

Effects of Purslane Extract on Obesity and Diabetes in High-Fat Diet-Induced Obese Mice

Kwang-Soon Kang*

Abstract

The frequency of obesity has risen dramatically in recent years but only few safe and effective drugs are currently available. In addition, obesity can induce type 2 diabetes (T2DM), hyperlipidemia and fatty liver disease. Recently, protective effect of purslane extract (PE) on obesity has been reported, but little is known about the role and mechanism of PE in obesity. This study aimed to evaluate the effect of PE on obesity and diabetes in obese mice. In addition, the effect of PE was compared with anti-obesity and diabetes drugs. High-fat diet (HFD)-induced obese mice were treated for 8 weeks with drugs as follows: PE, orlistat, metformin, voglibose or pioglitazone. While PE mixed with normal diet did not have any effects on BW in non-obese mice, PE mixed with HFD significantly reduced BW gain, insulin resistance, and glucose intolerance, without affecting food intake and appetite in obese mice. The effect was comparable to the effects of anti-obesity and diabetes drugs. Furthermore, PE significantly increased the activity of hepatocellular anti-oxidant enzymes, leading to protection of liver from oxidative stress in obese mice. These results suggest that PE treatment may be a useful tool for preventing obesity and complication of obesity.

▶ Keyword : Purslane, Obesity, Type 2 diabetes, glucose tolerance, fatty liver

I. Introduction

비만은 최근 전 세계적으로 가장 빠르게 증가하고 있는 대사 질환 유발인자들 중 하나이다. 비만은 고지혈증, 고혈압, 동맥 경화증과 같은 만성질환 발생과 관련이 있으며[1], 특히 제 2형 당뇨병의 발생과 밀접한 관련이 있다[2,3]. 비만은 인슐린 저항성을 유발하고 췌장 베타세포에서 과다한 인슐린 분비를 초래하여, 결과적으로 베타세포 기능 장애를 유발하여 제 2형 당뇨병에 이르게 하는데, 특히 유전적으로 민감한 사람일수록 이러한 경향이 더 심각하게 나타난다[4-7]. 쇠비름(*Portulaca oleracea* L.)은 쇠비름 추출물(purslane extract)이라고도 불려지고 있으며[8], 이노제, 해열제, 소독제, 진경제 그리고 구충제와 같은 민간요법의 치료제로 사용되어 왔다[9,10]. 최근에는 이 식물의 강력한 항산화 효능[11,12]으로 이목을 끌었으며, 쇠비름 추출물은 ascorbic acid, b-carotene, tocopherol, melatonin 그리고 w-3 지방산인 a-linolenic acid와

eicosapentaenoic acid를 다른 식물들 보다 많이 함유하고 있어 관심을 받고 있다[13,14]. 또한, 쇠비름 추출물의 항균[15], 진통[16], 골격근 이완[17] 그리고 상처 치료[18] 효능들은 실험적으로 증명된 바 있다. 쥐, 랫트 및 인체에서 최근 쇠비름 추출물의 항비만 및 항당뇨 효능이 보고된 바 있으나[19-21], 그 효능이 명확하지 않고 작용기전에 대해서는 알려진 바가 없다. 그러므로 이번 연구에서는 고지방식이에 의해 유도된 비만형 쥐에 8주간 쇠비름 추출물을 식이와 함께 투여하여 체중 및 당 내성에 미치는 영향을 확인하고 또한 쇠비름 추출물과 기존의 비만 치료제 또는 제 2형 당뇨병 치료제인 위장관 지방 분해효소 억제제 orlistat, 간의 포도당신생합성 억제제 metformin, 위장관 당 분해효소 억제제 voglibose 그리고 peroxisome proliferator-activated receptor-g/a 효현제인 pioglitazone과 그 효능을 비교하여 쇠비름 추출물의 항비만 및 항당뇨 효과를 평가하고자 하였다.

*First Author: Kwang-Soon Kang, Corresponding Author: Kwang-Soon Kang

*Kwang-Soon Kang(versism@naver.com), Dept. of Emergency Medical Technology, Dae-jeon Health Institute of Technology

Received: 2016. 05. 04, Revised: 2016. 05. 24, Accepted: 2016. 06. 28.

II. Materials and methods

1. Research Material

1.1 Purslane extract and dietary

쇠비름의 전초는 강원약초에서 구입하여 공기 중에서 건조시켜 고운 가루로 만든 뒤, 10배 부피의 70% 에탄올과 함께 80 °C 에서 5시간 동안 추출하여, 이 과정을 3회 반복한 후, 감압, 농축 및 동결 건조하여 최종 쇠비름 추출물을 제작하였고, Orlistat, metformin, voglibose와 pioglitazone은 각각 한미약품, 대웅제약, CJ 제일제당 제약 사업부와 다케다 제약 코리아에서 구입하였다. 고지방식이는 단백질, 탄수화물 그리고 지방 함유량을 각각 전체 칼로리의 20%, 20% 그리고 60%로 구성된 식이에 비타민 1%와 미네랄 3.5%를 첨가하였다. 일반식이는 단백질, 탄수화물 그리고 지방 함유량을 각각 전체 칼로리의 20%, 64% 그리고 16%로 구성하였으며, 고지방식사와 일반식사에 각각 쇠비름 추출물 0.1%, orlistat 0.03%, metformin 0.05%, voglibose 0.0014% 그리고 pioglitazone은 0.003%를 포함시켜 제작하였다.

1.2 Animals and treatments

C57BL/6 쥐는 중앙실험동물(서울, 대한민국)에서 구입하였다. 5주령 쥐들에게 6주 동안 고지방식이 또는 일반식이를 제공한 후, 쇠비름 추출물, orlistat, metformin, voglibose 그리고 pioglitazone을 각각 제작한 식이와 함께 8주간 제공하였다. 모든 동물에 대한 처치는 계명대학교 동물윤리위원회의 허가(KM-2013-76, 대구, 대한민국)를 득한 후 시행하였다.

2. Methods of Research

2.1 Measurement of dietary amount and body weight

C57BL/6 쥐의 식이량과 체중은 각각 BioDAQ 자동화 시스템(Research Diet, New Brunswick, NJ, 미국)과 전자저울을 이용하여 일주일에 한번 씩 측정하였다.

2.2 Blood analysis and Pretreatment biopsies

마취(nembutal, 100 mg/kg) 후, 안와 정맥에서 혈액을 500 μ L 채취하여 헤파린 튜브에 담고 원심분리를 통해 혈장을 채취하여 -80 °C 냉동고에 분리 및 저장하였다. 혈액 채취 후 정상소체의 백색지방 조직(white adipose tissue, WAT)과 간을 절개한 후 무게를 측정하였고, WAT과 간의 다른 부분은 채취 직후 10% 포르말린 용액에 고정시킨 후 파라핀 블록을 제작하였다.

2.2 Biochemical measurements and Histopathological analysis

혈청 시료의 인슐린 및 지질 농도는 효소면역분석 kit(Millipore, Billerica, MA, 미국 및 Roche Diagnostics, Basel, Basel-Stadt, 스위스)를 이용하여 측정하였다. 인슐린 저항성을 측정하기 위한

homeostasis model assessment of insulin resistance(HOMA-IR) 지표는 공복 혈당 및 공복 인슐린 농도를 이용하여 계산하였다.

WAT 및 간 조직 파라핀 블록을 6- μ m 두께로 자른 뒤 hematoxylin/eosin 염색을 하였다. 슬라이드의 간세포에서 대수 포성 지방 또는 소수포성 지방이 0.5% 이상 존재하면 지방간이라고 진단하였다. 간 조직 표본을 1 mM EDTA를 함유한 0.25% sucrose 용액에서 균질하게 갈았다. Chloroform-methanol 용액을 이용하여 지질을 추출하고 진공 농축 원심분리기에서 증발시킨 후, 침전물은 5% fatty acid-free bovine serum albumin 용액에 다시 용해시켰으며, 추출된 지질의 양을 정규화하기 위해 단백질 정량시약(Bio-Rad, Hercules, CA, 미국)을 이용하여 단백질을 정량하였다. 조직 중성지방(triglyceride) 농도는 Roche Diagnostics(Basel, Basel-Stadt, 스위스)의 시약을 이용하여 측정하였다

2.3 Statistical Analysis

결과는 평균과 표준오차(SEM)로 표시하였다. 통계 분석은 statistical package for social science(SPSS) 패키지 버전 20.0 소프트웨어(SPSS, Chicago, IL, 미국)를 사용하였고, area under curve(AUC)는 Microcal Origin 패키지 버전 9.1 소프트웨어(Northampton, MA, 미국)를 사용하여 계산하였다. 두개 이상의 그룹을 비교하기 위해 다양성 분석법으로 유의성 검사를 시행하였고, 상대적으로 수가 적은 표본을 통계 처리하기 위해 Bonferroni 교정을 시행하였다. 각 실험의 성적 비교에서 $p < .05$ 일 때 통계학적으로 유의한 것으로 판단하였다.

III. Results

1. Effect of weight loss

쇠비름 추출물과 다양한 약물이 각각 포함된 사료를 8주간 제공하였는데 metformin 그룹을 제외한 나머지 그룹의 식이 섭취량에는 차이가 없었다[Figure 1A]으나 고지방식이(High-Fat Diet, HFD)군에서 일반식이(Normal-Chow Diet, NCD)군에 비해 체중 증가를 보였다. HFD군에서 쇠비름 추출물, orlistat 그리고 voglibose 그룹의 체중 증가는 HFD 대조그룹에 비해 $p < .05$ 로 유의한 감소 결과를 보였으며, Pioglitazone은 NCD과 HFD군 모두에서 $p < .05$ 로 유의한 체중 증가를 보였다. 흥미롭게도 orlistat와 voglibose는 NCD에서도 $p < .05$ 인 유의한 체중 감소 결과를 나타낸 반면, 쇠비름 추출물은 NCD의 체중 변화에는 영향을 미치지 않았다[Figure 1B]. HFD군의 간의 무게는 HFD 대조그룹에 비해 쇠비름 추출물 그룹에서 $p < .05$, orlistat 그리고 voglibose 그룹의 간 무게는 $p < .01$ 로 유의한 감소 결과를 보였다[Figure 1C]. HFD군에서 WAT 무게는 HFD 대조그룹에 비해 쇠비름 추출물과 voglibose 그룹에서 $p < .05$, orlistat 그룹은 $p < .01$ 로 유의한 감소 결과를 보였다. 또한 Pioglitazone 그룹의 WAT 무게도 HFD 대조그룹에 비해

$p < .01$ 로 유의한 증가를 보였다[Figure 1D].

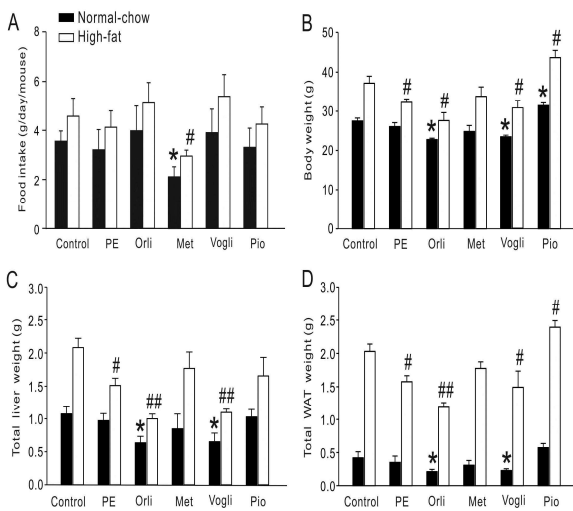


Fig. 1. Effect of purslane extract (PE) on food intake, body weight and tissue weight after 8 weeks of treatment.

2. Glucose intolerance and insulin resistance improving efficacy

공복 혈당 및 혈장 인슐린 농도는 8주간의 식이 후, NCD에 비해 HFD군에서 증가하였고, HFD군에서 쇠비름 추출물, metformin, voglibose 그리고 pioglitazone 그룹에서 HFD 대조그룹에 비해 공복 혈당이 $p < .05$ 로 유의한 감소를 보였으며, orlistat 그룹은 공복 혈당이 $p < .01$ 로 공복 혈장 인슐린 농도 또한 HFD 대조그룹에 비해 $p < .05$ 로 유의한 감소 결과를 보였다[Figure 2A,2B].

HOMA-IR 지표는 NCD에 비해 HFD군에서 높았으며, HFD 군의 orlistat 그룹 이외의 그룹에서 $p < .05$ 로, orlistat 그룹에서도 $p < .01$ 로 유의한 감소 결과를 보였다[Figure 2C].

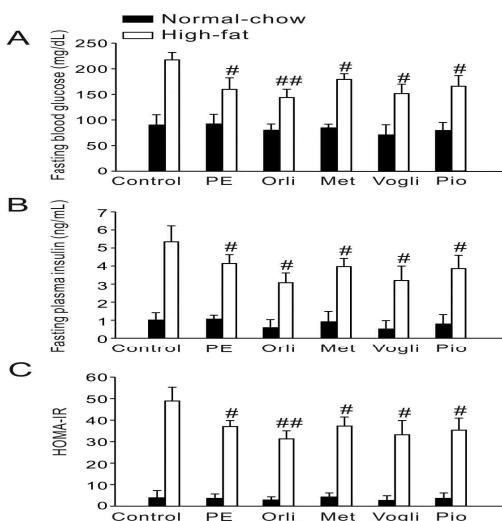


Fig. 2. Effect of purslane extract (PE) on fasting blood glucose, fasting plasma insulin and homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) index after 8 weeks of treatment.

당뇨 유발 및 개선 정도를 확인하기 위하여 복강내 당 내성 검사를 시행하였으며, 당 내성은 NCD에 비해 HFD군에서 $p < .01$ 로 유의하게 악화되었으며, HFD군의 모든 그룹에서 당 불내성의 개선을 보였는데, orlistat 그룹 이외의 그룹에서 HFD 대조그룹에 비해 당 불내성이 $p < .05$ 인 개선 결과와 orlistat 그룹에서도 $p < .01$ 인 유의한 개선 결과를 나타냈다[Figure 3].

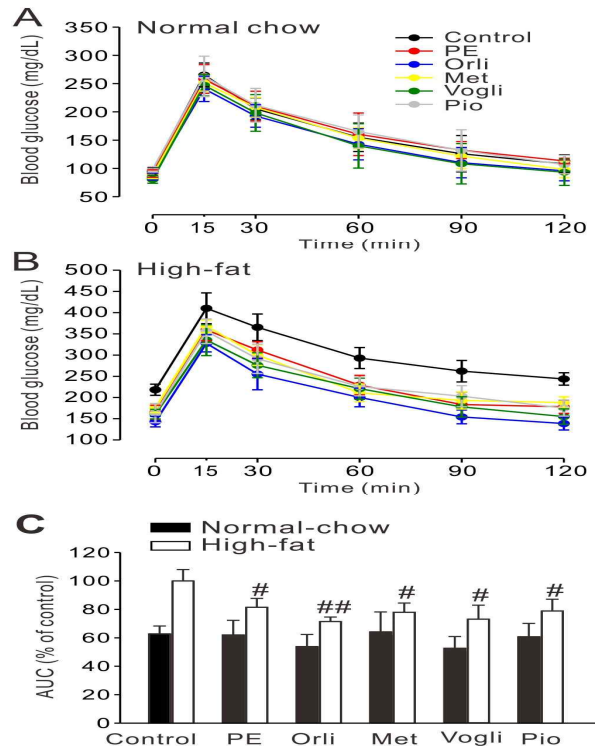


Fig. 3. Effect of purslane extract (PE) on glucose tolerance after 8 weeks of treatment.

혈중 지질 농도를 측정에서는, 혈중 총 콜레스테롤, 고밀도 지질단백질(high-density lipoprotein, HDL) 및 저밀도 지질단백질(low-density lipoprotein, LDL) 농도는 NCD에 비해 HFD군에서 증가하였다[Table 1]. HFD군에서 pioglitazone 그룹이외의 모든 그룹에서 개선을 보였는데, 쇠비름 추출물, metformin 그리고 voglibose 그룹은 HDL 및 LDL 농도가 HFD 대조그룹에 비해 $p < .05$ 로, orlistat 그룹에서도 $p < .01$ 로 유의한 개선 결과를 보였다. 흥미롭게도 orlistat와 voglibose는 NCD에서도 $p < .05$ 인 유의한 혈중 지질 농도 감소를 유도한 반면, 쇠비름 추출물은 NCD의 혈중 지질 농도에는 아무런 영향을 미치지 않았다.

Table 1. Effect of Purslane Extract on Plasma Metabolic Parameters in Fasted Mice on 8 Weeks of High-Fat Diet

		Total cholesterol (mg/dL)	Triglyceride (mg/dL)	HDLc (mg/dL)	LDLC (mg/dL)
NCD	Cont	157.1 ± 5.49	103.7 ± 9.62	84.1 ± 3.86	25.7 ± 1.82
	PE	153.0 ± 7.41	96.9 ± 5.18	87.2 ± 1.86	21.5 ± 0.97
	Ori	134.8 ± 9.11*	101.3 ± 9.70	75.2 ± 7.81	13.3 ± 3.21*
	Met	163.5 ± 7.23	99.3 ± 7.94	95.4 ± 9.79	22.7 ± 1.93
	Vog	139.9 ± 6.35*	92.2 ± 6.23	79.3 ± 6.28	18.5 ± 1.73*
	Pio	126.3 ± 4.83	90.3 ± 8.31	90.5 ± 10.87	24.5 ± 2.59
HFD	Cont	222.6 ± 7.16	91.0 ± 5.14	136.2 ± 6.97	44.8 ± 1.84
	PE	189.5 ± 11.18*	93.0 ± 5.32	111.1 ± 5.09*	35.8 ± 3.85*
	Ori	156.7 ± 9.74**	88.9 ± 3.07	92.3 ± 7.46**	23.7 ± 1.46**
	Met	196.1 ± 11.36*	92.1 ± 3.98	116.2 ± 6.97*	37.8 ± 3.95*
	Vog	170.3 ± 8.87*	89.2 ± 3.07	101.1 ± 5.96*	28.4 ± 2.38**
	Pio	209.4 ± 9.66	93.3 ± 5.81	125.3 ± 6.38	41.4 ± 3.66

* Data shown in the table represent the mean ± SEM (n = 6 mice per group).

3. Fatty liver improved effectiveness

조직 병리학적 분석에서 HFD군은 WAT과 간의 지방 축적이 훨씬 더 증가한 것으로 나타났다[Figure 4&5A]. HFD군에서 orlistat와 voglibose 그룹의 지방세포 크기는 HFD 대조군에 비해 감소되었으나, 쇠비름 추출물 그룹의 지방세포 크기는 큰 변화가 없었다[Figure 4].

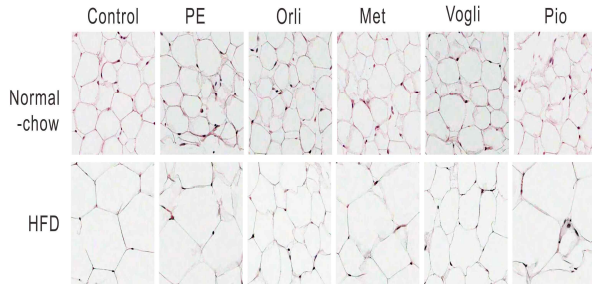


Fig. 4. Effect of purslane extract (PE) on adipocyte size after 8 weeks of treatment.

HFD군에서 쇠비름 추출물, orlistat 그리고 voglibose 그룹의 간 조직 지방축적 정도는 HFD 대조군에 비해 확연히 감소하였고[Figure 5A], 간 조직 내 중성지방 함량은 HFD군의 쇠비름 추출물 그룹에서 HFD 대조군에 비해 p<.05로 유의한 감소 결과를 보였으며, orlistat 그리고 voglibose 그룹의 간 조직의 TG 함량 또한 HFD 대조군에 비해 p<.01로 유의한 감소 결과를 보였[Figure 5B].

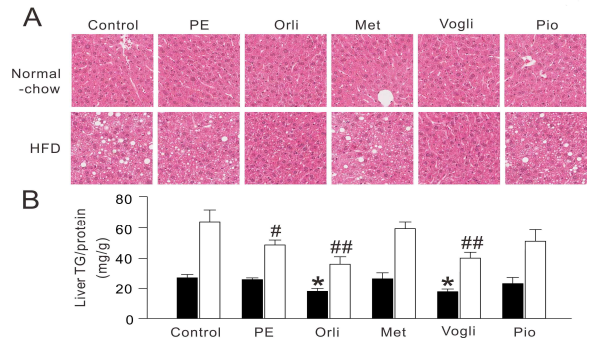


Fig. 5. Effect of purslane extract (PE) on hepatosteatosis and hepatic triglyceride (TG) content after 8 weeks of treatment.

IV. The Proposed Scheme

비만은 최근 전 세계적으로 가장 빠르게 증가하고 있는 대사 질환 유발인자들 중 하나이다. 이번 연구에서는 쇠비름 추출물의 항비만 및 항당뇨 효과를 보고자 기존에 사용되고 있는 비만 치료제 또는 제 2형 당뇨병 치료제인 orlistat, metformin, voglibose 그리고 pioglitazone의 효과와 비교 평가 하였다. 쇠비름 추출물은 HFD를 섭취한 쥐에서 항비만 및 항당뇨 효능을 보여주었다. 언급했던 바와 같이 쇠비름 추출물의 당 불내성과 고지혈증 개선 효과는 체중 및 체지방 감소에 의한 결과로 보이며, 이는 orlistat[22] 및 voglibose[23]와 유사한 기전으로 생각된다. 쇠비름 추출물 식이가 NCD 쥐의 체중 및 체지방 변화에 아무런 영향이 없었다는 것은 쇠비름 추출물 식이가 유의한 수준의 부작용이 없다는 것을 시사한다. 쇠비름 추출물 식이는 식이량을 변화시키지 않았으며, 이는 쇠비름 추출물이 시상하부의 식욕 중추에는 작용하지 않고, 주로 간의 지방생성 효소 활성을 감소시켜 지질 축적을 감소시킴을 시사한다[13,14]. 그러므로 쇠비름 추출물은 상대적으로 부작용이 적으면서 비만과 제 2형 당뇨병을 치료하고 예방할 수 있는 좋은 후보물질이 될 수 있다. 한편 orlistat와 voglibose는 HFD 쥐와 NCD 쥐 모두에서 체중 및 혈중 콜레스테롤 수준을 유의하게 감소시켰다 [Figure 1, Table 1]. 또한, 예비실험에서 orlistat와 voglibose를 복용한 쥐에서는 대변의 수분 함량이 증가하였지만 쇠비름 추출물을 복용한 쥐는 대변의 수분량에 변화가 없었다. 이 결과들은 orlistat와 voglibose는 설사나 위장 장애와 같은 위장관 부작용을 일으킬 수 있음을 시사한다[24,25]. 이번 연구 결과에서도 metformin 식이그룹은 이전에 보고된 바와 마찬가지로 음식 섭취량이 감소한 것으로 나타났다. 8주간의 metformin 식이는 대조군에 비해 HFD에 의한 체중 증가를 유의적으로 감소시키지는 않았지만, 대조군에 비해 체중이 약간 감소하는 경향을 보였다. 그러므로 복용량이 증가하거나 복용 기간이 증가한다면 metformin 역시 쇠비름 추출물, orlistat 그리고

voglibose와 유사한 체중 감량 효능을 보일 것으로 예상된다. Pioglitazone은 경구 혈당 강하제로서 10여년 전부터 제 2형 당뇨병의 치료제로 사용되어 왔는데, PPAR- γ 효능제로 인슐린 저항성을 개선시키지만, 체중 증가와 같은 부작용이 있는 것으로 알려져 있다[26]. 이러한 이유로, pioglitazone은 비만성 당뇨병 환자의 치료로는 부적절하다. 이번 연구 결과에서도 pioglitazone 식이 그룹에서 이전에 보고 된 바와 같이 대조군에 비해 체중 증가가 잘 관찰되었다. 결론적으로, 쇠비름 추출물은 간에서 지방합성 및 산화적 스트레스를 줄여 지방간, 체중 증가 및 비만매개 간질환 발생을 경감할 수 있다고 사료되나 쇠비름 추출물의 어떤 물질이 항비만 및 항당뇨에 영향을 미치는지는 규명하지 못했다. 따라서 원인물질을 규명하고자 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

IV. Conclusions

이번 연구에서는 쇠비름 추출물이 비만에 미치는 영향을 평가하고자 하였고 추가적으로 기존의 비만 치료제 및 당뇨병 치료제와 그 효능을 비교해 보았다. HFD로 유도된 비만 쥐에게 8주간 쇠비름 추출물, orlistat, metformin, voglibose 및 pioglitazone을 식이와 함께 각각 투여하여 체중, 복강내 당 내성 검사, 혈당 측정, WAT 및 간 조직의 병리학적 분석을 통하여 항비만 및 항당뇨 효과를 비교해 보고자 하였다. 쇠비름 추출물은 대조군에 비해 WAT은 유의적으로 감소하였으나, 지방세포의 크기에는 유의적인 변화가 없었다. 결론적으로, 이번 연구를 통해 쇠비름 추출물 식이가 간과 WAT의 지질축적 억제효능을 통해 HFD에 의한 체중 증가 그리고 당 불내성 및 고지혈증의 발생을 완화시킬 수 있음을 보여 주었다. 따라서 쇠비름 추출물 식이는 비만에 의한 지방간을 예방 및 보호하는 효과를 보였다. 그러므로 쇠비름 추출물은 비만은 물론 제 2형 당뇨병과 같은 비만 관련 대사질환을 예방 및 치료 할 수 있는 유력한 후보 물질이 될 수 있다는 가능성을 제시하였다.

REFERENCES

- [1] M. Leonhardt, B. Hrupka and W. Langhans, "New approaches in the pharmacological treatment of obesity," *Eur J Nutr*, 38(1), pp. 1-13, Feb, 1999.
- [2] S. Rossner, "Obesity: the disease of the twenty-first century," *Int J Obes Relat Metab Disord*, 26(Suppl 4), pp. 2-4, Dec, 2002.
- [3] AH. Mokdad, BA. Bowman, ES. Ford, F. Vinicor, JS. Marks and JP. Koplan, "The continuing epidemics of obesity and diabetes in the United States," *JAMA*, 286, pp. 1195-200, Sep, 2001.
- [4] SE. Kahn, RL. Prigeon, and DK. McCulloch, et al, "Quantification of the relationship between insulin sensitivity and beta-cell function in human subjects. Evidence for a hyperbolic function," *Diabetes*, 42, pp. 1663-72, Nov, 1993.
- [5] M. Perley, DM. Kipnis, "Plasma insulin responses to glucose and tolbutamide of normal weight and obese diabetic and nondiabetic subjects," *Diabetes*, 15, pp. 867-74, Nov, 1966.
- [6] KS. Polonsky, BD. Given and E. Van Cauter, "Twenty-four-hour profiles and pulsatile patterns of insulin secretion in normal and obese subjects," *J Clin Invest*, 81, pp. 442-8, Feb, 1988.
- [7] SE. Kahn, "The importance of beta-cell failure in the development and progression of type 2 diabetes," *J Clin Endocrinol Metab*, 86, pp. 4047-58, Sep, 2001.
- [8] J. Yan, LR. Sun, ZY. Zhou, YC. Chen, WM. Zhang and HF. Dai, et al, "Homoisoflavonoids from the medicinal plant *Portulaca oleracea*," *Phytochemistry*, 80, pp. 37-41, Aug, 2012.
- [9] S. Mohanapriya, P. Senthilkumar, S. Sivakumar, M. Dineshkumar and CV. Subbhuraam, "Effects of copper sulfate and copper nitrate in aquatic medium on the restoration potential and accumulation of copper in stem cuttings of the terrestrial medicinal plant, *Portulaca oleracea* linn," *Environ Monit Assess*, 121, pp. 233-44, Oct, 2006.
- [10] AN. Rasheed, FU. Afifi, M. Shaedah and MO. Taha, "Investigation of the active constituents of *Portulaca oleracea* L. (Portulacaceae) growing in Jordan," *Pak J Pharm Sci*, 17, pp. 37-45, Jan, 2004.
- [11] MK. Uddin, AS. Juraimi, MS. Hossain, MA. Nahar, ME. Ali and MM. Rahman, "Purslane weed (*Portulaca oleracea*): a prospective plant source of nutrition, omega-3 fatty acid, and antioxidant attributes," *ScientificWorldJournal*, 10, pp. 1155, Feb, 2014.
- [12] R. Silva, IS. Carvalho, "vitro antioxidant activity, phenolic compounds and protective effect against DNA damage provided by leaves, stems and flowers of *Portulaca oleracea* (Purslane)," *Nat Prod Commun*, 9(1), pp. 45-50, Jan, 2014.
- [13] L. Liu, P. Howe, YF. Zhou, ZQ. Xu, C. Hocart and R. Zhan, "Fatty acids and beta-carotene in australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties," *J Chromatogr*

- A, 893(1), pp. 207-13, Sep, 2000.
- [14] AP. Simopoulos, N Jr. Salem, "Purslane: a terrestrial source of omega-3 fatty acids," *N Engl J Med*, 315(13), pp. 833, Sep, 1986.
- [15] BC. Chan, XQ. Han, SL. Lui, CW. Wong, TB. Wang and DW. Cheung, et al, "Combating against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* - two fatty acids from Purslane (*Portulaca oleracea* L.) exhibit synergistic effects with erythromycin," *J Pharm Pharmacol*, 67(1), pp. 107-16, Jan, 2015.
- [16] K. Chan, MW. Islam, M. Kamil, R. Radhakrishnan, MN. Zakaria, M. Habibullah, et al, "The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *Sativa* (Haw.) Celak," *J Ethnopharmacol* 73(3), pp. 445-51, Dec, 2000.
- [17] O. Parry, JA. Marks and FK. Okwuasaba, "The skeletal muscle relaxant action of *Portulaca oleracea*: role of potassium ions," *J Ethnopharmacol* 40(3), pp. 187-94, Dec, 1993.
- [18] AN. Rashed, FU. Afifi and AM. Disi, "Simple evaluation of the wound healing activity of a crude extract of *Portulaca oleracea* L. (growing in Jordan) in *Mus musculus* JVI-1," *J Ethnopharmacol*, 88(2-3), pp. 131-6, Oct, 2003.
- [19] HM Jr. Abdalla, "Purslane extract effects on obesity-induced diabetic rats fed a high-fat diet," *Malays J Nutr*, 16(3), pp. 419-29, Dec, 2010.
- [20] MI. El-Sayed MI, "Effects of *Portulaca oleracea* L. seeds in treatment of type-2 diabetes mellitus patients as adjunctive and alternative therapy," *J Ethnopharmacol*, 137(1), pp. 643-51, Sep, 2011.
- [21] B. Chen, H. Zhou, W. Zhao, W. Zhou, Q. Yuan and G. Yang, "Effects of aqueous extract of *Portulaca oleracea* L. on oxidative stress and liver, spleen leptin, PARG and FAS mRNA expression in high-fat diet induced mice," *Mol Biol Rep*, 39(8), pp. 7981-8, Aug, 2012.
- [22] JM. Miles, L. Leiter, P. Hollander, T. Wadden, JW. Anderson M. Doyle, et al, "Effect of orlistat in overweight and obese patients with type 2 diabetes treated with metformin," *Diabetes Care*, 25(7), pp. 1123-8, Jul, 2002.
- [23] M. Negishi, K. Shimomura, P. Proks, Y. Shimomura and M. Mori, "Alpha glucosidase inhibitor voglibose can prevent pioglitazone-induced body weight gain in Type 2 diabetic patients," *Br J Clin Pharmacol*, 66(2), pp. 318-9, Aug, 2008.
- [24] P. Sumithran and J. Proietto, "Benefit-risk assessment of orlistat in the treatment of obesity," *Drug Saf*, 37(8), pp. 597-608, Aug, 2014.
- [25] B. Goke, H. Fuder, G. Wieckhorst, U. Theiss, E. Stridde, T. Littke, et al, "Voglibose (AO-128) is an efficient alpha-glucosidase inhibitor and mobilizes the endogenous GLP-1 reserve," *Digestion*, 56(6), pp. 493-501, 1995.
- [26] J. Chilcott, P. Tappenden, ML. Jones and JP. Wight, "A systematic review of the clinical effectiveness of pioglitazone in the treatment of type 2 diabetes mellitus," *Clin Ther*, 23(11), pp. 1792-823, Nov, 2001.

Authors



Kwang-Soon Kang received the Ph.D. degrees in Physiology from Keimyung University, Korea, in 2015.

Dr. Kang joined the faculty of the emergency medical technology Department of Daejeon Health Institute of Technology, Daejeon, Korea, in 2013.

He is currently an assistant professor in the Department of emergency medical technology, Daejeon Health Institute of Technology. He is interested in health science and emergency medical.