



해마 섭취가 여성 노인의 근육량, 운동수행능력 및 관련 혈액인자에 미치는 영향

이배진 · 박찬호 · 전병환[†]

(마린바이오프로세스 · 부경대학교 · [†]경성대학교)

Effects of Seahorse Supplementation on Muscle Mass, Exercise Performance Abilities and the Related Blood Factors in Healthy Elderly Women

Bae-jin LEE · Chan-ho PARK · Byeong-Hwan JEON[†]

(Marine bioprocess · Pukyong National University · [†]Kynugsung University)

Abstract

The purpose of this study is to identify the effects of hippocampus extract intake on improving exercise performance abilities in healthy elderly women. According to the measurement of exercise performance after 8 weeks of hippocampus ingestion, muscle mass was increased with hippocampus ingestion, but no change in obesity (BMI). While muscle endurance was increased, there was no significant increase in cardiopulmonary endurance. Also, muscle activation of the quadriceps was significantly increased in % RVC in at 60 deg/sec isokinetic motion. Among the blood factors associated with exercise performance abilities, blood lactate levels decreased significantly after 8 weeks of dietary treatment. In addition, there is little change in blood ALT and AST levels, which means that there is little hepatotoxicity can be caused by hippocampus intake. Taken together, these results suggest that ingestion of hippocampus extract for 8 weeks can improve the body composition, increase muscle endurance and muscle activity as a part of the exercise performance abilities, and reduce the blood fatigue factor associated with it.

Key words : Seahorse, Hippocampus, Exercise performance abilities, Body composition

I. 서론

경제성장과 의학기술의 발달이 평균수명을 연장시키고 노인인구를 증가시켜 2008년에 노인인구 비율은 10.3%에 이르렀고, 2018년에는 14%, 2026년에는 20%이상으로 초고령화 사회에 도달할 것으로 예측하고 있다(KOSTAT, 2008).

하지만 노인 인구 증가는 의료 및 복지비용의

사회적 부담을 가중시키는 부정적인 사회현상으로 제시되고 있으며, 사회뿐만 아니라 개인의 삶의 질과 연관되어, 노화에 대한 적극적이고 예방적이 차원의 정책과 시도가 늘어나고 있다. 따라서 고령화 속도에 따른 노인 중심의 보건의료시장의 강세가 두드러지고 있는 실정이다.

나이가 들어감에 따라 나타나는 체중변화 특히, 근육량의 감소와 체지방량의 증가는 신체기

[†] Corresponding author : 051-663-4951, mooaworld@ksu.ac.kr

* 이 논문은 2017년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(양식해마를 이용한 기능성 식품개발)에 의해 연구되었음.

능을 저하시키고, 그에 따른 근력과 근지구력 감소, 운동능력의 감소는 신체활동을 제한하고, 독립적 생활을 불가능하게 하며, 낙상위험 증가와 삶의 질 감소 등 사회적 비용을 증가시키고 업무 기능과 일상생활 기능을 감소시켜 사회참여의 기회나 삶에 질을 저하시킨다(Choi, 2016; Jang, 2016; Janssen et al., 2001). 따라서 노인들이 건강하고 활력있는 삶을 영위하는데 있어서 근력의 중요성의 강조와 함께 근력 향상에 적용될 구체적이고 실용적인 방안 제시가 필요하다.

해마(*hippocampus*)는 오래전부터 사용되어오는 전통적인 천연 식품로서 천식, 혈액순환, 신장개선, 간 기능 장애, 성기능 향상, 통증 완화 효능이 있는 것으로 알려져 있어 우리나라와 중국을 비롯한 동남아시아에서는 약제로서의 수요가 많고(Choi et al., 2006; Vincent, 1996). 항산화기능(Chen et al., 2011; Kim et al., 2016)과 항노화기능(She et al., 1995), 항암작용(Zhu, 2005) 등의 의학적 기전연구들이 이루어 졌다.

하지만, 해마의 일반적인 효능을 바탕으로 노화에 따른 신체구성과 신체기능, 특히 그에 따른 운동수행능력에 대한 퇴행을 지연시키거나 개선할 수 있는 지에 관한 운동과학적인 연구는 부족한 실정이다. 노인의 건강증진과 독립적인 활동을 위해 노화에 따른 신체구성과 기능, 그에 따른 운동수행능력 변화에 대한 해마의 효능을 표준화된 과학적 방법으로 검증하고, 이를 근거로 하여 기능성 식품으로의 개발에 적용하는 것이 절실히 필요하다.

특히 현재까지 연구된 해마 지표성분의 작용기작(간기능성 개선, 근력강화, 정자 운동성 개선)과 주요 활성기능, 유효성분을 바탕으로(Kim, et al., 2016; Nokia et al., 2016; Sanaye, et al., 2014), 노인의 신체구성과 기능, 운동수행능력 개선에 대한 해마 유효성분의 효능검증 및 정립이 필요하다. 이러한 필요성에 따라 이 연구에서는 근육량과 체지방량의 변화를 통해 노화가 진행되면서 나타나는 신체구성의 변화를 분석하고, 그에 따

른 노인의 삶의 질을 좌우하는 운동수행능력에 대한 개선효과를 검증하고자 한다.

II. 실험 방법

1. 연구대상

65세 이상의 건강한 여성노인을 대상으로 하였으며, 노인의 신체적 특성과 개인의 특수성을 고려하여 비만, 고혈압, 심혈관 질환, 당뇨, 관절염 등 만성/퇴행성 질환과 그 밖의 개인 특이적 질환을 소유한 대상자는 제외하여 선정했다. 무작위법으로 집단 배정을 하였고 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Characteristics of subjects

| | n | age(yr) | Height(cm) | Weight(kg) |
|---------|----|------------|-------------|------------|
| SHD | 20 | 66.92±2.56 | 156.78±6.77 | 56.38±6.05 |
| CON | 20 | 68.35±2.49 | 154.47±4.33 | 53.54±4.37 |
| Mean±SD | | | | |

2. 식이 처치방법

선정되어 집단배정된 피험자들은 8주 동안 해마추출물(해마추출물:유당비율=1:1(w/w) 혼합캡슐)과 유당 캡슐을 각각 섭취했다(<Table 2>).

<Table 2> Characteristics of the treated diets

| Group | SHD | CON |
|-------------------|------------------------------------|---------------|
| Daily intake | hippocampus 1g +lactate 1g | lactate 2g |
| Contents /capsule | hippocampus 250mg +lactate250mg | lactate 500mg |
| Dosage | 4 capsule/day | 4 capsule/day |

이 연구에 적용된 해마 섭취량은 사전 동물 실험에서 섭취결과가 가장 적절한 섭취량(200mg/kg)을 근거로, 200mg/kg BW/day를 체표면적 대비 환산계수 0.16을 사용하여 인체에서의 섭취량을 32mg/kgBW/day으로 환산하였다. 여기에 평균체중 60 kg을 적용한 1,920mg/day의 목표

섭취량에서 50% 수준인 1,000mg/day으로 설정하였다.

3. 신체조성

생체전기저항법(Inbody 720, Inbody, 한국)을 이용하여 전신 및 부위별 근육량과 지방량을 8주간의 식이처치 전과 처치 후에 각각 측정했다. 또한 키와 몸무게를 이용하여 비만도를 의미하는 BMI(Body mass index)를 구하였다.

4. 운동수행능력

8주간의 식이처치 전과 처치에 따른 집단간의 운동수행능력을 다음의 항목별로 각각 측정했다.

가. 심폐 지구력

(1) SaO₂(O₂ saturation, %)

흡광분석기를 이용하여 SaO₂(전체 헤모글로빈 양 중에 산소에 결합한 헤모글로빈의 양의 비율)를 측정했다.

(2) 분당 심박수(heart rate, bpm)

심혈관계 기능을 대표적인 지표 중 하나인, 휴대용 심박수 측정기기(Ploar, USA)를 이용하여 측정했다.

(3) 최고 산소섭취량(VO₂peak, ml/kg/min)

심혈관계 기능을 대표하는 지표 중 하나인, 호흡가스분석기(Quark2, Cosmed, Italy)를 이용하여 측정했다.

나. 근지구력

윗몸 일으키기, 팔굽혀펴기를 이용하여 상체 및 하체 분절에서의 최대 반복횟수(multiple repetition maximum)를 각각 측정했다.

다. 근신경계 활성화

(1) 근전도

동속성 근력측정기(Biodex, USA)를 이용하여 대퇴사두근에서의 근기능을 측정하는 동안, 8채널 무선 근전도 분석기(WEMG-8, 락싸, 한국)를

이용하여 근육의 전기적 파형으로 획득하였고, 푸리에 주파수 변환(Fourier transform)하여 total power로 활성도를 분석했다.

(2) 한발서기 시간

정적 평형성 검사를 위해, 양손은 허리를 잡고 한쪽 다리를 (번갈아가며) 들어 올린 자세를 유지하는 시간을 측정했다.

(3) 보행 시간

평형성 검사를 위해, 측정 거리(10m)를 정상적인 보행으로 걸어갔다 돌아오는데 걸리는 시간을 측정했다.

(4) 의자에 앉고 서기

하지근력을 검사하기 위해, 손을 가슴에 팔짱을 낀 자세로 30초 동안 의자에서 앉았다 일어서기를 반복한 횟수를 측정했다.

5. 운동수행능력 관련 혈액인자

식용해마섭취 전과 후 시점에서 안정시 전완정맥에서 12ml를 채혈한 후, 1,000g에서 15분 동안 원심분리로 혈장 및 30분간 혈액응고시킨 혈청을 분리했다.

가. 혈중 젖산

채취된 혈청은 젖산 분석기에서 흡광도를 이용하여 혈중 젖산농도를 측정했다.

나. 혈중 무기인산

채취된 혈청에서 Phosphomolybdate & UV(Ultraviolet Spectrophotometry) 검사법으로 분석했다.

다. 아스파르테이트 아미노전이효소(Aspartate Aminotransferase, AST)/알라닌 아미노전이효소(Alanine Aminotransferase, ALT)

운동과 관련된 조직 손상에 대한 지표로서 분리한 혈청을 혈액분석기를 이용하여 분석했다.

라. 미오글로빈

미지연성 근육통(delayed onset muscle soreness,

DOMS)의 간접적 지표로서, 혈청을 분리하여 효소면역측정법을 사용하여 측정했다.

마. 혈액요소질소(blood urea nitrogen, BUN)

단백질이나 아미노산의 이화작용 및 피로가 유발을 확인하기 위해 채취된 혈장을 분석 kit를 사용하여 요소가수분해효소(urease)와 글루탐산탈수소효소(glutamate dehydrogenase)의 결합 효소를 이용한 비색법(colorimetric method)으로 분석했다.

바. 크레아틴

혈장 내 크레아틴 함량은 Jaffe reaction을 이용한 흡광도 측정방법으로 분석했다.

6. 통계처리

실험결과는 통계 처리하여 각 집단별 측정항목의 평균(M)과 표준편차(M±SD)를 산출했으며, 각 군의 유의성 검정은 집단간 차이 및 집단내 사전 사후 변화를 독립 t-test 및 중속 t-test를 이용했다. 유의수준(α)은 .05로 설정했다.

Ⅲ. 실험 결과

1. 신체조성의 변화

8주간의 식이처치에 따른 각 군들의 신체구성 변화는 <Table 3, 4>과 같다. 실험기간 동안 SHD(해마추출물 섭취군)은 해마추출물 섭취에 따라 20.43±1.18에서 21.08±1.86로의 근육량의 증가를 확인하였고(p=.049), 유당을 섭취한 CON(대조군)에서는 비만을 의미하는 BMI(신체질량지수, Body mass index)가 22.58±2.00에서 22.98±1.51로의 증가한 것을 확인했다(p=.017). 이때, SHD군 내에서는 근육량의 증가와 체중증가에도 불구하고 BMI의 유의미한 증가를 나타내지는 못했다(p=.127). 한편 CON군 내에서의 BMI 증가는 지방량의 변화에 의한 비만을 증가를 반영하지는 못하였고, 통계적인 유의차를 나타내지 않은 지방량 변화(p=.225)와 근육량 변화(p=.497)에도 불

구하고 상호작용에 의해 통계적으로 유의미한 변화를 유발한 것으로 사료된다.

그 밖의 신체구성요소들 중에서 체중, 지방량, 체지방률, 복부지방률은 두 섭취군에서 8주간의 식이처치에 따른 통계적으로 의미있는 변화가 나타나지는 않았다.

<Table 3> Comparison of Body composition variables between SHD and CON groups

| Variables | SHD (n=20) | CON (n=20) | t | P |
|--------------------------|------------|------------|-------|-------|
| weight (Kg) | 2.07±5.79 | .13±1.31 | 1.460 | .152 |
| muscle mass(Kg) | .65±1.38 | -.17±1.12 | 2.068 | .045* |
| fat mass(Kg) | .70±4.07 | .11±.43 | .638 | .527 |
| BMI (Kg/m ²) | -.11±4.97 | .40±.69 | -.458 | .649 |
| fat mass (%) | .39±3.95 | .29±1.36 | .101 | .920 |
| AB fat mass (%) | 0±.03 | 0±.01 | .582 | .564 |

BMI: Body mass index, AB: Abdominal, Mean±SD,

*p <0.05

<Table 4> Change of Body composition for pre and post treatments within groups

| Variable | Group | Pre | Post | t | p |
|--------------------------|-------|------------|------------|--------|-------|
| weight (Kg) | SHD | 56.38±6.05 | 58.45±6.66 | -1.597 | .127 |
| | CON | 53.54±4.37 | 53.67±4.99 | -.443 | .663 |
| muscle mass(Kg) | SHD | 20.43±1.18 | 21.08±1.86 | -2.105 | .049* |
| | CON | 20.09±1.85 | 19.92±1.33 | -.693 | .497 |
| fat mass (Kg) | SHD | 19.21±4.69 | 19.91±3.42 | -.768 | .452 |
| | CON | 16.77±3.64 | 16.89±3.74 | -1.174 | .255 |
| BMI (Kg/m ²) | SHD | 24.45±5.37 | 24.34±2.78 | .099 | .922 |
| | CON | 22.58±2.00 | 22.98±1.51 | -2.613 | .017* |
| fat mass (%) | SHD | 33.55±5.34 | 33.94±3.34 | -.441 | .664 |
| | CON | 30.96±5.63 | 31.25±4.94 | -.966 | .346 |
| AB fat mass(%) | SHD | 0.87±.04 | 0.88±.04 | -.730 | .474 |
| | CON | 0.85±.02 | 0.85±.02 | -.400 | .694 |

Mean±SD, *p <0.05

2. 운동수행 능력의 변화

8주간의 식이처치에 따른 각 군들의 운동수행 능력의 변화를 구명하기 위하여, 심폐지구력과 근지구력의 변화와 근신경계의 활성화로 구분하여 측정하였다.

가. 근지구력 및 심폐지구력

심폐지구력과 근지구력에 관련된 세부항목들에 대한 결과는 <Table 5, 6>와 같이 나타났다. 특히, 8주간의 식이처치기간 동안 SHD군은 CON군에

비해 각각 상체와 하체의 근지구력을 나타내는 윗몸일으키기($p=.016$)와 팔굽혀펴기($p=.042$)가 유의하게 높게 나타났다. 한편 SHD군 내에서는 8주간의 해마추출물 섭취 후에 윗몸일으키기 횟수가 1.95 ± 1.27 회에서 2.25 ± 1.16 회로의 증가했다($p=.030$).

반면, 심폐지구력에서는 집단간 및 집단내 유의한 증가가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 해마추출물섭취에 따른 근육량의 개선효과가 근지구력을 강화시킬 수 있음을 시사한다.

<Table 5> Comparison of cardiorespiratory & muscular endurance between SHD and CON groups

| Variables | SHD(n=20) | CON(n=20) | t | p |
|---------------------------------|------------|------------|--------|-------|
| VO ₂ peak(ml/kg/min) | .25±1.06 | -.25±1.51 | 1.204 | .236 |
| SaO ₂ (%) | .40±1.53 | .050±1.19 | .805 | .426 |
| Curl-up(times) | .30±.57 | -.25±.78 | 2.531 | .016* |
| Push-up(times) | .30±.73 | -.20±.76 | 2.107 | .042* |
| heart rate(bpm) | -.40±1.53 | .40±1.04 | -1.925 | .062 |
| SBP(mmHg) | -1.0±12.49 | -.35±10.35 | -.179 | .859 |
| DBP(mmHg) | -.70±7.06 | 1.30±6.78 | -.913 | .367 |

SBP:systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, Mean±SD, *p <0.05

<Table 6> Change of cardiorespiratory endurance & muscular endurance for pre and post treatments within groups

| Variable | Group | Pre | Post | t | p |
|-------------------------------------|-------|--------------|--------------|--------|-------|
| VO ₂ peak (ml/kg/min) | SHD | 21.20±2.52 | 21.45±2.54 | -1.045 | .309 |
| | CON | 20.95±2.76 | 20.70±2.65 | .737 | .470 |
| SaO ₂ (%) | SHD | 95.05±1.66 | 95.40±1.18 | -1.022 | .320 |
| | CON | 95.20±1.10 | 95.25±.63 | -.188 | .853 |
| Curl-up (times) | SHD | 1.95±1.27 | 2.25±1.16 | -2.349 | .030* |
| | CON | 1.75±.96 | 1.45±.88 | 1.831 | .083 |
| Push-up (times) | SHD | 2.35±1.08 | 2.75±1.16 | -2.027 | .057 |
| | CON | 2.80±1.28 | 2.6±.94 | 1.165 | .258 |
| heart rate (bpm) | SHD | 78.15±3.58 | 78.80±3.88 | 1.234 | .232 |
| | CON | 77.75±3.76 | 78.15±3.58 | -1.710 | .104 |
| SBP (mmHg) | SHD | 130.10±18.37 | 129.10±16.93 | .358 | .724 |
| | CON | 133.85±17.02 | 133.50±20.86 | .151 | .881 |
| DBP (mmHg) | SHD | 78.30±8.49 | 77.60±7.04 | .443 | .663 |
| | CON | 77.00±8.53 | 78.30±9.26 | -.857 | .402 |

SBP:systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, Mean±SD, Mean±SD, *p <0.05

나. 근신경계 활성화

등속성 운동 중 근전도를 이용한 근육의 활성화 및 한발서서 버티기, 10m 보행속도, 의자에 앉고서기 등 신체균형과 조절에 관한 근신경계 활성화에 관련된 세부항목들을 측정된 결과 <Table 7, 8>과 같이 나타났다. 8주간의 식이처치 기간 동안 SHD군은 하체의 대퇴사두근을 활성화시키는 60deg/sec %RVC (relative voluntary contraction)의 등속성 운동에서 CON군에 비해 높게 나타났다(p=.032). 한편 SHD 내에서 해마추출물 섭취에 따라 60deg/sec %RVC(10sec) 조건에서

는 221.23±43.17 deg/sec에서 239.97±50.47deg/sec로 (p=.043), 60deg/sec %RVC(3rep) 조건에서는 63.29±18.55 deg/sec에서 94.82±20.66deg/sec(p=.034)로 각각 유의한 증가가 나타났다(p=.017). 특히 이러한 결과들은 8주간 해마추출물 섭취가 상체와 하체에서의 근지구력의 통계적으로 유의미하게 증가한 것과 매우 일관된 경향임을 확인할 수 있었다.

그 밖의 운동수행능력 관련 요소들은 8주간의 식이처치에 따라 통계적으로 의미있는 변화가 모두 나타나지 않았다.

<Table 7> Comparison of muscle nerve activity between SHD and CON groups

| Variables | SHD(n=20) | CON(n=20) | t | p |
|------------------------|-------------|-------------|-------|-------|
| 60 deg/sec%RVC(10sec) | 18.73±38.57 | -5.20±28.47 | 2.333 | .032* |
| 180 deg/sec%RVC(10sec) | 6.76±43.99 | -9.90±43.93 | 1.198 | .238 |
| 60 deg/sec%RVC(3rep) | 8.53±16.66 | .56±6.36 | 1.996 | .053 |
| 180 deg/sec%RVC(3rep) | 9.13±20.20 | 1.80±9.70 | 1.461 | .152 |
| 한발서서 버티기(sec) | .80±3.67 | -.35±1.63 | 1.278 | .209 |
| 10m 보행속도(sec) | -.14±1.03 | .09±1.08 | -.716 | .478 |
| 의자에 앉고서기(회) | .10±1.11 | -.25±1.74 | .756 | .455 |

RVC: relative voluntary contraction, sec: second, rep: repetition, Mean±SD, *p <0.05

<Table 8> Change of Neuromuscular activity for pre and post treatments within groups

| Variable | Group | Pre | Post | t | p |
|-----------------------|-------|--------------|--------------|--------|-------|
| 60deg/sec%RVC(10sec) | SHD | 221.23±43.17 | 239.97±50.47 | -2.172 | .043* |
| | CON | 206.59±28.73 | 201.39±25.18 | .818 | .424 |
| 180deg/sec%RVC(10sec) | SHD | 229.82±96.31 | 236.58±77.72 | -.687 | .500 |
| | CON | 216.51±35.14 | 206.61±48.71 | 1.008 | .326 |
| 60deg/sec%RVC(3rep) | SHD | 63.29±18.55 | 94.82±20.66 | -2.289 | .034* |
| | CON | 84.21±12.24 | 84.78±13.02 | -.399 | .695 |
| 180deg/sec%RVC(3rep) | SHD | 93.10±23.38 | 102.23±25.90 | -2.020 | .058 |
| | CON | 83.18±15.53 | 84.99±13.04 | -.834 | .415 |
| One-lig standing(sec) | SHD | 10.40±3.89 | 11.20±4.43 | -.972 | .343 |
| | CON | 11.70±5.07 | 11.35±4.64 | .960 | .349 |
| 10m walking test(sec) | SHD | 12.29±2.25 | 12.15±2.15 | .627 | .538 |
| | CON | 12.45±1.84 | 12.54±2.11 | -.392 | .700 |
| Chair stand (times) | SHD | 12.55±3.34 | 12.65±3.66 | -.400 | .694 |
| | CON | 13.05±3.30 | 12.80±3.77 | .641 | .529 |

Mean±SD, *p <0.05

3. 운동기능관련 혈액인자 변화

8주간의 식이처치에 따른 각 군들의 운동수행 능력과 관련된 혈액인자들에 대한 생화학적 분석을 실시하였다. 혈액 내 세부항목들에 대한 결과는 <Table 9, 10>와 같이 나타났다.

자세히 살펴보면, 8주간의 식이처치기간 동안 SHD군은 혈중젖산 농도가 CON군에 비해 유의한 감소가 나타났다($p=.036$). 한편 SHD 내에서는 8주간의 해마추출물 섭취에 따라 $2.36\pm 1.03\text{mg/dl}$ 에서 $2.13\pm .94\text{mg/dl}$ 로의 유의한 감소가 나타났다 ($p=.041$). 이러한 결과는 무산소성대사 감소에 따

른 혈중 젖산의 수준 감소를 통해 부분적인 피로 개선효과와 가능성을 시사한다.

한편, 과도한 섭취에 따른 간조직의 부담이 유발할 수 있는 염증(inflammation)이나 독성(hepatotoxicity)을 나타내는 지표인 혈중 ALT와 AST 농도 분석결과, Con 군과 마찬가지로 SDH 군에서도 유의적인 농도변화가 없는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 8주간의 해마추출물 섭취에 따른 간독성 유발의 가능성은 배제할 수 있는 것으로 여겨진다.

<Table 9> Comparison of exercise performance ability related blood factors between SHD and CON groups

| Variables | SHD(n=20) | CON(n=20) | t | P |
|----------------------------|------------|------------|--------|-------|
| Lactate(mg/dl) | -2.35±.47 | .07±.40 | -2.176 | .036* |
| inorganic phosphate(mg/dl) | -.05±.17 | -.04±.15 | -.287 | .776 |
| AST(U/l) | .60±3.18 | .85±2.58 | -.273 | .787 |
| ALT(U/l) | -2.80±8.15 | -2.25±6.00 | -.243 | .809 |
| Myoglobin(ng/ml) | -.35±2.20 | .30±.73 | -1.250 | .219 |
| BUN(mg/dl) | -.50±1.76 | .25±1.74 | -1.353 | .184 |
| Creatine(mg/dl) | .01±.07 | .03±.08 | -.613 | .543 |

AST: Aspartate Aminotransferase, ALT: Alanine Aminotransferase, BUN: Blood urea nitrogen, Mean±SD, * $p<.05$.

<Table 10> Comparison of exercise performance ability related blood factors for pre and post treatments within groups

| Variable | Group | Pre | Post | t | p |
|-----------------------------|-------|-------------|------------|--------|-------|
| Lactate(mg/dl) | SHD | 2.36±1.03 | 2.13±.94 | 2.198 | .041* |
| | CON | 2.34±1.14 | 2.41±.99 | -.772 | .449 |
| inorganic phosphate (mg/dl) | SHD | 2.88±.36 | 2.83±.37 | 1.373 | .186 |
| | CON | 2.91±.52 | 2.87±.46 | 1.192 | .248 |
| AST(U/l) | SHD | 24.80±5.69 | 25.40±4.38 | -.842 | .410 |
| | CON | 22.70±2.95 | 23.55±2.28 | -1.473 | .157 |
| ALT(U/l) | SHD | 19.40±10.91 | 16.60±7.22 | 1.536 | .141 |
| | CON | 15.15±7.75 | 12.90±3.97 | 1.675 | .110 |
| Myoglobin (ng/ml) | SHD | 54.65±4.40 | 54.30±3.57 | .709 | .487 |
| | CON | 53.75±5.32 | 54.05±4.86 | -1.831 | .083 |
| BUN (mg/dl) | SHD | 20.05±3.13 | 19.55±2.39 | 1.269 | .220 |
| | CON | 20.10±2.22 | 20.35±2.66 | -.641 | .529 |
| Creatine (mg/dl) | SHD | .81±.13 | .82±.12 | -.900 | .379 |
| | CON | .80±.13 | .83±.13 | -1.674 | .110 |

Mean±SD, * $p <.05$

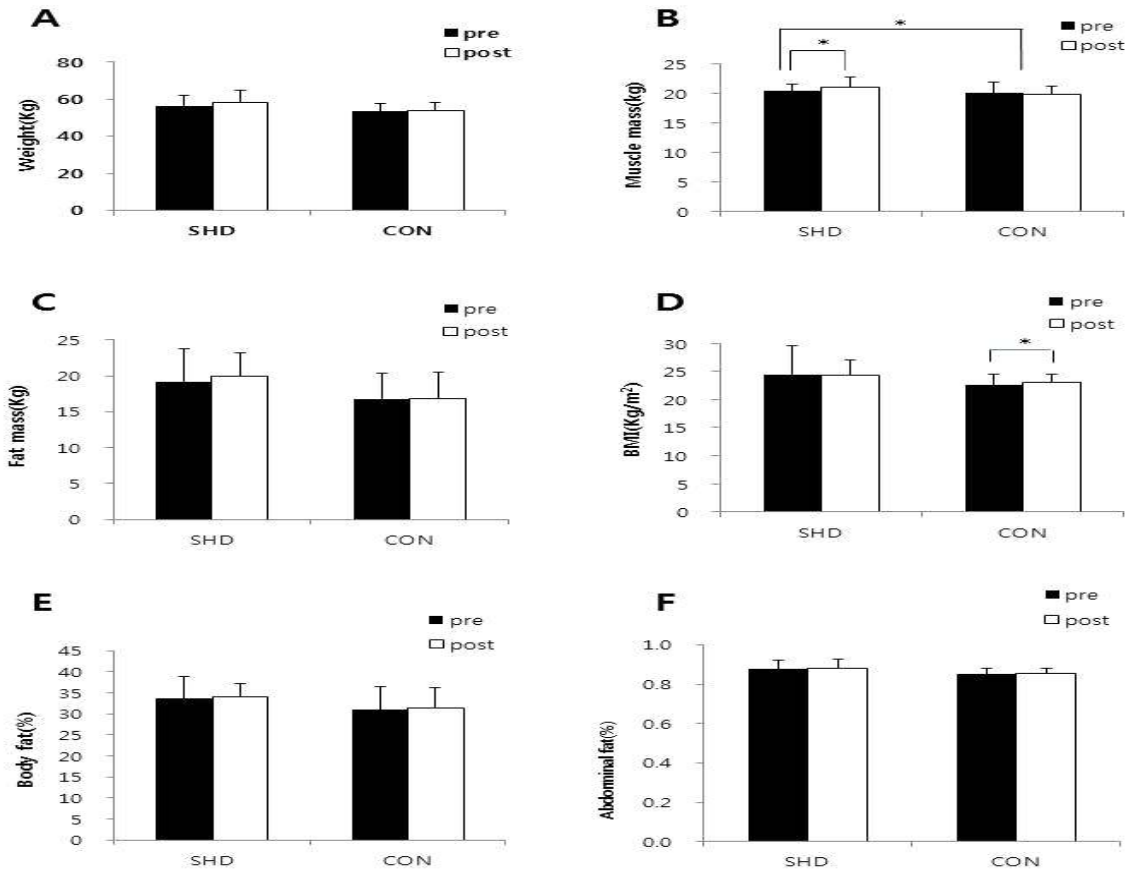
그 밖의 운동수행능력과 관련된 혈액 요소들 중에서 8주간의 식이처치에 따른 통계적으로 의미있는 변화가 두 집단에서 모두 나타나지 않았다.

IV. 논 의

해마 지표성분의 건강기능에의 작용기작과 주요 활성기능을 선행연구에 따른 해마의 약리학적 효능에 따르면, 항노화(She et al., 1995; Zhang et al., 1994)와 항산화(Chen et al., 2011; Qian et al., 2008), 기능과 같은 일반적인 기능과 항암(Zhu, 2005), 항관절염(Ryu et al., 2010) 과 같은 특이적 효능 등에 대한 결과들이 대부분이다. 이 연구에

서는 식약처 건강기능식품가이드라인에서 제안하는 운동수행능력의 효능 검증 방법을 기준으로 관련 항목들의 변화를 확인하기 위하여 8주간의 해마추출물을 식이처치를 실시하였다.

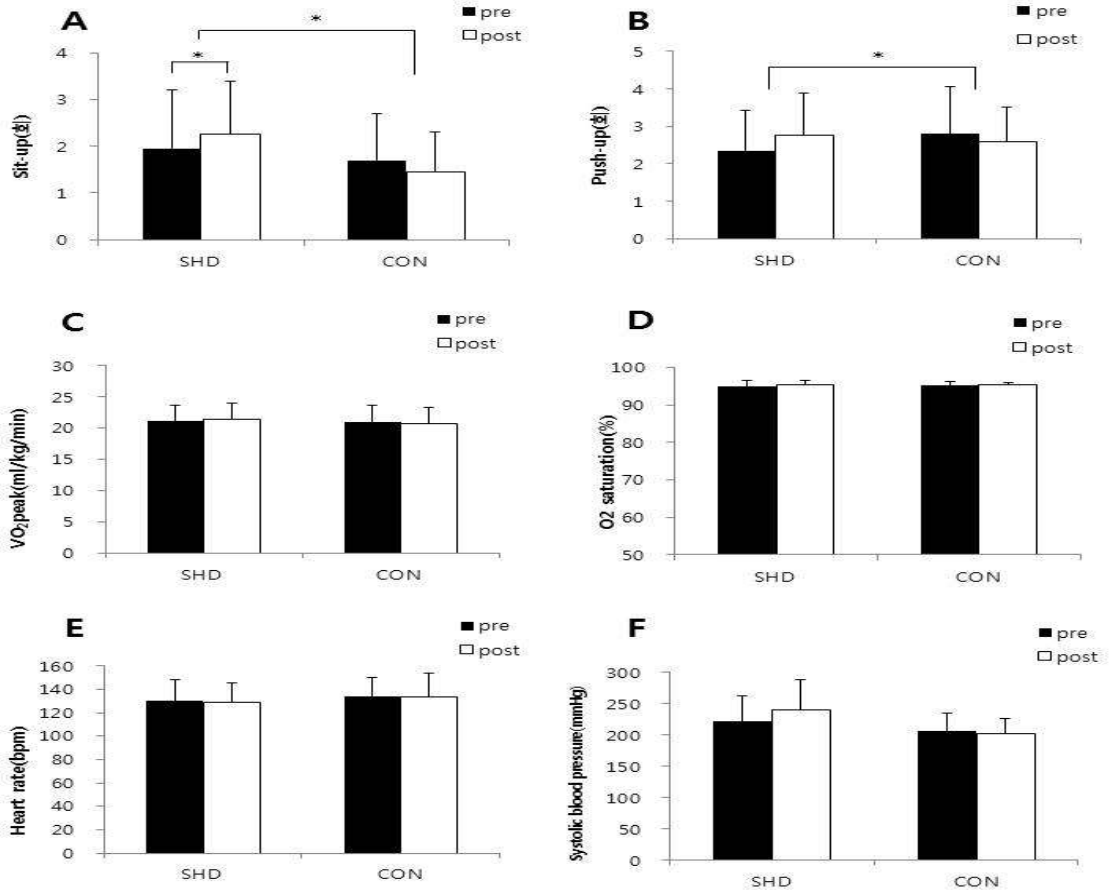
연구결과에 따르면 8주간의 해마추출물 섭취에 따라 근육량이 증가한 반면, 비만도를 의미하는 BMI는 변화가 없었다(Fig 1). 이러한 신체조성의 변화는 CON군에서의 비만도 증가와 함께 고려하면, 지방량과 근육량의 상호작용에 의해 신체조성에 긍정적인 변화를 유발한 것으로 사료된다. 이러한 변화는 노인들의 근육량 감소와 체지방 증가가 함께 나타나는 근감소비만(Baumgartner, 2000)을 예방하는데 도움이 되는 기능성 식품소재로서의 가능성이 제기될 수 있을 것이다.



[Fig. 1] Effect of sea horse extract diet for 8 weeks on body composition in elderly. *p <0.05

한편 노화가 진행되면서 나타나는 신체기능의 퇴행 중 근육량 감소와 같은 신체조직 성분의 변화가 신체기능의 감소를 유발하게 되는데, 노인들의 근지구력과 근활성도의 감소는 근감소증의 대표적인 근기능 감소의 결과가 될 수 있다 (Baumgartner et al., 2004).

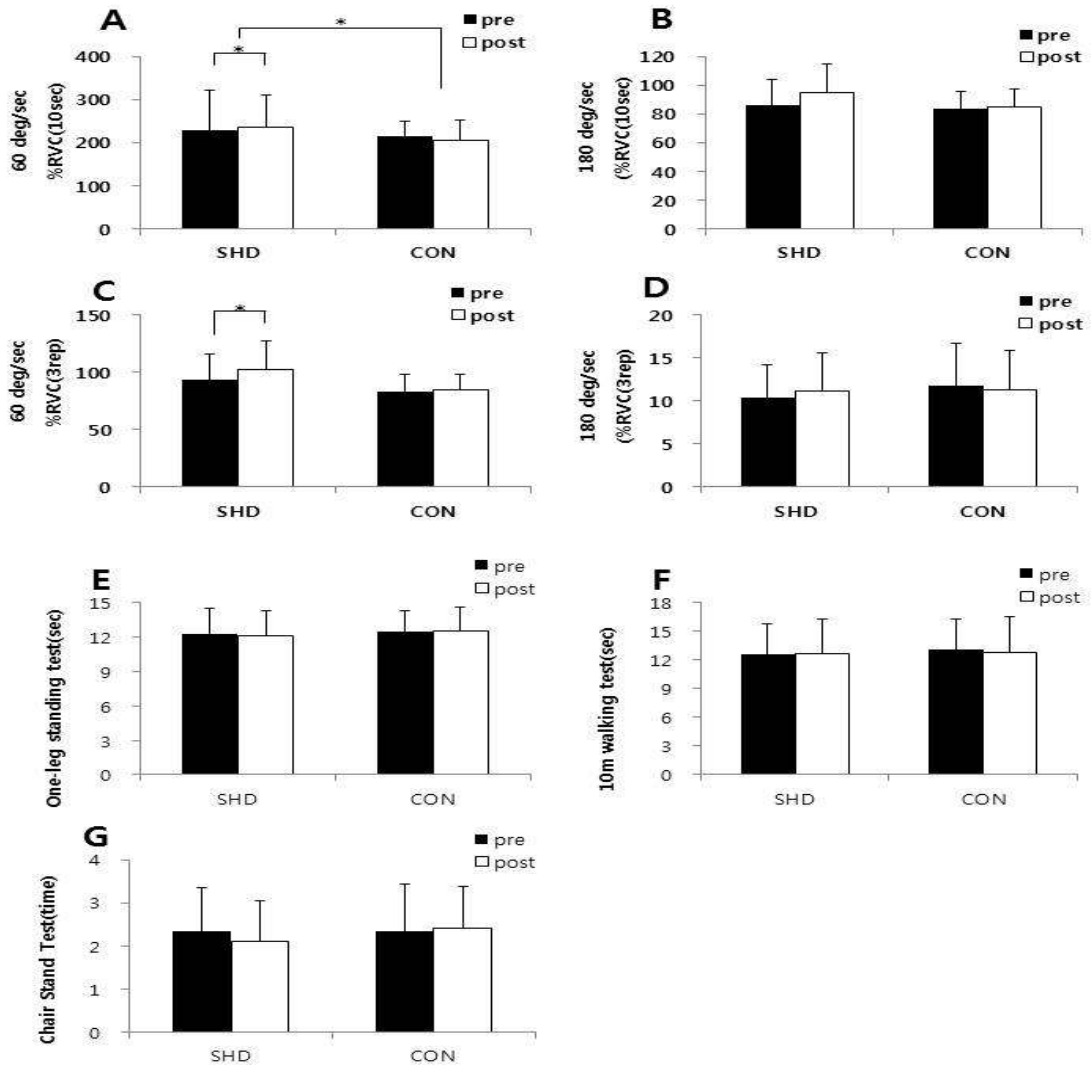
신체분질을 반복적으로 들어 올릴 수 있는 최대 반복횟수를 통해 근지구력을 측정한 결과들에서는 8주간의 해마추출물 섭취 후에 상체의 근지구력을 나타내는 팔굽혀 펴기와 윗몸일으키기 반복 횟수가 증가하는 것으로 나타났다([Fig 2]).



[Fig. 2] Effect of sea horse extract diet for 8 weeks on cardiorespiratory and muscular endurance in elderly. *p < 0.05

근육의 활성도는 근섬유가 움직임에 따라 발생하는 전기적 현상을 전극을 부착하여 그 신호를 분석함으로써 측정할 수 있다(Moritani & Muro, 1987). 이 연구에서는 등속성 운동기기를 이용하여 근력 및 근지구력 운동을 진행하는 동안 8개월 무선 EMG를 이용하여 대퇴사두근에서 근육

의 활성도를 total power로 분석했다. 그 결과 60deg/sec의 % RVC 등속성 운동 중 해마추출물 섭취에 따라 대퇴사두근에서 근활성도가 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 특히 이러한 결과는 근지구력의 유의미하게 증가한 것과 매우 관련성이 높은 것임을 예상할 수 있었다([Fig 3]).



[Fig. 3] Effect of sea horse extract diet for 8 weeks on neuromuscular activities in elderly. *p < 0.05

이를 지지하는 혈중 관련인자들의 분석결과로는 젖산 농도가 8주간의 해마추출물 섭취에 따라 사후 유의한 감소를 나타냈다([Fig 4]).

세포내에서 무산소성 대사과정을 통해 생성되는 에너지 대사의 중간생성물로서 미토콘드리아에 유입되어 유산소성 대사에 사용되거나 혈액으로 유출되어 심장이나 간에서 대사에너지로 사용되거나 당신생과정에 사용된다(Kreisberg et al., 1970). 따라서 무산소성대사 감소에 따른 혈중 젖

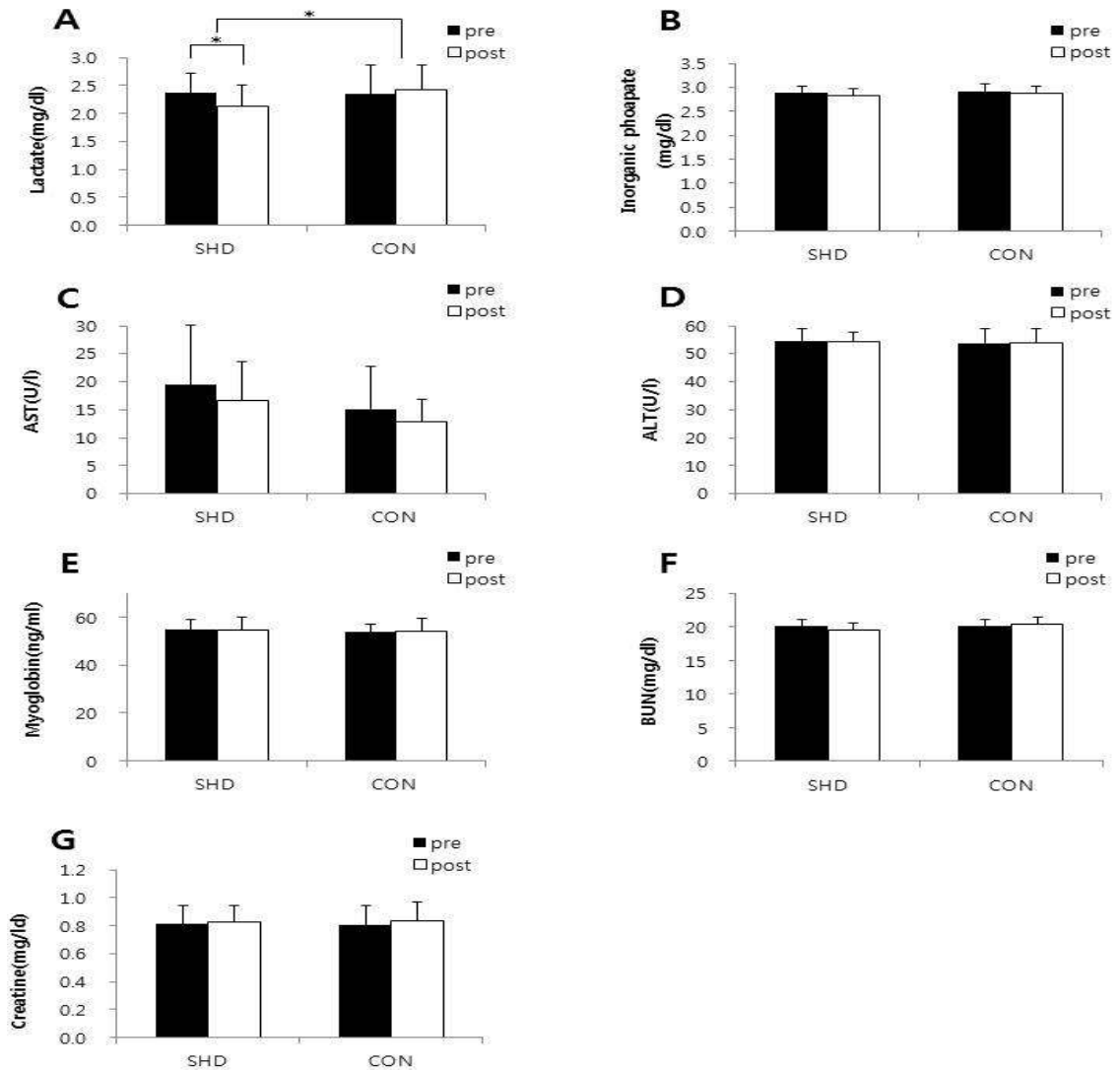
산의 수준 감소를 통해 부분적인 피로 개선효과의 가능성을 시사한다(Choi & Cho, 2014; de Andrade et al., 2017; Kim, 2016).

AST와 ALT는 아미노산 간의 아미노기 교환을 촉매하는 효소로서 심근경색증이나 간질환의 지표가 되며, 과도한 운동 후에 혈청 AST의 수준이 상승하며, ALT는 장기간의 격렬한 운동 시 글루탐산을 피루브산으로 전환시켜 단백질이 에너지로 사용되도록 하는 아미노산 대사에 관여함

으로써 운동과 관련된 조직 손상에 대한 지표가 될 수 있다(Choi et al., 2016). 8주간의 해마추출물 섭취는 간조직의 부담이 유발할 수 있는데, 이 연구에서는 염증/독성 지표인 혈중 ALT와 AST 농도가 CON군과 마찬가지로 SDH군에서도 유의적인 농도변화가 없는 것을 확인함으로써 간독성 유발의 가능성은 배제할 수 있는 것으로 여

겨진다.

이 연구결과들은 해마의 운동수행능력의 개선 효과를 운동과학적으로 검증한 기초연구로서의 가치와 함께, 이러한 효능의 체계적 기준수립과 관리를 위한 검증기준이 될 것이며, 이것을 원료로 건강기능식품의 개발 등에 필요한 구체적인 근거를 제시할 수 있을 것으로 사료된다.



[Fig. 4] Effect of sea horse extract diet for 8 weeks on exercise performance ability related blood factors in elderly. *p < 0.05

V. 결론 및 제언

8주간의 해마추출물을 섭취한 후 운동수행능력의 개선효과들은 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 신체조성의 변화에서는 해마추출물 섭취에 따라 근육량이 증가하였다. 비만도(BMI)의 변화는 없었지만, CON에서의 BMI 증가에 대한 예방적 효과를 확인했다.

둘째, 해마추출물 섭취 후에 운동수행력을 측정한 결과에 따르면, 근지구력이 증가한 반면, 심폐지구력에서는 집단간 및 집단내 유의한 증가가 나타나지 않았다. 또한 60deg/sec의 % RVC 등속성 운동 조건에서 하체의 대퇴사두근 활성도가 높게 나타났다.

셋째, 이러한 운동수행능력과 관련된 혈액인자들 중에서 8주간의 식이처치에 따라 혈중젖산 농도가 유의한 감소가 나타났다. 한편 혈중 ALT와 AST 농도의 변화가 없어 과도한 섭취로 유발될 수 있는 간독성 문제는 낮은 것으로 여겨진다.

이러한 결과들을 종합해보면, 8주간의 식용해마 추출물 섭취는 운동수행능력 증가에 따른 신체조성의 개선, 근지구력과 근활성도 증가, 그리고 이와 관련된 혈액내 피로인자의 감소 등 식약처 건강기능식품가이드라인에서 제안하는 운동수행능력 개선 가능성에 대한 효과들을 지지할 수 있다. 이 연구결과를 바탕으로 추후 연구에서는 일반적인 노인의 운동능력 개선효과를 구명하기 위하여 남성, 다양한 연령대에 적용할 필요성이 있으며, 운동능력관련 혈액인자들의 관계를 뒷받침하기 위한 기전연구 등이 강화되어야 할 것으로 사료된다.

References

Baumgartner, R. N.(2000). Body composition in healthy aging, *Ann N Y Acad Sci* 904, 437~48.
 Baumgartner, R. N · Wayne, S. J · Waters, D. L · Janssen, I · Gallagher, D. and Morley, J.E.(2004).

Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly, *Obes Res.* 12(12), 1995~2004.
 Chen, C. B · Yuan, X. H · Chen, Z. and Yi, M. H.(2011). Study on extraction and antioxidant activities of liquefied protein of three spot hippocampus, *Chinese Tropical Medicine.* 11, 329~331.
 Choi, E. Y. and Cho, Y. O.(2014). The influence of different durations of aerobic exercise on fuel utilization lactate level and antioxidant defense system in trained rats, *Nutr Res Pract* 8(1), 27~32.
 Choi, K. M.(2016). Sarcopenia and sarcopenic obesity, *Korean J Intern Med* 31(6), 1054~1060.
 Choi, W · Reid, S · Ryu, J · Kim, Y· Jo, Y. and Jeon, B. H.(2016). Effects of γ -aminobutyric acid-enriched fermented sea tangle (*Laminaria japonica*) on brain derived neurotrophic factor-related muscle growth and lipolysis in middle aged women, *ALGAE* 31(2), 175~187
 Choi, Y. U · Rho, S · Jung, M · Lee, Y. and Noh, G.(2006). Parturition and Early Growth of Crowned Seahorse *Hippocampus coronatus* in Korea, *Journal of Aquaculture* 19(2), 109~118
 de Andrade, VL · Papoti, M · Zapattera, Campos E · Kalva-Filho, C · Bucken, Gobbi R · Palucci, Vieira LH · Souza, Bedo B. and Pereira, Santiago P. R.(2017). Lactacidemic variation and movement patterns during anaerobic power test, *J Sports Med Phys Fitness*, [Epub ahead of print]
 Jang, H. C.(2016). Sarcopenia· Frailty· and Diabetes in Older Adults, *Diabetes Metab J* 40(3), 182~9
 Janssen, I.(2011). The epidemiology of sarcopenia, *Clin Geriatr Med* 27(3), 355~63.
 Kim, K.(2016). Sports Scientific Characteristics of Marathon, *Korean J Sports Med* 34(1), 19~27.
 Kim, H, S · Shin, B · Kim, S. Y · Wang, L· Lee, W. W · Kim, Y. T · Rho, S · Cho, M. and Jeon, Y.(2016). Antioxidant Activity of Pepsin Hydrolysate Derived from Edible Hippocampus abdominalis in vitro and in Zebrafish Models, *Korean J Fish Aquat Sci* 49(4), 445~453.
 KOSTAT. 2008. Population composition trend by age(future population estimation). www.kostat.go.kr.
 Kreisberg, R. A · Pennington, L. F. and Boshell, B.

- R.(1970). Lactate turnover and gluconeogenesis in normal and obese humans. Effect of starvation, *Diabetes* 19(1), 53~63.
- Moritani, T. and Muro, M.(1987). Motor unit activity and surface electromyogram power spectrum during increasing force of contraction, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 56(3), 260~5.
- Nokia, M. S · Lensu, S · Ahtiainen, J. P · Johansson, P. P · Koch, L. G · Britton, S. L. and Kainulainen, H.(2016). Physical exercise increases adult hippocampal neurogenesis in male rats provided it is aerobic and sustained, *J Physiol* 594(7), 1855~73.
- Qian, Z. J · Ryu, B. M · Kim, M. M. and Kim, S. K.(2008). Free radical and reactive oxygen species scavenging activities of the extracts from seahorse *Hippocampus kuda* Bleeler, *Biotechnol Bioproc E* 13, 705~715.
- Ryu, B. M · Qian, Z. J. and Kim, S. K.(2010). SHP-1 a novel peptide isolated from seahorse inhibits collagen release through the suppression of collagenases 1 and 3 nitric oxide products regulated by NF-kB/P38 kinase, *Peptides* 31, 79~87.
- Sanaye, S. V · Pise, N. M · Pawar, A. P · Parab, P. P · Sreepada, R. A · Pawar, H. B. and Revankar, A. D.(2014). Evaluation of antioxidant activities in captive-bred cultured yellow seahorse *Hippocampus kuda* (Bleeker 1852), *Aquaculture* 434(20), 100~107.
- She, M · He, G. X · Chen, H. and Jin, Z. J.(1995). An experimental study of five species halobios on anti-aging activity, *Chinese J Mar Drugs* 53, 30~34.
- Vincent, A. C. J.(1996). *The International Trade in Seahorses* Cambridge UK: TRAFFIC International
- Zhang, Z. H · Xu, G. J · Xu, L. S. and Wang, Q.(1994). Inhibitory effects of *Hippocampus SPP* extracts on L-glutamic acid induced Ca influx in rats' neurons, *Chinese J Mar Drugs* 52, 6~9.
- Zhu, A. M.(2005). Pharmacologic researches on ethanol extracts from *Hippocampus*, *Chinese Pharmaceutical Affairs* 19, 23~24
-
- Received : 07 December, 2017
 - Revised : 03 January, 2018
 - Accepted : 12 January, 2018