

생약 열수추출물의 근력향상 효능 평가

이창호^{1*} · 김영언¹ · 김인호¹ · 한대석¹ · 성기승¹ · 양등흠² · 송태철³

¹한국식품연구원 식품자원이용연구본부

²(주)다사랑

³(주)매일유업

Evaluation on the Muscular Strength Activity of Medicinal Herb Hot-Water Extracts

Chang-Ho Lee^{1*}, Young-Eon Kim¹, In-ho Kim¹, Daeseok Han¹,
Ki-Seung Seong¹, Dong-Heum Yang² and Tae-Cheol Song³

¹Food Material Processing Technology Division, Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

²Teasarang Co., Seoul 136-140, Korea

³Maeil Dairy Industry Co., Ltd., Gyeonggi 451-861, Korea

Abstract

Effects of medicinal herbs on the improvement of muscular strength along with the related fatigue factors were evaluated in SD rats. Nine types of treatment groups were fed diets supplemented with 1% herb hot-water extracts (*Liriope spicata* (LS), *Schizandra chinensis* (SC), *Acanthopanax sessiliflorus* (AS), *Saliconia herbacea* (SH), *Eucommia ulmoides* (EU), *Lycium chinensis* (LC), *Panax ginseng* (red ginseng) (PG), *Polygonum multiflorum* (PM), *Glycyrrhizae uralensis* (GU)) for 4 weeks. The muscular strength of all groups were measured weekly for 4 weeks. After 4 weeks serum was collected and liver dissected out for the analysis of glycogen and fatigue factors. The liver glycogen contents of all treatment groups (21.0~25.9 mg/g) were higher than that of control group (18.1 mg/g). A significantly increase of muscular strength in the fourth week were found in the AS (282.5 gf), SH (277.4 gf), PG (287.2 gf) groups ($p < 0.05$). LS (7.88 mg/dL), SC (7.85 mg/dL), AS (7.64 mg/dL), EU (7.54 mg/dL), LC (7.81 mg/dL) and PG (7.75 mg/dL) groups were significantly reduced in serum inorganic phosphorus concentration measured after 4 weeks ($p < 0.05$). Serum lactate levels of treatment groups (8.61~12.18 μ g/dL) were significantly lower than that of control group (17.45 μ g/dL). These results suggest that medicinal herbs enhanced muscular strength of rats by delaying accumulation of muscular fatigue factor.

Key words: medicinal herb, functional food, muscular strength, fatigue factor

서 론

생활체육의 보편화로 인한 일부의 운동중독 야기, 과도하고 급작스러운 운동 수행으로 인한 부작용, 건강에 대한 지나친 관심으로 인한 약물복용과 효능 및 안전성이 확보되지 않은 식품의 섭취 등으로 인하여 발생하는 피해사태가 꾸준히 증가하고 있다(1). 약물 복용의 대표적 사례인 스테로이드 투여가 골격근의 소모를 초래한다는 연구결과가 보고(2)된 이래 스테로이드와 같은 약물을 대신할 대체물에 대한 연구가 활발히 진행되었다. 스포츠 생리학 분야에서 근력 및 운동 수행 능력 향상을 위한 보조제(ergogenic aids)에 관한 많은 연구가 이루어지고 있으며 특히 단백질 보충제 및 아미노산이 근력 및 운동수행능력에 미치는 영향(3-8) 등에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이들 연구에 의

하면 웨이트 트레이닝과 단백질 보충제와의 영향에 관한 연구에서 단백질 보충제와 함께 적절한 운동 프로그램을 병행할 경우 근력을 향상시킨다는 보고가 있으나, 현재까지 근력 향상 기작연구 및 효능에 대한 평가 연구에 대한 기초자료 축적은 매우 미비한 실정이다.

식품가공 원료로 허가된 생약재는 부작용 없이 안전하게 섭취할 수 있다는 점에서 근력향상 효능이 기대되는 기능성 식품소재로의 개발에 매우 유용하다. 그러나 지금까지 생약류에 대한 생리학적 연구는 항산화 활성, 혈당강하, 항염증 작용, 항당뇨 및 항암효과 등에 국한되어 왔으며 근력과 관련한 효능 및 생화학적 요인 규명에 대한 연구는 부족한 실정이다. 최근 근력 및 운동수행능력 향상과 관련하여 인삼의 운동수행능력 향상(9,10), 한약재에 의한 근력강화효능(11) 등이 부분적으로 연구가 이루어지고 있다.

*Corresponding author. E mail: chang@kfri.re.kr
Phone: 82 31 780 9226, Fax: 82 31 780 9226

따라서 본 연구는 실험동물을 이용하여 근력측정 및 혈액의 피로요소를 분석하여 생약 열수추출물의 근력향상 효능을 탐색하고 향후 근력 향상을 목적으로 하는 기능성 식품소재의 개발에 기초 자료로 사용하고자 하였다.

재료 및 방법

생약재 열수추출물 제조

본 실험에 사용한 생약재는 팽문동(*Liriope spicata*), 오미자(*Schizandra chinensis*), 오가피(*Acanthopanax sessiliflorus*), 합초(*Saliconia herbacea*), 두충(*Eucommia ulmoides*), 구기자(*Lycium chinensis*), 홍삼(*Panax ginseng* (red ginseng)), 하수오(*Polygonum multiflorum*), 감초(*Glycyrrhizae uralensis*) 등 모두 9종이며 열수추출에 적합하도록 절단한 후 일정량을 평량하고 10배 가수하여 7시간 동안 가열하여 열수추출액을 얻었다. 추출액은 회전감압농축기를 사용하여 농축한 다음 동결건조하여 분말화하였다.

실험재료 및 실험식이

체중이 약 200 g 되는 Sprague-Dawley 4주령 수컷 흰쥐를 한림실험동물센터(Hwaseong, Korea)로부터 구입하여 사용하였다. 실험에 이용된 식이는 AIN-93G(12)를 기준으로 하였으며 1주일간 예비 사육하여 적응시킨 후 기준사료와 함께 생약 열수추출물 분말을 전분을 대신하여 각각 1%를 가하여 사료를 제공하였다. 배합사료 및 식수는 자유롭게 섭취하도록 공급하였으며, 동물사육실 환경은 온도 23±1°C, 습도 50±5%, 12시간 명암 주기를 유지하였다. 식이섭취량 및 체중 증가량은 주당 1회 일정한 시간에 측정하였다.

최대 근력 측정

모든 군은 1주일에 1회 근력 측정을 Smith 등의 방법(13)을 이용하여 실시하였다. 측정방법은 Fig. 1과 같이 rat를 force gauge(DPZ-5N, IMADA, Japan)와 연결된 수평바를

잡도록 한 뒤 rat의 꼬리 부분과 연결된 bottle에 일정한 유속(10 mL/sec)으로 물을 공급함으로써 rat를 일정속도의 힘으로 잡아당기도록 하였다. 최대근력 판정은 rat가 수평바를 놓는 시점으로 하였으며, 그 때의 수치를 force gauge를 통하여 획득하였다.

시료 채취 및 혈중 근력 관련 요소 분석

4주간 식이 후 에테르로 실험동물을 마취시킨 후 복부대동맥으로부터 채혈하였으며, EDTA를 첨가하여 응고를 방지한 후 3,000 rpm에서 10 min 동안 원심분리한 후에 혈장을 취하여 분석 시까지 -70°C에서 보관하였다. 혈중 creatinine, 무기인산염 그리고 젖산 농도 분석은 상업용 분석 kit (Sigma-Aldrich Chem. Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하여 분석하였다.

간 무게 및 글리코겐 농도 분석

생약 열수추출물의 실험동물에 대한 독성유발 유무 및 글리코겐 저장량을 알아보기 위하여 실험동물 희생 후 간 무게를 측정하였으며, 글리코겐 분석 시까지 -70°C에 보관하였다. 글리코겐 함량은 Anthrone법에(14) 따라 분석하였다. 즉, 일정량의 간을 취하여 30% KOH 용액에 용해시키고, 100°C의 끓는물에서 20분간 중탕한 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 글리코겐농도를 산출하였다.

통계처리

모든 데이터는 SPSS/PC 10.0 프로그램을 이용하여 평균 ±표준편차로 나타내었다. 그룹간의 유의적인 통계차를 분석하기 위하여 p<0.05의 유의수준에서 One-way ANOVA test를 실시한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 사후검증을 하였다.

결과 및 고찰

식이효율, 간 무게 및 간 글리코겐 농도

4주간 생약 열수추출물 식이 실험 중 실험동물의 체중 증가량, 식이효율, 간 무게 및 간 글리코겐 농도는 Table 1에 제시한 바와 같다. 실험 시작부터 종료 시까지 2주차를 제외한 4주간의 실험기간 동안 각 군간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. 식이섭취량과 체중 증가량 및 식이효율(FER)을 종합하여 살펴보면 식이섭취량에 있어 유의적인 차이를 보이는 군들이 있었으나(p<0.05) 체중 증가량에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 유의적인 식이섭취량으로 인해 식이효율 측정 결과 유의성 있는 결과가 야기되었으나 이는 4주간에 걸친 실험기간 동안 실험동물의 성장에 지장을 줄

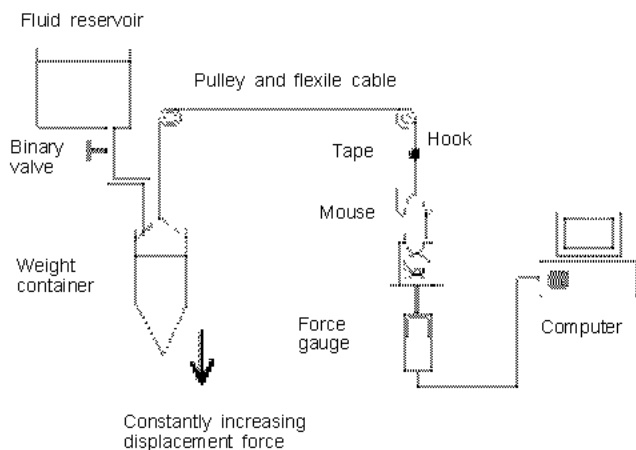


Fig. 1. Schematic diagram for measurement of muscle strength.

Table 1. Food efficiency ratio, liver weight and liver glycogen concentration of rats fed experimental diets for 4 weeks

| Group ¹⁾ | Food intake (g) | Body weight gain (g) | FER ²⁾ | Liver weight (g/100 g bw) | Liver glycogen concentration (mg/g tissue) |
|---------------------|------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|--|
| Control | 738.1±20.5 ^{3)cd4)} | 158.6±33.2 | 0.21±0.04 ^a | 2.8±0.1 | 18.1±4.2 ^a |
| LS | 693.1±13.3 ^{ab} | 161.6±29.2 | 0.23±0.04 ^{abc} | 2.7±0.2 | 25.7±3.5 ^d |
| SC | 689.0±64.0 ^{ab} | 175.5±28.2 | 0.25±0.04 ^{abc} | 2.7±0.1 | 25.9±2.1 ^d |
| AS | 726.5±47.6 ^{bc} | 180.5±15.7 | 0.25±0.02 ^{abc} | 2.8±0.0 | 25.2±1.6 ^d |
| SH | 723.4±50.2 ^{bc} | 178.2±31.8 | 0.25±0.04 ^{abc} | 2.7±0.1 | 25.6±2.6 ^d |
| EU | 715.5±24.6 ^{abc} | 179.8±21.0 | 0.25±0.03 ^{abc} | 2.7±0.1 | 23.9±2.5 ^{bcd} |
| LC | 719.6±27.6 ^{bc} | 184.0±21.7 | 0.26±0.03 ^c | 2.8±0.1 | 21.0±1.7 ^b |
| PG | 676.5±54.3 ^a | 161.5±25.7 | 0.24±0.04 ^{abc} | 2.7±0.1 | 22.0±1.7 ^{bc} |
| PM | 690.4±18.7 ^{ab} | 172.2±19.9 | 0.25±0.03 ^{abc} | 2.8±0.1 | 23.3±1.4 ^{bcd} |
| GU | 709.6±34.5 ^{abc} | 158.6±23.3 | 0.22±0.03 ^{ab} | 2.8±0.2 | 25.0±3.5 ^{cd} |

¹⁾LS: *Liriope spicata*, SC: *Schizandra chinensis*, AS: *Acanthopanax sessiliflorus*, SH: *Salicornia herbacea*, EU: *Eucommia ulmoides*, LC: *Lycium chinensis*, PG: *Panax ginseng* (red ginseng), PM: *Polygonum multiflorum*, GU: *Glycyrrhizae uralensis*.

²⁾FER (Food efficiency ratio)–Body weight gain for experimental period/Food intake for experimental period.

³⁾Values are mean±SD.

⁴⁾Means with the different letters within a column are significantly different at p<0.05 by Duncan’s multiple range test.

만큼의 큰 격차는 아닌 것으로 여겨진다. 간 무게 측정 결과 각 군간의 유의적인 차이는 보이지 않았으며(p<0.05), 본 실험에 사용한 생약 열수추출물과 이를 이용한 배합 농도가 실험동물의 체내에 독성을 유발하는 범위가 아님을 간접적으로 시사한다고 여겨진다. 각 식이군간의 간 글리코젠 함량은 모든 식이군들이 대조군에 비하여 간 글리코젠의 함량이 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 간내 글리코젠의 저장은 지구력 운동 시 주요한 에너지원이며 간에 저장된 글리코젠은 필요에 따라 포도당으로 바뀌게 되고 혈액을 통해 활동적인 조직으로 운반되어 해당과정을 거쳐 에너지원으로 사용된다(15). 또한 과격한 근력운동을 하게 되면 무산소성 열원의 소모로 간에서의 글리코젠이 동원되어 에너지원으로 소모되므로 생약 열수추출물 급여 동물들의 간 글리코젠 함

량이 높은 것은 생약 열수추출물의 근력 강화에 효능을 나타낸다고 판단할 수 있다.

최대 근력 측정

4주간 실험식이 과정 중 1주일 간격으로 측정된 최대 근력 측정 결과는 Fig. 2와 같다. 1주차 및 2주차 측정치에서는 대조군과 추출물 섭취군 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았으며 3주차 측정 결과에서 오가피(AS) 열수추출물 섭취군(224.4 gf), 홍삼(PG) 열수추출물 섭취군(222.7 gf)에서 대조군(202.9 gf)에 비하여 유의적으로 높은 측정 결과를 나타내었고(p<0.05), 4주차에서는 오가피(AS) 열수추출물 섭취군(282.5 gf), 합초(SH) 열수추출물 섭취군(277.4 gf) 및 홍삼(PG) 열수추출물 섭취군(287.2 gf)이 대조군(243.6 gf)에 비

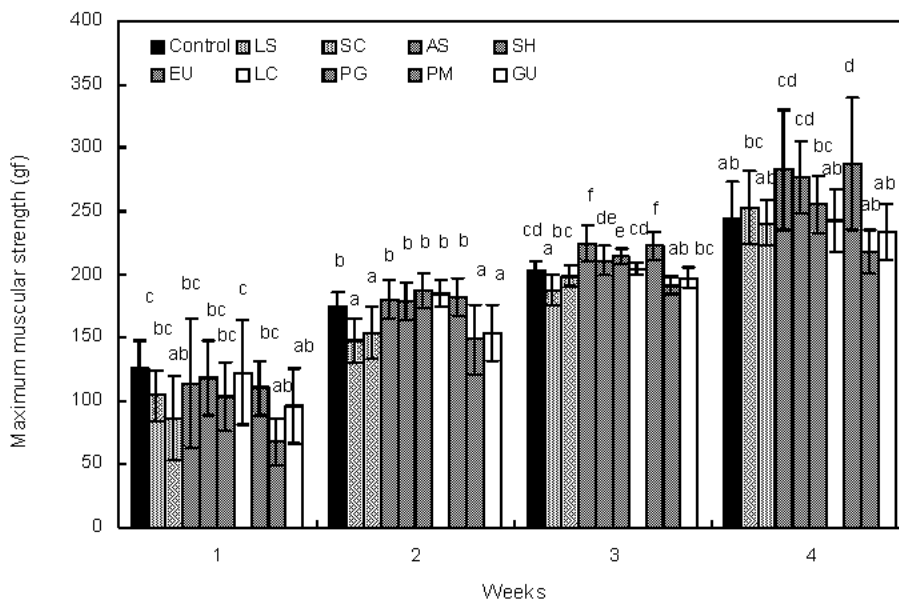


Fig. 2. Maximum muscular strength of rats fed experimental diets.

Different letters on the bar show significant differences within same diet period at p<0.05 by Duncan’s multiple range test at p<0.05. Groups are the same as in Table 1.

Table 2. Analysis of serum fatigue factors of rats fed experimental diets for 4 weeks

| Group ¹⁾ | Creatinine (mg/dL) | Inorganic phosphate (mg/dL) | Lactate (μg/dL) |
|---------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Control | 0.65±0.05 ²⁾ | 8.38±0.41 ³³⁾ | 17.45±3.96 ^e |
| LS | 0.60±0.00 | 7.88±0.47 ^{abc} | 10.48±1.64 ^{abcd} |
| SC | 0.65±0.05 | 7.85±0.42 ^{abc} | 12.18±2.73 ^d |
| AS | 0.64±0.05 | 7.64±0.23 ^{ab} | 9.50±2.70 ^{abcd} |
| SH | 0.63±0.05 | 8.05±0.33 ^{bcd} | 8.39±1.70 ^a |
| EU | 0.63±0.05 | 7.54±0.21 ^a | 8.61±1.44 ^a |
| LC | 0.60±0.00 | 7.81±0.52 ^{abc} | 8.99±1.54 ^{ab} |
| PG | 0.61±0.04 | 7.75±0.44 ^{abc} | 9.40±1.34 ^{abc} |
| PM | 0.63±0.05 | 8.03±0.26 ^{bcd} | 11.49±2.78 ^{bcd} |
| GU | 0.61±0.04 | 8.10±0.21 ^{cd} | 11.81±3.16 ^{cd} |

¹⁾Groups are the same as in Table 1.

²⁾Values are mean±SD.

³⁾Means with the different letters within a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

하여 유의적으로 높은 최대 근력 측정 결과를 나타내었다 (p<0.05). 간 글리코젠 함량이 높았던 백문동(LS), 오미자(SC) 열수추출물 섭취군의 경우 근력 향상 효능을 보이지 않았으나 이는 지속적인 운동수행 능력보다는 순간적인 근 파워를 측정하는 본 실험의 특성에 따른 오차로 판단된다. 이상의 결과를 종합하여 보면 오가피(AS), 함초(SH), 홍삼(PG) 열수추출물 섭취군의 경우 다른 열수추출물 섭취군에 비하여 높은 근력 향상 효과를 보여주었으며(p<0.05) 이는 향후 생약류를 이용한 근력 강화 기능성 식품 개발을 위한 소재 탐색 시 유용한 기초자료로 활용될 것으로 판단된다.

혈중 피로요소 분석

4주 간 생약재 열수추출물 보충식으로 사육한 후 실험동물의 혈중 피로요소를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 식이군 간의 혈중 creatinine 함량의 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 무기인산 함량에서는 백문동(LS), 오미자(SC), 오가피(AS), 두충(EU), 구기자(LC), 홍삼(PG) 열수추출물 섭취군의 경우 대조군에 비하여 낮은 수준을 나타내었다. 운동수행 시 반복되는 근육수축에 의해 ATP가 가수분해되면서 혈중 무기인산염 농도가 급격히 증가하게 된다. 따라서 무기인산염이 증가하면 근섬유의 cross-linkage가 약화되면서 힘 생성이 저하되는 것으로 알려져 있다(16). 젖산은 pyruvate가 환원되어 생성된 혐기성 해당반응의 최종 산물로서 격렬한 운동 중 체액에서의 농도가 증가된다. 근육에 젖산이 축적되어 산성화되면 ATP 합성과정에 관여하는 효소들의 활성이 저하되어 근육피로를 일으키며 결과적으로 근력도 약해진다. 따라서 혈액 중 젖산 함량의 저하는 근육피로를 해소하여 운동능력을 향상시킨다고 할 수 있다. 본 연구에서는 모든 생약재 열수추출물 식이군에서 대조군과 비교하여 낮은 젖산 함량을 나타내었으며 특히 함초(SH) 열수추출물 식이군이 가장 낮은 혈중 젖산 함량을 나타내었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 생약재 열수추출물 식이군들에 대한

혈중 피로 물질을 분석한 결과 항목에 따라서 상이한 결과를 나타내었으며 이는 간 글리코젠의 결과에서도 나타났듯이 지속적인 운동수행 능력을 측정하는 것이 아닌 순간적인 근력을 측정하는 실험 방법에 기인한 오차로 판단된다.

요 약

생약 열수추출물의 근력 향상 효능을 평가하기 위하여 근력 측정 및 혈액의 피로요소를 분석한 결과 간 글리코젠 함량은 모든 식이군들이 대조군에 비하여 높은 수치를 나타내었다. 특히 백문동, 오미자, 오가피, 함초 식이군의 경우 높은 글리코젠 함량을 나타내었다. 4주간 측정된 근력 향상 효능은 오가피, 함초, 홍삼 열수추출물 섭취군의 경우 다른 열수추출물 섭취군에 비하여 높은 근력 향상 효과를 보여주었다. 무기인산은 백문동, 오미자, 오가피, 두충, 구기자, 홍삼 열수추출물 섭취군의 경우 대조군에 비하여 낮은 수준을 나타내었다. 젖산 함량은 모든 생약재 열수추출물 식이군에서 대조군과 비교하여 낮은 함량을 나타내어 생약 열수추출물을 이용한 근력 향상용 기능성 식품의 개발 가능성을 보여주었다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 농림기술개발 사업 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Kang SW. 2002. A study on the status of life sports participants' exercise addiction and subjective quality of life. *Kor J Physical Edu* 41: 59 70.
2. Krahn MJ, Anderson JE. 1994. Anabolic steroid treatment increases myofiber damage in mdx mouse muscular dystrophy. *J Neurol Sci* 125: 138 146.
3. Koh YS, Lee ES, Rho SK. 1999. The effect of protein supplement on body composition, muscular circumference and strength. *Kor J Physical Edu* 38: 311 321.
4. Lee HM, Paik IY, Park TS. 2003. Effects of dietary supplementation of taurine, carnitine or glutamine on endurance exercise performance and fatigue parameters in athletes. *Korean J Nutrition* 36: 711 719.
5. Koh YS. 1998. The effect of protein supplement on body composition, muscular circumference and strength. *MS Thesis*. Kangwon University, Korea.
6. Park CH. 2001. The effect of protein supplement on muscular strength and circumference during weight training. *MS Thesis*. Donga University, Korea.
7. Blomstrand E, Sonja EK, Newsholme EA. 1996. Influence of ingesting a solution of branched chain amino acids on plasma and muscle concentrations of amino acids during prolonged submaximal exercise. *Nutrition* 12: 485 490.
8. Brendan L, George DD, Mark PB, Jane B, Paul K, Eric AN. 1990. Thyroid hormone analogue SKF L 94901: effects on amino acid and carbohydrate metabolism in rat skeletal

- muscle in vitro. *Biochem Pharmacol* 40: 1161-1164.
9. Yoo SH. 1987. A study on the effect of ginseng on the muscular strength and respiratory, circulation function. *PhD Dissertation*. Kyung Hee University, Korea.
 10. Choi DH. 1987. The effect of ginseng dosage on muscular strength, blood pressure and heart rate. *MS Thesis*. Seoul National University, Korea.
 11. Suh JW. 1991. A study on the effect of Bojung Ikgi tang on the muscular strength and respiratory, circulation function. *MS Thesis*. Kyung Hee university, Korea.
 12. Lien EL, Boyle FG, Wrenn JM, Perry RW, Thompson CA, Borzelleca JF. 2001. Comparison of AIN 76A and AIN 93G diets: a 13 week study in rats. *Food Chem Toxicol* 39: 385-392.
 13. Smith JP, Hicks PS, Ortiz LR, Martinez MJ, Mandler RN. 1995. Quantitative measurement of muscle strength in the mouse. *J Neurosci Meth* 62: 15-19.
 14. Chun Y, Yin ZD. 1998. Glycogen assay for diagnosis of female genital *Chlamydia trachomatis* infection. *J Clin Microbiol* 36: 1081-1082.
 15. Meneguello MO, Mendoca JR, Lancha Jr AH, Costa Rosa LFBP. 2003. Effect of arginine, ornitine and citrulline supplementation upon performance and metabolism of trained rats. *Cell Biochem Func* 21: 85-91.
 16. MacLaren DP, Gibson H, Parry Billings M, Edward RHT. 1989. A review of metabolism and physiological factors in fatigue. In *Exercies and Sport Science Review*. Pandolf KB, ed. Williams & Wilkins, Baltimore. Vol 17, p 29-66.

(2007년 4월 19일 접수; 2007년 5월 21일 채택)