

연구노트

초저열량식으로 인한 체력 저하에서 산야초추출물의 지구력 증진 효과

김중학 · 김화영 · 장혜은 · 정지상 · 황성주 · 박미현 · 홍성길*

(주)이롬 생명과학연구원

Effect of Wild Plant Extracts Based on Korea Traditional Prescription on Endurance Exercise Performance during Calorie Restriction Period

Joong-Hark Kim, Hwa-Young Kim, Hey-Eun Chang, Ji-Sang Chung,
Sung-Joo Hwang, Mi-Hyoun Park, and Seong-Gil Hong*

Erom R&D Center, Erom Co., Ltd

Abstract Effects of wild plant extract (Lak) based on Korea traditional prescription on maximal exercise performance and endurance were evaluated using calorie-restriction animal model. In acute forced swimming test with 10% body weight attached to tail, dietary Lak supplementation increased exercise performance endurance by increasing concentrations of ATP and insulin-like growth factor-1 (IGF-1) under calorie-restriction condition, and decrement of blood lactic acid concentration and increment of muscle ATP content were observed. These results suggest Lak is very effective for decreasing side-effects of obesity therapy using very low calorie diet.

Key words: very low calorie diet, endurance, obesity, herb extract, calorie-restriction

서 론

생활수준의 향상과 함께 서구화된 식생활로의 식습관의 변화가 나타나면서 점차 비만 및 이와 관련된 성인병 환자의 발생이 증가하는 추세에 있다(1). 비만은 심리적으로나, 사회적으로 개인을 위축시킬 뿐만 아니라 고혈압, 동맥경화증, 당뇨병 등 성인병의 위험을 증가시키는 요인으로 지적되고 있다(2,3). 따라서, 적절한 체중감량 및 유지를 위한 식이요법, 약물요법 및 운동요법 등의 다양한 비만치료법이 제시되고 있다(4,5). 비만은 에너지의 과다한 섭취 또는 소모량의 감소로 여분의 에너지가 체내에 축적되는 것이므로 비만을 치료하고 적절한 체중을 유지하기 위해서는 근본적인 원인을 제거할 수 있도록 생활습관을 개선 하는 것이 근본적인 개선 방법이라 할 수 있다(6). 생활습관을 개선하는 방법 중 체내 축적된 과잉의 체지방을 연소시키기 위해 저열량 균형식을 규칙적인 운동과 함께 꾸준히 시행하도록 하는 것이 가장 바람직하지만(7) 실제적으로 사회생활 중에 이러한 요건을 구비하는 것은 어려운 일이다. 따라서, 이에 대한 대안으로 체중 감량 초기의 효과적인 체중감량을 시도하기 위해 식사대용식을 이용한 초저열량 식사요법이 최근 다양한 비만관련 클리닉 센터 등에서 이루어지고 있으며, 이러한 초저열량 식사요법에 사용되어지는 다양한 다이어트 식품들이 개발되어 시판되고 있다(8,9). 그러나, 현재 시판되고 있는 대부분의 제품들은 사용 기간 동안

초저열량식으로 인해 체력저하, 어지럼증, 무력감, 피로감 증대, 변비 등의 부작용 증세가 보고 되고 있는 것이 현실이다(10,11). 이러한 증상은 한의학적인 측면에서 불 때 혈허(血虛) 증상 및 기허(氣虛) 증상으로 분류되며, 최근 들어 초저열량식으로 인해 나타나는 이러한 부작용을 완화 하려는 시도가 한의학계에서 활발하게 이루어지고 있다. 즉, 한의학에서는 현대의학과 달리 건강 증진의 개념이 강조 되어 현대의학이 비정상적 부분을 정상화하는 치료라면, 한의학은 정상과 비정상을 나누기 보다는 이상적인 상태에 가깝도록 현재의 상태를 증진한다는 개념이 강하다. 따라서, 실제적인 문제가 나타나기 전까지는 어떠한 해결방안을 제시하지 못하는 현대의학에 비해 한약 처방은 초저열량식으로 생기는 여러 가지 증상을 완화 혹은 치유할 수 있는 효과적인 해법이 될 수 있는 것이다. 즉, 초저열량식사로 인해 나타나는 혈허(血虛) 증상 등의 부작용은 실제 보혈(補血), 보음(補陰)의 기능이 있는 한약제로서 개선이 가능한 것으로 보고 되어 있다(12,13).

이러한 배경으로 본 연구에서는 초저열량식이, 즉 열량을 제한한 식이과정 중에서 나타나는 부작용중 사회생활에 큰 영향을 미치는 체력감소에 대하여 신체의 음허(陰虛)와 혈허(血虛) 증상을 완화 시킬 수 있도록 동의보감 내에서 보음(補陰)기능의 근간이 되는 사물탕 처방을 기본으로 한 산야초 추출물의 체력증강 효과를 실험동물 모델을 통해 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

산야초추출물의 제조

실험에 사용된 산야초 추출물은 동의보감중 사물탕(四物湯)을 근거로 하여 보음을 통하여 체력증강에 도움을 줄 수 있는 성분을 추가하여 구성하였으며, 그 구성비는 Table 1에 나타난 바와 같다.

*Corresponding author: Seong-Gil Hong, AmigoTower 8F, 358-2 Yatap-dong, Bundang-gu, Sungnam-si, Kyounggi-do 463-828, Korea

Tel: 82-31-701-3377

Fax: 82-31-789-6868

E-mail: antioxidant@erom.co.kr

Received July 20, 2005; accepted January 1, 2006

Table 1. Composition of wild plant extract (Lak)

Name	Contents (%)
<i>Angelica gigas</i>	15.15
<i>Citrus nobilis</i>	15.15
<i>Astragalus membranaceus</i>	15.15
<i>Polygonatum odoratum</i>	15.15
<i>Paeonia albiflora</i>	8.08
<i>Poria cocos Wolf</i>	8.08
<i>Ligusticum officinale</i>	15.15
<i>Acanthopanax sessiliflorum</i>	8.08

Table 1에 나타난 산야초 조성물을 배합한 후 10배수의 증류수를 가하여 121°C에서 4시간 추출하여 여과한 뒤 동결건조하여 산야초 추출물 분말을 제조하여 실험에 사용하였다.

실험동물의 처리

실험동물은 생후 7주령의 웅성의 SD rat를 (주)대한바이오링크에서 분양받아 사용하였으며, 7일간 (주)삼양의 고품사료로서 적응시켰다. 사육장의 온도는 25°C로 유지되었으며 적응기간동안 식이와 식수는 자유롭게 먹을 수 있도록 하였다. 실험동물은 정상군(normal), 대조군(control), 산야초추출물 투여군(Lak)의 3개의 군으로 분리하였으며, 각 군은 10마리로 구성하였다. 초기 3주간 3개군 모두 식이와 식수를 자유 섭취하도록 하였고, 산야초 추출물 투여군에게는 상기에서 제조된 산야초 추출물을 250 mg/kg의 비율로 1일 1회 경구투여 하였고, 정상군과 대조군은 동량의 생리식염수를 경구투여 하였다. 3주가 경과된 후 최종 1주간의 평균 식이 섭취량을 토대로 하여 정상군은 평균 식이 섭취량만을 공급하였고, 대조군과 산야초추출물 투여군은 평균 섭취 식이량의 50%를 제한하여 추가로 2주간 공급하며 산야초추출물 및 생리식염수를 동일하게 계속하여 경구투여 하였다.

혈중 IGF-1의 분석

실험기간이 종료된 실험동물을 16시간 동안 절식시키고 미정맥으로부터 혈액을 채취하여 혈장을 분리한 후 혈장에서 IGF-1을 IGF-1 RIA kit(Diagnostic Systems Laboratories, Inc., USA)로 측정하여 산야초 추출물의 경구 투여가 혈중 IGF-1 농도에 미치는 영향을 조사하였다.

지구력측정 및 체력관련 혈액분석

지구력 측정 및 체력 증진 관련 혈액 분석은 각기 서로 다른 무게추를 사용하여 별도의 실험 모델을 사용하여 분석하였다.

실험동물의 지구력 실험을 행하기 위하여 각 군의 실험동물에게 체중의 10%에 해당하는 무게를 가지는 무게추를 꼬리에 부착한 뒤 수조내에서 유영시간을 관찰함으로써 실행하였다. 사용된 수조는 지름 140 cm, 깊이 50 cm이었고, 물의 온도는 35 ± 1°C를 유지하도록 하였다. 유영 시간은 시작부터 실험동물이 물에 완전히 가라앉아 10초 동안 떠오르지 못하는 시점까지의 시간을 측정하여 행하였다(14).

근육 피로도 및 근육내 ATP 함량의 측정을 위해서는 실험동물에게 체중의 4%에 해당하는 무게추를 꼬리에 부착한 뒤 90분간 강제 수영을 행하고, 강제 수영을 종료한 후 실험동물을 즉시 마취하여 심장에서부터 채혈하여 젖산 농도를 측정하였고, 강제 수영을 행한 실험동물의 하지 골격근을 추출하여 균질화 한 뒤 근육내 ATP의 함량을 luminometer를 통해 측정하여 체력관련 변

Table 2. Change of body weight during calorie restriction period (2 weeks)

Group	Before diet restriction	After diet restriction	Changed body weight (g)
Normal	384.0 ± 23.3	423.5 ± 25.2	39.5 ± 11.5
Control	390.0 ± 23.7	371.2 ± 19.8	-16.1 ± 4.8
Lak	376.8 ± 22.4	366.9 ± 14.0	-14.6 ± 8.8

Table 3. Effects of Lak on serum GPT and GOT activity in SD rat

Groups	GOT (Karmen Unit)	GPT (Karmen Unit)
Normal	249.3 ± 34.3	40.6 ± 5.7
Control	252.8 ± 33.9	41.8 ± 7.1
Lak	232.1 ± 21.7	33.4 ± 3.8

인을 분석하였다. 사용된 수조는 지구력 측정 방법에서와 동일한 수조 및 조건으로 수행하였다(15).

산야초추출물의 안전성 분석

5주간 산야초추출물을 투여한 실험동물과 정상군으로부터 채취된 혈액에서 간독성의 지표인 GOT, GPT를 정량함으로써 산야초 추출물의 안전성 분석을 수행하였다.

통계처리

실험결과는 평균 ± 표준편차의 형태로 도시하였으며, 통계적 유의성 검증은 SPSS 9.0을 이용하여 unpaired t-test로 수행하였다.

결과 및 고찰

체중변화

2주간 식이의 50%를 절식시킨 초저열량식을 섭취한 후의 체중변화는 Table 2에 나타난 바와 같다. 정상식이군은 2주간 약 39.5 ± 11.5 g의 체중 증가량을 나타낸 반면, 2주간 50%의 식이를 절식시켜 초저열량식을 투여한 대조군의 경우는 16.1 ± 4.8 g의 체중 감소가 나타났다. 또한, 50% 식이 절식과 함께 산야초 추출물을 경구 투여한 산야초 추출물 투여군(Lak)의 경우 14.6 ± 8.8 g의 체중 감소가 나타났다. 50% 식이 절식을 시킨 대조군과 산야초 추출물 투여군간에 체중 변화의 유의적 차이는 나타나지 않아 본 연구에 사용된 산야초 추출물이 체중의 감소 또는 체중의 증가에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 250 mg/kg의 비율로 투여된 산야초 추출물이 절식 과정상에서 추가적인 영양분의 공급원으로 이용되지 않는 것으로 확인되었다.

지구력 향상 효과

실험동물에게 수영을 행하지 않을 경우 완전 침수될 정도의 무게인 체중의 10%에 해당하는 무게를 부가한 뒤 최대 수용 시간을 측정함으로써 절식시 감소하는 지구력에 미치는 산야초 추출물의 효과를 관찰하였다(Fig. 1).

절식을 수행하지 않은 정상군(normal group)의 경우 평균적으로 약 300초가 경과된 후 더 이상의 수영을 행하지 못하고 침수되었다. 그러나 초저열량식이 모델로서 2주간 50%의 식이를 절식하여 섭취시킨 대조군의 경우 약 245초정도의 수영시간을 나타내어 대조군에 대비하여 약 19%정도의 수영시간의 감소가 관찰되었다. Bergstrom 등은 열량 제한으로 인하여 빠른 체중 감소

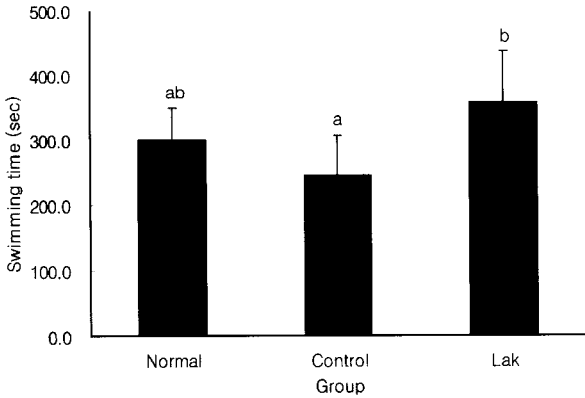


Fig. 1. Effects of Lak on acute-forced swimming time in SD rat with 10% of the body weight attached to the tail after calorie restriction during 2 weeks. Means with the same alphabets were not significant at $p < 0.05$.

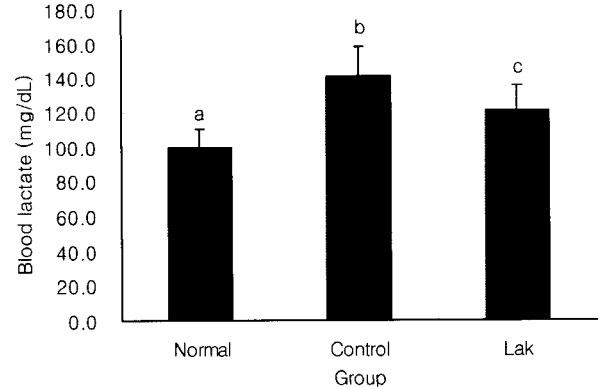


Fig. 3. Effects of Lak on blood lactate concentration after acute-forced swimming for 90 min in SD rat with 4% of the body weight attached to the tail. Means with the same alphabets were not significant at $p < 0.05$.

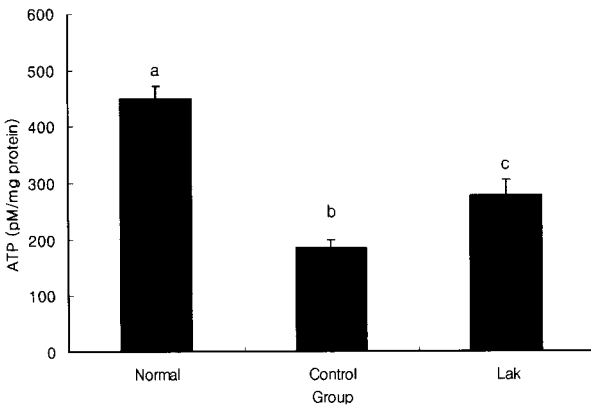


Fig. 2. Effects of Lak on muscle ATP contents after acute-forced swimming for 90 min in SD rat with 4% of the body weight attached to the tail. Means with the same alphabets were not significant at $p < 0.05$.

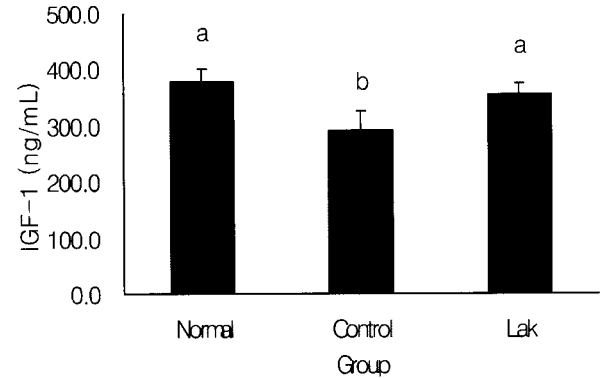


Fig. 4. Effects of Lak on blood IGF-1 concentration after calorie restriction for 2 weeks in SD rat. Means with the same alphabets were not significant at $p < 0.05$.

를 유발할 시 운동수행능력의 저하를 보고하였으며(16), Clifton 등은 성인 여성에게 1일 열량을 830 kcal로 제한하여 6주간 섭취시켰을 경우 근육내 glycogen의 감소와 최대 30% 정도의 최대 운동 수행능력의 감소가 나타남을 보고하였다(17). 본 연구 결과에서도 50%의 식이 제한에 의해서 최대 수영 시간의 감소는 이러한 열량 제한에 의해서 최대 운동능력의 저하가 나타난 것으로 초저열량식을 통한 체중감량시 체력 감소가 중요한 부작용의 하나임을 확인한 결과로 판단된다.

Hong 등(18)은 정상적인 실험동물에게 전통 한방 처방인 소견중탕(小建中湯)을 바탕으로 한 생약 조성물을 4주간 투여하여 최대수영시간의 연장을 통한 체력 증진 효과를 보고하여 생약 또는 전통 한방 처방을 바탕으로 한 체력 증강용 조성물 개발의 가능성을 확인하였다. 본 연구에서도 50% 식이 절식과 함께 전통 한방 처방인 사물탕(四物湯)을 바탕으로 하여 구성된 산야초 추출물을 투여한 군(Lak)의 경우 평균 수영시간은 약 357.6초를 나타내어 대조군(control)에 비하여 약 45.7%의 최대수영시간의 연장 효과를 나타내었으며 통계적 유의성이 관찰되었다($p < 0.05$). 또한, 정상군에 비교해서도 비록 통계적 유의성은 없었으나 평균으로 약 17%정도의 수영시간 연장효과가 나타나 본 연구에 사용된 산야초 추출물이 초저열량식이로 인한 체력 저하를 완화시킬 수 있으며,

정상 상태에서도 지구력 증진에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

피로도의 측정

비만에 대한 식이요법으로 초저열량식을 사용하거나 또는 단식 등으로 총 섭취 열량을 감소시키는 것은 근육내 glycogen 양의 감소를 유도하여 최대 운동 능력의 감소, 즉 체력 저하를 유도하는 것으로 보고 되었다(17). 또한, 운동을 수행할 시 근육속에는 ATP의 분해로 발생하는 에너지를 이용하기 때문에 근육이 지속적인 운동과정상에서 ATP를 다량 소모하게 되어 근육내 ATP의 함량의 급속한 감소가 나타나며, 지속적인 운동으로 인하여 glycogen이 고갈되면 근육내에 무산소 에너지 대사가 활성화되어 무산소 에너지 대사의 산물인 lactic acid가 축적된다(19). 따라서, 근육내 glycogen 및 ATP 함량, 그리고 혈액내의 lactic acid의 함량은 근육 피로도와 추가적인 운동 수행 능력을 나타내는 대표적인 지표라고 할 수 있다. 본 연구에서는 체중의 4%에 해당하는 무게를 실험동물의 꼬리에 부가한 뒤 90분간 강제 수영을 시킨 후 근육내의 ATP 함량과 혈액내 젖산의 함량을 측정함으로써 근육 피로도 및 추가 운동 수행 가능성을 관찰함으로써 절식에 의한 체력 감소 및 이에 미치는 산야초 추출물의 효과를 확인하였다(Fig. 2, Fig. 3).

정상군(normal)의 경우 90분간의 강제 수영후 근육내 ATP 함량은 약 449.5 ± 22.4 pM/mg protein으로 나타났으며, 2주간 50%

의 식이를 제한시킨 대조군(Control)의 경우 184.7 ± 14.5 pM/mg protein으로 정상군에 비하여 약 60%정도 낮은 ATP 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 또한, 50% 식이 절식과 함께 산야초 추출물을 투여한 군(Lak group)의 경우는 277.2 ± 28.4 pM/mg protein의 함량을 나타내어 정상군에 비해서는 낮았으나 대조군에 비해서는 약 50%정도의 유의성 있는 높은 함량을 나타내었다($p < 0.05$).

근육의 피로도를 대표하는 젖산 함량의 측정에서도 정상군의 경우 99.4 ± 1.05 mg/dL의 함량을 나타낸 반면 대조군에서는 141.1 ± 17.5 mg/dL로 정상군에 대비하여 매우 높은 함량을 나타내었다. 또한, 산야초 추출물 투여군에서는 120.4 ± 15.0 mg/dL의 함량을 나타내어 대조군에 대비하여 통계적으로 낮은 혈중 젖산 함량이 관찰되었다($p < 0.05$).

90분간의 강제 수영 후 대조군이 정상군에 대비하여 근육내 ATP 함량에서 약 60% 정도의 낮은 함량을 보였으며, 혈액내 젖산 함량은 42% 가량 증가하는 것으로 나타나 2주간의 식이제한이 지속적인 근육의 수축 운동시 ATP의 부족을 유발하고, 빠른 ATP 보충을 위해 포도당의 무산소 에너지 대사를 증가시켜 혈중 젖산을 지속적으로 축적시킨 것으로 판단된다. 특히, 저열량 식이가 근육내 중요 에너지원인 glycogen을 감소시키는 것으로 보고(17)되어 있어 식이 제한 상태에서 ATP의 소모와 무산소 에너지 대사의 비율이 크게 증가하여 운동 수행능력의 저하, 즉 체력의 저하로 나타나는 것으로 생각되며, 이러한 결과는 Fig. 1에서 보여지는 것과 같이 총운동시간의 감소로 연결된 것으로 추측된다. 동일 조건에서 산야초 추출물을 투여한 그룹의 근육내 ATP 함량과 혈액내 젖산 함량의 변화에서 ATP 함량은 대조군에 비하여 53% 정도 증가하였고, 혈액내 젖산 함량은 약 15% 정도 감소한 것으로 나타나 운동 수행 능력의 증가, 즉 체력의 증강 효과가 있는 것으로 판단된다.

IGF-1 농도 변화

IGF-1(insulin-like growth factor-1)은 70개의 아미노산으로 구성된 폴리펩타이드로 간과 뼈에서 주로 생성되고 IGF-1 수용체를 통하여 기능을 발휘한다. IGF-1의 생체내 기능에 관해서 많은 연구가 실시되었으며 이러한 연구를 통하여 IGF-1이 단백질합성 촉진, 세포분화 촉진, 성장촉진, 골격근 재생 촉진 및 신경세포의 보호능 등이 보고되었으며 또한 고령에 따른 근력의 감소 및 운동능력의 감소가 IGF-1의 생체내 농도의 감소와 직접적으로 연관되어 있음이 보고되었다(20,21). 최근 들어 IGF-1과 체력증강과의 높은 연관성으로 인하여 체내에서 IGF-1의 생성을 촉진할 수 있는 기능성 소재에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 인삼 및 가시오가피 추출물 등에서 그 시도가 활발히 진행되고 있다(22,23).

본 연구결과에서 정상군의 IGF-1 농도는 377.4 ± 24.5 ng/mL로 나타난 반면 50%의 식이절식을 한 대조군의 경우 291.6 ± 34.2 ng/mL로 약 23%정도 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 산야초추출물을 투여한 그룹(Lak)의 IGF-1 농도는 355.3 ± 19.7 ng/mL의 농도로 거의 정상군과 유사한 혈중 IGF-1 농도를 보였다(Fig. 4). 이러한 결과는 본 연구에서 사용된 산야초 추출물이 혈중 IGF-1의 합성을 촉진하는 결과로 산야초 추출물이 저열량식이 요법 등으로 인하여 나타나는 부작용인 체력 감소를 완화하고 지구력 증강에 도움을 줄 수 있는 효능이 있는 것으로 추측된다.

산야초 추출물의 간독성 검사

본 연구에서 사용된 산야초 추출물은 식품으로 사용이 허가된 천연물 생약 복합물로부터 추출한 물질로서 체내에서 높은 안전

한 것으로 추측되나, 저열량식이요법 등으로 인한 환경에서의 안전성을 확인하기 위하여 간독성의 지표인 GOT, GPT 활성 측정을 수행하였다. 그 결과 Table 4의 결과와 같이 정상군, 대조군, 산야초 추출물 투여군 모두에서 GOT, GPT 수치의 유의적인 변화를 관찰할 수 없었으며, 이는 산야초 추출물이 저열량식이요법 등에 응용하여 사용하였을 경우에도 부작용을 유발하지는 않는 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 저열량식이요법의 부작용 증세증 체력저하를 개선할 수 있도록 동의보감의 처방중 체력 증진과 연관된 보음(補陰), 보혈(補血) 기능을 갖는 사물탕(四物湯)을 기반으로 하여 개발된 생약 조성물의 체력 증진 기능을 규명하고자 실시하였다. 저열량식이요법의 모델로서 섭취 식이량의 50%를 제한하는 제한식이를 2주간 실시한 결과 제한식이를 섭취한 군은 강제 수영 모델에서 총 수영 시간이 감소하고 근육내 ATP 함량의 감소, 혈액중 젖산 함량의 증가가 나타나 식이 제한에 의해서 체력 감소가 나타남을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 사용된 산야초 추출물을 동일하게 식이제한을 한 실험동물에게 섭취시킨 결과 총수영시간의 증가와 근육내 ATP의 증가, 젖산 함량의 감소가 나타나 저열량식에 의한 부작용인 체력 저하를 산야초 추출물이 완화시킬 수 있는 기능이 있음을 확인 할 수 있었다. 또한, 산야초 추출물의 투여는 체력과 높은 연관성이 있는 것으로 알려진 혈중 IGF-1의 농도를 증가시키는 것이 관찰되어 체력 향상에 도움을 주는 것으로 추측된다. 식이 제한 환경에서 나타날 수 있는 천연물 추출물의 독성을 확인하기 위하여 간기능 지표인 GOT, GPT를 측정된 결과 특별한 변화가 나타나지 않아 산야초 추출물의 안전성을 확인할 수 있었다.

문 헌

1. Korean Health Industry Association. Dietary guideline for people's nutrition improvement. Seoul, Korea (2000)
2. Huh KB. Recent progress in obesity research: Pathogenesis of obesity. Korean J. Nutr. 23: 333-336 (2000)
3. Sjostrom L, Lonn L, Chowdhury B, Grangard LL, Sjostrom D, Sullivan L. The sagittal diameter is a valid maker of the visceral adipose tissue volume. Progress. Obes. 7: 309-319 (1994)
4. Park JH, Bae YH, Lee GH, Park HS. The Recognition and Practice about Weight Control in Obese Adults. J. Korean Soc. Study Obes. 6: 161-168 (1997)
5. Mustajoki T, Pekkarinen. Very low energy diets in the treatment of obesity. Obes. Rev. 2: 61-72 (2001)
6. Wadden TA, Berkowitz RI, Sarwer DB, Prus-Wisniewski R, Steinberg C. Benefits of lifestyle modification in the pharmacologic treatment of obesity: A randomized trial. Arch. Intern. Med. 161: 218-217 (2001)
7. Chang KJ. Treatment of obese women with low calorie diet, aerobic exercise and behavior modification. J. Korean Soc. Food Nutr. 24: 510-515 (1995)
8. Heber D, Ashley JM, Wang HJ, Elashoff RM. Clinical evaluation of minimal intervention meal replacement regimen for weight reduction. J. Am. Coll. Nutr. 13: 608-614 (1994)
9. Rothandker DQ. Five-year self-management of weight using meal replacement: comparison with matched controls in rural Wisconsin. Nutr. 16: 344-348 (2000)
10. Cho JG. Obesity and weight loss. J. Korean Soc. Study Obes. 9: 48-55 (2000)
11. Kim SS. Popular diet - fact and fiction. J. Korean Soc. Study Obes. 11: 11-18 (2002)
12. Hwang SW, Kim KJ. The effects of Bojungikaitang, Samooltarg

- and variants on the youthful vigor. J. Korean Oriental Soc. 4: 55-67 (1989)
13. Kim SW. A study on effects of Samultang composition on anemia and starvation. J. Korean Orient. Soc. 11: 1-28 (1998)
 14. Butterweck V, Jurgenliemk G, Nahrstedt A, Winterhoff H. Flavonoids from *Hypericum perforatum* show antidepressant activity in the forced swimming test. *Planta Med.* 66: 3-6 (2000)
 15. Gottlieb C. Adenosine triphosphate in human semen: A study on condition for a bioluminescence assay. *Fertil. Steril.* 47: 992-999 (1987)
 16. Bergstrom J, Hermansen L, Hultman E, Saltin B. Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta. Physiol. Scand.* 71: 140-150 (1967)
 17. Clifton B, Betty ML, Edward SH, Ethan AH. Comparison of carbohydrate-containing and carbohydrate-restricted hypocaloric diets in the treatment for obesity. *J. Clin. Invest.* 68: 399-404 (1981)
 18. Hong SG, Yang DS, Kang BJ, Lee HS, Yoon YS. Improve effects of a prescription containing traditional herbs on maximal exercise performance and antioxidant materials in murine model. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 1076-1081 (2003)
 19. Paik IY, Kim JK, Chun YS, Oho HJ. Verifying the validity of fatigue elements changes following absolute exercise intensities. *Korean J. Physical. Edu.* 36: 218-223 (1997)
 20. Singleton JR, Feldman EL. IGF-1 in muscle metabolism and myotherapies. *Neurobiol. Dis.* 8: 451-454 (2001)
 21. Roith DL. Insulin-like growth factors. *New Eng. J. Med.* 336: 633-640 (1997)
 22. Song Y, Han DS, Oh SW, Paik IY, Park T. Effect of dietary supplement of *Eleutherococcus Senticosus*, taurine and carnitine on endurance exercise performance in rats. *Korean J. Nutr.* 35: 825-833 (2002)
 23. Park IY, Park TS, Oh SW, Woo JH, Jin HE, Park HR. The effects of *Eleutherococcus Senticosus* on human fatigue factors and oxidant-antioxidant system during maximal and submaximal exercise. *Korean J. Phys. Edu.* 41: 305-315 (2002)