

Effects of Soybean Peptide Intake on Antioxidant Enzyme, Cortisol and Inflammatory Cytokines in High School Judo Athletes

Sujung Bae¹, Da Kyoung Lee¹, Chang-Seob Son², Hye-Sook Lee³, Jang-Woon Lee⁴, Yoon-Bok Lee⁴, Yung-Choon Yoo⁵, Jin-Hong Park⁶, Seung Bok Hong⁷ and Seock-Yeon Hwang^{1,†}

¹Department of Biomedical Laboratory Science, Daejeon University, Daejeon 300-716, Korea

²Department of Physical Education Graduate School, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea

³Department of Beauty and Health care, Daejeon University, Daejeon 300-716, Korea

⁴Central Research Institute, Dr. Chung's Food Co. Ltd, Cheongju 361-782, Korea

⁵Department of Microbiology, College of Medicine, Konyang University, Daejeon 302-718, Korea

⁶Department of Emergency Medical Technology, Chung cheong University, Chungcheongbuk-Do 363-792, Korea

⁷Department of Clinical Laboratory Science, Juseong University, Chungcheongbuk-Do 363-7941, Korea

The purpose of this study was to investigate the effect of soybean peptide on antioxidant enzymes, cortisol hormone and inflammatory cytokine levels. 19 high school male judo athletes participated in the experiments. They were randomly divided into two groups, one group took soybean peptide (S-peptide, n=10) 4 g a day for 4 weeks and the other group placebo (placebo group, n=9) for the same time. Blood samples were collected before intake, after 2 weeks intake and 4 weeks intake and these were analyzed for total antioxidant status (TAS), catalase (CAT), levels of cortisol hormone, tumor necrosis factor-alpha (TNF- α) and interleukin-6 (IL-6). As a result, the S-peptide group was significantly increased in TAS and CAT ($P<0.05$). The malondialdehyde (MDA) levels showed decrease after soybean peptide intake but there was no significant difference. In the levels of plasma cortisol which reflect stress status, there was significantly decreased in the S-peptide and placebo group after 4 weeks ($P<0.05$). There were significant decreases of TNF- α and IL-6 after 4 weeks in S-peptide group ($P<0.05$). These results suggest that the intake of soybean peptide can activate antioxidant defenses and decrease exercise-induced oxidative stress.

Key Words: Soybean peptide, Antioxidant enzymes, TAS, CAT, TNF-alpha, IL-6

서 론

규칙적이고 자신의 능력에 맞는 적당한 운동은 신체의 대사기능을 원활히 하고 면역기능 강화, 스트레스 해소, 체중 조절 그리고 성인병이나 각종 질병을 예방하지만, 과도하고 장기적인 운동은 근육 등의 조직에 산소 소비를 증가시켜 산화적 스트레스 (oxidative stress)를 유발하

여 지질과산화 증가와 항산화 효소 감소 등으로 인체의 여러 조직과 기관에 손상을 주게 되어 노화를 촉진시키거나 동맥경화, 암 등의 여러 질병을 초래하게 된다 (Eom, 2004; Powers and Jackson, 2008). 특히, 유도과 같은 강하고도 격렬한 운동은 체내 산소 섭취량이 급격히 증가하여 활성산소가 증폭되기 때문에 세포의 산화적 손상을 일으키게 된다 (Chinda et al., 2003).

이에 최근 과도한 운동의 산화적 손상을 막을 수 있도록 신체 방어 능력을 개선시키고 항산화 효소활성도를 증가시킬 수 있는 영양보조물에 대한 관심이 증가하면서 천연항산화 물질 및 생리 기능성 물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 (Kim et al., 2006; Seo et al., 2008). 그 중 대두는 우수한 단백질과 불포화지방산 함량이 높은 지방, 탄수화물 및 비타민, 미네랄 등 미량 영양성분을

*Received: 4 August, 2011 / Revised: 29 March, 2012

Accepted: 30 March, 2012

†Corresponding author: Seock-Yeon Hwang, Department of Biomedical Laboratory Science, Daejeon University, Daejeon 300-716, Korea.

Tel: 82-42-280-2902, Fax: 82-42-280-2904

e-mail: syhwang@dju.ac.kr

©The Korean Society for Biomedical Laboratory Sciences. All rights reserved.

Table 1. Physical characteristics of subjects

Group/Item	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	% fat (%)	LBM (kg)
Placebo (n=9)	17.77 ± 1.2	173.7 ± 2.6	74 ± 21.3	17.37 ± 2.6	61.24 ± 5.0
S-peptide (n=10)	18 ± 0.6	176 ± 5.0	70.6 ± 13.2	16.72 ± 1.9	62.1 ± 6.23

Values are mean ± SD (standard deviation), LBM; lean body mass

갖춘 식품일 뿐 아니라, 여러 가지 생리활성이 풍부하여 항산화 효과, 콜레스테롤 상승억제, 항암 효과 등을 가진 것으로 여러 연구는 보고하고 있다 (Barnes et al., 1990; Wilson et al., 2002; Lee et al., 2005). 대두의 대표적인 기능성 물질로는 이소플라본, 사포닌, 펩타이드, 올리고당, 인지질, 식이섬유, 피테이트 등을 들 수 있다 (Kennedy, 1995). 이 중 대두단백질의 가수분해물인 대두 펩타이드는 아미노산 2종 이상이 결합된 것으로 한 번에 아미노산 여러 개가 세포에 흡수되어 단위 시간당 흡수 효과를 빠르게 해 줌으로서 근력 향상, 지방흡수 억제, 에너지 대사 촉진, 피로회복 촉진작용, 콜레스테롤 저하 효과, 항산화작용 등 다양한 생리활성기능의 특징이 있음을 보고하고 있어 기능성 식품, 스포츠 식품 등 다양한 제품으로 응용되기 위한 연구가 진행되고 있다 (Han et al., 1993; Lee, 2006; Kim, 2006).

이에 본 연구에서는 고강도의 훈련과 지속적인 경기를 수행하는 고등학교 유도 선수들을 대상으로 영양 보조제인 대두 펩타이드 섭취가 항산화 효소와 스트레스 호르몬인 코티졸 및 사이토카인에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

연구대상

본 연구의 대상자는 충청북도 고등학교 엘리트 남자 유도 선수들을 대상으로 하였으며, 대두 펩타이드 섭취군 (S-peptide, 대두 섭취군) 10명과 위약군 (Placebo, 플라시보 섭취군) 9명으로 총 19명을 대상으로 하였다. 모든 실험대상자는 건강사정법의 기준에 따라 건강하고 특정한 식이요법이나 약물을 투여 하지 않는 자를 선정하였으며, 본 연구에 앞서 본 시험의 목적을 충분히 설명한 후 자 원자에 한하여 실시하였으며, 본인과 가족의 동의서는 물론 학교장의 동의를 얻은 후 임상시험윤리에 준하여 실시하였다. 본 연구의 피검자의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

실험 절차 및 방법

실험설계: 본 연구는 4주 동안 유도 운동을 수행하는 운동선수들에게서 하루 4 g 대두 펩타이드 (Bioland co., ltd., Korea)를 복용하도록 하였고, 선수들이 일반적으로 행하는 유도 훈련을 실시하였다. 평일 새벽 운동 80분, 오전 운동 120분, 오후 운동 180분, 야간 운동 90분, 토요일에는 새벽, 오전 운동만을 실시하였고, 오후 운동과 야간 운동은 토요일 오후, 일요일은 휴식을 취했다. 실험기간 중 부상에 의한 탈락자를 예방하기 위하여 수시로 개인 면담을 실시하고 격려하였다.

채혈 및 분석: 체내 항산화 효소와 과산화지질 및 염증사 이토카인의 활성 정도를 알아보기 위해 8시간 이상의 공복 상태를 유지하여 오전 6시 30분에서 7시 사이 피험자의 전완정맥으로부터 10 cc를 채혈하였다. 그 후 혈청분 리용 시험관인 SST tube (BD Diagnostics, USA)에 혈액을 분주하여 응고 또는 용혈이 일어나지 않게 조심스럽게 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 상층액인 혈청을 채취하여 -70°C 에 보관하면서 실험에 사용하였다.

측정 항목 및 방법

총항산화능 (TAS) 측정: 혈청 내 총항산화능 측정 (total antioxidant status; TAS)은 상용화된 키트 (Randox Antioxidant Status, Randox Laboratories Ltd, England)를 이용하였으며, 분석방법 (Prior and Cao, 1999)은 ABTS (2,2'-Azino-di-[3-ethylbinzthiazoline sulphonate])를 peroxidase 및 H₂O₂와 반응시킨 후 ABTS에 의해 매우 안정한 청록색 분자인 양이온이 생성되면 600 nm에서 측정하였다. 이는 시료 안에 존재하는 항산화제가 농도 비례적으로 청색의 발현을 억제시키는 원리를 이용한 것으로 단위는 μmol/L 로 표시하였다.

항산화 효소 (CAT) 활성도 측정: 혈청에서 CAT (catalase) 활성도 검사는 Lowry 등 (1951)의 방법을 이용하여 단백

Table 2. Comparison of serum TAS level between the placebo and S-peptide group

	Before		2 weeks		4 weeks	
	Placebo	S-peptide	Placebo	S-peptide	Placebo	S-peptide
TAS ($\mu\text{mol/L}$)	1.53 \pm 0.79	1.35 \pm 0.77	1.51 \pm 0.44	1.44 \pm 0.74	1.49 \pm 0.36	1.52 \pm 0.41*

Values are mean \pm SD. * $P < 0.05$ significantly different from start in each group. TAS: total antioxidant status

질을 정량한 후에 sample 1 ml 당 0.02 mg/protein으로 조제하였다. 이 과정이 끝나면 5 mM EDTA가 함유된 1 M Tris-HCl buffer (pH 8.0) 150 μl 와 10 mM H_2O_2 2.7 ml, 그리고 증류수 90 μl 를 첨가한 후 30초 동안 vortex mixer로 혼합시켰다. 혼합액을 37°C에서 10분간 반응시킨 후에 1 ml 당 0.02 mg protein으로 조제한 sample 60 μl 를 첨가한다. 그리고 240 nm에서 1분간 optical density의 변화량을 측정하였고 (Aebi, 1984), 단위는 IU/mg protein로 표시하였다.

지질과산화 (MDA)의 활성도 측정: 혈장 과산화지질 정도를 측정하기 위해 Yaqi (1976)의 방법에 따라 혈청 100 μl 를 사용하여 thiobarbituric acid (TBA)와 반응하는 물질 thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)을 n-butanol로 추출한 후 UV-spectrophotometer (HP 8453, Hewlett Packard, USA)를 이용하여 531 nm에서 흡광도 측정을 통하여 농도를 계산하였으며 이 때 표준물질로는 1,1,3,3-tetramethoxypropane을 사용하였고 단위는 $\mu\text{mol/L}$ 로 표시하였다.

Cortisol 활성도 측정: ^{125}I -labelled 항체 (RADIM, USA)를 구입하여 핵의학적 검사기준인 표준작업지침서에 준하여 측정하였다. RIA CT (immunoradiometric assay coated tube)로서 NSB (non specific binding), 표준물질, 대조물질, 실험검체용 시험관을 준비하고 각각의 시험관에 100 μl 의 표준품 (Std), control serum, specimen을 취하고 NSB 시험관에 100 μl 의 Std를 분주하였다. 그 다음 500 μl tracer (^{125}I)를 모든 시험관에 분주한 후 vortex mixing하고, 37°C incubator에서 60 min 동안 반응시킨 후 원심 분리한 다음 상층액을 aspiration하고 γ -scintillation counter에서 1분간 counting하였다.

Cytokine의 측정: 측정시료에 대하여 미세원심분리로 혈액을 충분히 제거한 다음 ELISA법을 이용하여 TNF- α , IL-3 그리고 IL-6 (BD OptEIA Set; BD Biosciences Pharmingen, San Diego, CA, USA)를 각각 측정하였다. 자세한 방법은

kit에 있는 insert manual에 준하여 측정하였으며, 결과의 정확성을 기하기 위하여 각각 2번 실시하였다.

자료처리

본 실험의 결과는 SPSS 13.0 프로그램과 SAS 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차 (mean \pm SD)로 제시하였다. 대두 펩타이드 섭취군 (S-peptide), 위약군 (Placebo)의 섭취 전, 2주 후 그리고 4주 후 검사를 각 시기별로 실시하였고, 대두 펩타이드 섭취에 따른 유의성 검정은 ANOVA (one-way analysis of variance) test를 이용하여 유의성 ($P < 0.05$)이 관찰되면 위약군과 유의한 차이가 있는지를 알아보기 위하여 student's *t*-test를 이용하여 유의성을 검증하였다.

결 과

총항산화능 (TAS)의 변화

4주간의 운동과 대두 펩타이드 섭취 병행으로 인한 각 집단별 총항산화능 활성 변화는 Table 2에 나타나 있다. 시기별 변화에 따른 총항산화능 (TAS) 활성에서 플라시보 섭취군은 섭취 전 1.53 \pm 0.79 $\mu\text{mol/L}$, 섭취 4주 후 1.49 \pm 0.36 $\mu\text{mol/L}$ 로 감소하는 경향을 나타내었다. 한편, 대두 섭취군의 경우, 섭취 전 1.35 \pm 0.77 $\mu\text{mol/L}$, 섭취 4주 후 1.52 \pm 0.41 $\mu\text{mol/L}$ 로 유의한 증가가 나타났다 ($P < 0.05$). 반면 섭취 후의 비교에서 2주차에는 플라시보 섭취군에 비해서 대두 섭취군이 감소하는 경향을 보인 반면 4주차의 경우 통계적 유의성은 관찰되지 않았으나 플라시보 섭취군에 비하여 대두 섭취군에서 증가하는 경향을 보였다.

항산화 효소 (CAT)의 변화

4주간의 운동과 대두 펩타이드 섭취 병행으로 인한 각 집단별 항산화 효소 (CAT) 변화를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 시기별 변화에 따른 CAT 활성에서 placebo 섭취군의 경우, 섭취 전 4.86 \pm 0.82 IU/mg, 4주 후 4.86 \pm 0.66 IU/mg로 유의한 변화는 없었고, 대두 펩타이드 섭취

Table 3. Comparison of serum CAT level between the placebo and S-peptide group

	Before		2 weeks		4 weeks	
	Placebo	S-peptide	Placebo	S-peptide	Placebo	S-peptide
CAT (IU/mg/protein)	4.86 ± 0.82	4.71 ± 0.85	4.95 ± 0.44	4.83 ± 0.58	4.86 ± 0.66	5.01 ± 0.51*
Mean ± S.D.	*P<0.05 significantly different from start in each group.					

Table 4. Comparison of serum MDA level between the placebo and S-peptide group

	Before		2 weeks		4 weeks	
	Placebo	S-peptide	Placebo	S-peptide	Placebo	S-peptide
MDA (μmol/L)	3.42 ± 0.62	3.54 ± 0.55	3.41 ± 0.62	3.61 ± 0.81	3.48 ± 0.75	3.42 ± 0.36
Mean ± S.D.						

Table 5. Comparison of serum cortisol level between the placebo and S-peptide group

	Before		2 weeks		4 weeks	
	Placebo	S-peptide	Placebo	S-peptide	Placebo	S-peptide
Cortisol (μg/dL)	15.6 ± 0.55	14.9 ± 0.73	14.9 ± 0.68	14.5 ± 0.66	13.8 ± 0.27*	13.2 ± 0.58*
Mean ± S.D.	*P<0.05 significantly different from start in each group.					

군은 섭취 전 4.71 ± 0.85 IU/mg, 섭취 4주 후 5.01 ± 0.51 IU/mg로 유의한 증가가 나타났다 ($P<0.05$). 한편 섭취 후의 비교에서 2주차에는 플라시보와 시험물질 투여군의 경우 투여 전과 비슷한 경향이 관찰되었고 반면 4주차에서는 대두 펩타이드 섭취군에서 증가하는 경향이 관찰되었다.

지질과산화 (MDA)의 변화

4주간의 운동과 대두 펩타이드 섭취 병행으로 인한 각 집단별 지질과산화 (MDA) 활성도 변화를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 시기별 변화에 따른 MDA 활성에서 placebo 섭취군의 경우, 섭취 전 3.42 ± 0.62 μmol/L, 4주 후 3.48 ± 0.75 μmol/L로 증가하는 경향이 나타났고, 대두 펩타이드 섭취군의 경우, 섭취 전 3.54 ± 0.55 μmol/L, 섭취 4주 후 3.42 ± 0.36 μmol/L로 감소하는 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 투여기간 중의 비교에서는 2주차에서는 플라시보 섭취군 대비 대두 펩타이드 섭취군에서 증가하는 경향을 4주차에서는 감소하는 경향이 관찰되었다.

코티졸 (Cortisol)의 변화

4주간의 운동과 대두 펩타이드 섭취 병행으로 인한 각 집단별 코티졸 (cortisol) 활성도 변화를 측정된 결과는

Table 5과 같다. 시기별 변화에서 placebo군은 섭취 전 15.6 ± 0.55 μg/dL, 섭취 4주 후 13.8 ± 0.27 μg/dL로 유의한 감소가 나타났고, 대두 펩타이드 섭취군에서도 섭취 전 14.9 ± 0.73 μg/dL, 섭취 4주 후 13.2 ± 0.58 μg/dL로 유의한 감소가 나타났다 ($P<0.05$). 투여기간 중의 비교에서는 2주차와 4주차 모두에서 감소하는 경향을 보였다.

사이토카인 (Cytokine)의 변화

유도 선수의 4주간의 운동과 대두 펩타이드 섭취 병행에 의한 사이토카인 TNF-α와 IL-6을 측정된 결과는 다음의 Fig. 1, 2와 같다. 시기별 변화에 따른 TNF-α 농도 변화에서 섭취 전에 비해 4주 후 두 군 모두 유의한 감소가 나타났고, 특히 대두 펩타이드 섭취군의 TNF-α 농도에서 섭취 전 31.25 ± 4.53 pg/L, 섭취 4주 후 24.48 ± 7.47 pg/L로 유의한 감소를 보였다 ($P<0.01$). IL-6의 경우, placebo군은 섭취 전에 비하여 2주, 4주 후 감소하는 경향을 보였지만 유의한 차이는 관찰할 수 없었다. 한편, 대두 펩타이드 섭취군의 경우 4주 후 섭취 전과 비교하여 유의한 감소가 나타났다 ($P<0.01$). 투여기간 중의 비교에서 TNF-alpha의 경우 2주차와 4주차에서는 모두에서 감소하는 경향을 보였다. 이는 IL-6에서도 TNF-alpha에 서와 비슷한 결과를 보였다.

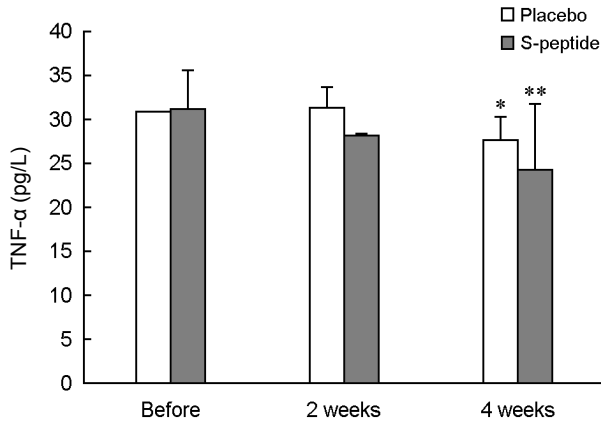


Fig. 1. Comparison of serum TNF-alpha level between the placebo and S-peptide group. * $P < 0.05$ and ** $P < 0.01$ indicate a significant difference between before and 2 weeks or between before and 4 weeks in each group.

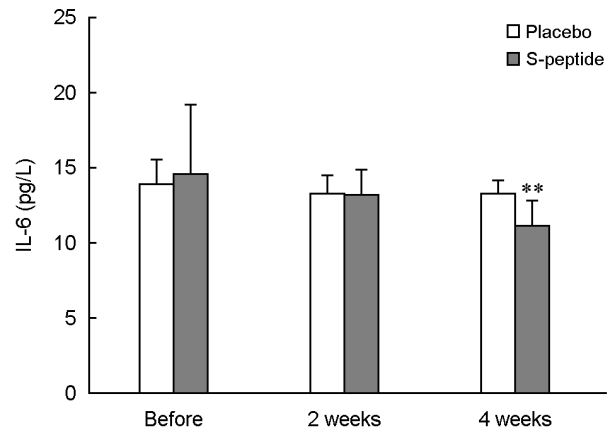


Fig. 2. Comparison of serum IL-6 level between the placebo and S-peptide group. * $P < 0.05$ and ** $P < 0.01$ indicate a significant difference between before and 2 weeks or between before and 4 weeks in each group.

고 찰

최근 운동 수행능력 향상에 대한 관심이 고조되면서 운동에 따른 산화적 손상 정도의 최소화와 피로억제에 관련하여 인체에 좀 더 친화적이면서 항산화력은 물론 항암, 항바이러스 등 다양한 생물학적 기능을 수행하는 다기능 천연물질들에 대한 연구들이 활발하게 이루어지고 있다 (Kim et al., 2003; Brown, 2004). 대표적으로 알려진 항산화 기능성 물질에는 토코페롤, 페놀류, 아미노산, 펩타이드, 비타민 C, 베타카로틴 등이 있으며 (Omwamba, 2010), 그 중에서도 우유, 어육, 대두, 누에고치 등의 단백질 분해과정에서 생기는 펩타이드는 체내에서 소화관을 통과하는 동안 소화 효소에 의해 아미노산으로 분해되어 소장에서 흡수되거나 일부는 아미노산이 여러 개 결합된 펩타이드 상태로 흡수되어 지질대사 촉진기능이 있는 것으로 알려져 있어 다이어트 식품과 영양보조물 등에 응용되고 있다 (Lee et al., 2003; Choi, 2006). 이에 본 연구에서는 대두단백질 가수분해물인 대두 펩타이드가 운동 시 유발되는 산화적 손상 억제력과 코티졸 및 염증 유발 사이토카인활성에 미치는 효능을 규명하기 위해 실시하였다.

인체는 산화적 스트레스를 유발하는 반응성 산화물을 제거하고 대응하기 위한 다양한 방어기전을 가지고 있는데 (Kono and Fridovich, 1982), 그 중 superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPX) 등 항산화 효소의 발현을 증가시키는 방법이 대표적으로 알려져

있다 (Packer, 1991). Jin 등 (1998)은 20대 후반의 건강한 남성에게 고강도의 운동을 실시한 후 총항산화능 감소와 지질과산화 증가를 관찰하여 운동 직후 활동근이 저산소 상태가 되어 조직의 손상을 증가시킨다고 보고하였다. 한편, 대두 펩타이드의 원재료가 되는 대두에 관한 선행 연구에서 Bazzoli 등 (2002)은 건강한 여대생에게 하루 40 g의 대두단백 식이와 유청단백 식이를 4주간 급여한 바 대두단백 섭취군에서 혈청 지질과산화 억제와 총항산화능 증가가 관찰되었다고 보고한 바 있고, Lee (2006)는 당뇨 유발 흰쥐에게 콩 단백질 섭취 시 제니스테인군보다 TBARS는 감소시키고 SOD는 증가시켜 운동 시 콩 단백질 섭취가 항산화기전에 도움을 줄 것이라고 보고하였다. 대두 가수분해물에 대한 선행 연구에서도 Han 등 (2008)은 서리태 가수분해물 식이와 카페인 식이를 4주간 수컷 흰쥐에게 투여한 결과, 총항산화력이 활성화되는 효과를 보고하였다. 본 연구에서도 대두 펩타이드 섭취에 따라 유도 선수들의 총항산화능 (TAS)과 항산화 효소 (CAT) 활성이 유의한 증가를 보였고, 지질과산화 (MDA)는 감소하는 경향을 보였다. 즉, 운동 중 대두 펩타이드 섭취는 산화적 스트레스를 유발하는 반응성 산화물을 제거함으로써 항산화 효소활성을 증가시키는 것으로 사료되어지며, 지질과산화의 유의한 감소가 없었지만 긍정적인 경향을 나타내어 향후 대두 펩타이드 섭취수준에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

코티졸은 신체적, 정신적 스트레스에 의해 부신수질에서 분비되는 대표적인 스트레스 호르몬으로 운동형태, 강도, 기간에 의해 영향을 받는다 (Paccotti et al., 2005).

특히, 인체 내의 코티졸 양의 증가가 지속되면 비만, 고혈압, 당뇨 등의 성인병 질병 발생 위험이 높아지며 만성피로, 우울증, 생리불순, 식욕 증가 등과도 관련 있다 (McCall et al., 1999; Raastad et al., 2000). 선행 연구에 의하면 혈중 코티졸의 수준은 운동 시간이 짧거나 운동량이 적을 경우 감소하게 되고, 운동 시간이 길거나 운동량이 많을 경우 증가하는 것으로 보고되고 있다 (Kuoppasalmi et al., 1980). Chang 등 (2003)은 저항성 운동 시 동일한 운동 강도에서 운동량만의 변화로 운동 스트레스가 발생하여 코티졸이 상승하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 지속적인 과도한 운동을 하는 유도 선수들의 대두 펩타이드 섭취는 시기에 따라 코티졸의 수준을 감소시키는 것으로 나타나 대두 펩타이드가 운동 스트레스를 완화시켜 준 것으로 사료된다.

근육에서 분비되는 IL-6는 염증발생과정에서 면역기능 수행과 관련성을 가지며, 운동 후 급격하게 증가한다. Fischer (2006)는 IL-6는 운동의 형태보다는 운동의 강도와 지속 시간에 의해 영향을 받으며, 적정 강도 이상에서 많은 근육량이 동원되는 장기간의 운동 시 IL-6 분비가 현격하게 증가하게 된다고 보고하였다. 지방 및 근육조직에서 분비되면서 염증 유발성 사이토카인으로 간주되는 TNF- α 는 동물과 사람에게서 비만 및 인슐린 저항성과 관련성을 가진다 (Hotamisligil et al., 1993). Drenth 등 (1998)은 중등도 운동은 TNF- α 를 감소시키거나 변화가 없다고 보고하였고 Pedersen 등 (2001)은 고강도 운동은 TNF- α 를 증가시킨다고 보고하였다. 본 연구에서는 지속적인 고강도 운동을 하는 유도 선수들의 대두 펩타이드 섭취는 근육량 감소와 인슐린 저항성 등과 같은 질환을 초래하는 염증성 사이토카인의 수준을 저하시켜 운동수행능력을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 지원으로 수행한 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Aebi H. Catalase *in vitro*. Methods Enzymol. 1984. 105: 121-126.
- Barnes S, Grubbs C, Setchell KD, Carlson J. Soybeans inhibit mammary tumors in models of breast cancer. Prog Clin Biol Res. 1990. 347: 239-253.
- Bazzoli DL, Hill S, DiSilvestro RA. Soy protein antioxidant actions in active, young adult women. Nutrition Research. 2002. 22: 807-815.
- Brown EC, DiSilvestro RA, Babaknia A, Devor ST. Soy versus whey protein bars: effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status. Nutr J. 2004. 3: 1-5.
- Chang YS, Kang HY. Effects of exercise volume on plasma human growth hormone, testosterone and cortisol secretions during resistance exercise. The Korean Journal of Physical Education. 2003. 42: 429-437.
- Chinda D, Umeda T, Shimoyama T, Kojima A, Tanabe M, Nakaji S, Sugawara K. The acute response of neutrophil function to a bout of judo training. Luminescence. 2003. 18: 278-282.
- Choi SY. Roles of soy peptide on the korean traditional fermented foods. Food Industry and Nutrition. 2006. 11: 19-26.
- Drenth JP, Krebbers RJ, Bijzet J, van der Meer JW. Increased circulating cytokine receptors and *ex vivo* interleukin-1 receptor antagonist and interleukin-1beta production but decreased tumour necrosis factor-alpha production after a 5-km run. Eur J Clin Invest. 1998. 28: 866-872.
- Eom WS. The effect of 12 weeks aerobic exercise with different exercise intensity on lipid peroxidation (MDA) and antioxidant enzyme (SOD). Exercise Science. 2004. 13: 335-350.
- Fischer CP. Interleukin-6 in acute exercise and training: what is the biological relevance? Exerc Immunol Rev. 2006. 12: 6-33. Review
- Han ES, Lee HJ, Shon DH. Effect of digestibility of soybean peptides on the concentration of serum cholesterol in rats. The Korean Journal Nutrition. 1993. 26: 585-592.
- Han YH, Park SK, Kim HY. Effect of soy protein hydrolyzate on lipid metabolism and antioxidant activity in the rat. Korean J Nutr. 2008. 41: 119-126.
- Hotamisligil GS, Shargill NS, Spiegelman BM. Adipose expression of tumor necrosis factor-alpha: direct role in obesity-linked insulin resistance. Science. 1993. 259: 87-91.
- Jin YS, Rhyu HS, Park JY, Lee HJ, Kim YK, Song W, Jee YS, Han GS. The changes of blood total antioxidant and MDA concentration with different exercise intensities. Korean Society of Sports Medicine. 1998. 16: 252-258.
- Kennedy AR. The evidence for soybean products as cancer preventive agents. J Nutr. 1995. 125: 733S-743S.
- Kim SH, Chang MJ, Lee SG, Chang WS, Choi HH, Sung JH. The effect of ginseng administration on malondialdehyde and total antioxidant status of the blood in human. The Korean Journal of Physical Education. 2003. 42: 661-668.

- Kim SO. Research and industrial trend of the functional components of soybean. *Food Science and Industry*. 2006. 39: 2-10.
- Kim SS, Ha SH, Yoo JH. The effects of long term submaximal exercise and red ginseng administration on the antioxidant enzymes and lipid peroxidation during maximal exercise. *Journal of Coaching Science*. 2006. 8: 233-242.
- Kono Y, Fridovich I. Superoxide radical inhibits catalase. *J Biol Chem*. 1982. 257: 5751-5754.
- Kuoppasalmi K, Näveri H, Härkönen M, Adlercreutz H. Plasma cortisol, androstenedione, testosterone and luteinizing hormone in running exercise of different intensities. *Scand J Clin Lab Invest*. 1980. 40: 403-409.
- Lee BY. Physiological activities and application of soy peptide. *Food Industry and Nutrition*. 2006. 11: 1-12.
- Lee JS. Effects of soy protein and genistein on blood glucose, antioxidant enzyme activities, and lipid profile in streptozotocin-induced diabetic rats. *Life Sci*. 2006. 79: 1578-1584.
- Lee MS, Kim DM, Cho BN, Koo SJ, Jew SS, Jin DK, Lee SH. Study on consequent body fat and serum lipid metabolism after cocoon hydrolysate, green tea leaves and dietary fiber supplementation. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 2003. 46: 123-129.
- Lee YM, Jung MH, Lee YS, Song JH. Effect of genistein and soy protein on lipids metabolism in ovariectomized rats. *The Korean Journal Nutrition*. 2005. 38: 267-278.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem*. 1951. 193: 265-275.
- McCall GE, Byrnes WC, Fleck SJ, Dickinson A, Kraemer WJ. Acute and chronic hormonal responses to resistance training designed to promote muscle hypertrophy. *Can J Appl Physiol*. 1999. 24: 96-107.
- Omwamba M, Hu Q. Antioxidant activity in barley (*Hordeum Vulgare* L.) grains roasted in a microwave oven under conditions optimized using response surface methodology. *J Food Sci*. 2010. 75: C66-73.
- Paccotti P, Minetto M, Terzolo M, Ventura M, Ganzit GP, Borrione P, Termine A, Angeli A. Effects of high-intensity isokinetic exercise on salivary cortisol in athletes with different training schedules: relationships to serum cortisol and lactate. *Int J Sports Med*. 2005. 26: 747-755.
- Packer L. Protective role of vitamin E in biological systems. *Am J Clin Nutr*. 1991. 53: 1050S-1055S. Review.
- Pedersen BK, Steensberg A, Schjerling P. Exercise and interleukin-6. *Curr Opin Hematol*. 2001. 8: 137-141. Review.
- Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiol Rev*. 2008. 88: 1243-76.
- Prior RL, Cao G. *In vivo* total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. *Free Radic Biol Med*. 1999. 127: 1173-1181.
- Raastad T, Bjørø T, Hallén J. Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2000. 82: 121-128.
- Seo HB, Lee HH, Lee YK, Jeon HR, Jeon BD, Ryu SP, Kim YB, Youn SJ, Lee SC. Effects of soybean protein feeding and exercise training on blood Lipids concentrations, SOD and MDA in rats. *The Korean Journal of Physical Education*. 2008. 47: 771-779.
- Wilson T, March H, Banz WJ, Hou Y, Adler S, Meyers CY, Winters TA, Maher MA. Antioxidant effects of phyto- and synthetic-estrogens on cupric ion-induced oxidation of human low density lipoproteins *in vitro*. *Life Science*. 2002. 70: 2287-2297.
- Yaqi K. A simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma. *Biochem Med*. 1976. 15: 212-216.