 쥐의 혈압에 크게 영향을 미치지 않으며, 쥐의 골격근 수축성에 영향을 미치며 피로 지수를 낮추어 항 피로 성을 가진다는 것을 알 수 있다. 고산홍경천 추출물을 흡수함으로써 항산화 작용을 가지며 그에 따라 피로를 없앨 수 있을 것으로 보인다. 고산홍경천 에탄올 추출물은 항산화 작용을 하고 있으며, 이러한 항산화 작용을 하는 성분들이 쥐의 혈압 및 항 피로 작용에도 영향을 미친다고 보인다. 본 연구의 결과는 항산화, 혈압 조절 및 항 피로제의 기초 연구로서 활용될 것이며 고산홍경천을 비롯한 천연물의 기초 자료로 널리 응용될 것이다.

**감사**

본 연구는 상해시 우수청년교사 지원프로그램 (SSC09009)

**Table 1.** Effects of *Rhodiola sachalinensis* extract with ethanol for soleus muscle contractility in rat (n = 7)

	twitch			tetanus tetanic contraction		
	Pt (g)	CT (ms)	HRT (ms)	Pt (g)	CT (ms)	FI
Control	6.29 ± 1.17*	7.43 ± 0.20	25.75 ± 3.71	18.72 ± 4.65*	7.43 ± 0.20	30.08 ± 7.07
<i>Rhodiola</i>	27.38 ± 8.82	7.29 ± 0.14	31.29 ± 4.08	71.09 ± 19.08	7.43 ± 0.20	18.79 ± 3.45

Compare the control: \*P < 0.05.

CT: latent period; Pt: maximal contraction extent of tetanus; HRT: 1 / 2 relaxation time of single twitch; FI: fatigue index number.

**Table 2.** Effects of *Rhodiola sachalinensis* extract with ethanol for gastrocnemius muscle contractility in rat (n = 7)

	twitch			tetanus tetanic contraction		
	Pt (g)	CT (ms)	HRT (ms)	Pt (g)	CT (ms)	FI
Control	32.60 ± 7.07	7.71 ± 0.18	20.62 ± 4.65	72.56 ± 8.39	7.57 ± 0.20	37.18 ± 19.06
<i>Rhodiola</i>	35.04 ± 13.30	7.57 ± 0.20	35.71 ± 2.98*	85.58 ± 20.44	7.43 ± 0.20	17.19 ± 1.11

Compare the control: \*P < 0.05.

CT: latent period; Pt: maximal contraction extent of tetanus; HRT: 1 / 2 relaxation time of single twitch; FI: fatigue index number.

과 한국 과학기술 재단의 기초연구 프로그램 (2010-0015731)의 지원으로 수행하였으며 이에 감사를 드린다.

## References

- Han, Y. K. (1999) Chemical composition of *Rhodiola sachalinensis* and its pharmacological action, M.S. Thesis. Seoul National University, Seoul, Korea.
- Choi, D. Y., S. Y. Ahn, S. G. Lee, J. S. Han, E. C. Kim, H. B. Lee, J. H. Shin, E. K. Kim, and K. H. Row (2004) Separation and performance test of whitening agent in *Rhodiola sachalinensis*. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 19: 169-173.
- Zhou, G., Y. Guan, H. Chen, and J. Ye (2007) Simultaneous determination of pharmacologically active ingredients in *Rhodiola* by capillary chromatography with electrochemical detection. *J. Chromatogr. A.* 1142: 236-239.
- Nakamura, S., X. Li, H. Matsuda, K. Ninomiya, T. Morikawa, K. Yamaguti, and M. Yoshikawa (2007) Bioactive constituents from chinese natural medicines. XXVI. Chemical structures and hepatoprotective effects of constituents from roots of *Rhodiola sachalinensis*. *Chem. Pharm. Bull.* 55: 1505-1511.
- Ma, C. Y., J. Tang, H. Wang, X. Gu, and G. Tao (2008) Simultaneous determination of six active compounds in *Rhodiola* L. by RP-LC. *Chromatographia* 67: 383-388.
- Mao, Y., Y. Li, and N. Yao (2007) Simultaneous determination of salidroside and tyrosol in extracts of *Rhodiola* L. by Microwave assisted extraction and High-performance liquid chromatography. *J. Pharm. & Biomed. Anal.* 45: 510-515.
- Nan, J. X., Y. Z. Jiang, E. J. Park, G. Ko, Y. C. Kim, and D. H. Sohn (2003) Protective effect of *Rhodiola sachalinensis* extract on carbon tetrachloride-induced liver injury in rats. *J. Ethnopharm.* 84: 143-148.
- Zhang, S., H. Bi, and C. Liu (2007) Extraction of bio-active components from *Rhodiola sachalinensis* under ultra high hydrostatic pressure. *Sep. Purif. Technol.* 57: 277-282.
- Jin, Y., X. Li, D. Li, and K. H. Row (2009) Primary study of sterols composition of *Rhodiola sachalinensis* by using GC/MS. *Korean Analytical Sciences & Technol.* 22: 219-227.
- Jin, Y., D. Park, X. Li, D. Li, and K. H. Row (2010) Primary study of volatiles composition of *Rhodiola sachalinensis* by using GC/MS. *Korean J. Chem. Eng.* 27: 1262-1268.
- Panossian, A., G. Wikman, and J. Sarris (2010) Rosenroot (*Rhodiola rosea*): Traditional use, chemical composition, pharmacology and clinical efficacy. *Phytomedicine* 17: 481-493.
- Ming, D. S., B. J. Hillhouse, E. S. Guns, A. Eberding, S. Xie, S. Vimalanathan, and G. H. N. Towers (2005) Bioactive compounds from *Rhodiola rosea* (Crassulaceae). *Phytother. Res.* 19: 740-743.
- Cui, C. B., D. S. Lee, and S. S. Ham (2003) Antioxidative, antimutagenic and cytotoxic effects of *Rhodiola sachalinensis* extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 211-216.
- Lee, M. W., Y. A. Lee, H. M. Park, S. H. Toh, E. J. Lee, H. D. Jang, and Y. I. Kim (2000) Antioxidant phenolic compounds from the roots of *Rhodiola sachalinensis* A. Bor. *Arch. Pharm. Res.* 23: 455-458.
- Bae, S. J. (2005) Anticarcinogenic and antioxidant effects of *Rhodiola sachalinensis*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 1302-1307.
- Rho, Y. H., H. W. Jeong, and B. G. Jeon (2006) Effects of acanthopanax sessiliflorus seem ethyl alcohol extract on the cerebral blood flow and mean arterial blood pressure in normal & ischemic rats. *Korean J. Oriental Physiology & Pathology* 20: 882-886.
- Hong, M. H., H. K. Lim, J. E. Park, N. J. Jun, Y. J. Lee, M. Cho, and S. K. Cho (2008) The antihypertensive and vasodilating effects of adventitious root extracts of wild ginseng. *J. Korean Soc. Appl. Bio. Chem.* 51: 102-107.
- Seo, W. G., H. O. Pae, G. S. Oh, N. Y. Kim, T. O. Kwon, M. K. Shin, K. Y. Chai, and H. T. Chung (2001) The aqueous extract of *Rhodiola sachalinensis* root enhances the expression of inducible nitric oxide synthase gene in RAW264.7 macrophages. *J. Ethnopharm.* 76: 119-23.
- Oh, J. K., Y. O. Shin, I. J. Jung, and E. J. Lee (2006) Effect of *Rhodiola sachalinensis* administration and endurance exercise on insulin sensitivity and expression of proteins related with glucose transport in skeletal muscle of obese Zucker rat. *The Korean Nut. Soc.* 39: 323-330.