

## 용봉탕 또는 사탕(蛇湯) 보충식이가 흰쥐의 지구력 운동 수행능력에 미치는 영향

송대철 · 한대석\* · 이창호 · 김영언 · 김해영<sup>1</sup>  
한국식품연구원, <sup>1</sup>경희대학교 식품생명공학과

### Effect of Dietary Supplementation of Terrapin or Snake Extract on Exercise Performance in Rats

Tae-Chul Song, Daeseok Han\*, Chang-Ho Lee, Young-Eon Kim, and Hae-Yeong Kim<sup>1</sup>

Korea Food Research Institute

<sup>1</sup>Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University

Effect of terrapin or snake extract on forced-swimming capacity and related biochemical parameters of SD rats was evaluated. Treatment groups were fed diet supplemented with 5% terrapin extract or 1% snake extract for 4 weeks. After adaptation for 1 week, each group was divided into two subgroups; one group swam for 90 min (90-min subgroups), and the other swam until exhaustion (all-out subgroups). No significant difference was observed in swimming time until exhaustion among the groups. After swimming for 90 min, contents of fatigue factors of serum such as lactate, inorganic phosphate, creatine kinase, and ammonia were not significantly different ( $p < 0.05$ ) between control and treatment groups, including all-out subgroups, except for lactate concentration. These results indicated that terrapin or snake extract had little effect on forced-swimming capacity of rats.

**Key words:** rat, terrapin, snake, swimming capacity, endurance exercise performance

### 서 론

현대인들은 복잡한 생활환경으로 활동량의 부족, 환경오염에 의한 생활환경 악화, 정신적인 스트레스가 가중되어 가장 원하는 사항이 건강 증진이라 할 수 있다. 운동은 가장 경제적이고 효율적인 성인병 및 노화의 예방책으로 판단되지만, 바쁜 일상 생활, 피곤함 또는 무기력감, 게으른 습관 등의 이유로 건강관리가 어려운 현대인은 운동의 대안으로 자양강장제(tonics)를 복용하는 경향이 높다(1-4).

자양강장제란 건강의 유지 또는 개선에 관계되는 모든 요소를 총괄하여 표현한 포괄적인 개념이기 때문에 건강과 관련이 있는 모든 먹거리가 자양강장제 범주에 포함될 수 있다고 여겨진다. 수없이 많은 자양강장제가 전 세계 국가에서 이용되고 있지만, 그 효과는 주로 고문서에 의존하거나, 구전(口傳)으로 전파된 입증되지 않은 효능 등으로 과학적인 검증을 거친 제품은 희박한 실정이다(4).

한편, 국내에서 알려진 자양강장제로는 인삼과 녹용류의 한

약재를 포함한 비타민과 미네랄 제재류, 스쿠알렌과 자라 같은 건강기능식품 등으로 매우 다양하나 이들의 효능 검증에 관한 근거가 없거나 미약하다는 문제가 있고 뱀, 건육(犬肉), 곰솔개, 사슴피, 심지어 지네에 이르기까지 보신 식품 중에는 혐오 식품도 많아 여러 국가와 문화적 마찰이 발생하기도 한다. 따라서 이제라도 구체적인 효능이 입증된 뚜렷한 근거바탕의 건강기능식품의 개발이 시급하다고 하겠다.

자라는 보혈제로서 심장병, 위장병, 식욕부진, 빈혈, 소화불량 및 혈당감소 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다(5). 특히, 자라를 이용하여 제조하는 용봉탕은 양기부족과 허약한 사람의 보양식품으로 정상세포의 생명력을 활성화시키는 것으로 알려져 있으나, 그 효능에 대한 현대적인 평가는 실시된 바 없다. 한편, 복사(蝮蛇)라 불리는 살모사(殺母蛇)를 비롯한 뱀은 흥분, 강장, 강정하는 효과가 있고, 신진대사를 왕성하게 하는 효과가 있는 것으로 알려져 있어(6) 일부 사람들이 음성적으로 자양강장식이라고 섭취하고 있으나, 이 역시 그 효능에 대한 과학적 평가는 실시된 바가 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 구전에 의해서 건강 보신식품으로 알려져 온 뱀과 자라를 원료로 제조한 추출물을 급여한 흰쥐에 대하여 지구력 운동 수행능력 판정의 한 방법인 강제수영능력을 측정하여 용봉탕과 사탕(蛇湯)같은 보신식품에 대한 기초 자료를 축적하고, 향후 의약품 대체식품 개발에 이용할 수 있는 원료로서의 가능성을 평가하고자 하였다.

\*Corresponding author: Daeseok Han, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Kyunggi-Do 463-420, Korea  
Tel: 81-31-780-9246  
Fax: 81-31-780-9226  
E-mail: imissu@kfri.re.kr

Table 1. Proximate composition of Terrapin and Snake extract

	Terrapin	Snake
Moisture (g/100 g)	84.5	91.3
Crude fat (g/100 g)	0.2	0.5
Protein (g/100 g)	3.4	5.7
Carbohydrate (g/100 g)	10.0	1.9
Ash (g/100 g)	0.9	0.6
Sodium (mg/100 g)	50.4	101.3
Energy (kcal/100 g)	55.4	34.9

## 재료 및 방법

### 용봉탕과 사탕(蛇湯) 제조

용봉탕은 시중의 건강원에 주문하여 제조하였다. 자라 11 kg에 물 18 L를 첨가하고, 구기자, 백출, 황기, 복령, 들깨가루 각 300 g, 당귀, 천궁, 작약, 산약, 산수유, 황정, 연자육, 쇠양, 목과, 곽향, 사인, 두충, 파극, 복분자 각 200 g, 원지, 석창포 각 120 g, 감초 140 g, 원육, 생강 각 400 g, 대추 1,000 g, 꿀 600 g을 첨가하였다. 이 혼합물을 가마솥에서 72시간 한약 달이듯이 끓는물에서 추출한 후, 거즈로 걸러낸 추출액을 동결건조한 후 분쇄한 분말을 시료로 사용하였다.

사탕은 경기도 양평 소재의 사탕집에서 제조하였는데, 살모사(국내산) 20마리(무게 1.9 kg)와 화사(花蛇, 국내산) 60마리(무게 4.8 kg)에 음용수 7.3 L를 첨가하고 4시간 동안 끓이면서 추출하였다. 이 혼합물을 여과하여 여과액을 동결건조한 후 분쇄한 분말을 시료로 사용하였다. 사탕 추출물은 2.88 kg의 수율로 얻었고 여과박은 1.89 kg이었다.

### 추출물의 성분 및 열량 분석

용봉탕 및 사탕 추출물을 식품공전에 기재된 방법에 준하여(7) 수분은 105°C 건조법, 지방은 Soxhlet 추출법, 단백질은 Kjeldahl법, 회분은 직접회화법으로 분석하였고, 탄수화물은 계산법을 이용하여 제시하였다(Table 1). 또한 나트륨은 건식분해법에 의해 분해한 후 ICP(Inductively coupled plasma: Lactam 8440 Plasmalab, Victoria, Australia)로 분석하였으며, 열량은 계산법(carbohydrate와 protein: 4 kcal/g, Fat: 9 kcal/g)을 이용하였다.

### 식이조성

대조식은 AIN-93을 기준으로 하였으며, 용봉탕 추출물 보충식은 대조식과 동일하되 용봉탕 추출물 건조분말을 50 g/kg diet, 사탕 추출물 보충식은 대조식에 사탕 추출물 10 g/kg diet를 첨가하였다. 각 시료의 첨가량은 사람들이 섭취할 때의 양을 고려하여 전체 사료의 5% 또는 1% 수준으로 결정하였다. 용봉탕과 사탕 첨가 식이의 총 중량은 이들에 함유된 당질과 단백질 함량만큼 대조식의 전분 및 casein의 양을 낮추어 조절하였으며, 지질은 함량이 매우 낮아 무시하고 조절하지 않았다. 실험식의 자세한 조성은 Table 2에 제시한 바와 같다.

### 동물사육

5주령의 수컷 Sprague-Dawley(SD)계 rat 54마리를 구입하여 1주일간 고품배합사료(삼양유지사료)로 예비사육 환경에 적응시

Table 2. Experimental diet composition

(unit: g/kg)

Ingredient <sup>1)</sup>	EC <sup>2)</sup>	ET	ES
Corn starch	367.5	329.5	364.0
Dextrinized cornstarch	132.0	132.0	132.0
Sucrose	100.0	100.0	100.0
Casein	200.0	188.0	193.5
L-Cystine	3.0	3.0	3.0
Soybean oil	100.0	100.0	100.0
Mineral mix	35.0	35.0	35.0
Vitamin mix	10.0	10.0	10.0
Cellulose powder	50.0	50.0	50.0
Choline bitartrate	2.5	2.5	2.5
Terrapin extract		50.0	-
Snake extract		-	10.0

<sup>1)</sup>Tert-butylhydroquinone (140 mg/kg diet) was added to prevent oxidation.

<sup>2)</sup>EC: Exercise-trained control group, ET: Exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: Exercise-trained and snake extract supplemented group.

킨 후 식이조성에 따라 18마리씩 무작위로 다음의 세군으로 분류하였다: EC(exercise-trained control group), ET(exercise-trained and terrapin extract supplemented group), ES(exercise-trained and snake extract supplemented group). 실험에 이용된 식이는 모두 정제식이로서 EC군은 대조식을 ET군은 용봉탕 추출물 보충식을, 그리고 ES군은 사탕 추출물 보충식을 4주간의 실험 사육 기간 동안 자유롭게 섭취하도록 공급하였다. 그리고 동물사육실의 환경은 온도 23±1°C, 습도 50±5%로 조정하였고, 12시간 명암주기를 유지하였으며 식이 섭취량과 체중 증가량은 1주일에 1회 일정한 시간에 측정하였다.

### 최대수영능력측정 및 시료채취

EC, ET 및 ES군을 각각의 실험식으로 사육하면서 일주일에 2회 같은 시간에 수영 적응 훈련을 실시하였다. 수영 적응 훈련 방법은 수조 크기 90×45×45 cm, 물높이 50 cm, 물 온도 33-35°C의 수조(swimming pool)에서(8) Asha 등의 방법을 수정하여 1주차에는 10분, 2주차에는 15분, 3주차에는 20분, 그리고 4주차에는 30분간 수영 훈련을 실시하는 점증부하운동법을 적용하였다(9,10).

4주간의 식이 급여가 끝난 후 각 군을 강제수영 형태에 따라 다시 두 하부군(subgroups)으로 분류하였다. 한 군은 90분간 강제수영시킨 후(90-min subgroups) 해부하였으며, 다른 군은 탈진 때까지 강제수영시킨 후(all-out subgroups) 해부하여 각각 채혈하였다. 최대수영능력은 탈진 때까지 수영시킨 군(all-out subgroups)에서 측정하였으며, 실험동물이 수면에서 바닥 쪽으로 가라앉아 10초 이내에 다시 수면으로 떠오르지 못하는 때를 'all-out'으로 판정하여 그때까지의 시간을 최대수영능력으로 기록하였다. 실험종료 후 에틸에테르로 마취한 상태에서 복부 대동맥을 통하여 혈액을 채취하였으며, 2,000×g에서 10분간 원심분리 후 혈청을 분리하여 분석 시까지 -70°C에 보관하였다. 또한, 하지의 골격근중 가자미근(soleus muscle)과 비복근(gastrocnemius muscle)을 각각 적출 하였으며, 액체질소를 이용하여 급속 동결시킨 후 glycogen 농도와 효소 활성을 분석할 때까지 -70°C에 냉동 보관하였다.

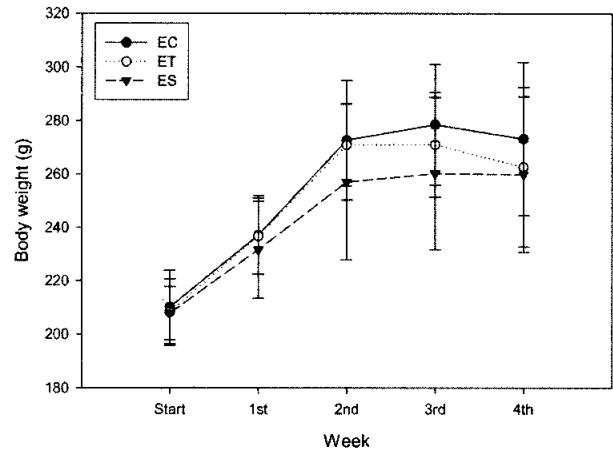
### 생화학적 요소의 분석

**글리코겐 함량 분석:** 간과 근육의 glycogen 농도는 Anthrone 법(11)을 이용하여 간과 비복근에서 분석하였다. 즉, 일정량의 간 또는 근육을 취하여 30% KOH 용액에 용해시키고, 100°C의 끓는 물에서 20분간 중탕 후, 실온에서 20분간 방치하였다. 여기에 95% 에탄올을 가하여 2,000 × g에서 10분간 원심분리하였다. 침전물을 증류수로 세척한 후, 증류수와 anthrone 시약을 가하여 끓는물에서 20분간 반응시켰다. 표준 포도당용액을 이용하여 620 nm에서 비색정량을 실시하고, 표준곡선으로부터 glycogen 농도를 산출하였다.

**에너지원 및 혈청 피로요소 분석:** 혈청 glucose 농도, triglyceride 농도, free fatty acid 농도, 무기인산염(IP) 농도, creatine kinase(CK) 활성, ammonia 농도, 그리고 lactate 농도는 상업용 분석 kit(Sigma-Aldrich Chem. Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하여 각각 분석하였다.

**골격근 내 효소활성 분석:** 골격근의 lactate dehydrogenase (LDH) 활성은 비복근에서 분석하였으며, citrate synthase(CS) 활성은 가자미근에서 각각 분석하였다. LDH활성은 Pesce 등(12)의 방법에 의거하여 분석하였다. 즉, polytron homogenizer를 이용하여 일정량의 비복근을 100 mM KHPO<sub>4</sub> buffer(pH7.5)에 균질화한 후 100 mM KHPO<sub>4</sub> 0.84 mL, 3.3 mM Na · pyruvate 0.1 mL, 근육 효소액 0.02 mL을 섞은 후에 3.6 mM Diphosphopyridine nucleotide(DPNH) 0.04 mL을 넣어 반응시키고, 30°C, 340 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였으며, 효소 활성은  $\mu\text{mol/g tissue/min}$ 으로 나타내었다. 한편, CS활성은 Srere(13)의 방법을 수정하여 가자미근에서 분석하였다. 즉, 일정량의 가자미근을 0.175 M KCl buffer(2 mM EDTA 첨가)에 균질화한 후 mitochondria 막을 파괴하기 위하여 동결 용해를 3회 반복하여 시료로 사용하였다. 효소 활성 측정을 위하여 100 mM Tris-base buffer(pH 8.3) 0.33 mL, 1 mM 5,5'-Dithio-bis-2-nitrobenzoic acid (DTNB) 0.05 mL, 3 mM acetyl CoA 0.08 mL, 근육 효소액 0.01 mL을 첨가한 후에 10 mM oxaloacetate 0.03 mL을 가하여 반응시키고, 30°C, 412 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였으며, 효소의 활성은  $\mu\text{mol/g tissue/min}$ 으로 나타내었다.

**통계처리:** 모든 data는 SPSS/PC 10.0 프로그램을 이용하여 평균 ± 표준편차로 나타내었다. 각 group간의 유의적인 통계차를 분석하기 위하여  $p < 0.05$ 의 유의 수준에서 One-way ANOVA test를 실시 한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 사후검정을 하였다.



**Fig. 1. Change in body weight of rats fed experimental diets for 4 weeks.**

EC: Exercise-trained control group, ET: Exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: Exercise-trained and snake extract supplemented group.

## 결과 및 고찰

### 용봉탕과 사탕의 일반성분

실험식이 조성 전 용봉탕 및 사탕 추출물의 일반성분, 나트륨 및 열량을 분석하여, 실험동물을 위한 식이성분을 조절하는데 적용하였다. 분석결과는 Table 1에 제시한 바와 같다. 탄수화물의 함량은 용봉탕 추출물이 10.0 g/100 g이었던 반면, 사탕 추출물은 1.9 g/100 g으로 에너지원으로 이용 가능한 탄수화물의 함유량이 용봉탕 추출물이 사탕 추출물에 비하여 높음을 알 수 있었으며, 열량은 용봉탕 추출물이 55.4 kcal/100 g, 사탕 추출물이 34.9 kcal/100 g으로 용봉탕 추출물의 열량이 사탕 추출물에 비해 높게 나타났다. Sodium 함량은 가공식품의 label에 일반적으로 표시하는 항목이라 분석하였으며, 사탕이 101.3 mg/100 g으로 용봉탕보다 2배가량 높았다.

### 체중 및 식이효율

실험기간 동안 각 군별 체중변화는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 실험 시작 시 체중과 실험 종료 시 체중은 각 군 간의 유의적인 차이가 없었으며, 체중 증가량 또한 유의적인 차이가 없었다. 실험기간 동안의 식이섭취량, 식이효율 및 체중 증가량은 Table 3에 제시하였다. 실험기간 동안 식이 섭취량은 EC군이 ES군에 비하여 유의적으로 높았으나( $p < 0.05$ ), EC군과 ET군 사이에서는 유의적인 차이를 보이지 않았고 식이효율 및 증

**Table 3. Diet intake, food efficiency ratio and body weight gain of rats fed experimental diets for 4 weeks**

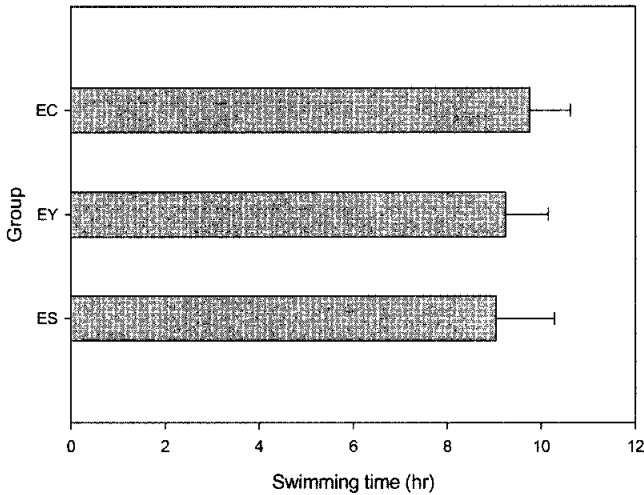
Group <sup>1)</sup>	Diet intake (g/day)	Weight gain (g/4 weeks)	Food efficiency ratio <sup>2)</sup>
EC	<sup>3)</sup> 15.20 ± 1.13 <sup>b,4)</sup>	63.18 ± 29.91	0.15 ± 0.07
ET	14.57 ± 1.08 <sup>ab</sup>	54.41 ± 28.86	0.13 ± 0.07
ES	13.94 ± 1.20 <sup>a</sup>	52.00 ± 29.03	0.14 ± 0.07

<sup>1)</sup>EC: Exercise-trained control group, ET: Exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: Exercise-trained and snake extract supplemented group.

<sup>2)</sup>FER =  $\frac{\text{Body weight gain for experimental period}}{\text{Diet intake for experimental period}}$

<sup>3)</sup>Values are Mean ± SD.

<sup>4)</sup>Means with the different letter within a column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.



**Fig. 2. Swimming time of rats control, terrapin extract or extract supplemented diets.**

EC: exercise-trained control group, ET: exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: exercise-trained and snake extract supplemented group.

체량은 각 군 간의 유의적인 차이를 보이지 않았다.

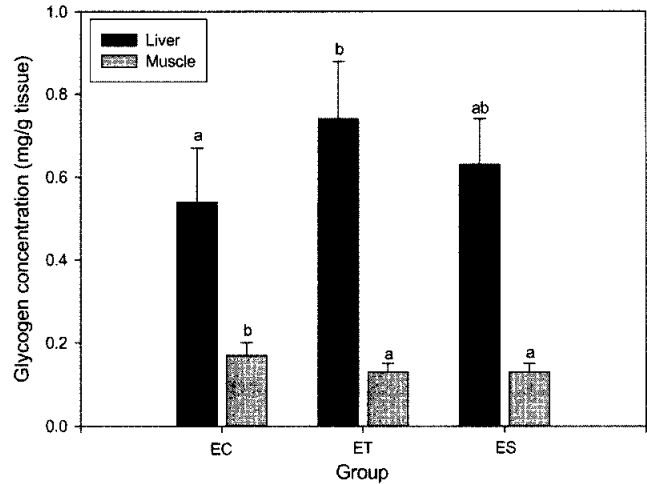
**최대운동수행능력**

실험 종료 후 탈진 때까지 수영시킨 군(all-out subgroups)에서 강제수영능력을 측정 한 결과는 Fig. 2에 나타낸 바와 같다. 본 연구에서는 EC군 9.76±0.86시간, ET군 9.24±0.91시간, ES군 9.04±1.24시간으로 오히려, EC군의 평균 수영시간이 약간 길어진 경향이 있었으나, 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않았다. 따라서 국내에서 일부 사람들이 보신식품으로 섭취하고 있는 용봉탕과 사탕은 적어도 실험동물을 모델로 한 지구력운동 수행능력을 기준으로 판단하면, 일반적인 인식과는 다르게 건강기능성이 인정되지 않았다.

**글리코겐 함량**

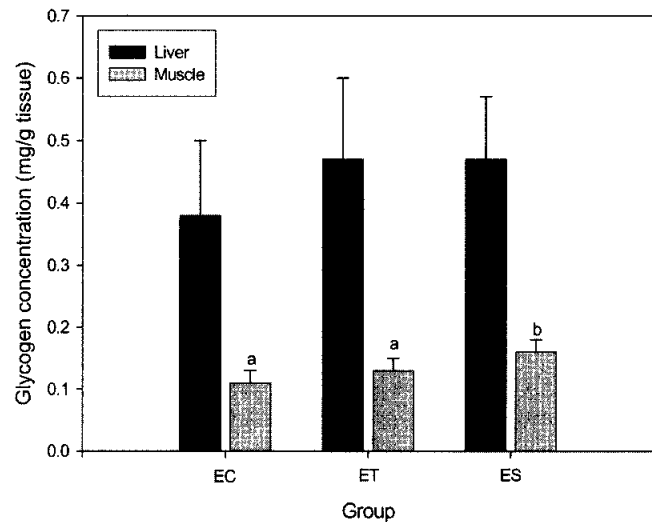
각 군 간의 간과 골격근 내 글리코겐 함량은 Fig. 3과 4에 제시하였다. 90분간 수영한 군(90-min subgroups)에서의 간 내 글리코겐 함량 분석 결과 Fig. 3에 나타난 바와 같이 EC군에 비해 ET군이 유의적으로 높은 수치를 보였고( $p < 0.05$ ), ES군은 EC군에 비해 유의적인 차이를 보이지 않았으며 골격근 내 글리코겐 함량 분석 결과 EC군이 다른 두 군에 비하여 유의적으로 높은 수치를 보였다( $p < 0.05$ ). 동일한 시간의 지구력 운동 후에 간의 글리코겐 저장량이 차이를 보인 것은 용봉탕 추출물 보충식이 흰쥐의 간 내 글리코겐 저장량을 증가시킨 것으로 여겨진다. 근육 내 저장 글리코겐은 고강도의 지구력 운동 시 가장 주요한 에너지원이며(14) 장기간의 규칙적인 유산소성 운동 훈련은 하지 비복근의 글리코겐 함량을 증가시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있는데(15), 90분간의 운동 후 오히려 EC군의 근육 글리코겐의 농도가 높은 결과로 보아 용봉탕과 사탕 추출물이 흰쥐의 근육 글리코겐 저장량 향상에 있어서는 도움을 주지 못하는 것으로 여겨진다.

탈진 때까지 수영한 군(all-out subgroups)의 글리코겐 함량 (Fig. 4)은 세 군 간의 간 내 글리코겐 함량에서는 유의적인 차이는 보이지 않았으나 골격근의 글리코겐 함량 분석 결과 EC군에 비해 ES군의 근육 내 글리코겐 농도가 유의적으로 높은



**Fig. 3. Liver and muscle glycogen concentration of rats fed control, terrapin or snake extract supplemented diets (90-min subgroups).**

EC: exercise-trained control group, ET: exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: exercise-trained and snake extract supplemented group.



**Fig. 4. Liver and muscle glycogen concentration of rats fed control, terrapin or snake extract supplemented diets (all-out subgroups).**

EC: exercise-trained control group, ET: exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: exercise-trained and snake extract supplemented group.

수치를 보였다( $p < 0.05$ ). ES군이 탈진 때까지 운동한 후 글리코겐 농도가 높음에도 불구하고, 강제수영능력시간 측정 시 유의적인 차이가 없는 것으로 미루어 보아 사탕 추출물을 섭취한 군의 에너지 전환에 있어서 피로물질의 누적으로 인해 근육의 글리코겐을 효율적으로 이용하지 못한 것으로 생각된다(16).

**혈청 분석**

**에너지원 분석:** 운동수행 중의 에너지 소비형태 반영에 관련된 glucose와 free fatty acid 및 triglyceride의 분석 결과는 Table 4와 5에 제시한 바와 같다. 일반적으로, 운동수행 중 혈중 glucose 농도의 감소와 free fatty acid의 증가는 에너지 소비

**Table 4. Analyses of energy sources of serum of rats fed control, terrapin extract or snake extract supplemented diets (90-min subgroups)**

Group <sup>1)</sup>	Glucose (mg/dL)	Free fatty acid (meq/L)	Triglyceride (mg/dL)
EC	108.89 ± 33.52 <sup>2)</sup>	636.38 ± 210.98	28.44 ± 9.82
ET	99.86 ± 10.33	696.71 ± 148.03	30.13 ± 11.51
ES	105.44 ± 25.60	615.88 ± 123.33	33.78 ± 14.20

<sup>1)</sup>EC: exercise-trained control group, ET: exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: exercise-trained and snake extract supplemented group.

<sup>2)</sup>Values are Mean ± SD.

**Table 5. Analyses of energy sources of serum of rats fed control, terrapin extract or snake extract supplemented diets (all-out subgroups)**

Group <sup>1)</sup>	Glucose (mg/dL)	Free fatty acid (meq/L)	Triglyceride (mg/dL)
EC	<sup>2)</sup> 64.43 ± 32.06 <sup>NS,3)</sup>	755.43 ± 198.75 <sup>NS</sup>	7.75 ± 3.41 <sup>NS</sup>
ET	59.89 ± 20.84	792.57 ± 368.30	5.11 ± 1.83
ES	45.44 ± 11.17	687.63 ± 195.44	5.50 ± 3.63

<sup>1)</sup>EC: exercise-trained control group, ET: exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: exercise-trained and snake extract supplemented group.

<sup>2)</sup>Values are Mean ± SD.

<sup>3)</sup>Not significant.

**Table 6. Analyses of serum fatigue factors of rats fed control, terrapin extract or snake extract supplemented diets (90-min subgroups)**

Group <sup>1)</sup>	Lactate (mg/dL)	Inorganic phosphate (mg/dL)	Creatine kinase (U/L)	Ammonia (μg/dL)
EC	31.10 ± 4.49 <sup>2)</sup>	7.38 ± 1.42	140.63 ± 46.99	135.63 ± 38.00
ET	30.88 ± 4.27	7.68 ± 0.47	139.71 ± 30.11	111.86 ± 35.08
ES	35.19 ± 8.78	7.09 ± 1.04	145.38 ± 48.63	124.78 ± 32.67

<sup>1)</sup>EC: exercise-trained control group, ET: exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: exercise-trained and snake extract supplemented group.

<sup>2)</sup>Values are Mean ± SD.

를 반영하는데(17), 90분간 수영한 군에서의(Table 4) glucose 농도는 ET군이 EC군과 ES군에 비하여 낮은 농도를 보였으나 유의적인 차이는 아니었으며, free fatty acid의 농도는 ET군이 다른 군에 비해 높은 농도를 보였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 또한 triglyceride 농도는 ES군이 EC군과 ET군에 비해 혈청 triglyceride 농도가 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 세 군 간의 혈청 glucose와 free fatty acid, 그리고 triglyceride의 농도에 대해 유의적인 차이가 나타나지 않는 점으로 미루어보아 90분간의 수영은 체내 triglyceride로부터 free fatty acid를 glycogen sparing action을 위해 이용할 만큼의 에너지가 고갈된 상태는 아닌 것으로 판단된다.

혈중 glucose 농도가 감소하면 피로감을 느끼게 되고, 지구력 운동수행능력을 저해하는 결과가 초래된다. 즉, 운동 후반부의 근육의 glycogen 함량이 감소하면, 혈중 glucose가 근육으로 유입되는 양이 증가하게 되며 이때, 혈중 glucose가 고갈되어 가면 근육으로 유입되어 glycogen을 재합성 할 수 없기 때문에 피로감을 느끼게 된다는 것이다(18). 탈진 때까지 수영한 군(all-out subgroups)의(Table 5) 혈청 glucose 농도는 EC군의 혈청 glucose 농도가 ET, ES군에 비해 높았으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 free fatty acid의 농도는 ES군이 다른 군에 비해 낮았으나 이 역시 유의적인 차이는 보이지 않았다. Triglyceride 농도는 EC군이 세 군 가운데 가장 높은 평균 수치를 보였으나, 유의적인 차이는 보이지 않았다.

탈진 때까지의 강제수행능력 측정 결과가 유의적인 차이가 없었으며, 혈당 및 지질 농도 분석 결과로 미루어 보아 용봉탕

과 사탕 추출물 보충식이 triglyceride를 free fatty acid로의 전환을 촉진하여 에너지 보충을 원활하게 하는 등의 운동 수행 향상을 위한 체내 기작은 발휘하지 못하는 것으로 사료된다(19).

**혈청 피로요소 분석:** 90분간 수영한 군(90-min subgroups)의 혈청 피로 요소 분석 결과는 Table 6에 제시하였다. 운동 후 피로한 상태를 반영하는 혈중 lactate 농도는 ES군이 EC군과 ET군에 비해 높은 수치를 보였으나, 군 간의 유의적 차이는 보이지 않았다(19). 운동 수행 시에 반복되는 근육수축에 의해 actin과 myosin의 친화력을 높이는 단계에서 ATP가 가수분해되면서 혈중 IP의 농도는 급격히 증가하게 된다. 따라서 일반적으로 운동 중에 혈중 IP의 농도가 급격히 증가하면 근섬유의 cross-bridge가 약화되면서 힘 생성능이 저하되는 것으로 알려져 있는데(16), 본 연구에서는 세 군 간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. 무산소 운동 중 근육세포에서 adenosine triphosphate(ATP) 재합성에 필요한 creatine phosphate 합성을 촉매하는 효소인 creatine kinase(CK)의 활성은(16,21) ES군이 다른 두 군에 비해 높았으나, 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 한편 ammonia 농도 역시 유의적인 차이는 보이지 않았다. 따라서 90분간의 일정한 시간 동안 수영 후의 혈청 피로 요소를 분석한 결과 용봉탕 및 사탕 추출물 보충식이 운동 수행 시 증가하는 피로물질의 축적을 지연시키거나, 에너지원과 관련한 효소 등에 긍정적인 영향을 미치는 효과는 없는 것으로 판단된다.

젖산은 해당 작용과 TCA cycle의 대사적 연계가 당량비로 진행되지 못하고, 해당 작용이 부족한 상황에서 생성된다. 고강도

**Table 7. Analyses of serum fatigue factors of rats fed control, terrapin extract or snake extract supplemented diets (all-out subgroups)**

Group <sup>1)</sup>	Lactate (mg/dL)	Inorganic phosphate (mg/dL)	Creatine kinase (U/L)	Ammonia (µg/dL)
EC	<sup>2)</sup> 39.71 ± 18.17 <sup>a,3)</sup>	9.75 ± 2.33	506.57 ± 175.63	434.38 ± 287.53
ET	28.45 ± 18.00 <sup>a</sup>	9.10 ± 1.88	358.38 ± 161.19	366.50 ± 251.95
ES	61.93 ± 22.52 <sup>b</sup>	11.21 ± 2.69	425.14 ± 153.65	652.25 ± 122.64

<sup>1)</sup>EC: Exercise-trained control group, ET: Exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: Exercise-trained and snake extract supplemented group.

<sup>2)</sup>Values are Mean ± SD.

<sup>3)</sup>Means with the different letter within a column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 8. Enzyme activity of skeletal muscle in the 90-min subgroups**

Group <sup>1)</sup>	Enzyme activity of skeletal muscle (µmol/g tissue/min)	
	Lactate dehydrogenase	Citrate synthase
EC	17.15 ± 1.77 <sup>2)</sup>	25.85 ± 3.81 <sup>a,3)</sup>
ET	17.92 ± 2.12	27.75 ± 4.87 <sup>a</sup>
ES	18.04 ± 1.78	33.28 ± 4.21 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>EC: Exercise-trained control group, ET: Exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: Exercise-trained and snake extract supplemented group.

<sup>2)</sup>Values are Mean ± SD.

<sup>3)</sup>Means with the different letter within a column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

운동 시 산소 공급량이 근육의 산소 소모량에 미치지 못하는 경우 근육 조직의 젖산 농도가 증가되고, 이때 생성된 젖산은 혈액으로 확산되어 심장 및 간에서 처리된다(15,22). 또한 젖산은 무산소 운동 중에 근세포질에 축적되는 피로물질로써, 운동에 의해 젖산 축적이 일어나게 되면 체내의 산성화를 야기하며, 운동 중 glycogen 대사에 관여하는 phosphorylase의 활성을 저하시켜 혐기 상태의 운동 에너지의 급원이 되는 포도당 신생이 억제된다고 알려져 있다(15,22,23). Table 7에 제시한 바와 같이 탈진 때까지 수영한 군(all-out subgroups)의 혈청 lactate 농도 분석 결과, ES군의 혈청 lactate 농도가 EC군과 ET군에 비해 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 이는 근육 내 glycogen 농도가 높았던 ET군이 운동 중 발생하는 젖산의 축적을 지연 또는 해소하지 못하여 체내 pH의 변화가 일어나 관련 효소들의 활성저하로 인해 에너지 공급 측면에서 그 이용률이 매우 낮아진 것으로 사료된다. IP 농도는 ES군이 세 군중 가장 높은 수치를 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았으며, CK의 활성 또한 각 군에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 운동 시 아미노산의 분해로 인해 생성된 ammonia가 피로 요소로 인정받는 부분은 중추적 작용과 말초적 작용으로 구분된다. Ammonia의 중추적 피로작용 기전은 운동 시 갑자기 증가되는 ammonia 자체가 급성독성을 나타내 혼수상태, 경련, 운동실조 등을 일으킨다는 것이며, ammonia의 말초적 피로작용 기전을 살펴보면, 근육세포에 축적된 ammonia가 근육의 통증감지와 관련이 있는 구심성 신경을 자극하고, TCA cycle 및 당신생 작용을 저해하며 lactic acid 생성을 초래함으로써 근육의 피로를 유발시킨다는 이론이다(15,24,25). 본 연구에서 탈진 때까지 수영한 군(all-out subgroups)의 혈청 ammonia 농도는 EC, ET군에 비해 ES군의 혈청 ammonia 농도가 가장 높았으나 유의적인 차이는 없었다.

**근육 내 효소 활성 측정: 90분간 수영한 군(90-min subgroups)**

**Table 9. Enzyme activity of skeletal muscle in the all-out subgroups**

Group <sup>1)</sup>	Enzyme activity of skeletal muscle (µmol/g tissue/min)	
	Lactate dehydrogenase	Citrate synthase
EC	15.76 ± 3.12 <sup>2)</sup>	27.28 ± 5.08
ET	17.85 ± 4.21	28.54 ± 6.42
ES	15.44 ± 3.69	26.60 ± 4.44

<sup>1)</sup>EC: Exercise-trained control group, ET: Exercise-trained and terrapin extract supplemented group, ES: Exercise-trained and snake extract supplemented group.

<sup>2)</sup>Values are Mean ± SD.

의 골격근 효소활성 측정 결과는 Table 8에 제시한 바와 같다. LDH는 무산소 상태에서 pyruvate로부터 lactate의 형성을 촉매하는 효소로서 고강도 운동시 그 활성이 증가되며, 근육 피로에 있어서 중요한 인자로 알려져 있으며, 과격한 운동을 수행할 경우 과량의 pyruvate가 형성됨에 따라 젖산의 형성이 촉진되고 pyruvate를 젖산으로 전환시키는 과정에서 LDH의 활성도가 증가하게 되고, 혈중 LDH 활성의 증가는 다양한 간질환, 악성 빈혈 등과 같은 여러 가지 병인 요소와 관련이 있는 것으로 알려져 있다(12,15,23). 또한, CS는 TCA 회로의 첫 단계에서 citrate를 합성하는 과정을 촉매하는 효소이며, 일반적으로 유산소성 운동에 의해 증가하는 것으로 알려져 있다(13,21,23). 90분간 수영한 군(90-min subgroups)의 LDH활성 분석 결과, EC군에 비해 ET군과 ES군의 LDH 활성이 높았으나, 유의적인 차이는 보이지 않았다. 한편, CS의 활성 분석 결과 EC군과 ET군에 비하여 ES군의 CS 활성이 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 이는 운동으로 인한 빠른 근육 내 glycogen 고갈과 혈청 lactate 함량이 높은 ES군이 효소의 활성도를 높이며, 스스로의 피로 누적을 감소시키려는 기전으로 사료된다.

한편, 탈진 때까지 수영한 군(all-out subgroups)의 골격근 효소 활성은 Table 9에 제시한 바와 같다. 운동 중에 무산소성 대사가 활발히 이루어지게 되면 LDH 활성이 증가하게 된다. 즉, glycogen 또는 glucose가 분해되어 ATP를 형성하는 과정에서 세포 내에 충분한 양의 산소가 공급되지 못하면, 무산소성 에너지 대사가 진행되어 근세포질에 젖산이 축적되고 LDH활성이 증가하게 된다. 충분한 산소 공급이 이루어지는 상태에서 운동을 수행할 경우, 당질과 지방은 mitochondria 내에서 TCA 회로와 전자 전달계를 거쳐서 ATP를 형성하게 된다. 따라서 규칙적인 유산소 운동은 mitochondria 내의 에너지 대사에 관련된 효소의 활성을 증가시킴으로써 ATP 형성을 효율적으로 수행할 수 있도록 도와준다(23,26). 탈진 때까지 수영한 군(all-out subgroups)의 LDH 활성도는 각 군 간의 유의적인 차이는 보이지 않았으며 CS 활성도 또한, 각 군 간의 유의적인 차이는 보

이지 않았다. 수영시간의 유의차가 나지 않았고, 골격근의 효소 활성도에도 각 군 간의 유의적인 차이를 보이지 않는 것으로 미루어보아 용봉탕 및 사탕 추출물 보충식이 에너지 대사에 관여하는 효소에 긍정적인 영향을 미치지 못하는 것으로 판단된다.

## 요 약

구전에 의해서 건강 보신식품으로 알려져 온 뱀과 자라에 대하여 이들 추출물에 대하여 흰쥐의 운동수행능력에 미치는 영향에 대하여 평가하고, 보신식품에 대한 기초자료 축적 및 향후 의약품 대체식품 개발에 이용 가능한 원료로서의 가능성을 평가하고자 하였다. 흰쥐의 식이에 5% 사탕 또는 1% 용봉탕을 첨가하고 4주간 사육한 후 90분간 수영시킨 군(90-min subgroups)과 탈진 때까지 수영시킨 군(all-out subgroups)을 두 하부군으로 나누어 분석하였다. 강제수행능력 시간을 측정할 결과 용봉탕 또는 사탕은 흰쥐의 수영시간에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 90-min subgroups의 피로요소 측정 결과 대조군에 비해 사탕 추출물 첨가식을 섭취한 군의 혈청 젖산 농도가 유의적으로 낮았으나( $p < 0.05$ ), 무기인산, creatine kinase 및 요산 농도는 ET군과 ES군 모두 대조군과의 유의적인 차이는 없었다. All-out subgroups과 대조군의 혈청 피로 요소 역시 사탕 섭취군의 젖산 농도가 높았던 점 이외에 다른 요소의 농도는 유의적인 차이가 없었다. 따라서, 용봉탕 및 사탕 추출물의 섭취로 인한 지구력운동 수행에 대한 효능 및 혈청 피로 요소에 미치는 영향은 전혀 없다고 판단할 수 있으며, 이들이 몸을 이롭게 한다는 인식은 영양 보충식품으로 이해할 수는 있지만, 건강기능 면에서는 잘못된 믿음이라고 판단된다.

## 감사의글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 사의를 표합니다.

## 문 헌

1. You SY, Kim HK. Food habits and health food consumption patterns of adults in the Ulsan area. *Korean J. Community Nutr.* 8: 889-900 (2003)
2. NamKung S. A study on the recognition for health food of residents in Seoul area. *J. East. Asian Soc. Diet. Life* 11: 446-454 (2001)
3. Koo NS, Park JY. Consumption pattern of health food by adults in Taejon. *Korean J. Community Nutr.* 5: 452-460 (2000)
4. Pack HA. Evidence based dietary supplements for fatigue and sexual function. *J. Korean Acad. Fam. Med.* 24: 786-799 (2003)
5. Kang IH. Health Food of Korean. Daehan Printing and Publishing Co., Ltd., Seoul, Korea. p. 26 (1992)
6. Lee JH. Dongeubogam, Samsung Munhwa Publishing, Co., Seoul, Korea. p. 89 (1991)
7. KFDA. Food Code, Korea Foods Industry Association Publishing, Moonyongsa Co., Seoul, Korea. pp. 469-507, 825 (2004)
8. Matsumoto K, Ishihara K, Tanaka K, Inoue K, Fushiki T. An adjustable-current swimming pool for the evaluation of endurance capacity of mice. *J. Appl. Physiol.* 81: 1843-1849 (1996)
9. Ravi Kiran T, Subramanyam MV, Asha Devi S. Swim exercise training and adaptations in the antioxidant defense system of myocardium of old rats: relationship to swim intensity and duration. *Comp. Biochem. Physiol. Part B* 137: 187-196 (2004)
10. Devi SA, Jolitha AB, Prathima S. Temperature-induced changes in anaerobic capacity of interventricular septum in trained young and middle-aged rats. *Biogerontology* 3: 155-160 (2002)
11. Chun Y, Yin ZD. Glycogen assay for diagnosis of female genital chlamydia trachomatis infection. *J. Clin. Microbiol.* 36: 1981-1982 (1998)
12. Pesce A, McKay RH, Stolzenbach F, Ccahn RD, Kaplan NO. Comparative enzymology of LDH. *J. Biol. Chem.* 239: 1753-1761 (1964)
13. Srere PA. Citrate synthase. *Method. Enzymol.* 13: 3-11 (1969)
14. Meneguello MO, Mendoca JR., Lancha Jr. AH, Costa Rosa LFBP. Effect of arginine, ornithine and citrulline supplementation upon performance and metabolism of trained rats. *Cell. Biochem. Func.* 21: 85-91 (2003)
15. Varnier M, Leese GP, Thompson J, Rennie MJ. Stimulatory effect of glutamine on glycogen accumulation in human skeletal muscle. *Am. J. Physiol.* 269: E309-E315 (1995)
16. Maclaren DP, Gibson H, Parry-Billings M, Edwards RH. A review of metabolism and physiological factors in fatigue. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 17: 29-66 (1989)
17. Hickson RC, Rennie MJ, Conlee RK, Winder WW, Holloszy JO. Effects of increased plasma fatty acids on glycogen utilization and endurance. *J. Appl. Physiol.* 43: R829-R833 (1977)
18. Ryu SP, Jang UC, Lee SJ, Kwon TD, Jung KU, Lee SC. Glucose administration on energy substrates utilization during exercise. *J. Nutr. Sci.* 4: 49-60 (2000)
19. Sachan DS, Hongu N. Increases in VO<sub>2</sub>max and metabolic markers of fat oxidation by caffeine, carnitine, and choline supplementation in rats. *J. Nutr. Biochem.* 11: 521-526 (2000)
20. Messonnier L, Freund H, Feasson L, Prieur F, Castells J, Denis C, Linossier MT, Geysant A, Lacour JR. Blood lactate exchange and removal abilities after relative high-intensity exercise: effects of training in normoxia and hypoxia. *Eur. J. Appl. Physiol.* 84: 403-412 (2001)
21. Wallimann T, Wyss M, Brdiczka D, Nicolay K, Eppenberger HK. Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the 'phosphocreatine circuit' for cellular energy homeostasis. *Biochem. J.* 281: 21-40 (1992)
22. Kim SJ, Back YH, Yeom WS. The change of blood lactate concentration, LDH, CPK, electrolytes, immune system under vitamin B complex and C intake of high school basketball players. *J. Nutr. Sci.* 4: 61-70 (2000)
23. James LG, Sareen SG. *Advanced Nutrition and Human Metabolism.* 3rd ed. Wadsworth/Thomson Learning Press, Belmont, CA, USA. pp. 220-244 (1999)
24. Mosso A, Charles C. *Fatigue.* Thomas Publishers. Rome, Italy (1997)
25. Mutch BJC, Banister EW. Ammonia metabolism in exercise and fatigue: a review. *Med. Sci. Sports Exerc.* 15: 41-50 (1983)
26. Jones NL. Muscle performance and fatigue: overview. Hypoxia, Exercise, and Altitude: Proceedings of the third Banff international hypoxia symposium, Alberta, Canada. pp. 237-242 (1983)

(2004년 10월 22일 접수; 2005년 2월 18일 채택)