

## Octacosanol과 박과식물 추출물을 주성분으로 하는 혼합물의 지구력 증진 효과

임현우 · 김성규\* · 이민원#

중앙대학교 약학대학 생약학 교실, \*(주)주신알앤디  
(Received September 13, 2005; Revised October 27, 2005)

### Effect on Endurance Improving of Mixture of the Extracts of Watermelon and Octacosanol

Hyun Woo Lim, Sung Kyu Kim\* and Min Won Lee#

College of Pharmacy, Chung-Ang University, Seoul 156-756, Korea  
\*Joosin R&D CO., LTD, Seoul 152-050, Korea

**Abstract** — Octacosanol is known to enhance endurance activities, control cholesterol in body and improve the function of cardiopulmonary. Citrulline, which is main compound of watermelon, is known to improve angiectasia through stimulating production of nitric oxide. To improve endurance activity, swimming test on rats was carried out using four samples such as 1% octacosanol, citrulline, the extracts of barks of watermelon and products, mixture of 1% octacosanol and the extracts of barks of watermelon (6 : 4). Biochemical assays on the liver and serum of tested rats were also performed using commercial analysis kits. In result, it was shown that swimming time of III group increased by 26% and that of V group was increased by 22% at the swimming test. As a result of biological assays on the liver and serum of tested rats, it was possible to confirm stability of toxicity. When compared with creatine kinase of control group ( $549.11 \pm 39.15$  U/l), citrulline ( $644.11 \pm 50.67$  U/l) and products group ( $646.00 \pm 46.99$  U/l) were largely increased. When compared with inorganic phosphate of control group ( $12.01 \pm 0.75$  mg/dl), citrulline ( $13.03 \pm 0.94$  mg/dl) and products group ( $12.90 \pm 0.55$  mg/dl) showed similar results. Also, when compared with lactic acid and glucose of control group ( $152.91 \pm 13.45$ ,  $103.00 \pm 8.69$  mg/dl), citrulline ( $125.53 \pm 15.54$ ,  $83.75 \pm 7.29$  mg/dl) and products group ( $135.26 \pm 11.50$ ,  $78.57 \pm 9.79$  mg/dl) were largely decreased. As these test results, it was determined that 1% octacosanol and extracts of barks of watermelon had some effect of improving endurance activity. Futhermore, it was thought that it could be used as source of functional food.

**Keywords** □ octacosanol, citrulline, watermelon, endurance improving activity, biological assays

최근 우리나라에서 기능성 식품법이 발효됨으로써 건강증진을 위한 식품을 기대하는 소비자의 요구와 이에 부응하고자하는 제약, 식품산업계의 빠른 움직임으로 많은 기능성식품이 연구되고 시장에 등장하고 있다. 특히 지구력 증진 기능이 있는 식품의 개발은 강장식품에 대한 관심이 높은 우리나라에서 성공 가능성이 대단히 높다고 할 수 있다.<sup>1)</sup>

일반적으로 지구력을 향상시키는 작용기전으로는 혈액 헤모글로빈 농도와 근육 미토콘드리아의 대사활성, 혈관 확장 및 심근 대사의 활성화 등이 거론되어지고 있으며, 대부분 장기 운동 시에 발생하는 근육 내 무기인산, 젖산 등의 피로물질의 축적 억제

와 ATP, creatine phosphate 등의 에너지 대사 물질의 빠른 재생을 통하여 근수축력을 회복시키는 효과를 나타낼 수 있다고 알려져 있다.<sup>2)</sup>

소맥 배아유와 미강유, 사탕수수, 그 외에 사과 및 포도의 과피에 극소량으로 존재<sup>3)</sup>하는 물질로 현재 식품소재로 사용되고 있는 octacosanol은 지구력 증진,<sup>4,5)</sup> 혈액지질 및 체내 콜레스테롤 조절,<sup>6)</sup> 심폐기능 향상 및 신진 대사 활성화 등의 효능<sup>7)</sup>이 있는 것으로 보고 되어져 있다. 또한 지구성 운동 중 운동수행력에 결정적인 역할을 하는 근육과 간에 저장되어 있는 근 glycogen을 절약하기 위해 지방 대사를 촉진시키는 효과를 갖고 있으며,<sup>8)</sup> 운동 전 octacosanol을 섭취하는 경우 glycogen 축적량이 약 30% 증가된다고 보고 되어져 있다.<sup>9)</sup> 또한 박과식물인 수박에 다량 함유되어있는 citrulline<sup>10)</sup>은 nitric oxide의 생성을 자극하여 혈관을 확장시켜 남성의 성기를 포함한 신체의 혈류 증진을 시키는

#본 논문에 관한 문의는 저자에게로  
(전화) 02-820-5602 (팩스) 02-822-9778  
(E-mail) mwlee@cau.ac.kr

것으로 알려져 있으며,<sup>11-13)</sup> hydroxyl radical 소거능과 강한 항산화 효능<sup>14)</sup> 그리고 성기능 향상과 발기력을 개선하는데 이용한다고 보고 되어져 있지만 이 효능에 대한 활성 mechanism은 아직 밝혀지지 않은 상태이다.<sup>15)</sup>

한편 천연물을 이용한 지구력 등의 운동능력을 향상시키는데 있어서 여러 물질들이 효과가 있다는 것으로 보고되어 있으며 특히 인삼과 홍삼 등에 대한 연구가 활발하게 진행되고있다.<sup>16,17)</sup>

본 연구에서는 지구력 증진 및 성기능을 향상시킬 수 있는 기능성 식품을 개발하기 위하여 이미 지구력 증진 효능이 있다고 보고된 octacosanol과 수박껍질 추출액을 적정비율로 혼합한 시제품을 *in vivo* 실험과 생화학적 분석을 통하여 지구력 효능을 검증하여 지구력 증강용 기능성 식품의 소재 및 제품으로 개발하고자 이 연구를 수행하였다.

## 실험 방법

### 실험재료

*In vivo* 실험에 사용된 재료인 1% octacosanol과 citrulline은 (주)성균바이오텍에서, 1% octacosanol과 수박껍질 추출물을 혼합한 시제품은 (주)주신 알앤디에서 제공받았으며, 함량분석에 사용된 citrulline은 Sigma사(USA)에서 구입하였다. 그리고 수박껍질 추출액은 80% EtOH로 추출하여 사용하였다.

### 기기 및 시약

Instrument : Waters 600 HPLC system(Waters Co., USA), Data system : AutochroWin 2.0plus(Young-Lin Instrument, Korea), Detector : Waters 486 Turnable Absorbance Detector (UV/VIS)(Waters Co., USA)를 수박추출물 내의 citrullin 함량분석시에 사용하였다. 시약으로는 간의 total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol 농도, GOT 및 GPT 활성 측정을 위한 kits는 (주)아산제약(경기도 화성)제품을 사용하였고, 혈청의 total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol, GOT, GPT, creatine kinase 및 inorganic phosphate는 Bayer사(Japan)제품을, lactic acid kits는 Roche사(Switzerland)제품을, glucose kits는 Roche사(USA)제품을 사용하였고 녹십자 의료재단(경기도 용인시)에 분석을 의뢰하였다. 그 이외의 시약들은 특급 및 1급 시약을 사용하였다.

### 수박추출물내의 Citrulline 함량분석

표준용액의 조제는 표준 citrulline의 100 ppm stock solution을 제조, 이를 100, 50, 25 ppm으로 희석하고, 각각의 희석액 0.5 ml에 10 mM 9-fluorenylmethyl chloroformate solution을 1 ml 첨가하여 vortexing하고 10분 후 n-heptan 3 ml를 첨가하여 채취한 하등액을 표준용액으로 사용하였고,<sup>18-20)</sup> 각 표준용액을 20

μl씩 취하여 HPLC chromatogram을 얻었으며, 여기서 얻은 농도에 따른 peak area를 바탕으로 검량선을 작성하였다. HPLC 분석조건은 Column은 C18 Luna Phenomenex(150×4.6 mm, 5 μm)을 사용하여 Solvent A(CH<sub>3</sub>CN) : Solvent B(25 mM sodium citrate buffer, pH 6.4)의 전개용매를 60 : 40의 비율인 Isotonic solvent system으로 실온에서 1.0 ml/min의 유속으로 전개하였고 파장은 254 nm에서 측정하였다.

### 실험동물 및 사육조건

체중은 160±5 g의 Sprague-Dawley계 웅성 흰쥐를 한림실험동물원(경기도)으로부터 구입하여 사용하였다. 중앙대학교 약학대학 동물실험실에서 1주일동안 순응시킨 뒤 실내온도는 23±1°C, 습도는 40~60%, 명암주기는 12시간 등 실험기간 동안 일정한 조건하에 사육하였으며, 기본사료(고형사료, 한림동물원, 경기도)와 식수는 제한없이 공급하였다. 단 채혈 하루 전에는 식수만 공급하였다.

### 시료투여 및 유영실험

대조군(I) 및 실험군으로서 1% octacosanol 투여군(II), citrulline 투여군(III), 80% EtOH로 추출한 수박껍질 추출액 투여군(IV), 1% octacosanol과 수박껍질 추출액을 6 : 4 비율로 혼합한 시제품 투여군(V)으로 구분되며 각 group당 7마리씩 사용하였다.

시료의 투여량은 I군은 증류수만을 투여하였고, II군은 1% octacosanol 3 g/kg, III군은 citrulline 30 mg/kg, IV군은 수박 추출액 3 g/kg 그리고 V군은 시제품 3 g/kg을 각각 2주간 경구 투여(3 ml)하였다.<sup>21,22)</sup>

유영실험은 투명하게 제작한 아크릴 수조(가로 80 cm×세로 50 cm×높이 90 cm)에 물을 2/3가량 채우고 수온을 24°C로 유지시켜 흰쥐의 복부에 몸무게의 8~10%의 무게추를 달아 자유 수영을 실시하였고, 흰쥐의 머리가 수면위로 10초 이상 떠오르지 못하는 시점까지를 측정하였다.<sup>16)</sup>

### 간의 total cholesterol, HDL-cholesterol, GOT 및 GPT 측정

유영실험 후 간을 적출하여 무게를 측정하고, 생리식염수를 세척한 후 Forch 등의 지질 추출법<sup>23)</sup>에 따라 간을 곱게 갈아 균질용 tube에 넣고 초음파 세포막 분쇄기로 세포막을 파괴하고 chloroform : methanol=2 : 1 혼합액으로 지질을 추출한 후 2,000 rpm에서 원심분리하여 그 상등액을 시료로 하여 지질 분석에 이용하였다. Total cholesterol 함량은 Allain 등의 효소법에 의하여 시판 kit(아산제약(주), 경기도 화성)를 사용하여 흡광도 500 nm에서 측정하고, HDL-cholesterol 함량은 Lopes 등의 효소법에 따라 시판 kit(아산제약(주), 경기도 화성)를 사용하여 흡광도 500

nm에서 측정하고 각각의 실험은 검량선에 준하여 그 함량을 mg/dl로 표시하였다. GOT 및 GPT 함량은 Reitman-Frankel 법에 따라 시판 kit(아산제약(주), 경기도 화성)를 사용하여 흡광도 505 nm에서 측정하고 각각의 실험은 검량선에 준하여 그 함량을 IU/l로 표시하였다.

**혈청의 total cholesterol, HDL-cholesterol, GOT, GPT, creatine kinase, inorganic phosphate, lactic acid 및 glucose 농도 측정**

유영실험 후 흰쥐의 하대정맥에서 혈액 약 5~7 ml를 채혈, 곧바로 3,000 rpm으로 원심분리 후 상층액인 혈장을 수득하여 녹십자의료재단에 분석을 의뢰 하였다.

Total cholesterol 함량은 Emzymatic, colorimetry 검사법으로 cholesterol reagent kits(Bayer사, Japan)를 이용하였고, HDL-cholesterol 함량은 Emzymatic, colorimetry 검사법으로 Direct HDL-cholesterol kits(Bayer사, USA)를 이용, GOT 및 GPT 함량은 IFCC 검사법으로 각각 ALT reagent kits(Bayer사, USA)와 AST reagents kits(Bayer사, USA)를 이용, creatine kinase 함량은 DGKC method 검사법으로 creatine kinase reagent kits(Bayer사, USA)를 이용, inorganic phosphate 함량은 Phosphomolyte, UV 검사법으로 inorganic phosphate reagent kits(Bayer사, USA)를 이용하여 ADVIA 1650(Bayer사, USA)기기로 각각 측정하였다. lactic acid 함량은 Emzymatic method 검사법으로 lactate kits(Roche사, Swizerland)를 이용하여 Cobas Integra 800(Roche사, Swizerland)기기로 측정하였고, glucose 함량은 Emzymatic method 검사법으로 Gluco-quant kits(Roche사, USA)를 이용하여 Hitachi 7180(Hitachi사, Japan)기기를 이용하여 측정하였다.

**통계처리**

실험으로부터 얻어진 결과는 통계처리하여 평균값과 표준편차를 계산하였으며, 각 실험군의 간 및 혈청에 대한 유의성 검정은 Student' t-test를 이용하여 통계처리한 후 신뢰구간이 P<0.05 경우를 통계학적인 의의가 있는 것으로 판정하였다.

**결과 및 고찰**

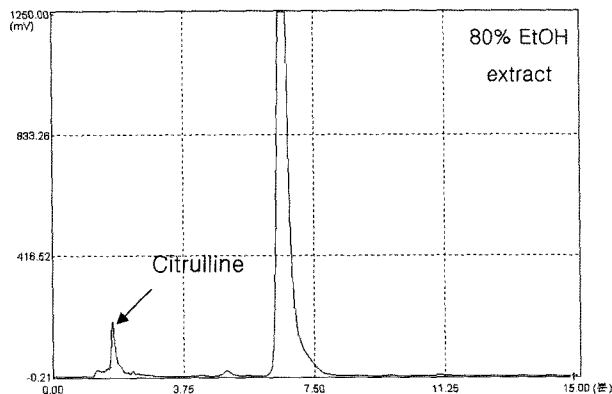
**수박껍질 추출물내의 citrulline 함량분석 결과**

HPLC 를 이용한 수박껍질 추출액내의 citrulline 함량은 citrulline의 standard peak를 확인하고 이에 대한 검량선을 작성, 수박 껍질 추출액(1000 ppm)을 HPLC하여 citrulline의 standard peak의 reaction time(RT)과 같은 시간의 peak의 면적 수치를 검량선에 대입하여 함량을 계산하였으며 수박껍질 추출액내의 citrulline 함량은 0.29%로 확인하였다(Table I, Fig. 1).

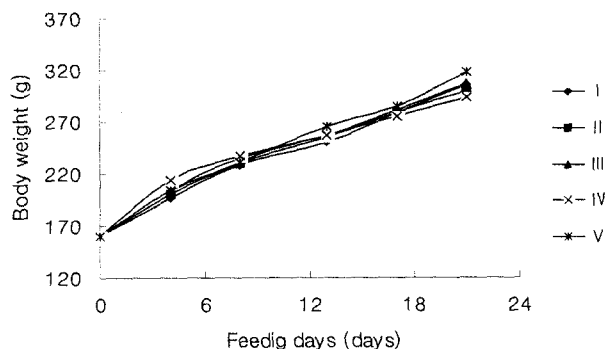
**Table I - Content of citrulline in 80% EtOH extracts of barks of watermelon**

	Retention time (min)	Peak area (mV*sec)	Content (%)
Citrulline	1.665 (1.642)*	555.520 (465.469)*	0.29 (0.25)*

(\*) : Content of citrulline in 80% EtOH extracts of sarcocarps of watermelon.



**Fig. 1 - Chromatogram of citrulline from 80% EtOH extracts of barks of watermelon.**



**Fig. 2 - The change of body weight fed with samples. I, control; II, 1% octacosanol; III, citrulline; IV, 80% ethanolic extract of bark of watermelon; V, products (1% octacosanol : 80% ethanolic extract of the barks of watermelon=6 : 4).**

**체중 및 간의 습증량 측정 결과**

흰쥐를 구입한 날부터 4일간격으로 몸무게를 측정하여 체중의 변화를 그래프로 작성한 결과 사육실 환경에 1주일 적응기간 과 2주간 각각의 시료를 경구투여기간 동안 몸무게가 시간에 비례적으로 증가하는 결과를 나타내었다(Fig. 2).

또한 각 시료를 투여, 2주후에 유영실험을 실시한 후 곧바로 쥐를 도살, 관류하여 간을 적출한 후 습증량을 측정한 결과 대조군(I)의 7.54±0.24 g과 비교하여 1% octacosanol 투여군(II)의 습증량은 7.41±0.40 g, citrullin 투여군(III)은 7.82±0.48 g, 수박 껍질 추출액 투여군(IV)은 7.41±0.34 g 그리고 시제품 투여군(V)은 7.57±0.25 g으로 모든군에서 거의 일정하게 측정되었

**Table II** – The results swimming test in rats fed each sample during two weeks

Group	Swimming time (sec)
I	292.25±10.81
II	319.50±7.50*
III	369.87±9.87**
IV	301.25±7.06
V	358.87±8.66**

I, control; II, 1% octacosanol; III, citrulline; IV, 80% ethanolic extract of bark of watermelon; V, products (1% octacosanol : 80% ethanolic extract of the barks of watermelon=6:4).

Values are mean±S.D. of 7 rats (\* : P<0.05, \*\* : P<0.01).

으며, 실험동물 중 사망한 개체가 없는 것으로 보아 투여한 양으로 인한 부작용은 없는 것으로 판단하였다.

### 유영실험 결과

각 군별로 시료를 2주간 경구투여 한 흰쥐를 몸무게의 약 8~10%무게의 무게추를 배에 달아 자유 수영시킨 결과 대조군(I)의 유영시간 292.25±10.81(sec)와 비교하여 citrullin 투여군(III)의 유영시간이 369.87±9.87(sec)으로 약 26%의 유의한 증가율을 보였고, 시제품 투여군(V)의 유영시간은 358.87±8.66(sec)로 약 22% 유의한 증가율을 보였고, 1% octacosanol 투여군(II)의 유영시간은 319.50±7.50(sec)로 약 9%의 유의한 증가율을, 그리고 수박 껍질 추출엑스 투여군(IV)의 유영시간은 301.25±7.06(sec)로 약 3%의 증가율을 나타내었다(Table II).

따라서 III군과 V군의 유영시간이 I군에 비하여 크게 증가하였으므로 이 두 시료가 지구력을 증가시켰다고 판단하였다.

### 간 및 혈청의 total cholesterol, HDL-cholesterol, GOT 및 GPT 분석결과

유영실험 후 적출한 간 및 채혈한 혈청을 생화학적 분석한 결과 total cholesterol 수치는 대조군(I)과 비교하여 모든 실험군에서 유의한 감소치를 나타내었고, 간의 HDL-cholesterol 수치는 대조군(I)과 비교하여 II, III 그리고 V군이 유의한 증가치를 나타내었으며, 혈청의 HDL-cholesterol 수치는 대조군(I)과 비교하여 III, IV, V군이 유의한 증가치를 보였다. GOT 및 GPT 수치는 대조군(I)과 비교하여 모든 실험군에서 비슷한 측정치를 나타내었다(Table III).

위 결과로 투여한 시료들에 대한 독성이 없다는 것으로 판단하였으며, 식용으로서의 안정성에도 문제가 없다고 판단하였다.

### 간 및 혈청의 creatine kinase, inorganic phosphate, lactic acid 및 glucose 농도 분석결과

근육세포에서 ATP를 재합성 하는데 촉매역할을 하는 creatine kinase의 수치는 대조군(I)과 비교하여 시제품 투여군(V)이 약 18% 증가치를 나타내었고, citrullin 투여군(III)은 약 17% 증가

**Table III** – Total cholesterol, Triglyceride, HDL-cholesterol, GOT and GPT values of the liver and serum of each group

	Group	Live	Serum
		(Mean±SD)	(Mean±SD)
Total-cholesterol	I	38.77±2.13 (mg/dl)	75.33±2.69 (mg/dl)
	II	32.94±2.85**	70.50±2.88**
	III	34.36±4.56*	70.88±3.40**
	IV	36.63±2.18	73.44±1.59*
	V	33.38±4.45**	69.75±4.10**
HDL-cholesterol	I	52.04±4.34 (mg/dl)	25.75±0.71 (mg/dl)
	II	57.88±3.28**	25.13±0.99
	III	58.72±3.45**	27.00±0.76**
	IV	50.64±1.02*	24.67±1.22*
	V	57.55±2.68**	27.22±0.67**
GOT	I	1.18±0.01 (mg/dl)	107.14±2.19 (U/l)
	II	1.20±0.02	104.71±3.99
	III	1.17±0.01	106.14±2.86
	IV	1.16±0.03	104.13±5.08
	V	1.20±0.01	104.44±6.64
GPT	I	1.25±0.01 (mg/dl)	43.17±1.47 (U/l)
	II	1.23±0.03	41.71±1.49
	III	1.29±0.03*	40.75±2.76
	IV	1.20±0.01*	41.43±2.15
	V	1.23±0.01	40.56±2.78

I, control; II, 1% octacosanol; III, citrulline; IV, 80% ethanolic extract of bark of watermelon; V, products (1% octacosanol : 80% ethanolic extract of the barks of watermelon=6 : 4).

Values are mean±S.D. of 7 rats (\* : P<0.05, \*\* : P<0.01).

**Table IV** – Creatine Kinase, inorganic phosphate, lactic acid and glucose values of the serum of each group

	Group	Serum
		(Mean±SD)
Creatine kinase	I	549.11±39.15 (U/l)
	II	573.71±24.86**
	III	644.11±50.67**
	IV	515.00±39.05*
	V	646.00±46.99**
Inorganic phosphate	I	12.01±0.75 (mg/dl)
	II	13.50±0.54*
	III	13.03±0.94
	IV	13.98±0.93*
	V	12.90±0.55
Lactic acid	I	152.91±13.45 (mg/dl)
	II	143.94±11.80*
	III	125.53±15.54**
	IV	144.13±10.87*
	V	135.26±11.50**
Glucose	I	103.00±8.69 (mg/dl)
	II	89.00±8.09**
	III	83.75±7.29**
	IV	92.25±8.05*
	V	78.57±9.79**

I, control; II, 1% octacosanol; III, citrulline; IV, 80% ethanolic extract of bark of watermelon; V, products (1% octacosanol : 80% ethanolic extract of the barks of watermelon=6 : 4).

Values are mean±S.D. of 7 rats (\* : P<0.05, \*\* : P<0.01).

치를 나타내었지만 1% octacosanol 투여군(II)은 대조군과 비슷한 측정치를, 수박 껍질 추출엑스 투여군(IV)은 약간의 감소치를 나타내었다(Table IV). 위 결과로 무산소 운동 중인 근육세포에서 ATP를 재합성 하는데 필요한 creatine phosphate의 합성을 촉매하는 효소인 CK의 수치가 증가했다는 것은 계속 운동을 할 수 있는 에너지를 더 많이 가지고 있다는 것으로 유의한 증가치를 나타낸 II, III, V군의 시료가 지구력을 향상시키는데 영향을 주었다고 판단할 수 있다.<sup>24,25)</sup>

운동수행 시 반복되는 근육수축에 의해 ATP가 가수분해 되면서 생성이 증가되는 inorganic phosphate(IP) 수치는 대조군(I)과 비교하여 IV의 수치가 유의한 증가치를 나타냈을 뿐 나머지 II, III, IV군의 측정치는 거의 변화가 없었다(Table IV). 이는 운동수행 시 반복되는 근육수축에 의해 ATP가 가수분해 되면서 혈중 IP 농도가 급격히 증가하게 되며, 일반적으로 운동 중에 IP가 급격히 증가하면 근섬유의 cross-linkage가 약화되면서 힘 생성이 저하되는 것으로 알려져 있는데 유영시간이 증가함에도 불구하고 대조군과 IP 농도가 유사하다는 것은 II, IV, III군의 시료가 지구력 향상에 영향을 주었다고 판단할 수 있다.<sup>16)</sup>

무산소 운동 중 근세포질에 축적되는 피로물질의 일종인 lactic acid 수치는 대조군(I)과 비교하여 III군이 약 17% 감소치를 나타내었고, V군은 약 11% 감소치를, II군은 약 5% 감소치를, 나타내었고, IV군은 약간의 감소치를 나타내었다(Table IV). 이는 무산소 운동 중에 근세포질에 축적되는 피로물질의 일종인 lactic acid가 운동에 의해 체내에 축적되면 체내 환경의 산성화가 야기되며, 후자는 phosphorylase의 활성을 저하시키므로 무산소 상태에서 운동에너지의 급원이 되는 포도당의 신생을 억제하는 것으로 알려져 있다. 따라서 대조군에 비하여 젖산농도 수치가 유의한 감소치를 보인 III, V군의 시료가 지구력이 향상되는데 영향을 준 것으로 판단할 수 있다.<sup>26)</sup>

Glucose 수치는 대조군(I)과 비교하여 V군의 수치가 약 23%, III군이 약 18%의 감소치를, II군이 약 13%, 그리고 IV군은 약 10%의 농도로 모든군에서 유의한 감소치를 나타내었다(Table IV). 지구력 운동에 따른 혈당 농도의 감소는 인슐린 감수성의 개선이라는 의미에서 당뇨병자 뿐만 아니라 비만환자, 건강한 사람과 실험동물에서도 널리 보고되고 있다.<sup>27)</sup>

## 결 론

Octacosanol과 수박 추출물을 주성분으로 하는 스테미너 기능성 식품을 개발하고자 시작한 이 연구는 흰쥐를 이용한 영양실험과 생화학적 분석을 통하여 지구력 증진 효능을 실험한 결과 citrulline이 가장 유의한 지구력 증진 효능을 나타냈고, 1% octacosanol과 수박 껍질 추출엑스를 6:4의 혼합비율로 제조한 시제품 역시 유의한 지구력 개선 효능을 가진다고 판단되었다.

그러나 1% octacosanol과 수박 껍질 추출엑스의 지구력증진 효능에 비하여 이 시료들을 혼합 제조한 시제품의 효능이 더 유익하게 증가한 결과는 두 시료가 혼합하여 어떠한 시너지 효과를 나타낸 것으로 생각되며 추가적인 연구가 더 필요할 것으로 생각된다. citrulline은 현재 의약품으로 사용되어지고 있기 때문에 기능성 식품 소재로의 사용이 적합하지 않지만 1% octacosanol과 수박 껍질 추출엑스를 6:4의 혼합비율로 제조한 시제품은 새로운 지구력 증진 건강 기능성 식품의 소재로 개발될 수 있을 것으로 사료된다. 또한 축적된 자료는 보다 우수한 지구력 증진 기능성 식품을 개발하는데 기초 자료로 활용될 것으로 판단된다.

## 감사의 말씀

이 연구는 2004년 중소기업청 산학연 컨소시엄사업의 연구지원으로 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 1) Lim, K. W. and Suh, H. J. : The evaluation methods for endurance performance in human. *The Kor. J. of Exer. Nutr.* 7(2), 149 (2003).
- 2) Wei, R. and Cao, Z. : Effects of *Radix astragali* and *Radix ginseng* in enhancing the metabolism of human myocardial cell *in vitro*. *Chung Kuo Chung Yao Tsa Chih* 17, 173 (1992).
- 3) Kazuko, K., Kumiko, A. and Yohel, H. : Free primary alcohols in oils and waxes from germs, kernels and other components of nuts, seeds, fruits and cereals. *J. of the American Oil Chem. Soc.* 68(11), 869 (1991).
- 4) Rapport, L. J. : Nutraceuticals (3) : octacosanol. *Pharmaceut. J.* 265, 170 (2000).
- 5) Shimura, S., Hasegawa, T., Takano, S. and Suzuki, T. : Studies on the effect of octacosanol on motor endurance in mice. *Nutr. Reprod. Internat.* 36, 1029 (1987).
- 6) Arruzazabala, M. L., Carbajal, D., Mas, R., Molina, V., Valdes, S. and Laguna, A. : Cholesterol-lowering effects of policosanol in rabbits. *Biol. Res.* 27, 205 (1994).
- 7) Ann, E. S., Ann, B. C., Kim, W. S., Lee, H., Je, S. Y., Park, K. M. and Lee, S. W. : The effect of octacosanol administration in endurance exercise capacity. *The Kor. J. of Exer. Nutr.* 3(2), 85 (1999).
- 8) Cureton, T. K. : The physiological effects of wheat germ oil on human in exercise, Charles C. Thomas Publisher (1972).
- 9) Kato, S., Karino, K., Hasegawa, J., Nagasaki, A., Eguchi, M. and Ichinose, T. : Octacosanol affects lipid metabolism in rats fed on a high fat diet. *British J. of Nutr.* 73, 433 (1995).
- 10) Rimandoa, A. M. and Perkins-Veazie, P. M. : Determination of citrulline in watermelon rind. *J. of Chromato. A* 1078, 196

- (2005).
- 11) Takahisa, K., Zhang, W. Y., Tomomi, G. and Seiichi O. : Induction of citrulline-nitric oxide (NO) cycle enzymes and NO production in immunostimulated rat RPE-J cells. *Exper Eye Res.* **76**, 15 (2002).
  - 12) Lieve, A., Van Geldre, Timmermans, J. P., Romain, A. and Lefebvre : L-Citrulline recycling by argininosuccinate synthetase and lyase in rat gastric fundus. *Euro. J. of Pharmacol.* **455**, 149 (2002).
  - 13) Vanaja, Paul : Evidence for the involvement of L-citrulline but not nitric oxide in the proconvulsant action of the precursor L-arginine on picritoxin-induced convulsion in rats. *Biochem. Pharmacol.* **63**, 2019 (2002).
  - 14) Akashi, K., Miyake, C. and Yokota, A. : Citrulline, a novel compatible solute in drought-tolerant wild watermelon leaves, is an efficient hydroxyl radical scavenger. *FEBS Lett.* **508**, 438 (2001).
  - 15) Drewes, S. E., George, J. and Khan, F. : Recent findings on natural products with erectile-dysfunction activity. *Phytochemistry* **62**(7), 1019 (2003).
  - 16) Hong, S. G., Yang, D. S., Kang, B. J., Lee, H. S. and Yoon, Y. S. : Effects of formula (JR-22) maybe containing traditional herbs on maximal exercise performance and antioxidant materials in murine model. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **32**(7), 1076 (2003).
  - 17) Do, J. H., Lee, S. K., Lee, J. W., See, E. O. and Kim, S. H. : Study on antioxidant and staminal activities of kejihongsamatang. *J. of Ginseng Res.* **24**(4), 202 (2000).
  - 18) Lim, H. W., Kim, M. K., Kim, H. J., Shim, J. G., Kim, G. H., Choi, H. K. and Lee, M. W. : Quantitative determination of diarylheptanoid compounds from genus *Alnus* growing in Korea. *Kor. J. of Pharmacogn.* **35**(4), 384 (2004).
  - 19) Bahrami, Gh., Mirzaeei, Sh. and Kiani, A. : Sensitive analytical method for Topiramate in human serum by HPLC with pre-column fluorescent derivatization and its application in human pharmacokinetic studies. *J. of Chromato. B* **813**, 175 (2004).
  - 20) Hans, M. H. van Eijk, Dennis, R. R., Peter, B. S. and Nicolaas, E. P. Deutz : Determination of amino acid isotope enrichment using liquid chromatography-mass spectrometry. *Anal. Biochem.* **271**, 8 (1999).
  - 21) Yoshiji, O., Emi, S. and Isao, I. : Effect of oral octacosanol administration on hepatic triglyceride accumulation in rats with carbon tetrachloride-induced acute liver injury. *Sch. Med., Fujita Health Univ., Toyoake, Japan. Igaku to Seibutsugaku* **134**(6), 185 (1997).
  - 22) Arruzazabala, M. L., Carbajal, D., Mas, R., Garcia, M. and Fraga, V. : Effects of policosanol on platelet aggregation in rats. *Thrombosis Res.* **69**(3), 321 (1993).
  - 23) Folch, J., Less, M. and Sloanestanley, G. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. of Biol. Chem.* **497**, 226 (1957).
  - 24) Millar, N. C. and Homsher, E. : The effects of phosphate and calcium on force generation in glycerinated rabbit skeletal muscle fibers. *J. of Biol. Chem.* **365**, 20234 (1990).
  - 25) Walker, J. W., Lu, Z., Swartz, D. and Moss, R. L. : Thin filament modulation of cross-bridge transition measured by photogeneration of Pi in skeletal muscle fibers. *Biophys J.* **59**, 418a (1991).
  - 26) Paik, I. Y., Kim, J. K., Chun, Y. S. and Oho, H. J. : Verifying the validity of fatigue elements changes following absolute exercise intensities. *Kor. J. of Phys. Edu.* **36**, 218 (1997).
  - 27) Ronzoni, E. and Kerly, M. : The effects of pH on carbohydrate changes in isolated anaerobic frog muscle. *J. of Biol. Chem.* **103**, 175 (1993).