

최 중
연구보고서

GA0675-07024

국내산 식물자원으로부터 근력 향상능력이
우수한 기능성식품의 개발

Development of functional food for improvement of
muscular strength using korean medicinal plants

연구기관

한국식품연구원

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “국내산 식물자원으로부터 근력 향상능력이 우수한
기능성식품의 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 5월 24일

주관연구기관명: 한국식품연구원

총괄연구책임자 : 이 창 호

세부연구책임자 : 김 인 호

세부연구책임자 : 김 영 언

연 구 원 : 한 대 석

연 구 원 : 성 기 승

연 구 원 : 송 태 철

연 구 원 : 권 은 경

위탁연구기관명 : 연세대학교

위탁연구책임자 : 백 일 영

연 구 원 : 정 준 호

연 구 원 : 김 영 일

참여기업 : (주) 다사랑 대표 양 동 흠

요 약 문

I. 제 목

국내산 식물자원으로부터 근력 향상능력이 우수한 기능성식품의 개발

I. 연구개발의 목적 및 중요성

생활체육의 보편화로 일부에서 운동중독을 야기하거나 과도하고 급작스러운 운동 수행으로 인한 부작용 및 건강에 대한 지나친 관심으로 약물복용과 효능 및 안전성이 확보되지 않은 식품섭취로 인하여 발생하는 피해사례가 꾸준히 증가하고 있다. 약물 복용의 대표적 사례인 스테로이드 투여가 골격근의 소모를 초래한다는 연구결과가 보고된 이래 스테로이드와 같은 약물을 대신 할 대체물에 대한 연구가 활발히 진행 되었다. 스포츠 생리학 분야에서 근력 및 운동 수행 능력 향상을 위한 보조제(ergogenic aids)에 관한 많은 연구가 이루어지고 있으며 특히 단백질보충제 및 아미노산이 근력 및 운동수행능력에 미치는 영향등에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이들 연구에 의하면 웨이트 트레이닝과 단백질 보충제와의 영향에 관한 연구에서 단백질 보충제와 함께 적절한 운동 프로그램을 병행할 경우 근력을 향상시킨다는 보고가 있으나 현재까지 소재에 따른 근력향상 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, 혈당 강하, 항염증작용, 항당뇨 및 항암효과 등에 국한되어 왔으며 근력과 관련한 효능 및 생화학적 요인 규명에 대한 연구는 부족한 실정이다. 최근 근력 및 운동 수행 능력 향상과 관련하여 인삼의 운동 수행 능력 향상, 한약재에 의한 근력강화효능 등 부분적으로 연구가 이루어지고 있다. 따라서 본 연구는 동물실험, 인체시험을 통하여 근력측정 및 혈액의 피로요소를 분석하여 생약 열수추출물의 근력 향상 효능을 탐색하고 이로부터 근력 향상용 기능성 음료를 개발 하고자 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 근력강화 효능 생약재 소재 선정

- 동물실험을 통한 근력향상 효능 평가
- 인체 시험을 통한 근력 향상 효능 평가
- 생화학적 분석을 통한 근력 향상능력 평가
- 근력향상 효능이 우수한 생약재 선정

2. 생약재추출물과 근력강화보조제의 효능 비교평가

- 동물실험을 통한 순간근력 향상 효능 비교 평가
- 인체시험을 통한 순간근력 향상 효능 비교 평가

3. 근력 향상 시제품 개발

- 시제품의 근력향상 효능 분석 평가
- 운동선수를 대상으로 제품의 임상적 효능 평가

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구결과

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

근력측정 시스템을 이용하여 측정된 실험동물의 근력 변화를 총 4주에 걸쳐 분석한 결과 오가피, 홍삼, 함초 추출액 급여군에서 대조구와 비교하여 유의적인 근력 향상 효능이 나타났으며 이중 홍삼과 함초를 선별하여 인체시험을 실시하였다. 인체시험을 통한 근력 측정은 Cybex Test를 이용하여 근력의 향상도를 직접적으로 관찰하였고, 1RM Test로부터 산출한 85% 강도의 근력 트레이닝으로

유도된 근 손상을 혈중 성분을 통하여 관찰함으로써 근력의 향상도를 간접적으로 관찰하였다.

4주간의 위약, 홍삼, 함초 투여 후 체중 및 체지방의 변화는 없었으며, Cybex Test를 통한 근력의 변화에 있어서도 식물성 추출물 투여 그룹에서 증가하는 경향만 보였을 뿐 유의한 차이가 나지 않았다.

혈중 피로물질 변화에 있어서도 홍삼 투여그룹의 혈중 ammonia 농도는 투여 후 안정 시에서 $89.40 \pm 15.19 \mu\text{mol/L}$, 함초 투여그룹의 혈중 phosphorus 농도는 운동 후 3.64 mg/dl로 나타나는 등 식물성 추출물 투여 후의 ammonia 및 phosphorus의 혈중 농도는 각 시기별 모두 낮게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

85%-1RM 강도의 근력운동을 통하여 유도된 근 손상 지표물질의 변화에 있어서도 투여 후의 농도가 투여 전보다 대체적으로 낮게 나타났다. 홍삼 투여 그룹에서 혈중 CK 농도는 투여 후 회복 24h에서의 농도가 투여전보다 144.60 IU/L가 더 낮게 나타났으며, creatinine 농도는 0.12mg/dl로 투여 전·후 가장 큰 차이를 보이는 등 전반적으로 혈중 근 손상 지표물질의 농도가 식물성 추출물 투여에 의하여 개선되는 것처럼 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

따라서 본 실험에서는 홍삼 및 함초 추출물 투여가 근력향상 및 근 손상 지표물질의 농도 변화에 미치는 영향이 확실하게 규명되지는 않았다. 하지만 각 분석 요인들에서 식물성 추출물 투여의 긍정적인 pattern이 계속적으로 반복되면서, 홍삼 및 함초 추출물이 근력 향상을 위한 보조제로서의 가능성은 농후했다. 1차년도 연구 결과로부터 선정된 홍삼 및 함초의 근력 향상 효능을 기존의 근력 강화 보조제인 글루타민 제제와 효능을 비교 평가하였다.

실험식이 섭취 후 1주차 측정 결과, 대조군에 비하여 각각의 군에서 유의적으로 높은 근력을 보여주었으며($p < 0.05$) 함초 추출물 섭취군이 평균 241.4 gf로 가장 높았음을 알 수 있었으며, 2주차 결과에서는 글루타민 섭취군이 대조군에 비하여 유의하게 높은 최대 근력을 보였다($p < 0.05$). 3주차 측정 결과 대조군에 비하여 각각의 군에서 평균적으로 높은 최대 근력 측정치를 보였으나 홍삼 추출물 섭취군만이 평균 374.5 gf로 유의적인 근력 향상을 보였고($p < 0.05$), 실험 종료 시 측정된 4주차 최대 근력 측정 결과 실험식을 섭취한 글루타민 섭취군, 홍삼 추출

물 섭취군 그리고 함초 추출물 섭취군에서 모두 대조군에 비하여 유의하게 높은 최대 근력 측정치를 보였다

또한 각 군간의 단위중량에 따른 간장의 무게 및 골격근의 무게는 유의적인 차이를 보이지 않았으며 골격근의 무게 측정 결과 이 역시 각 군간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나, 지구력 운동에 관여하는 것으로 알려진 가자미근(soleus muscle)의 평균값이 대조군에 비하여 글루타민 섭취군을 비롯하여 홍삼 추출물 섭취군과 함초추출물 섭취군에서 높은 경향을 보였다.

간장내 글리코겐 함량 분석 결과는 대조군에 비하여 각각의 실험군에서 유의적으로 높은 간장 내 글리코겐 함량을 보였다($p < 0.05$). 4주간의 근력 측정 기간 동안 대조군은 ATP-PC system에 의해 에너지를 얻고 간장 내 글리코겐은 lactic acid system에 관여하여 에너지를 공급받았을 것으로 여겨지며 그 결과, 에너지 생성 후 무기인산의 혈중 농도는 상승하여 힘 생성능의 저하를 야기하였으며 체내 축적된 피로요소를 감소시키지 못하여 최대 근력 측정 결과 가장 낮은 최대 근력을 나타낸 것으로 여겨진다. 또한 각각의 실험군이 높은 간장 내 글리코겐 농도를 보이는 것은 실험군이 섭취한 소재의 항산화능과 체조직 손상 억제 및 예방 기작으로 인하여 체내 축적된 피로요소를 감소시켜 에너지를 생성시키기 위한 간장 내 글리코겐을 상대적으로 적은 양 이용한 것으로 생각되어진다.

실험동물의 근력 관련 혈중 피로요소 분석 결과는 각 군간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 혈중 크레아티닌의 농도는 대조군에 비하여 함초추출물 섭취군이 유의적으로 낮은 혈중 크레아티닌(creatinine) 농도를 보였으며($p < 0.05$), 혈중 암모니아(ammonia) 농도 및 무기인산(inorganic phosphate)분석 결과 대조군이 함초 추출물 섭취군에 비하여 유의적으로 높은 혈중 암모니아 농도 및 무기인산 농도를 나타내었다($p < 0.05$). 또한, 혈중 젖산 농도 분석 결과 대조군에 비하여 각각의 실험군에서 유의적으로 낮은 젖산 농도를 나타내었다($p < 0.05$).

식물성(홍삼, 함초) 추출물 및 글루타민 투여가 근력 향상과 혈중 근 손상 지표물질의 농도에 미치는 영향을 규명하기 위하여 인체시험을 실시하였다.

본 연구의 결과에서는 4주간의 웨이트트레이닝, 홍삼, 함초 및 글루타민 투여 후 체중 및 체지방의 변화는 나타나지 않았으며, Cybex Test에서도 모든 그룹에서 사후에 더 향상된 근력을 보였으나 통계적으로는 유의하지 않았다.

혈중 피로물질 중 ammonia 농도는 T 그룹을 제외한 R, S, G 그룹에서 각각 27.40 μ mol/L, 20.40 μ mol/L, 28.40 μ mol/L 씩 사전보다 사후에서 낮은 수치를 보였으며 통계적으로도 유의한 차이($p < .05$)가 나타났다. 하지만 phosphorus 농도는 R, S, G 그룹이 각각 사전보다 사후에서 더 낮은 농도를 기록하였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

85%-1RM 강도의 근력운동을 통하여 유도된 근 손상 지표물질의 변화에 있어서도 대체적으로 사전보다 사후에 낮게 나타났으며 특히 식물성 추출물(홍삼, 함초) 투여그룹이 가장 개선된 data를 보였다. 우선 혈중 creatine kinase 농도는 운동 전 R 그룹(38.40IU/L), 운동 후 R 그룹(64.40IU/L), 회복 30min S 그룹(83.30IU/L), 회복 4h S 그룹(122.80IU/L), 회복 24h S 그룹(117.00IU/L)으로 각 시점 시점별 사전·후 간 가장 큰 차이를 보였으며, LDH 농도 역시 운동 전 R 그룹(13.40ml/dl), 운동 후 S 그룹(25.60ml/dl), 회복 30min S 그룹(31.60ml/dl), 회복 4h S 그룹(22.80ml/dl), 회복 24h S 그룹(16.00ml/dl)이 가장 큰 차이를 보였으나 통계분석 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.

안정 시 골격근의 creatine phosphate 농도를 간접적으로 반영하는 것으로 알려져 있는 creatinine 농도는 사전·후 및 그룹 간 차이가 경미하였으며, 골격근의 동화작용에 직접적으로 관여하는 중재자인 IGF-I의 농도 역시 운동 전 R, S, G 그룹에서 사후에 더 높은 수치를 나타냈으나 통계적으로 유의하지 않았다.

함초와 홍삼으로 제조한 근력 향상 효능 기능성 음료의 rat을 통한 최대 근력 측정 결과, 대조군(167.0 gf)에 비하여 시제품군(184.9 gf)에서 높은 근력을 보여주었으며 4주차에서는 시제품군(233.8 gf)이 대조군(210.3 gf) 및 글루타민(GLU) 제제군(190.3 gf) 비하여 높은 근력을 나타내어 함초 및 홍삼을 원료로 한 본 연구의 개발 시제품의 근력 향상 효능이 우수한 것을 알 수 있었다. 이는 본 연구에 사용한 홍삼 및 함초 추출물로 제조한 음료시제품 식이가 대조식에 비하여 근력향상에 도움을 주는 것으로 판단되며, 현재 시중에 유통하는 근력강화 보조제로 알려진 글루타민에 비하여 근력 향상에 관한 효능이 뒤지지 않는다는 것을 확인할 수 있었다.

실험동물의 근력 관련 혈중 요소 분석 결과 실험동물의 혈중 포도당 농도는 각 군간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 혈중 크레아티닌 농도의 경우에도

대조군(0.53 mg/dL)과 시제품 섭취군(0.51 mg/dL), 글루타민제제군(0.52 mg/dL)과 유의적으로 차이를 보이지 않았다. 혈중 암모니아(ammonia) 농도의 경우 대조군(502.9 μ g/dL) 및 시제품 섭취군(542.8 μ g/dL), 글루타민 섭취군(548.2 μ g/dL) 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 무기인산(inorganic phosphorus) 분석 결과 대조군(9.39 mg/dL)에 비하여 글루타민 섭취군(10.15 mg/dL)이 유의적으로 높은 함량을 나타내었으나 시제품 섭취군(9.58 mg/dL)의 경우 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았다.

시제품 섭취군과 글루타민 제제 섭취군과 대조군의 4주간 실험 식이 후 간장 내 글리코겐 함량 분석 결과 대조군(6.58 mg/g)에 비하여 시제품 섭취군(7.92 mg/g)과 글루타민 섭취군(8.76 mg/g)에서 유의적으로 높은 간장 내 글리코겐 함량을 보였다($p < 0.05$).

식물성(홍삼, 함초) 추출물을 이용하여 제조한 근력 향상 효능 음료 시제품에 대한 근력 향상 효능을 인체시험을 통하여 분석하였다. 4주간의 식물성 추출물 복합투여 후 체중 및 체지방의 변화는 나타나지 않아 투여가 체중 및 체지방에는 아무런 영향을 주지 않음을 알 수 있었다.

Cybox Test에서 슬관절의 사전·후 간의 각 그룹별 변화량을 관찰한 결과, Extension에서는 SR 그룹 36.00Nm/kg(%), C 그룹 18.20Nm/kg(%), Flexion에서는 SR 그룹 21.70Nm/kg(%), C 그룹 8.10Nm/kg(%)의 증가를 보였으며, SR 그룹만이 Extension과 Flexion 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 하지만 건관절의 등속성 운동능력은 SR 그룹에서 사전보다 사후에 더 높은 수치를 보였으나 통계적으로 유의하지 못하였다.

혈중 피로물질 중 ammonia 농도는 운동 종료 후 시점에 대한 사전·후 간의 비교에서 SR 그룹의 혈중 ammonia 농도가 사전 157.29 μ mol/L에서 사후 128.29 μ mol/L로 29.00 μ mol/L가 감소하였으며, 사후 그룹 간 비교에서는 SR 그룹이 C 그룹의 151.18 μ mol/L 보다 22.89 μ mol/L 더 낮은 수치를 보였다. 또한 통계적 유의성을 검정하기 위하여 Two-repeated ANOVA를 실시한 결과 $p < .001$ 의 유의수준을 보였다. 하지만, 또 다른 피로지표 물질인 혈중 phosphorus 농도를 분석한 결과 운동 종료 시점에 대한 사전·후 간의 비교에서 두 그룹 모두 사전보다 사후에서 더 낮은 수치를 보였으나 통계적으로 유의하지는 못하였다.

85%-1RM 강도의 근력운동을 통하여 유도된 근 손상 지표물질 중 혈중 creatine kinase 농도를 살펴보면, SR 그룹의 24h 시점에서는 16.00IU/L의 비교적 큰 차이를 보이며 사전보다 사후에 더 낮게 나타났고 사후 그룹 간 비교에서도 30min 시점에서 SR 그룹이 C 그룹보다 18.20IU/L가 더 낮았으나 통계적으로 유의하지 못하였다. LDH 농도 역시 회복 24h에서 SR 그룹의 농도가 사전 보다 사후에 더 낮게 나타났으며, 사후 그룹 간 비교에서도 운동 종료 시점에서 35.30ml/dl의 차이로 SR 그룹이 더 낮은 수치를 보였으나 통계분석 결과 사전·후 간 및 그룹 간에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

안정 시 골격근의 creatine phosphate 농도를 간접적으로 반영하는 것으로 알려져 있는 Creatinine 농도는 사전·후 및 그룹 간 차이가 경미하였으며, 골격근의 동화작용에 직접적으로 관여하는 중재자인 IGF-I의 농도 역시 운동 종료 시점의 사전·후 간 비교에서 SR 그룹에서 27.10ng/ml의 비교적 큰 차이가 나타났으며, 사후 그룹 간 비교에서는 안정시 SR 그룹이 C 그룹보다 29.30ng/ml 더 높은 수치를 보였으나, 이러한 차이에 대한 통계분석 결과, 유의한 차이는 나타나지 않았다.

이상의 결과로, 비교적 높은 85% 1RM 강도의 웨이트트레이닝 시 식물성 추출물인 홍삼 및 함초를 투여할 경우 혈중 피로지표 물질인 ammonia 농도에 대한 감소 효과는 확인되었으며, 등속성 운동능력에 대한 향상 효과도 입증되었다.

2. 활용에 대한 건의

본 과제를 통하여 국내산 생약재를 대상으로 동물 실험 및 인체시험을 통하여 근력향상 효능을 탐색하여 일부 생약류의 근력 향상 효능을 확인하였으며 이를 기존의 단백질 보충제 등과 비교 시험을 통하여 최종 확인하였다. 이들 근력 향상 효능 생약을 이용하여 시제품 건강 기능성 음료를 제조하였으며 동물시험과 인체시험을 통하여 효능을 확인하였다. 본 연구를 통하여 개발된 제품은 본 연구의 참여기업체인 (주) 다사랑에 기술이전 하여 상업화 시킬 예정이다. 또한 본 과제를 통해서 확인된 생약재 성분분석 및 근력 향상 효능에 대하여 한국식품영양과학회지에 2편의 논문(33(9), p1584-1587(2004), 2007년 게재예정)을 투고하였으며 한국식품과학회 제 72차 학술발표회 및 국제심포지움(2005 6 17)에 논문을

발표(P11-057)하였으며 근력향상 효능 생약재 열수추출 조성물 제조에 관한 특허 출원중에 있다. 앞으로 지속적인 홍보를 통하여 생약재를 이용한 근력 향상 효능 식품의 우수성을 널리 알리고 다양한 상업화 루트를 통하여 개발기술이 사회에 환원되어 기여할 수 있도록 하고자 한다.

SUMMARY

I. Title

Development of functional food for improvement of muscular strength using Korean medicinal plants

II. Purpose and Significance of the Study

Many people are suffering in side effect by intake of food that effect and safety is not verified, drugstuffs, excessive exercise. Since study finding that steroid medication that is typical example of intaking of drugstuffs causes muscle damage is reported, research for substitute to take the place of drugstuffs such as steroid was performed. Much researches about ergogenic aids such as protein, amino acid supplementation, for muscular power and exercise performance elevation are conducted in sports physiology field.

According to these research, there is report of research that muscular power improves in case achieve together protein supplementation intake and exercise program but it is no evaluation about mechanism and effectiveness. Herbs that is admitted by KFDA is very useful to develop enhanced muscular strength food. The objectives of this study were to develop functional food for improvement of muscular strength using domestic herbal medicines which have various physiological activities. In this study, we were investigated quantitative measurement of muscular strength in the rat and physiological activity such as serum fatigue factors, liver weight and liver glycogen concentration of rat fed the diet supplemented with herb extracts to develop functional herb drink which have property of enhanced muscular strength.

III. Contents and Scope of the Study

1. Selection of herbs enhanced muscular strength
 - a. Preparation of hot-water extract for evaluation of activity
 - b. Animal experimentation for evaluation of enhanced muscular strength
 - c. Human test for evaluation of muscular strength
 - d. Biochemical analysis for evaluation of muscular strength
 - e. Selection of herbs for improvement of muscular strength
2. Comparison for improvement of muscular strength between herbs and ergogenic aids
 - a. Animal experimentation for evaluation of enhanced muscular strength
 - b. Human test for evaluation of muscular strength
 - c. Biochemical analysis for evaluation of muscular strength
3. Development of beverage for improvement of muscular strength
 - a. Animal experimentation
 - b. Human test
 - c. Biochemical analysis

IV. Results and Recommendation

This study was performed to evaluate the effect of medicinal herbs on improvement of the muscular strength and the related biochemical parameters of SD rats. Nine kinds of treatment groups fed the diet supplemented with 1% herb extracts (*Liriope spicata*, *Schizandra chinensis*, *Acanthopanax sessiliflorus*, *Saliconia herbacea*, *Eucommia ulmoides*, *Lycium chinensis*, *Panax ginseng*(red ginseng), *Polygonum multiflorum*, *Glycyrrhizae uralensis*) for 4 weeks. All groups were regularly measured once a week to muscular

strength test. After each group was performed to muscular strength test, serum was collected and liver dissected out for glycogen analysis. The liver glycogen contents of all treatment groups were higher than that of control. Muscular strength was significantly higher ($p < 0.05$) in *Acanthopanax sessiliflorus*, *Salicornia herbacea*, *Eucommia ulmoides* and *Panax ginseng*(red ginseng) groups than that of control group. The contents of serum ammonia of all treatment groups were higher than that of control group, except for *Schizandra chinensis* and *Acanthopanax sessiliflorus* groups. Serum creatinine levels were not significantly different among control and treatment groups. Serum inorganic phosphate levels of *Liriope spicata*, *Schizandra chinensis*, *Acanthopanax sessiliflorus*, *Eucommia ulmoides*, *Lycium chinensis* and *Panax ginseng*(red ginseng) groups were significantly lower than that of control group ($p < 0.05$). While lactate levels of treatment groups were significantly lower than that of control group. These results suggest that medicinal herbs enhanced muscular strength of rats by delaying accumulation of muscular fatigue factor. Human test was conducted to evaluate the effect of improvement of muscular strength for *Panax ginseng*(red ginseng) and *Salicornia herbacea* hot-water extract with potential for muscle power.

The purpose of this study was to examine the effects of 4-weeks *Panax ginseng*(red ginseng) and *Salicornia herbacea-L* supplement on muscle strength improvement and index of muscle damage in blood.

The subjects were made up of 21 university students with regular physical activity for five hours per week who had no hypertension, heart trouble, and stomach disease. This subjects were randomly allotted to Placebo(P), *Panax ginseng*(red ginseng) supplement(R), *Salicornia herbacea-L* supplement(S) and measured body weight, body fat, Cybex test, ammonia, phosphorus, CK, LDH, creatinine, IGF-I concentration change.

Blood gathering was performed in rest, end of exercise, recovery-30min, recovery-4h, and recovery-24h. The collected data were analyzed by SPSS

Package 11.0 and significance level was set a .05. This results were as follows. There were not found significant differences between three groups in body weight and body fat. R and S group were increased in cybex test but all group was not significant. In blood fatigue and muscle damage index, on the whole, R and S group were reduced but significant changes were not found.

Conclusively, this results indicated that *Panax ginseng*(red ginseng) or *Salicornia herbacea*-L supplement can't affect muscle strength improvement and concentration reduction of index of muscle damage. But positive pattern were founded over again, Red ginseng and *Salicornia herbacea*-L supplementation were likely to increase in muscle strength, as ergogenic aids.

Consequently, this study with short and a little supplement difficultly judged *Panax ginseng*(red ginseng)and *Salicornia herbacea*-L effects. Therefore, future study had to examine *Panax ginseng*(red ginseng) effects by considering side effect with much and long supplement. Also, future study had to focus on exercise and *Panax ginseng*(red ginseng) and *Salicornia herbacea*-L supplement like preceeding literature on Ergogenic Aids.

Properties of muscular strength enhancement of *Panax ginseng*(red ginseng) and *Salicornia herbacea*-L supplement were compared with commercialized product, L-GLUTAMIN. Compared with the control group, Saliconia supplement group(241.4 gf) appeared to be efficient at enhancement of muscular strength in first week($p<0.05$). Whereas in second week, Glutamin group appeared to be superior($p<0.05$). *Panax ginseng* group(374.5 gf) has been shown to be effective in improving muscular strength in 3rd week($p<0.05$). All supplementation groups showed higher liver glycogen concentration than control group($p<0.05$). On the other hand, all supplementation groups were significantly lower for serum fatigue factors such as, serum creatinine, ammonia, inorganic phosphate and lactate concentration, except for serum glucose concentration($p<0.05$).

There were not found significant differences between three groups in body weight, body fat, Cybex test, concentration change of blood phosphorus, CK, LDH, creatinine, and IGF-I. Secondly, R, S and G group were significantly reduced ($p < .05$) in concentration change of blood ammonia but T group was not significant.

Conclusively, this results indicated that *Panax ginseng* (red ginseng) or glutamine supplement change for the better in blood fatigue but can't affect muscle strength improvement and concentration reduction of index of muscle damage.

Muscular strength for beverage which develop from sal was quantitatively measured. Beverage supplementation group (SAM) was higher than control group in muscular strength enhancement in 4th week.

There were not found significant differences between two groups in body weight, body fat. Firstly, SR group were increased in isokinetic exercise capacity on the knee and these changes were significant ($p < .001$). Secondly, concentration change of blood ammonia was significantly reduced in SR group, but other components, in blood, did not change significantly ($p < .001$). Conclusively, this results indicated that supplementation of beverage muscle strength improvement and concentration reduction of muscle fatigue, for 4-weeks. And from the viewpoint of isokinetic exercise capacity and concentration of ammonia, supplementation of beverage was seem to be ergogenic aids.

Based on our results, we observed that *Saliconia herbacea* and *Panax ginseng* (red ginseng) hot-water extracts have potential use as a ergogenic aids for improve muscular strength.

Contents

Summary in Korean	3
Summary in English	11
Chapter 1. Outline of the interest	30
Chapter 2. State of the art	33
Chapter 3. Contents and Results of the study	34
I. Survey of the muscular strength of medicinal herbs	34
1. Introduction	34
2. Materials and Methods	34
a. Analysis of muscular strength effect by animal experimentation	35
1) Preparation of hern-hot water extract	35
2) Materials and diet	35
3) Measurement of maximum muscular strength	36
4) Sampling and analysis of fatigue factor	37
5) Liver weight and liver glycogen concentration	38
6) Statistics	38
b. Evaluation of muscular strength improvement by human test	38
1) Preparation of hot-water extract	38
2) Selection of subjects	38
3) Measurement	39
4) Maximum muscle power(1-RM) test	39
a) Bench Press	39
b) Lat Pull Down	40
c) Arm Curl	40
d) Shoulder Press	40
e) Leg Press	40
f) Leg Extension	40
g) Leg Curl	41
5) Cybex test	41

a) Peak torque of shoulder	41
b) Peak torque of knee	41
6) Blood sampling	42
7) Analysis method	42
a) Analysis of fatigue factor	42
(1) Ammonia	43
(2) Inorganic phosphorus	43
b) Analysis of muscle damage factor	43
(1) LDH	43
(2) CK	43
(3) IGF-1	44
(4) creatinine	44
8) Statistical analysis	44
3. Results and Discussion	44
a. Analysis of muscular strength effect by animal experimentatio	44
1) Body weight and food efficient ratio	44
2) Maximum muscular strength	47
3) Liver weight and liver glycogen concentration	51
4) Analysis of fatigue factors	53
b. Evaluation of muscular strength improvement by human test	61
1) Weight	61
2) Body fat	62
3) Isokinetic exercise	63
4) Blood analysis	66
a) Serum fatigue factor concentration	66
(1) Ammonia	67
(2) Inorganic phosphorus	68
b) Analysis of muscle damage factor	69
(1) LDH(lactate dehydrogenase)	70

(2) Creatine kinase	71
(3) IGF-I	73
(4) Creatinine	74
c. Conclusion	75
II. Comparison estimation of muscular strength of medicinal herbs	77
1. Introduction	77
2. Materials and methods	78
a. Analysis of muscular strength effect by animal experimentation	78
1) Materials	78
2) Animal breeding	78
3) Experimental diet	78
4) Measurement of maximum muscular strength	80
5) Sampling and serum biochemical analysis	80
6) Liver weight and liver glycogen concentration	80
7) Statistical analysis	80
b. Comparison estimation of herbs for enhanced muscular strength by human test	81
1) Subject	81
2) Body measurement	82
3) Maximum muscular strength (1-RM) test	82
a) Bench Press	83
b) Lat Pull Down	83
c) Arm Curl	83
d) Shoulder Press	83
e) Leg Press	83
f) Leg Extension	84
g) Leg Curl	84
4) Cybex test	84
a) Peak torque of shoulder	84

b) Peak torque of knee	85
5) Blood sampling	85
6) Analytical method	86
a) Analysis of fatigue factor	86
(1) Ammonia	86
(2) Inorganic phosphorus	86
b) Analysis of muscle damage factor	86
(1) LDH	86
(2) CK	87
(3) IGF-1	87
(4) creatinine	87
7) Procedure of human test	87
a) First Test	87
(1) Subject	87
(2) Basic test and muscular test	88
(3) Main test	88
(4) Medication of herb extract and glutamin product	89
(5) Training	89
b) Second Test	89
8) Statistical analysis	90
3. Results and Discussion	90
a. Comparison estimation of herbs for enhanced muscular strength by animal experiment	90
1) Weight and food efficient ratio	90
2) Maximum muscular strength	93
3) Liver and skeletal muscle weight	95
4) Liver glycogen concentration	96
5) Serum biochemical analysis	98
b. Comparison estimation of herbs for enhanced muscular strength by	

human test	100
1) Weight	100
2) Body fat	101
3) Isokinetic exercise	102
4) Blood analysis	106
a) Serum fatigue factor concentration	107
(1) Ammonia	107
(2) Inorganic phosphorus	108
b) Analysis of muscle damage factor	110
(1) LDH	110
(2) Creatine kinase	112
(3) IGF-I	114
(4) Creatinine	116
3. Conclusion	118
III. Development of muscular strength improvementive beverage	120
1. Introduction	120
2. Materials and methods	120
a. Comparison estimation of beverage for enhanced muscular strength by animal experiment	120
1) Materials and preparation of test	120
2) Animal breeding	122
3) Experimental diet	122
4) Measurement of maximum muscular strength	123
5) Sampling and serum biochemical analysis	124
6) Liver glycogen concentration	124
7) Statistical analysis	124
b. Comparison estimation of beverage for enhanced muscular strength by human test	125
1) Subject	125

2) Weight and body fat	125
3) Maximum muscular strength(1-RM) test	126
a) Bench Press	126
b) Lat Pull Down	126
c) Arm Curl	127
d) Shoulder Press	127
e) Leg Press	127
f) Leg Extension	127
g) Leg Curl	127
4) Cybex test	128
a) Peak torque of shoulder	128
b) Peak torque of knee	128
5) Blood sampling	129
6) Blood analysis	129
a) Serum fatigue factor concentration	129
(1) Ammonia	130
(2) Inorganic phosphorus	130
b) Analysis of muscle damage factor	130
(1) LDH	130
(2) CK	130
(3) IGF-1	131
(4) creatinine	131
7) Procedure of human test	131
a) First test	131
(1) Subject	131
(2) Basic test and muscular strength test	132
(3) Main test	132
(4) Medication	133
b) Second test	133

8) Statistical analysis	134
3. Results and discussion	134
a. Comparison estimation of beverage for enhanced muscular strength by animal experiment	134
1) Weight and food efficient ratio	134
2) Maximum muscular strength	137
3) Liver and skeletal muscle weight	139
4) Serum biochemical analysis	139
5) Liver glycogen concentration	140
b. Comparison estimation of beverage for enhanced muscular strength by human test	141
1) Body weight	141
2) Body fat	142
3) Isokinetic exercise	143
4) Blood analysis	147
a) Serum fatigue factor concentration	147
(1) Ammonia	147
(2) Inorganic phosphorus	149
b) Analysis of muscle damage factor	150
(1) Creatine kinase	150
(2) LDH	152
(3) Creatinine	153
(4) IGF-I	155
III Conclusion	157
Chapter 7. References	163

목 차

국문요약	3
SUMMARY	11
제 1 장 연구개발과제의 개요	30
제 2 장 국내외 기술개발 현황	33
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	34
제1절 국내산 생약류의 근력 향상 효능 탐색	34
1. 서론	34
2. 재료 및 방법	34
가. 동물실험을 통한 근력향상 효능 분석	35
1) 생약재 열수 추출물 제조	35
2) 실험재료 및 실험식이	35
3) 최대 근력 측정	36
4) 시료 채취 및 혈중 근력 관련 요소 분석	37
5) 간장 무게 및 글리코겐 농도 분석	38
6) 통계처리	38
나. 인체시험을 통한 근력향상효능 평가	38
1) 인체시험용 추출물 제조	38
2) 인체시험 대상자 선별	38
3) 인체계측	39
4) 최대근력(1-RM) 테스트	39
가) Bench Press	39
나) Lat Pull Down	40
다) Arm Curl	40
라) Shoulder Press	40
마) Leg Press	40
바) Leg Extension	40
사) Leg Curl	41
5) Cybex test	41

가) 상지근(어깨관절) 등속성 근력 측정	41
나) 하지근(무릎관절) 등속성 근 Power 측정	41
6) 혈액채취	42
7) 분석방법	42
가) 피로물질 분석	42
(1) 암모니아	43
(2) 무기인산	43
나) 근 손상관련 물질 분석	43
(1) LDH	43
(2) CK	43
(3) IGF-1	44
(4) creatinine	44
8) 통계처리	44
3. 연구결과 및 고찰	44
가. 동물실험을 통한 근력 향상 효능 분석	44
1) 체중 증가량 및 식이 섭취율	44
2) 최대 근력 측정	47
3) 간장 무게 및 글리코겐 농도 분석	51
4) 혈중 근력관련 피로요소 분석	53
나. 인체시험을 통한 근력 향상 효능 분석	61
1) 체중의 변화	61
2) 체지방	62
3) 등속성 운동능력	63
4) 혈액 분석결과	66
가) 혈중 피로물질의 농도 변화	66
(1) 암모니아	67
(2) 무기인산	68
나) 혈중 근손상 지표물질의 농도 변화	69
(1) LDH(lactate dehydrogenase)	70

(2) Creatine kinase	71
(3) IGF-I	73
(4) Creatinine	74
다. 결론	75
제2절 국내산 근력향상 효능 생약의 효능 평가	77
1. 서론	77
2. 재료 및 방법	78
가. 동물실험을 통한 근력향상 효능 생약의 효능 비교 평가	78
1) 실험재료	78
2) 실험동물의 사육	78
3) 실험식이	78
4) 최대 근력 측정	80
5) 시료 채취 및 혈중 생화학적 요소 분석	80
6) 간장 무게 및 글리코젠 농도 분석	80
7) 통계처리	80
나. 인체시험을 통한 근력향상 효능 생약의 효능비교평가	81
1) 실험 대상	81
2) 인체계측	82
3) 최대근력(1-RM) 테스트	82
가) Bench Press	83
나) Lat Pull Down	83
다) Arm Curl	83
라) Shoulder Press	83
마) Leg Press	83
바) Leg Extension	84
사) Leg Curl	84
4) Cybex test	84
가) 상지근(어깨관절) 등속성 근력 측정	84
나) 하지근(무릎관절) 등속성 근 Power 측정	85

5) 혈액채취	85
6) 분석방법	86
가) 피로물질 분석	86
(1) 암모니아	86
(2) 무기인산	86
나) 혈중 근 손상 지표 물질의 농도 변화	86
(1) LDH	86
(2) CK	87
(3) IGF-1	87
(4) Creatinine	87
7) 인체시험 실험절차	87
가) 1차 Test	87
(1) 동의서 작성 및 피험자 통제	87
(2) 기본검사 및 근력 Test	88
(3) 본 실험	88
(4) 식물성 추출물 및 글루타민 투여	89
(5) Training	89
나) 2차 Test	89
8) 통계처리	90
3. 연구결과 및 고찰	90
가. 동물실험을 통한 근력향상 효능 생약의 효능 비교 평가	90
1) 체중 변화량 및 식이효율(FER)	90
2) 최대 근력(Maximum muscular strength)	93
3) 간장 무게 및 골격근의 무게	95
4) 간장 내 글리코젠 함량 분석	96
5) 혈중 생화학적 요소 분석	98
나. 인체시험을 통한 근력향상 효능 생약의 효능 비교 평가	100
1) 그룹별 체중변화	100
2) 그룹별 체지방 변화	101

3) 등속성 운동능력	102
4) 혈액분석	106
가) 혈중피로물질 분석	107
(1) 암모니아	107
(2) 무기인산	108
나) 혈중 근 손상 지표물질의 농도 변화	110
(1) LDH	110
(2) Creatine kinase	112
(3) IGF-I	114
(4) Creatinine	116
3. 결론	118
제3절 국내산 근력향상 기능성 식품의 개발	120
1. 서론	120
2. 재료 및 방법	120
가. 동물실험을 통한 근력향상 효능 음료 시제품의 효능 평가	120
1) 실험재료 및 시제품 제조	120
2) 실험동물의 사육	122
3) 실험식이	122
4) 최대 근력 측정	123
5) 시료 채취 및 혈중 생화학적 요소 분석	124
6) 간장 내 글리코겐 농도 분석	124
7) 통계처리	124
나. 인체시험을 통한 근력향상 효능 음료 시제품의 효능 평가	125
1) 실험대상	125
2) 신장, 체중 및 체지방	125
3) 최대근력(1-RM) 테스트	126
가) Bench Press	126
나) Lat Pull Down	126
다) Arm Curl	127

라) Shoulder Press	127
마) Leg Press	127
바) Leg Extension	127
사) Leg Curl	127
4) Cybex test	128
가) 상지근(어깨관절) 등속성 근력 측정	128
나) 하지근(무릎관절) 등속성 근 Power 측정	128
5) 혈액채취	129
6) 혈액분석방법	129
가) 피로물질 분석	129
(1) 암모니아	130
(2) 무기인산	130
나) 근 손상관련 지표 물질 분석	130
(1) LDH	130
(2) CK	130
(3) IGF-1	131
(4) Creatinine	131
7) 인체시험 절차	131
가) 1차 Test	131
(1) 동의서 작성 및 피험자 통제	131
(2) 기본검사 및 근력 Test	132
(3) 본 실험	132
(4) 시제품 투여	133
나) 2차 Test	133
8) 통계처리	134
3. 연구결과 및 고찰	134
가. 동물실험을 통한 근력향상 효능 시제품 음료제품의 효능 평가	134
1) 체중 변화량 및 식이효율(FER)	134
2) 최대 근력(Maximum muscular strength)	137

3) 간장 무게 및 골격근의 무게	139
4) 혈중 생화학적 요소 분석	139
5) 간장 내 글리코겐 함량 분석	140
나. 인체시험을 통한 근력향상 효능 시제품 음료의 효능 평가	141
1) 그룹별 체중변화	141
2) 그룹별 체지방 변화	142
3) 등속성 운동능력	143
4) 혈액분석	147
가) 혈중피로물질 분석	147
(1) Ammonia	147
(2) 무기인산	149
나) 근손상 지표 물질 분석	150
(1) Creatine kinase	150
(2) LDH	152
(3) Cratinine	153
(4) IGF-I	155
다. 결론	157
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	159
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	160
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	161
제 7 장 참고문헌	163

제 1 장 연구개발과제의 개요

고도 경제 사회 진입에 따른 환경, 의료, 복지 및 식생활 분야의 개선으로 인간의 평균 수명이 크게 연장됨에 따라 노령층의 삶의 질 개선에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 또한 건강에 대한 관심의 급증으로 생활체육이 보편화 되고 있는 추세에 있다. 그러나 운동에 대한 지나친 관심과 걱정으로 인하여 운동과다로 인한 부작용이 나타나고 있으며 약물복용 및 과학적으로 증명되지 않은 식품의 섭취로 인한 피해가 사회적으로 문제가 되고 있다. 전신성 골격계 질환으로 인한 골절의 위험성이 매우 높은 폐경기 여성 및 노인의 경우 신체 노화에 따른 근력의 감소가 빠르게 진행되며 이에 따른 노년기 삶의 질 향상을 위해서 운동 및 식이를 통한 근력향상이 필수적이다. 연령이 증가함에 따라서 근육량 감소로 근력이 점차 저하되어 유연성과 민첩성이 떨어지게 되어 골절 등의 위험이 따르게 된다. 근육량의 감소는 근섬유 수와 근섬유 크기의 감소 때문으로 알려져 있으며 근섬유의 손실은 30세에서 80세 사이의 약 30%나 되는 것으로 알려지고 있다(1). 근력의 감소는 20대 이후부터 조금씩 감소하다가 60대가 넘어서면서 급격히 떨어지며 이는 노화 자체에 따른 것일 수 있으나, 운동부족·영양부족·외상·질병·약물복용 등에 의한 외적 요인들도 복합적으로 작용한다. (2~4) 신체 근력 향상을 위해서는 식이요법과 과학적 트레이닝 뿐만 아니라, 기술, 장비 등을 모두 포함한 운동능력 향상보조물(ergogenic aid)의 섭취를 필요로 하며 특히, 영양학적 에너지 보충제는 필요한 영양소와 에너지를 빠르고 효율적으로 얻을 수 있게 해주며, 운동에 따른 피로의 누적과 에너지의 고갈을 지연시킴으로써 운동수행력을 향상시킬 수 있다는 긍정적인 요인으로 작용한다.(5~9)

그러나 운동부족과 스트레스 등으로 육체적, 정신적 피로에 노출되어 있으나 시간적, 경제적 이유로 운동, 여가 활동이 곤란한 현대 직장인들은 과학적으로 검증되지 않은 많은 기능성식품의 무분별한 섭취와 오남용, 생활체육의 보편화로 일부에서 과도하고 급작스러운 운동 수행으로 인한 부작용으로 인하여 발생하는 피해사례가 꾸준히 증가하고 있다(10). 약물 복용의 대표적 사례인 스테로이드 투여가 골격근의 소모를 초래한다는 연구결과가 보고(11)된 이래 스테로이드와 같은 약물을 대신 할 대체물에 대한 연구가 활발히 진행 되었다. 스포츠 생리학

분야에서 근력 및 운동 수행 능력 향상을 위한 보조제(ergogenic aids)에 관한 많은 연구가 이루어지고 있으며 특히 단백질보충제 및 아미노산이 근력 및 운동 수행능력에 미치는 영향(12-17)등에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이들 연구에 의하면 웨이트 트레이닝과 단백질 보충제와의 영향에 관한 연구에서 단백질 보충제와 함께 적절한 운동 프로그램을 병행할 경우 근력을 향상시킨다는 보고가 있으나 현재까지 가공소재에 따른 근력향상 기작연구 및 효능에 대한 평가 연구 등의 기초자료 축적은 매우 미비한 실정이다. 근력향상을 위한 영양 보조물 (ergogenic aids)인 스테로이드 등을 일정량 이상 복용하면 운동 수행능력을 현저히 증가시키는 효력을 나타낼 수 있으나 건강에 서서히 치명적인 부작용을 미치게 되어(심근경색, 간기능 저하 등) 궁극적으로 건강을 해치는 행위이므로 IOC도 도핑리스트에 포함시켜 복용을 금지시키고 있는 실정이며 현재 연간 약 1억불 정도의 불법 근육 강화제가 시장에서 유통되는 것으로 추정되고 있다. 미국 연방거래위원회(FTC) 산하 광고감시국의 미셸 리스크 변호사는 성장기 청소년들이 근육강화를 위하여 안전성과 효과가 검증되지 않은 스테로이드 호르몬 보조제를 섭취하고 있어 각별한 주의를 기울여야 한다고 경고하고 있다. 반면 식품가공 원료로 허가된 생약재는 부작용 없이 안전하게 섭취할 수 있다는 점에서 근력향상 효능이 기대되는 기능성 식품소재로의 개발에 매우 유용하다. 그러나 지금까지 생약류에 대한 생리학적 연구를 보면 맥문동의 혈당강하작용(18) 및 항염증작용(19), 오미자의 중추신경 기능강화, 혈액순환 개선 및 혈당 강하작용(20), 오가피의 항스트레스 및 항피로작용(21), 함초의 혈중 지질 개선 효과 및 항산화 작용(22, 23), 두충의 항당뇨 및 항암효과(24, 25), 구기자의 간세포 신생 촉진작용 효과(26), 홍삼의 항피로 효과(27), 하수오의 허혈성 뇌손상에 미치는 영향(28) 그리고 감초의 항산화 효과(29) 등이며 근력 향상과 관련한 효능 및 생화학적 요인 규명에 대한 연구는 부족한 실정이다. 최근 한약재에 의한 근력강화 효능(30-32)과 그 외 Zinc 투여가 근력에 미치는 영향(33)에 대한 연구가 부분적으로 이루어져 왔으며 근력과 관련한 효능 및 생화학적 요인 규명에 대한 연구는 부족한 실정이다. 최근 의약품과 식품간의 경계가 모호해지는 상황에서 식품의 질병 예방 기능이 강조되고 있으며 이에 따라 식품 구성 성분들의 인체 내에서의 작용 기작에 관한 많은 연구가 진행되어 왔다. 특히 식물체 구성성분의 생

리활성에 대한 연구는 신약개발 차원에서 매우 활발하게 진행되고 있다. 본 연구와 관련된 인체의 근력향상과 관련해서는 주로 단백질 영양보조물에 관한 연구가 진행되어 상업화되어 있으나 그 효능에 대하여는 많은 이견이 있다. 또한 본 연구에서처럼 식물체(생약류)를 이용한 인체의 근력향상 효능에 대하여는 그 효능을 임상적으로 평가하여 상업화 된 기술은 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 동물실험을 이용하여 근력측정 및 혈액의 피로요소를 분석하여 생약 추출물의 근력 향상 효능을 탐색하고 아울러 인체시험을 통하여 근력향상 효능을 직접적으로 확인하고자 하였다. 이러한 실험 결과를 바탕으로 향후 근력 향상을 위한 기능성 식품 소재의 기초 자료를 축적하고자 하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

국내의 경우 스포츠 생리학 분야에서 근력 및 운동 수행 능력 향상에 위한 보조제(ergogenic aids)에 관한 연구는 주로 단백질보충제가 신체 근력에 미치는 영향(34), 신체 대사에 대한 아미노산 함유 음료의 영향(35~38), 크레아틴의 구강 섭취가 근육 및 근력 증강에 미치는 영향(39, 40) 등에 관한 연구 등이 있으며 주로 선수들의 운동동능력 향상을 위한 보조제(ergogenic aids)의 인체내의 영향에 관한 것이다. 그러나 이러한 단백질 보충 섭취가 운동 시 근력 향상에 영향을 주지 못하며, 과도한 아미노산이 에너지로 산화되거나 체내 저장되어 체중 증가, 소변을 통한 칼슘의 다량배출 등의 부작용이 있으며 극도의 고단백 식이는 신장에 무리를 줄 수 있다고 보고되고 있다. 현재 대부분의 운동능력향상보조물(ergogenic aids)은 주로 에너지 식품 또는 스포츠 음료의 형태로 시판되고 있다. 그러나 이들 운동능력 향상 제품들은 대부분 단편적 원리에 근거한 제품이며 임상적 효능 평가 하에 개발된 제품이 아니며 연구 결과도 일부 부작용이 보고되고 있어 많은 문제를 안고 있다. 즉, 아직까지는 임상시험을 거쳐 근력향상 능력 및 안전성이 입증된 제품은 없다고 판단된다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 국내산 생약류의 근력 향상 효능 탐색

1. 서론

생활체육의 보편화로 일부에서 운동중독을 야기하거나 과도하고 급작스러운 운동 수행으로 인한 부작용 및 건강에 대한 지나친 관심으로 약물복용과 효능 및 안전성이 확보되지 않은 식품섭취로 인하여 발생하는 피해사례가 꾸준히 증가하고 있다(10). 약물 복용의 대표적 사례인 스테로이드 투여가 골격근의 소모를 초래한다는 연구결과가 보고(11)된 이래 스테로이드와 같은 약물을 대신 할 대체물에 대한 연구가 활발히 진행 되었다. 스포츠 생리학 분야에서 근력 및 운동 수행 능력 향상을 위한 보조제(ergogenic aids)에 관한 많은 연구가 이루어지고 있으며 특히 단백질보충제 및 아미노산이 근력 및 운동수행능력에 미치는 영향(12-17)등에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이들 연구에 의하면 웨이트 트레이닝과 단백질 보충제와의 영향에 관한 연구에서 단백질 보충제와 함께 적절한 운동 프로그램을 병행할 경우 근력을 향상시킨다는 보고가 있으나 현재까지 소재에 따른 근력향상 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, 항염증작용, 항당뇨 및 항암효과 등에 국한되어 왔으며 근력과 관련한 효능 및 생화학적 요인 규명에 대한 연구는 부족한 실정이다. 최근 근력 및 운동 수행 능력 향상과 관련하여 인삼의 운동 수행 능력 향상(30, 31), 한약재에 의한 근력강화효능(32)등 부분적으로 연구가 이루어지고 있다. 따라서 본 연구는 실험동물을 이용하여 근력측정 및 혈액의 피로요소를 분석하여 생약 열수추출물의 근력 향상 효능을 탐색하고 향후 근력 향상을 위한 기능성 식품 소재의 기초 자료를 축적하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 동물실험을 통한 근력향상 효능 분석

1) 생약재 열수 추출물 제조

본 실험에 사용한 생약재는 맥문동(*Liriope spicata*), 오미자(*Schizandra chinensis*), 오가피(*Acanthopanax sessiliflorus*), 함초(*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 열수 추출액을 얻었다. 추출액은 회전감압농축기를 사용하여 농축한 다음 동결건조하여 분말화하였다.

2) 실험재료 및 실험식이

체중이 약 200 g 되는 Sprague-Dawley 4주령 수컷 흰쥐를 한림실험동물센터(Hwaseong, Korea)로부터 구입하여 사용하였다. 실험에 이용된 식이는 AIN-93G(41)를 기준(Table 1)으로 하였으며 1주일간 예비 사육하여 적응시킨 후 기준사료와 함께 천연물 열수추출물 분말을 전분을 대신하여 각각 1%를 가하여 사료를 제공하였다. 배합사료 및 식수는 자유롭게 섭취하도록 공급하였으며, 동물 사육실 환경은 온도 23±1℃, 습도 50±5%, 12시간 명암 주기를 유지하였다. 식이 섭취량 및 체중 증가량은 주당 1회 일정한 시간에 측정하였다.

Table 1. Experimental diet composition by AIN-93G

Ingredient	AIN-93G (g/kg)	Group	
		Control	Herb-extract supplementation
Corn starch	368	368	368
Dextrinized cornstarch	132	132	132
Sucrose	100	100	100
Casein	200	200	170
L-Cystine	3	3	3
Soybean oil	100	100	100
Mineral Mix	35	35	35
Vitamin Mix	10	10	10
Cellulose powder	50	50	50
Choline bitartate	2.5	2.5	2.5
Tert-butylhy- droquinone	0.014	0.014	0.014
Functional ingredient	-	-	30
Total	1,000	1,000	1,000

3) 최대 근력 측정

모든 군은 1주일에 1회 근력 측정을 Smith등의 방법(42)을 이용하여 실시하였

다. 측정방법은 Fig 1과 같이 rat을 force gauge(DPZ-5N, IMADA, Japan)와 연결된 수평 바를 잡도록 한 뒤 rat의 꼬리 부분과 연결된 bottle에 일정한 유속(10 mL/sec)으로 물을 공급함으로써 rat을 일정속도의 힘으로 잡아당기도록 하였다. 최대근력 관정은 rat가 수평 바를 놓는 시점으로 하였으며, 그 때의 수치를 force gauge를 통하여 획득하였다.

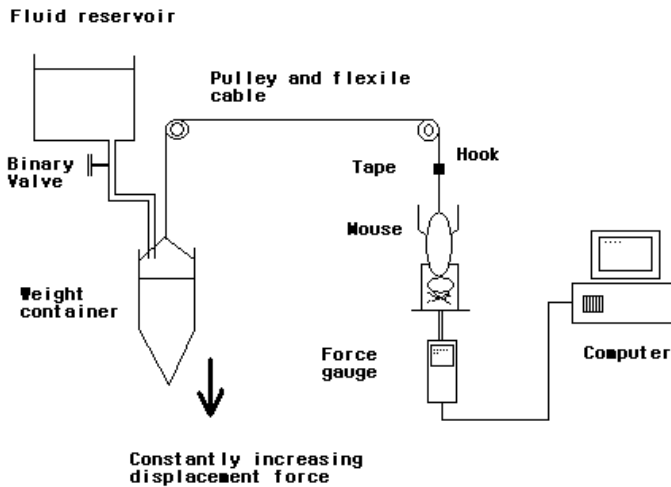


Fig. 1. Schematic diagram for measurement of muscular strength.

4) 시료 채취 및 혈중 근력 관련 요소 분석

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

5) 간장 무게 및 글리코겐 농도 분석

생약 열수추출물이 실험동물에 대한 독성유발 유무 및 글리코겐 저장량을 알아보기 위하여 실험동물 희생 후 간 무게를 측정하였으며, 글리코겐 분석 시 까지 -70°C 에 보관하였다. 글리코겐 함량은 Anthrone법에(43) 따라서 분석하였다. 즉, 일정량의 간을 취하여 30% KOH 용액에 용해시키고, 100°C 의 끓는 물에서 20분간 증탕 후, 실온에서 20분간 방치하였다. 여기에 95% 에탄올을 가하여 $2,000\times\text{g}$ 에서 10분간 원심분리 하였다. 침전물을 증류수로 세척한 후, 증류수와 anthrone 시약을 가하여 끓는물에서 20분간 반응시켰다. 표준 포도당용액을 이용하여 620 nm 에서 비색정량을 실시하고, 표준곡선으로부터 글리코겐농도를 산출하였다.

6) 통계처리

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

나. 인체시험을 통한 근력향상효능 평가

1) 인체시험용 추출물 제조

인체시험용 추출물은 9종류의 생약재를 대상으로 동물실험을 통하여 근력 향상 효능이 우수한 것으로 나타난 홍삼과 함초를 대상으로 하여 제조하였다. 홍삼 열수 추출액을 10brix로 조정된 후 사용하였으며 함초의 경우 추출액을 동결건조한 후 분말 형태로 섭취하도록 하였다.

2) 인체시험 대상자 선별

본 연구의 대상자는 고혈압, 심장기능 이상, 위장병 등과 같은 질병이 없고, 주당 5시간 이상 정기적인 신체활동에 참가하는 남자 대학생 21명을 대상으로 하였으며, 자발적인 참여 의사를 밝힌 사람을 선정하였다. 피험자들은 연구의 목적 및 처치를 충분히 이해하였으며, 본 실험에서 제시되는 운동 검사를 끝까지

수행할 수 있는 신체적 능력을 갖춘자로 선정하였다.

3) 인체계측

자동 신체 계측기(Fanics, FE810, Korea)를 이용하여 신장과 체중을 측정하였으며, 체구성비의 측정은 전기 저항법에 의해서 측정되는 Biodynamics 社(U.S.A) Model 310의 Body Composition Analyzer를 이용하여 체지방율(%), 체지방량(kg), 체지방량(kg), 그리고 수분의 양(liter)을 측정하였다.

정확한 체지방량의 검사를 위하여 측정 전날 저녁 식사 후부터는 물 이외의 어떠한 음료나 음식물의 섭취를 금지시키며, 체구성비의 측정 시 시계나 반지 그리고 목걸이는 착용하지 못하게 하고, 팔과 다리를 각각 6 인치 정도 벌린 상태에서 편안한 복장을 하고 침대에 누워 측정하였다. 우측 발등과 손목, 그리고 우측 손등 정 중양과 세 번째 발가락 관절 마디 밑 3cm 부분에 각각 electrode를 부착하고 Body Composition Analyzer(Model 310)와 연결된 cable을 부착한 후, 피험자가 전혀 움직이지 않은 상태에서 측정하였다.

4) 최대근력(1-RM) 테스트

본 실험에서 요구되는 85%의 운동 강도 설정을 설정하기 위하여 Central Fitness社의 7가지 Machine을 이용하여 상·하체 각 부위별 최대 근력을 측정하였다. 모든 피험자는 사전 test 전 종목에 따른 올바른 자세를 숙지하도록 하며 부위별 기본 스트레칭 동작을 지침에 따라 3회 씩 반복하였다. 그 후, 다음과 같은 각 동작 시 최초의 낮은 부하에서 점진적으로 부하를 증가시켰으며 최대의 힘으로 1회 수행한 후 더 이상 반복할 수 없는 무게를 1RM으로 기록하였다.

가) Bench Press

피험자는 벤치에 누워서 양발을 어깨 너비로 벌린 다음 발바닥 전체를 지면에 닿게 하고, 바(Bar)를 어깨 넓이보다 조금 더 넓게 잡도록 하였다. 바를 천천히 내려서 가슴에 댄 후에 손목은 팔꿈치 위에 있도록 하고, 무게를 올릴 때에는 대흉근의 힘으로 밀어 올리게 하였다.

나) Lat Pull Down

Lat Pull Down Machine의 Bar를 잡은 후 위에 앉아 시선은 정면을 바라보게 하였다. 상완 이두근의 참여를 최소화하면서 천천히 가슴부위로 잡아당기도록 하였다. 이 때 가슴을 내밀어 주어 광배근이 최대로 수축되도록 하며 엉덩이는 동작 전 구간동안 벤치에 붙이도록 하였다.

다) Arm Curl

Arm Curl Bench에 앉아 Bar를 어깨너비로 잡는다. 상완을 패드에 밀착하여 고정시킨 후 손목관절을 굽히지 않은 상태로 Curl 동작을 실시하였다. 동작 전 구간동안 엉덩이가 Bench에서 떨어지거나 상체가 흔들리지 않도록 하였다.

라) Shoulder Press

Shoulder Press Machine에 앉아 Bar를 어깨너비보다 약간 넓게 잡고 위쪽으로 천천히 밀어 올리도록 하였다. 동작 전 구간에서 머리와 어깨, 그리고 엉덩이가 등받이에서 떨어지지 않도록 주의하며 내릴 때에는 귀 부위까지만 내림으로써 어깨에 부하가 계속 걸려있도록 하였다.

마) Leg Press

Leg Press Machine에 엉덩이와 등을 고정시킨 후 양 발을 어깨너비만큼 벌리도록 하여 발판에 올려놓도록 하였다. 하체의 힘으로 발판을 밀어올린 후 다시 내리도록 하였으며, 밀어올린 동작에서 다리를 곧게 펴지 않도록 하여 하체에 걸리는 부하가 지속되도록 하였다.

바) Leg Extension

Leg Extension Machine에 앉아 양손으로 손잡이를 잡고 다리길이에 맞춰 발걸이 높이를 조절한 후 양발을 걸도록 하였다. 반동을 이용하지 않고 천천히 위로 올린 후 정점 수축상태에서 잠시 멈추게 하였고, 내릴 때에도 천천히 내리며 부하를 유지하기 위하여 완전히 내리지는 않았다.

사) Leg Curl

Leg Curl Machine 위에 엎드려 양 손으로 손잡이를 잡은 후 발걸이에 발목을 끼우게 하였다. 반동을 이용하지 않고 슬와근 만의 힘으로 발걸이가 엉덩이에 닿을 때까지 천천히 위로 올리도록 하였다. 잠시 멈춘 후 내릴 때에도 천천히 내리며 부하를 유지하기 위하여 완전히 내리지는 않았다.

5) Cybex test

가) 상지근(어깨관절) 등속성 근력 측정

등속성 근력 측정 장치 Cybex 6000 Isokinetic Dynamometer(Cybex Co., U.S.A.)를 이용하여 각속도 60°/sec에서 4회 반복하여 어깨 관절(shoulder)의 굴근/신근(Flexors / Extensors)을 측정하였다. Dominant(주측) 어깨관절의 Flexors(굴근)과 Extensors(신근)의 정확한 근력 측정을 위해 피험자를 어깨부위가 평행이 되도록 하여 등속성 근력 검사대에 눕힌 후 축이 움직이지 않도록 가슴과 복부, 대퇴를 검사대에 고정시켰다. 어깨관절의 운동축과 Dynamometer(동력계)의 회전축은 서로 일치시키고 상체 band를 이용하여 다른 부위가 움직여 외력이 가해지지 않도록 하였다. 이때, 각 근력이 최대의 힘을 충분히 발휘할 수 있도록 long input adapter와 adjusting arm을 이용하여 어깨부터 팔의 길이와 조정축의 길이를 맞추어 고정시켰다. 4회 반복 수행 결과 가장 높은 Torque를 나타낸 값을 Peak Torque로 결정하였으며 체중으로 나눈 값(Nm/kg(%))을 본 실험에서의 data로 사용하였다.

나) 하지근(무릎관절) 등속성 근 Power 측정

등속성 근력 측정 장치 Cybex 6000 Isokinetic Dynamometer(Cybex Co., U.S.A.)를 이용하여 각속도 60°/sec에서 4회 반복하여 슬관절(Knee joint)의 굴근/신근(Flexors / Extensors)을 측정하였다. Dominant(주측) 슬관절의 Flexors(굴근)과 Extensors(신근)의 정확한 근력 측정을 위해 피험자를 하퇴부가 평행이 되도록 하여 등속성 근력 검사대에 앉힌 후 축이 움직이지 않도록 가슴과 복부, 대퇴를 검사대에 고정시켰다. 슬관절의 운동축과 Dynamometer(동력계)의 회전축은

서로 일치시키고 shin pad를 양 측 과골 상부에 대어 검사 중 다른 부위가 움직여 외력이 가해지지 않도록 하였다. 이때, 각 근육이 최대의 힘을 충분히 발휘할 수 있도록 long input adapter와 adjusting arm을 이용하여 하퇴부의 길이와 조정축의 길이를 조정하여 고정시켰다. 4회 반복 수행 결과 가장 높은 Torque를 나타낸 값을 Peak Torque로 결정하였으며 체중으로 나눈 값(Nm/kg(%))을 본 실험에서의 data로 사용하였다.

6) 혈액채취

혈액 채취는 일회성 트레이닝 전, 운동 종료, 회복 30분 후, 회복 4시간 후, 회복 24시간 후에(1인당 총 5회) 의료인에 의해 실시되었다(Table 2). 혈액은 종류별로 각 시기마다 5, 10 mL vaccum tube(진공채혈관)와 22 gage needle을 이용하여 전완정맥(antecubital vein)에서 채혈하였다.

Table 2. blood-collecting time of various components.

혈중성분	채혈시기				
	운동 전	운동 종료 시	운동 종료 30분 후	운동 종료 4시간 후	운동 종료 24시간 후
NH ₃	O	O	O		
Pi	O	O	O		
CK	O	O	O	O	O
IGF-I	O	O	O		
LDH	O	O	O	O	O
creatinine	O	O			O

7) 분석방법

가) 피로물질 분석

안정 시와 운동종료 시, 그리고 회복 30분에 채혈한 혈액으로 피로요소인 혈

중 암모니아와 무기인산을 분석하였다.

(1) 암모니아

Spectrophotometer(CL-750)를 사용하여 bethelot 반응을 알아보는 방법으로 분석하였다. 먼저, 혈중 암모니아를 생성할 수 있는 효소의 활성을 소실시키는 제단백 용액 2 mL에 혈액 1 mL을 섞어서 원심 분리한 후, 상층액을 분리하여, phenol 4%, nitroprusside 염 0.015%와 KOH 4.1%를 첨가하여 알칼리성으로 만든 다음, 탄산칼륨 28%와 염소산 칼륨 3%가 함유되어 있는 시약을 사용하여 발색시킨 후, 파장 630 nm에서 암모니아 수치를 측정하였다.

(2) 무기인산

혈중 무기인산은 자동 생화학 분석기(HITACHI 747, Japan)을 이용하여 U.V 방법으로 분석하였다. 5 mL vacumtube에 2 mL을 채혈하여 실온에서 20분간 방치 후 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하고 혈청(serum)을 채취하여 -70℃에서 냉동보관 하였다. 원심 분리한 혈청 0.5 mL를 분리하여 sulfuric acid, surfactant 250 μ l을 첨가한 시약과 sulfuric acid, ammonium molybdate가 함유된 시약을 사용하여 발색시킨 후, 주파장 340 nm, 부파장 505 nm에서 측정하였다.

나) 근 손상관련 물질 분석

(1) LDH

직경 1 cm cuvet에 Tris buffer(57.5 mmol/l) 2.70 mL, NADH용액 0.1 mL, 조직 추출액 0.1 mL를 넣고 잘 섞은 다음, 30℃에서 10-20분 동안 물중탕 하였다. 여기에 30℃로 가온된 pyruvate 용액 0.2 mL를 첨가한다. 반응물을 잘 섞은 다음 가온장치가 부착된 spectrophotometer를 이용하여 340 nm에서 3-6분 동안 0.5-1분 간격으로 흡광도를 측정하였다.

(2) CK

CK의 분석은 Heparin이 처리되어 있는 진공 채혈관을 이용하여 채혈한 후,

원심분리기를 이용하여 2500-3000 rpm의 속도로 15-20분간 원심 분리한 후 혈청 분리관으로 검사에 필요한 부분만을 다시 추출하여 자동 생화학 분석기 (HITACHI 747, Japan)를 이용하여 분석하였다.

(3) IGF-1

IGF-1 분석은 채혈 후, 원심 분리기를 이용 2500-3000 rpm의 속도로 15분간 원심분리 후, 혈청 분리관으로 검사에 필요한 부분을 추출하여 IGF-1 RIA kit(Diagnostic Systems Laboratories, Inc, USA)로 측정하였다.

(4) creatinine

Serum 0.3ml 이상을 검출하여 원심분리기를 이용 2500-3000 rpm의 속도로 15-20분간 원심분리 후, 혈청 분리관으로 검사에 필요한 부분을 추출하였다.

creatinine + picrate → Creatinine-picrate complex(등적색)의 creatinine-picrate의 생성속도를 측정하여 creatinine치를 구하였다.

8) 통계처리

본 연구에서 얻은 자료는 SPSS/+PC+ v11.0 프로그램을 이용하여 기술통계량으로 평균과 표준편차를 산출하였고, 투여(투여전과 후) 간, 그룹 간의 차이를 알아보기 위해 Repeated Measures of ANOVA를 이용하여 분석하였다. 또한 Scheffe의 사후 검증법을 이용하였으며, 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 이하로 하였다.

3. 연구결과 및 고찰

가. 동물실험을 통한 근력 향상 효능 분석

1) 체중 증가량 및 식이 섭취율

체중 증가량 및 식이 효율은 Fig. 2, Table 3, 4에 제시한 바와 같다. 실험 시작부터 종료 시 까지 2주차를 제외한 4주간의 실험기간동안 각 군간의 유의적인

차이는 보이지 않았다. 식이 섭취량과 체중 증가량 및 식이효율(FER)을 종합하여 살펴보면 식이섭취량에 있어 유의적인 차이를 보인 군들이 있었으나($p < 0.05$) 체중 증가량에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 유의적인 식이섭취량으로 인해 식이효율 측정 결과 유의성 있는 결과가 야기 되었으나 이는 4주간에 걸친 실험기간동안 실험동물의 성장에 지장을 줄만큼의 큰 격차는 아닌 것으로 여겨진다.

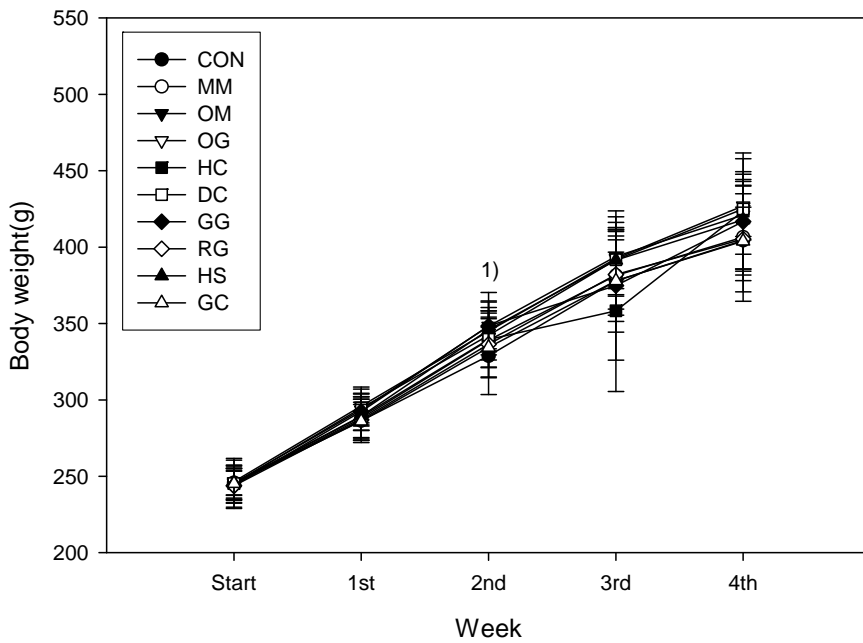


Fig. 2. Body weight gain of rats fed experimental diets for 4 weeks.

Table 3. Body weight gain of rats fed experimental diets for 4 weeks.

Group ¹⁾	Start	1st	2nd	3rd	4th
CON	245.8±7.9	286.3±14.2	328.8±35.4 ^a	379.2±33.7	404.4±39.8
MM	244.9±10.1	287.9±12.3	339.1±17.7 ^{ab}	381.4±25.9	406.5±28.4
OM	245.6±10.6	293.5±13.6	348.2±22.1 ^{ab}	393.9±26.0	421.0±36.8
OG	246.5±10.7	296.0±12.4	345.0±15.5 ^{ab}	392.5±23.6	427.0±22.4
HC	245.4±7.9	289.1±14.7	339.5±24.5 ^{ab}	358.3±52.9	423.6±38.0
DC	245.2±15.4	294.6±9.7	342.3±10.8 ^{ab}	391.7±13.1	425.0±18.0
GG	243.8±11.4	292.4±9.5	348.4±16.4 ^b	374.8±48.9	416.7±31.0
RG	243.8±11.1	287.0±13.5	336.4±21.9 ^{ab}	382.1±30.7	405.3±34.6
HS	245.7±11.5	289.4±9.1	345.9±12. ^{ab}	391.5±18.7	417.9±22.6
GC	245.3±16.4	286.1±10.8	334.4±13.3 ^{ab}	378.0±18.6	403.9±22.2

Values are mean±SD.

¹⁾CON: Control group, MM: Mecmundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho

Table 4 Food intake, body weight gain and FER of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Food intake (g/4 weeks)	Body weight gain (g/4 weeks)	FER ²⁾
CON	738.1±20.5 ^c	158.6±33.2	0.21±0.04 ^a
MM	693.1±13.3 ^{ab}	161.6±29.2	0.23±0.04 ^{abc}
OM	689.0±64.0 ^{ab}	175.5±28.2	0.25±0.04 ^{abc}
OG	726.5±47.6 ^{bc}	180.5±15.7	0.25±0.02 ^{abc}
HC	723.4±50.2 ^{bc}	178.2±31.8	0.25±0.04 ^{abc}
DC	715.5±24.6 ^{abc}	179.8±21.0	0.25±0.03 ^{abc}
GG	719.6±27.6 ^{bc}	184.0±21.7	0.26±0.03 ^c
RG	676.5±54.3 ^a	161.5±25.7	0.24±0.04 ^{abc}
HS	690.4±18.7 ^{ab}	172.2±19.9	0.25±0.03 ^{abc}
GC	709.6±34.5 ^{abc}	158.6±23.3	0.22±0.03 ^{ab}

Values are mean±SD. Means with the different letter within a column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

¹⁾CON: Control group, MM: Mecmundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

$${}^2)\text{FER(Food efficiency ratio)} = \frac{\text{Body weight gain for experimental period}}{\text{Food intake for experimental period}}$$

2) 최대 근력 측정

최대 근력 측정 결과는 Fig. 3, Table 5에 제시한 바와 같다. 1주차 측정 시 오미자 추출물 섭취군(OM군)과 하수오 추출물 섭취군(HS군)이 대조군에 비하여 유의적으로 낮은 근력 측정 결과를 보였으며($p < 0.05$), 2주차에서는 맥문동 추출물 섭취군(MM군), 오미자 추출물 섭취군(OM군), 하수오 추출물 섭취군(HS군) 및 감초 추출물 섭취군(GC군)이 대조군에 비하여 유의적으로 낮은 수치를 보였다($p < 0.05$). 3주차 측정 결과 오가피 추출물 섭취군(OG군), 두충 추출물 섭취군(DC군), 홍삼 추출물 섭취군(RG군)에서 대조군(CON군)에 비하여 유의적으로 높은 측정 결과를 나타내었고($p < 0.05$), 4주차에서는 오가피 추출물 섭취군(OG군), 합초 추출물 섭취군(HC군) 및 홍삼 추출물 섭취군(RG군)이 대조군(CON군)에 비하여 유의적으로 높은 최대 근력 측정 결과를 보였다($p < 0.05$). 이와 같은 결과는 향후 천연물을 이용한 근력 강화 식품 개발을 위한 소재 탐색 시 유용한 기초자료로 이용될 것으로 여겨진다.

Table 5. Maximum muscular strength of rats for fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Period			
	1st	2nd	3rd	4th
CON	125.7±22.0 ^{c2)}	174.4±11.3 ^b	202.9±7.6 ^{cd}	243.6±29.7 ^{ab}
MM	104.4±20.5 ^{bc}	147.4±17.4 ^a	187.5±11.4 ^a	252.6±29.0 ^{bc}
OM	86.6±33.2 ^{ab}	154.0±21.2 ^a	198.2±8.0 ^{bc}	240.6±17.4 ^{ab}
OG	113.3±51.1 ^{bc}	179.8±15.3 ^b	224.3±13.9 ^f	282.5±47.8 ^{cd}
HC	118.0±29.3 ^{bc}	178.6±14.8 ^b	210.7±11.6 ^{de}	277.4±28.4 ^{cd}
DC	103.5±27.0 ^{bc}	187.0±13.2 ^b	214.0±6.6 ^e	255.5±22.5 ^{bc}
GG	122.2±41.5 ^c	185.0±10.2 ^b	204.1±5.3 ^{cd}	242.0±24.7 ^{ab}
RG	110.5±21.7 ^{bc}	182.2±15.2 ^b	222.7±11.1 ^f	287.2±52.7 ^d
HS	67.9±18.3 ^{ab}	148.4±27.4 ^a	191.1±6.9 ^{ab}	217.7±17.4 ^{ab}
GC	96.0±29.6 ^{abc}	153.7±22.6 ^a	197.0±8.0 ^{bc}	234.2±22.1 ^{ab}

Values are mean±SD.

¹⁾CON: Control group, MM: Mecmundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho.

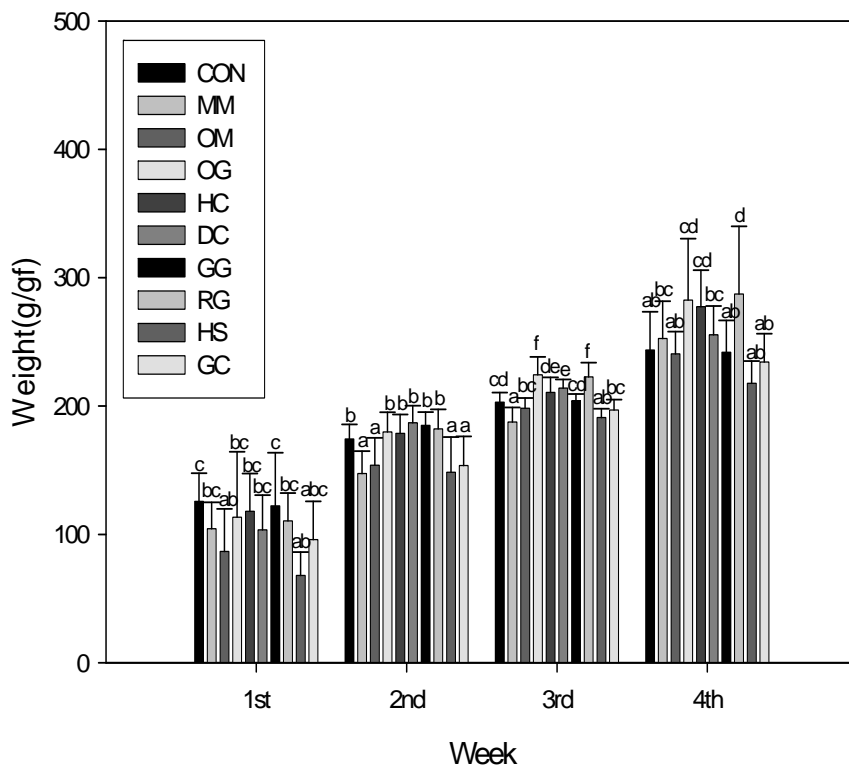


Fig. 3. Maximum muscular strength of rats fed experimental diets.

* Significantly different compared to the value for CON by independent samples t-test at * $p < 0.05$.

CON: Control group, MM: Mecmundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

3) 간장 무게 및 글리코겐 농도 분석

4주간 생약 추출물 식이를 한 rat의 간 무게 및 간 글리코겐은 Fig. 4, Table 6과 같다. 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 글리코겐 함량은 모든 식이군들이 대조구에 비하여 간 글리코겐의 함량이 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 간내 글리코겐의 저장은 지구력 운동시 주요한 에너지원이며 간에 저장된 글리코겐은 필요에 따라 포도당으로 바뀌게 되어 혈액을 통해 활동적인 조직으로 운반되어 해당과정을 거쳐 에너지원으로 사용된다(44). 또한 과격한 근력운동을 하게 되면 무산소성 열원의 소모로 간에서의 글리코겐이 동원되어 에너지원으로 소모된다고 할 때 생약 열수추출물 급여 동물들의 간 글리코겐 함량이 높은 것은 생약 열수추출물의 근력 강화에 효능을 나타낸다고 판단할 수 있다.

Table 6. Liver weight and glycogen concentration of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Liver weight(g/100g bw)	Liver glycogen concentration (mg/g tissue)
CON	2.8±0.1	18.1±4.2 ^a
MM	2.7±0.2	25.7±3.5 ^d
OM	2.7±0.1	25.9±2.1 ^d
OG	2.8±0.0	25.2±1.6 ^d
HC	2.7±0.1	25.6±2.6 ^d
DC	2.7±0.1	23.9±2.5 ^{bcd}
GG	2.8±0.1	21.0±1.7 ^b
RG	2.7±0.1	22.0±1.7 ^{bc}
HS	2.8±0.1	23.3±1.4 ^{bcd}
GC	2.8±0.2	25.0±3.5 ^{cd}

* Significantly different compared to the value for CON by independent samples t-test at *p<0.05.

CON: Control group, MM: Mecmundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

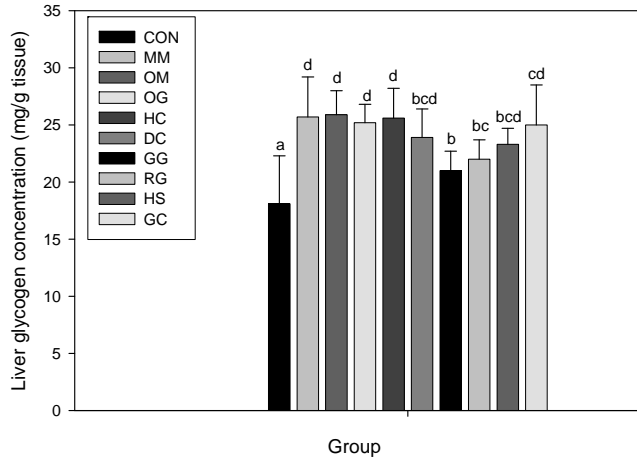


Fig. 4. Liver glycogen concentration of rats fed experimental diet for 4 weeks.

* Significantly different compared to the value for CON by independent samples t-test at * $p < 0.05$.

CON: Control group, MM: Mecomundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

4) 혈중 근력관련 피로요소 분석

4주 간 생약재 열수추출물 보충식으로 사육한 후 실험동물의 혈중 피로요소를 분석 한 결과는 Table 7 ~ 10, Fig. 5 ~ 8과 같다. 식이군 간의 혈중 creatinine 함량의 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 무기인산 함량에서는 맥문동(MM), 오미자(OM), 오가피(OG), 두충(DC), 구기자(GG), 홍삼(RG) 열수추출물 섭취군의 경우 대조군에 비하여 낮은 수준을 나타내었다. 운동 수행 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 근육 피로를 일으키며 결과적으로 근력도 약해진다. 따라서 혈액 중 젖산 함량의 저하는 근육피로를 해소하여 운동능력을 향상 시킨다고 할 수 있다. 본 연구에서는 모든 생약재 열수추출물 식이군에서 대조군과 비교하여 낮은 젖산함량을 나타내었으며 특히 함초(HC)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 글리코겐의 결과에서도 나타났듯이 지속적인 운동수행 능력을 측정하는 것이 아닌 순간적인 근력을 측정하는 실험 방법에 기인한 오차로 판단된다.

Table 7. Serum creatinine of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Creatinine (mg/dL)
CON	0.65±0.05
MM	0.60±0.00
OM	0.65±0.05
OG	0.64±0.05
HC	0.63±0.05
DC	0.63±0.05
GG	0.60±0.00
RG	0.61±0.04
HS	0.63±0.05
GC	0.61±0.04

* Significantly

different compared to the value for CON by independent samples

t-test at *p<0.05.

CON: Control group, MM: Mecomundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

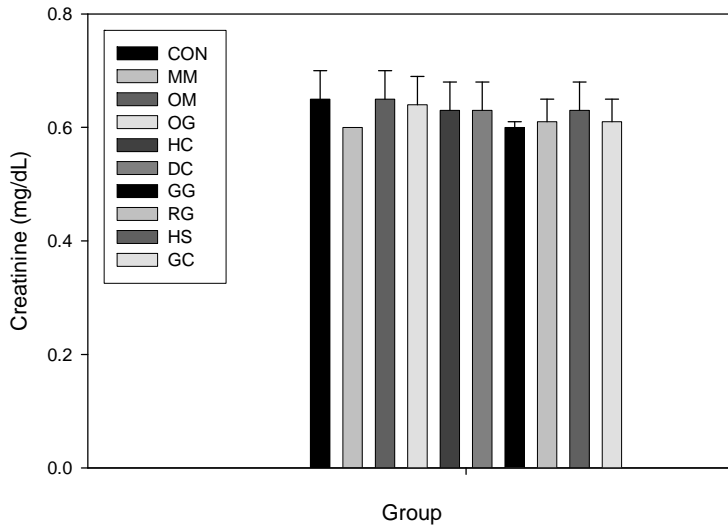


Fig. 5. Serum creatinine concentration of rats fed experimental diets for 4 weeks* Significantly different compared to the value for CON by independent samples t-test at * $p < 0.05$.

CON: Control group, MM: Mecomundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

Table 8. Serum inorganic phosphate concentration of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Serum inorganic phosphate Concentration (mg/dL)
CON	8.38±0.41 ^d
MM	7.88±0.47 ^{abc}
OM	7.85±0.42 ^{abc}
OG	7.64±0.23 ^{ab}
HC	8.05±0.33 ^{bcd}
DC	7.54±0.21 ^a
GG	7.81±0.52 ^{abc}
RG	7.75±0.44 ^{abc}
HS	8.03±0.26 ^{bcd}
GC	8.10±0.2 ^{cd1}

* Significantly different compared to the value for CON by independent samples t-test at *p<0.05.

CON: Control group, MM: Mecmundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

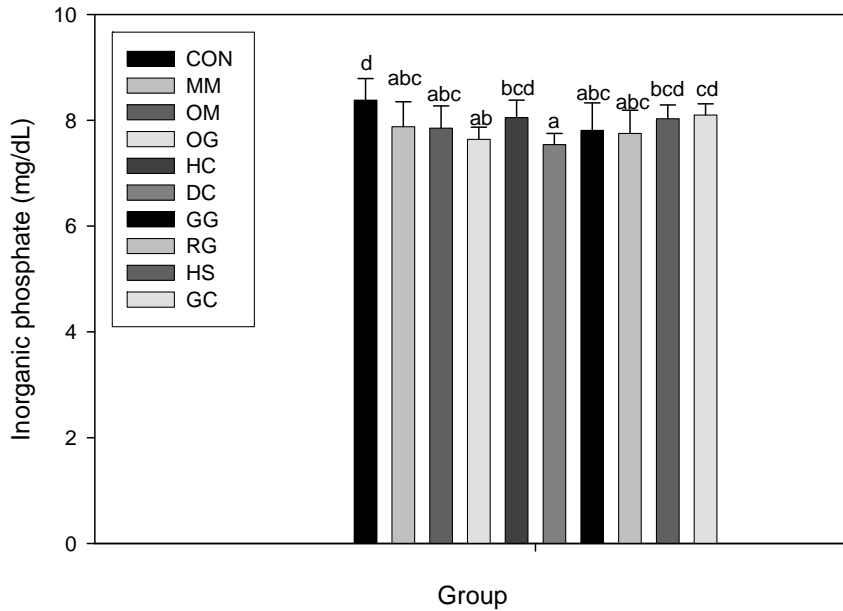


Fig. 6. Serum inorganic phosphate concentration of rats fed experimental diets for 4 weeks

* Significantly different compared to the value for CON by independent samples t-test at * $p < 0.05$.

CON: Control group, MM: Mecomundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

Table 9. Serum ammonia concentration of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Serum ammonia Concentration (ug/dL)
CON	170.38±20.26 ^a
MM	196.38±20.37 ^{bc}
OM	192.25±18.62 ^{ab}
OG	190.50±12.06 ^{ab}
HC	272.88±28.49 ^f
DC	253.88±18.27 ^{ef}
GG	229.88±28.92 ^{de}
RG	250.25±27.79 ^{ef}
HS	221.00±32.61 ^{cd}
GC	204.38±24.21 ^{bc}

* Significantly different compared to the value for CON by independent samples t-test at *p<0.05.

CON: Control group, MM: Mecmundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

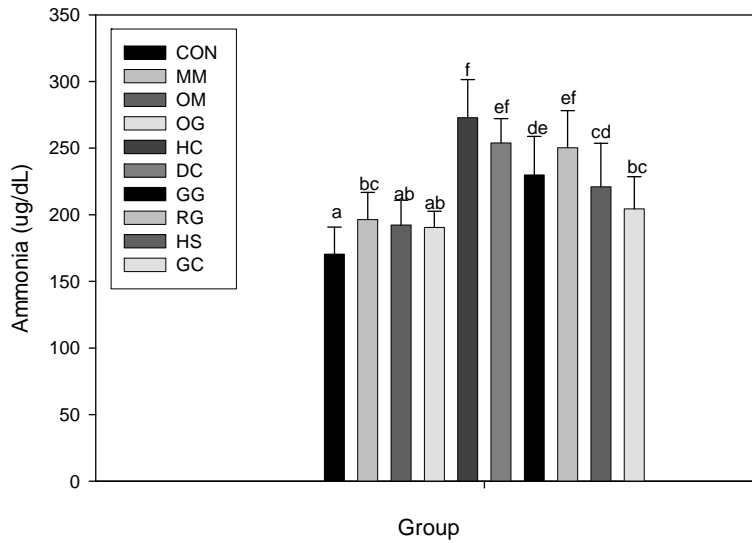


Fig. 7. Serum ammonia concentration of rats fed experimental diets for 4 weeks* Significantly different compared to the value for CON by independent samples t-test at *p<0.05.

CON: Control group, MM: Mecmundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

Table 10. Serum lactate concentration of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Serum lactate Concentration ($\mu\text{g}/\text{dL}$)
CON	17.45 \pm 3.96 ^e
MM	10.48 \pm 1.64 ^{abcd}
OM	12.18 \pm 2.73 ^d
OG	9.50 \pm 2.70 ^{abcd}
HC	8.39 \pm 1.70 ^a
DC	8.61 \pm 1.44 ^a
GG	8.99 \pm 1.54 ^{ab}
RG	9.40 \pm 1.34 ^{abc}
HS	11.49 \pm 2.78 ^{bcd}
GC	11.81 \pm 3.16 ^{cd}

* Significantly different compared to the value for CON by independent samples t-test at * $p < 0.05$.

CON: Control group, MM: Mecmundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

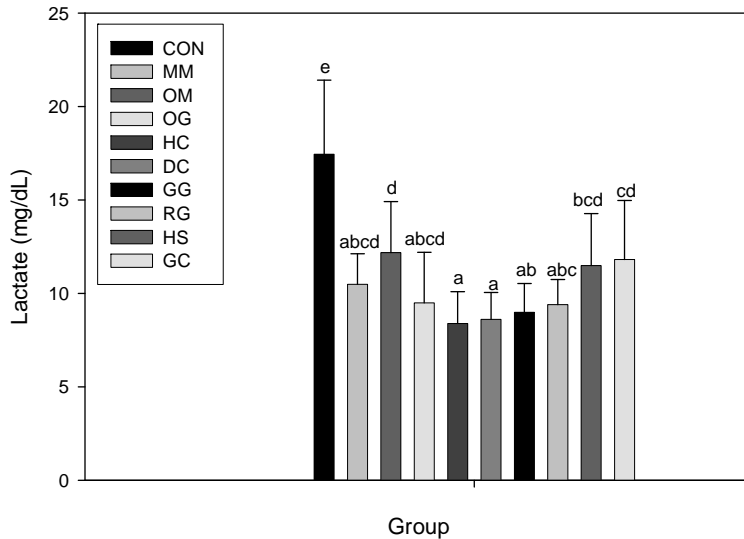


Fig. 8. Serum lactate concentration of rats fed experimental diets for 4 weeks* Significantly different compared to the value for CON by independent samples t-test at * $p < 0.05$. CON: Control group, MM: Mecomundong, OM: Omija, OG: Ogapi, HC: Hamcho, DC: Duchung, GG: Gugija, RG: Red ginseng, HS: Hasuo, GC: Gamcho

나. 인체시험을 통한 근력 향상 효능 분석

1) 체중의 변화

4주간의 위약 및 식물성 추출물 투여에 의한 집단별 체중 변화는 Table 11, Fig. 9에 나타나 있다. 각 그룹의 투여 전·후 간에서는 체중 차가 나타나지 않아 식물성 추출물의 투여가 체중 변화에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

Table 11. Changes of weight before and after medication (Mean±SD)

(kg)

투여조건	투여 전	투여 후
위약	69.76±14.38	70.28±13.28
홍삼	70.00±5.14	70.72±5.93
합초	68.36±3.23	68.44±3.64

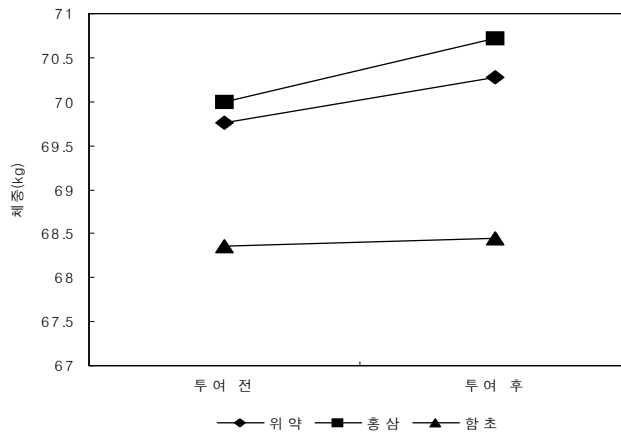


Fig. 9. Changes of weight before and after medication.

2) 체지방

그룹별 체지방 변화는 Table 12, Fig. 10에 나타난 것과 같이 나타났다. 홍삼과 합초 그룹의 투여 전·후 체지방 변화는 없었으며, 위약 그룹의 체지방이 0.78% 증가하여 가장 큰 변화를 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않아 홍삼 및 합초 추출물이 체지방의 변화에도 영향을 미치지 않았다는 결론을 얻었다.

Table 12. Changes of body fat before and after medication(Mean±SD)

(%)

투여조건	투여 전	투여 후
위약	15.48±6.24	16.26±6.60
홍삼	16.26±2.78	16.20±2.77
함초	15.48±5.17	15.56±4.81

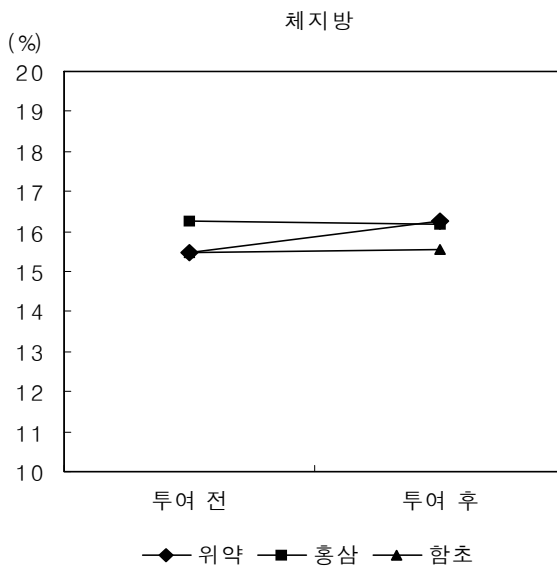


Fig 10. Changes of body fat before and after medication

3) 등속성 운동능력

등속성 운동능력 중 근력의 향상도를 분석하기 위하여 60° /sec의 각속도에서 슬관절(knee)과 어깨관절(shoulder)의 내·외전 시 체중당 최대회전력(Peak torque %BW)을 관찰하였다. 체중당 최대회전력의 변화는 Table 13, 14, Fig. 1 1~ 14에 나타나 있다.

슬관절의 신근과 굴근의 체중당 최대회전력은 대체적으로 투여 후 높게 나타나는 경향이 있었으며, 특히 함초 투여 후에는 투여 전에 비하여 Extension에서 14.35%, Flexion에서 14.63% 증가치를 보여 그룹 중 가장 큰 변화를 보였다. 하지

만 세 그룹 간, 투여 전·후 간에서의 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 13. Peak torque per body weight of knee joint(Mean±SD)

(Nm/kg(%))

투여조건	Extension		Flexion	
	투여 전	투여 후	투여 전	투여 후
위약	237.60±60.01	241.20±54.11	149.40±36.64	152.20±41.28
홍삼	238.20±19.02	259.00±18.93	152.00±30.33	167.40±25.14
함초	230.20±49.83	263.20±20.00	149.80±19.02	171.60±20.66

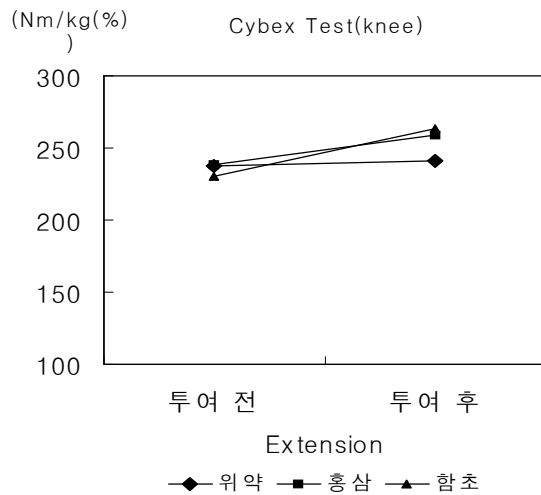


Fig. 11. Peak torque(extension) per body weight of knee joint

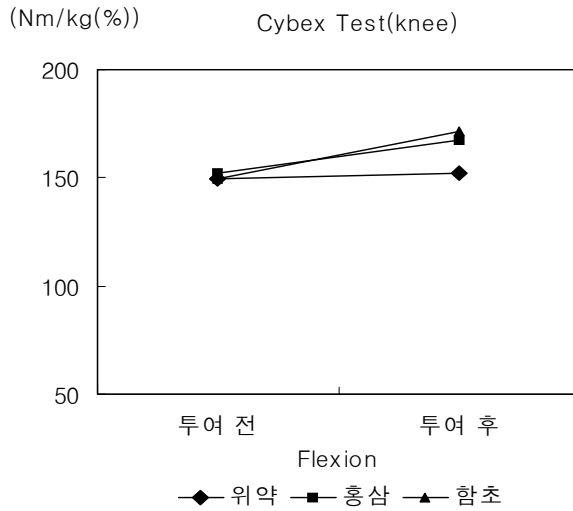


Fig. 12. Peak torque(flexion) per body weight of knee joint

또한, 어깨관절의 경우에서도 세 그룹 간, 투여 전·후 간에 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 홍삼과 합초 그룹의 투여 전·후의 체중당 최대 회전력은 신근과 굴근 모두에서 증가하는 양상을 보였으며, 합초 투여 후에는 투여 전에 비하여 Extension에서 7.95%, Flexion에서 6.17%의 증가율을 보여 슬관절의 경우와 마찬가지로 그룹 중 가장 큰 변화를 보였다.

Table 14. Peak torque per body weight of shoulder joint(Mean±SD)

(Nm/kg(%))

투여조건	Extension		Flexion	
	투여 전	투여 후	투여 전	투여 후
위약	112.40±35.36	114.80±33.54	77.80±11.48	79.60±12.34
홍삼	108.80±16.89	115.60±16.23	78.60±7.86	83.40±8.62
합초	105.60±17.16	114.00±16.57	81.00±10.39	86.00±12.19

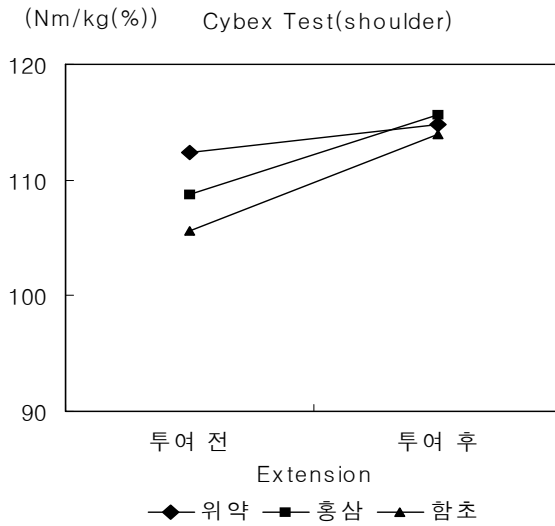


Fig. 13. Peak torque(extension) per body weight of shoulder joint

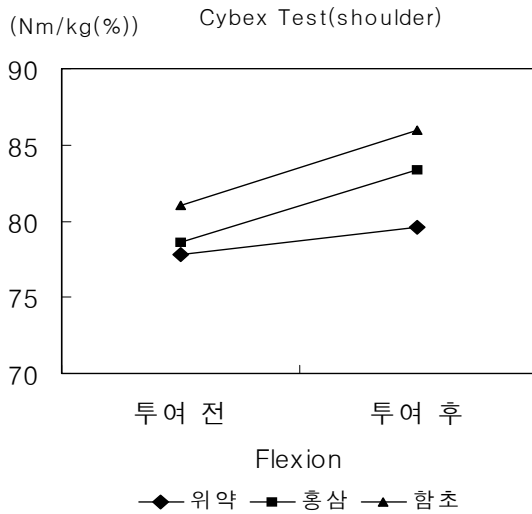


Fig. 14. Peak torque(flexion) per body weight of shoulder joint

4) 혈액 분석결과

식물성 추출물이 혈중 피로물질 및 근손상 지표물질의 농도 변화에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 혈중 성분들을 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

가) 혈중 피로물질의 농도 변화

(1) 암모니아

실험 조건에 따른 혈중 ammonia 농도 변화는 Table 15, Fig. 15에 나타나 있다. 홍삼 투여그룹의 혈중 ammonia 농도는 투여 후 안정 시에서 $89.40 \pm 15.19 \mu\text{mol/L}$ 로 가장 낮게 나타나 그룹별 운동 전·후 혈중 ammonia 농도 차이가 가장 컸다. 또한, 운동 후와 회복 30 min 시기에 있어서 식물성 추출물 투여 후 그룹별 혈중 ammonia 농도는 위약 그룹에 비하여 낮게 나타났으나, 각 그룹 간, 시기 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 15. Changes of serum ammonia concentration(Mean±SD)

($\mu\text{mol/L}$)

투여조건		운동 전	운동 후	회복 30min
위약	투여 전	119.20±20.28	154.00±28.44	132.80±17.51
	투여 후	113.60±27.49	148.80±25.82	123.20±33.04
홍삼	투여 전	113.40±40.92	144.20±56.73	122.20±49.18
	투여 후	89.40±15.19	126.80±18.46	98.40±15.47
함초	투여 전	121.80±50.09	153.20±49.57	117.40±14.36
	투여 후	105.80±25.53	124.40±45.32	104.20±30.98

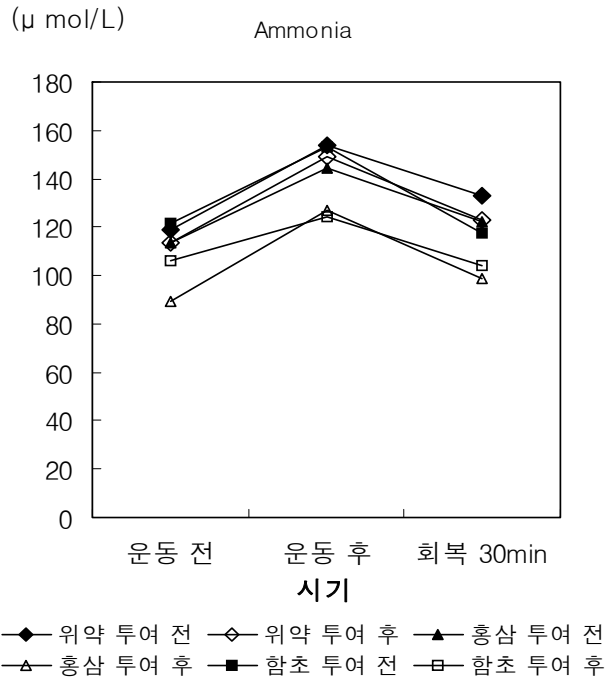


Fig. 15. Changes of serum ammonia concentration

(2) 무기인산

혈중 Phosphorus의 변화는 Table 16, Fig. 16에 나타나 있다. 안정 시 홍삼 투여그룹의 투여 후 혈중 Phosphorus 농도는 1.88 ± 0.32 mg/dL로 가장 낮게 나타났다으며, 운동 후에 있어서는 함초 투여 전·후의 차이가 0.50 mg/dl로 가장 크게 나타났다. 식물성 추출물 투여 후 각 시기별 Phosphorus의 농도는 낮게 나타났지만, 각 그룹별, 시기별 혈중 Phosphorus 농도는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 16. Changes of serum inorganic phosphorus concentration(Mean±SD)
(mg/dl)

투여조건		운동 전	운동 후	회복 30min
위약	투여 전	2.62±.52	3.70±.52	2.88±.31
	투여 후	2.72±.24	3.54±.50	2.94±.23
홍삼	투여 전	2.50±.68	3.64±.30	3.30±.46
	투여 후	1.88±.32	3.20±.41	2.94±.56
함초	투여 전	2.30±.38	4.24±.24	2.72±.69
	투여 후	2.10±.38	3.64±.24	2.22±.42

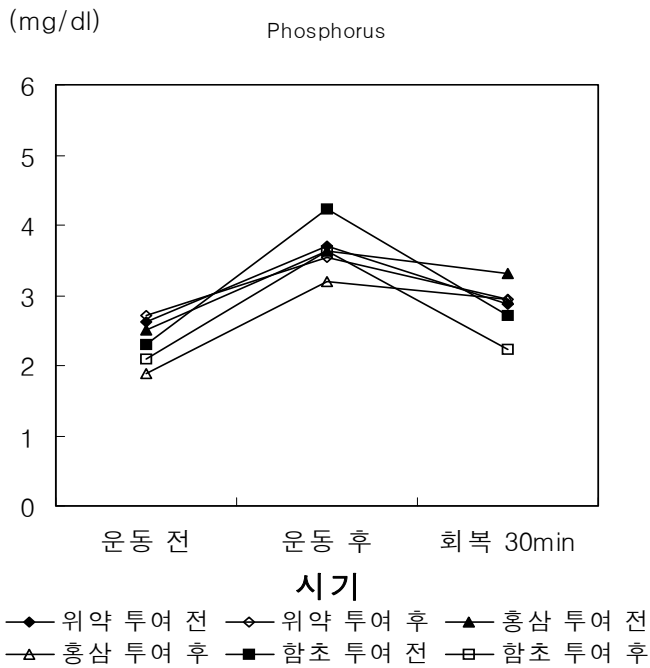


Fig. 16. Changes of serum inorganic phosphorus concentration

나) 혈중 근손상 지표물질의 농도 변화

(1) LDH(lactate dehydrogenase)

실험 조건에 따른 LDH 농도의 변화는 Table 17, Fig. 17에 나타나 있다. 식물성 추출물 투여 후의 혈중 LDH 농도는 전 시기에 걸쳐 투여 전보다 더 낮았지만 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 17. Changes of serum LDH concentration(Mean±SD)

(ml/dl)

투여조건		운동 전	운동 후	회복 30min	회복 4h	회복 24h
위약	투여 전	280.40	306.60	286.00	294.80	290.00
		(±19.76)	(±23.77)	(±18.38)	(±19.99)	(±11.68)
	투여 후	267.40	284.20	260.00	284.40	265.20
		(±34.40)	(±40.55)	(±28.66)	(±32.58)	(±19.33)
홍삼	투여 전	280.40	293.00	276.20	297.20	277.00
		(±29.11)	(±24.60)	(±27.33)	(±31.69)	(±15.28)
	투여 후	262.00	264.80	255.60	260.20	252.80
		(±32.34)	(±38.65)	(±40.45)	(±39.54)	(±33.03)
합초	투여 전	286.80	310.40	296.40	289.40	292.60
		(±26.95)	(±54.10)	(±39.77)	(±50.55)	(±50.67)
	투여 후	265.60	280.80	270.80	277.60	268.00
		(±38.97)	(±38.63)	(±41.43)	(±23.82)	(±29.41)

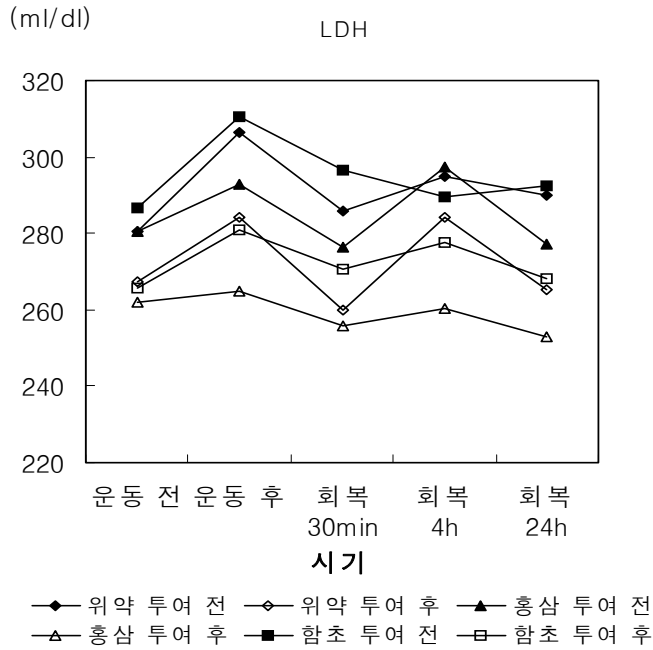


Fig. 17. Changes of serum LDH concentration

(2) Creatine kinase

각 그룹별 다섯 번의 시기에 걸쳐 관찰한 혈중 Creatine kinase의 농도 변화는 Table 18, Fig. 18에 나타나 있다. 혈중 CK의 농도는 식물성 추출물 투여 그룹에서 투여 전보다 각 시기에서 낮게 나타났으며, 특히 홍삼그룹에서 투여 후 회복 24h에서의 혈중 CK 농도는 투여전보다 144.60 IU/L가 더 낮았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 18. Changes of serum creatine kinase concentration(Mean±SD)

(IU/L)

투여조건		운동 전	운동 후	회복 30min	회복 4h	회복 24h
위약	투여 전	203.80 (±52.46)	257.60 (±82.76)	254.80 (±80.43)	296.80 (±75.02)	256.40 (±74.70)
	투여 후	186.40 (±43.77)	245.80 (±74.64)	237.40 (±58.69)	248.60 (±34.79)	226.00 (±66.75)
홍삼	투여 전	176.40 (±62.66)	219.20 (±92.54)	223.00 (±99.57)	270.60 (±91.61)	313.20 (±158.01)
	투여 후	152.40 (±61.06)	172.80 (±72.02)	171.40 (±71.21)	187.60 (±69.10)	168.60 (±77.81)
함초	투여 전	186.80 (±28.79)	202.40 (±49.14)	197.00 (±45.43)	236.60 (±51.14)	265.00 (±101.07)
	투여 후	119.00 (±23.76)	141.60 (±20.33)	139.40 (±19.82)	186.60 (±44.85)	207.80 (±85.52)

(IU/L)

Creatine kinase

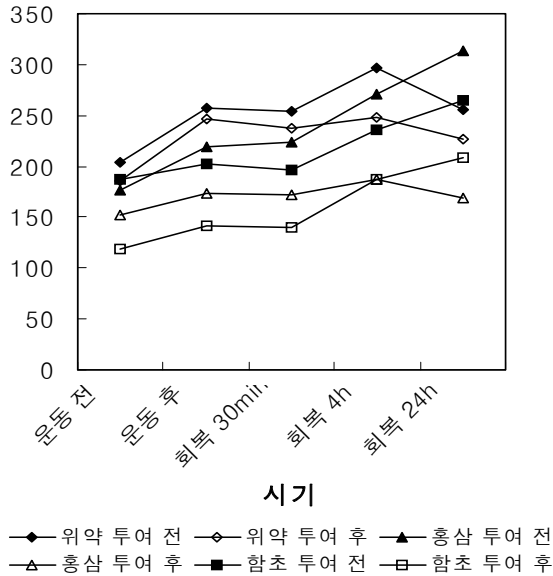


Fig. 18. Changes of serum creatine kinase concentration

(3) IGF-I

실험 조건에 따른 혈중 IGF-I의 농도 변화는 Table 19, Fig. 19에 나타나 있다. 집단간, 운동 전후, 각 시기 간에 혈중 IGF-I 농도에 대한 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 홍삼 투여그룹의 회복 30min 시기에서의 혈중 IGF-I 농도는 427.80ng/ml, 함초 투여그룹의 회복 30min 시기에서의 혈중 IGF-I 농도는 413.00ng/ml로 나타나, 식물성 추출물 투여 그룹들의 회복 30min 시점에서의 농도는 투여 전보다 낮게 나타났다.

Table 19. Changes of serum IGF-I concentration(Mean±SD)

(ng/ml)

투여조건	운동 전	운동 후	회복 30min	
위약	투여 전	443.40±17.20	474.40±30.24	454.40±42.19
	투여 후	451.60±12.46	484.20±15.16	462.80±8.61
홍삼	투여 전	431.60±87.28	459.80±127.76	444.40±113.48
	투여 후	438.00±89.71	447.40±96.11	427.80±82.19
함초	투여 전	430.40±75.32	439.00±87.72	424.40±75.79
	투여 후	427.40±28.54	442.40±43.40	413.00±28.35

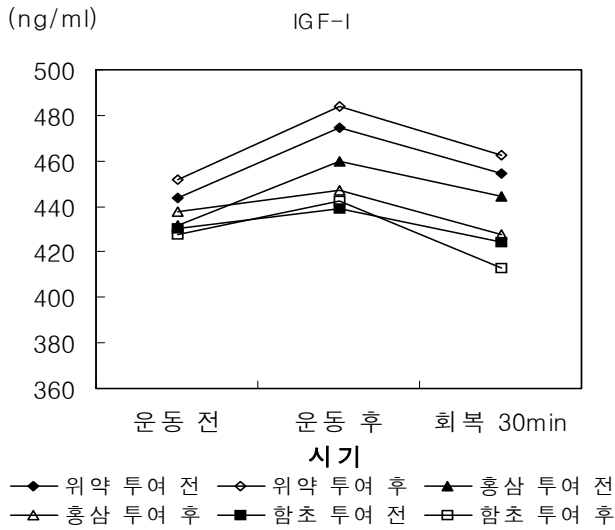


Fig. 19. Changes of serum IGF-I concentration

(4) Creatinine

혈중 creatinine 농도 변화는 Table 20, Fig. 20에 나타나 있다. 홍삼 투여그룹의 회복 24h 시기에서의 혈중 creatinine 농도는 0.12mg/dl로 투여 전·후 간 가장 큰 차이를 보였으며, 식물성 추출물 투여 후 Creatinine의 혈중 농도는 투여 전 보다 대체적으로 낮게 나타났지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 20. Changes of serum creatinine concentration(Mean±SD)

(mg/dl)

투여조건	운동 전	운동 후	회복 24h
위약	투여 전	1.10±0.06	1.12±0.07
	투여 후	1.08±0.11	1.12±0.10
홍삼	투여 전	1.10±0.09	1.16±0.10
	투여 후	1.08±0.07	1.18±0.07
함초	투여 전	1.08±0.10	1.12±0.13
	투여 후	1.06±0.05	1.08±0.04

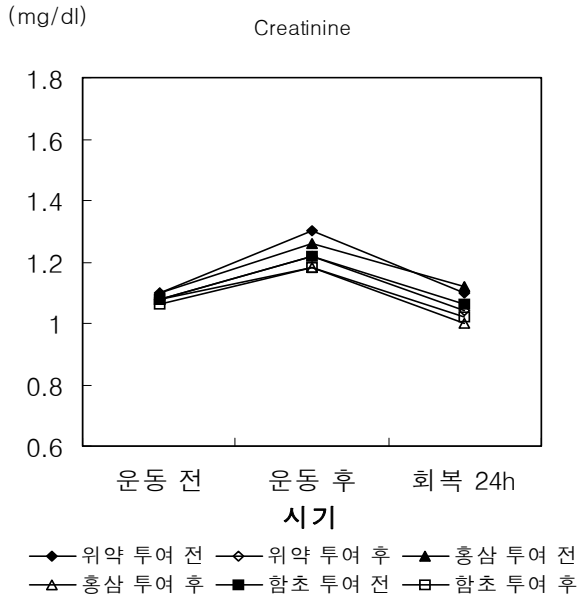


Fig. 20. Changes of serum creatinine concentration

다. 결론

생약 열수추출물의 근력 향상 효능을 평가하기 위하여 근력 측정 및 혈액의 피로요소를 분석한 결과 간 글리코겐 함량은 모든 식이 군들이 대조군에 비하여 높은 수치를 나타내었다. 특히 맥문동, 오미자, 오가피, 함초 식이군의 경우 높은 글리코겐 함량을 나타내었다. 4주간 측정된 근력 향상 효능은 오가피, 함초, 홍삼 열수추출물 섭취군의 경우 다른 열수추출물 섭취군에 비하여 높은 근력 향상 효과를 보여주었다. 무기인산은 맥문동, 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 열수 추출물을 이용한 근력 향상용 기능성 식품의 개발 가능성을 보여주었다. 실험동물을 근력측정 시스템을 이용하여 근력 향상 효능을 총 4주에 걸쳐 분석한 결과 오가피, 홍삼, 함초 추출액 급여군에서 대조군과 비교하여 유의적인 근력 향상 효능이 나타났으며 이중 홍삼과 함초를 선별하여 인체시험을 실시하였다. 인체시험을 통한 근력 측정은 Cybex Test를 이용하여 근력의 향상도를 직접적으로 관찰하였고, 1RM Test로부터 산출한 85% 강도의 근력 트레이닝

으로 유도된 근 손상을 혈중 성분을 통하여 관찰함으로써 근력의 향상도를 간접적으로 관찰하였다.

4주간의 위약, 홍삼, 함초 투여 후 체중 및 체지방의 변화는 없었으며, Cybex Test를 통한 근력의 변화에 있어서도 식물성 추출물 투여 그룹에서 증가하는 경향만 보였을 뿐 유의한 차이가 나지 않았다.

혈중 피로물질 변화에 있어서도 홍삼 투여그룹의 혈중 ammonia 농도는 투여 후 안정 시에서 $89.40 \pm 15.19 \mu\text{mol/L}$, 함초 투여그룹의 혈중 inorganic phosphorus 농도는 운동 후 3.64 mg/dl로 나타나는 등 식물성 추출물 투여 후의 ammonia 및 inorganic phosphorus의 혈중 농도는 각 시기별 모두 낮게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

85%-1RM 강도의 근력운동을 통하여 유도된 근 손상 지표물질의 변화에 있어서도 투여 후의 농도가 투여 전보다 대체적으로 낮게 나타났다. 홍삼 투여 그룹에서 혈중 CK 농도는 투여 후 회복 24h에서의 농도가 투여전보다 144.60 IU/L가 더 낮게 나타났으며, creatinine 농도는 0.12mg/dl로 투여 전·후 가장 큰 차이를 보이는 등 전반적으로 혈중 근 손상 지표물질의 농도가 식물성 추출물 투여에 의하여 개선되는 것처럼 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

따라서 본 실험에서는 홍삼 및 함초 추출물 투여가 근력향상 및 근 손상 지표물질의 농도 변화에 미치는 영향이 확실하게 규명되지는 않았다. 하지만 각 분석 요인들에서 식물성 추출물 투여의 긍정적인 pattern이 계속적으로 반복되면서, 홍삼 및 함초 추출물이 근력 향상을 위한 보조제로서의 가능성은 농후했다.

제2절 국내산 근력향상 효능 생약의 효능 평가

1. 서론

급속한 산업화와 도시화로 인하여 사람들은 운동부족으로 육체적, 정신적으로 많은 스트레스에 시달리고 있으며 이로 인하여 다양한 근골격계 질환에 시달리고 있다. 이를 극복하기 위하여 지역마다 운동시설이 크게 급증하고 있으며 다양한 운동 프로그램이 증가하는 추세에 있다. 이러한 생활체육의 보편화로 일부에서 운동중독을 야기하거나 과도하고 급작스러운 운동 수행으로 인한 부작용 및 건강에 대한 지나친 관심으로 약물복용과 효능 및 안전성이 확보되지 않은 식품섭취로 인하여 발생하는 피해사례가 꾸준히 증가하고 있다(10). 약물 복용의 대표적 사례인 스테로이드 투여가 골격근의 소모를 초래한다는 연구결과가 보고(11)된 이래 스테로이드와 같은 약물을 대신 할 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 단백질보충제 및 아미노산이 근력 및 운동수행능력에 미치는 영향(12-17)등에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이들 연구에 의하면 웨이트 트레이닝과 단백질 보충제와의 영향에 관한 연구에서 단백질 보충제와 함께 적절한 운동 프로그램을 병행할 경우 근력을 향상시킨다는 보고가 있으나 현재까지 소재에 따른 근력향상 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, 항염증작용, 항당뇨 및 항암효과 등에 국한되어 왔으며 근력과 관련한 효능 및 생화학적 요인 규명에 대한 연구는 부족한 실정이다. 최근 근력 및 운동 수행 능력 향상과 관련하여 인삼의 운동 수행 능력 향상(30, 31), 한약재에 의한 근력강화효능(32) 등 부분적으로 연구가 이루어지고 있다. 따라서 본 연구는 실험동물을 이용하여 근력측정 및 혈액의 피로요소를 분석하여 생약 열수추출물의 근력 향상 효능을 탐색하고 향후 근력 향상을 위한 기능성 식품 소재의 기초 자료를 축적하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 동물실험을 통한 근력향상 효능 생약의 효능 비교 평가

1) 실험재료

본 실험에 사용한 식물자원은 9종의 국내산 식물자원을 바탕으로 한 선행연구의 결과로부터 근력향상에 긍정적인 효능을 발휘한 것으로 여겨지는 2종(홍삼, 함초)을 선별하였으며 홍삼은 (주)다송식품, KT&G로부터 구입하였으며, 함초는 (주)다사랑으로 부터 구입하여 사용하였다. 함초는 10배 가수 후 환류냉각기를 설치하여 5시간 동안 열수 추출하였다. 추출물은 Whatman No.1 여과지를 이용하여 여과 후 회전감압농축기를 사용하여 농축하였다. 이를 동결건조 후 분말로 만들어 100mesh 체로 쳐서 실험에 사용하였다. 또한 본 실험의 목적은 시중에 시판되는 근력 강화 보조제와 본 연구를 통해 선발된 소재와의 효능비교 평가이므로 본 연구에서는 근력 강화 보조제로 시중에 유통되는 글루타민(L-Glutamine, (주)대상, Korea)을 선정하여 이를 동물실험의 시료로 사용하였다.

2) 실험동물의 사육

수컷 5주령 rat(Sprague-Dawley) 32마리를 한림동물실험센터(Hwaseong, Korea)로부터 분양받아 고형배합사료((주) 삼양유지사료)로 1주일간 예비사육한 후 무작위로 8 마리씩 4 군(대조군: CON- Control group, 글루타민 섭취군: GT- Glutamine supplemented group, 홍삼 추출물 섭취군: RG- Red ginseng supplemented group 그리고 함초 추출물 섭취군: SH- *Salicornia herbacea* supplemented group)으로 나누고 물과 사료는 자유롭게 섭취하도록 공급하였다. 동물 사육실의 환경은 온도 23±1℃, 습도 50±5, 12-hour light-dark cycle을 유지하였으며, 식이 섭취량과 체중 증가량은 1주일에 1회 일정한 시간에 측정하였다.

3) 실험식이

실험에 이용된 식이는 AIN-93G를 기준으로 하였으며, 글루타민, 홍삼 추출 분말 그리고 함초 추출 분말을 각각 30g/kg diet (총 식이 중량의 3%) 첨가하였다. 식이의 총 중량은 전분 및 단백질량에서 조정하였으며, 기타 실험식이의 자세한 사항은 Table 21에 제시한 바와 같다.

Table 21. Experimental diet composition by AIN-93G

Ingredient	AIN-93G (g/kg)	Group ¹⁾			
		CON	GT	RG	SH
Corn starch	368	368	368	338	338
Dextrinized cornstarch	132	132	132	132	132
Sucrose	100	100	100	100	100
Casein	200	200	170	200	200
L-Cystine	3	3	3	3	3
Soybean oil	100	100	100	100	100
Mineral Mix	35	35	35	35	35
Vitamin Mix	10	10	10	10	10
Cellulose powder	50	50	50	50	50
Choline bitartate	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Tert-butylhydroquinone	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Functional ingredient	-	-	30	30	30
Total	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

¹⁾CON: Control group, GT: Glutamine supplemented group, RG: Red ginseng extract supplemented group, SH: *Salicornia herbacea* extract supplemented group.

4) 최대 근력 측정

모든 군은 1주일에 1회 근력 측정을 실시하였다. 측정방법은 Smith (42)등의 방법을 수정하여 실시하였다. 최대근력 판정은 rat가 horizontal bar를 놓는 시점으로 하였으며, 그 때의 수치를 digital force gauge를 통하여 나타내었다

5) 시료 채취 및 혈중 생화학적 요소 분석

4주간의 실험기간 후 18시간 절식을 시켰으며 그 후 에테르로 실험동물을 마취시켰다. 분석에 필요한 혈액은 복부대동맥으로부터 취하였으며 EDTA를 첨가하여 응고를 방지한 후 3,000 rpm에서 10 min 동안 원심분리한 후에 혈장을 취하여 분석 시 까지 -70°C 에서 보관하였다. 채혈 후 간장 및 골격근을 적출하여 무게 측정 후 분석 시 까지 -70°C 에 보관하였다. 혈중 포도당 농도는 혈당측정기 (Precision QID, Medisense, USA)를 이용하여 분석하였으며, 무기인산은 몰리브덴 색소법을 이용한 kit(Bio Clinical System Co., Korea), 암모니아는 indophenol 법을 이용한 kit(아산제약(주), Korea)로 분석하였다. 또한 크레아티닌은 Jaffe reaction법을 이용하여 분석하였으며, 젖산 농도 분석은 Lactate kit (Roche, Switzerland)를 이용해 자동생화학분석기(Cobas Integra, Roche, Switzerland)를 이용하여 분석하였다.

6) 간장 무게 및 글리코겐 농도 분석

간장의 글리코겐 농도는 Anthrone법(43)을 이용하여 분석하였다. 즉, 일정량의 간을 취하여 30% KOH 용액에 용해시키고, 100°C 의 끓는 물에서 20분간 증탕 후, 실온에서 20분간 방치하였다. 여기에 95% 에탄올을 가하여 $2,000\times\text{g}$ 에서 10분간 원심분리 하였다. 침전물을 증류수로 세척한 후, 증류수와 anthrone 시약을 가하여 끓는물에서 20분간 반응시킨 후 . 표준 포도당용액을 이용하여 620 nm 에서 비색정량을 실시하고, 표준곡선으로부터 글리코겐 농도를 산출하였다.

7) 통계처리

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

나. 인체시험을 통한 근력향상 효능 생약의 효능비교평가

1) 실험 대상

본 연구의 식물성 추출물(홍삼, 합초)과 글루타민 투여가 근력향상 및 혈중 근 손상 지표에 미치는 영향을 비교 분석하는데 있다. 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구방법을 수행하였다. 본 연구의 대상자는 고혈압, 심장기능 이상, 위장병 등과 같은 질병이 없고, 주당 5시간 이상 정기적인 신체활동에 참가하는 남자 대학생 28명을 대상으로 하였으며, 자발적인 참여 의사를 밝힌 사람을 선정하였다. 피험자들은 연구의 목적 및 처치를 충분히 이해하였으며, 본 실험에서 제시되는 운동 검사를 끝까지 수행할 수 있는 신체적 능력을 갖춘 자로 선정하였다.

본 연구에 참여한 대상자의 신체적 특성 및 그룹별 처치는 Table 22와 Table 23에 나타나 있다.

Table 22. Physical characteristics of subjects

Group	Age	Height	Weight	Body fat
T	22.29±1.28	175.80 ±6.09	70.96±5.80	16.74±2.25
R	21.86±0.64	176.68 ±4.26	71.16±4.73	16.92±1.62
S	22.00±0.76	174.76 ±4.65	71.36±5.56	16.28±5.06
G	22.00±0.76	177.26 ±4.02	70.72±8.81	15.66±3.72
Total	22.04±0.91	176.13 ±4.91	71.05±6.42	16.40±3.47

Table 23. Classification of experimental groups

Group	Management	N
T	Training(4 weeks)	7
R	Training(4 weeks) + Red Ginseng Supplement	7
S	Training(4 weeks) + Saliconia-herbacea Supplement	7
G	Training(4 weeks) + Glutamine Supplement	7

2) 인체계측

자동 신체 계측기(Fanics, FE810, Korea)를 이용하여 신장과 체중을 측정하였으며, 체구성비의 측정은 전기 저항법에 의해서 측정되는 Biodynamics 社(U.S.A) Model 310의 Body Composition Analyzer를 이용하여 체지방율(%), 체지방량(kg), 제지방량(kg), 그리고 수분의 양(liter)을 측정하였다.

정확한 체지방량의 검사를 위하여 측정 전날 저녁 식사 후부터는 물 이외의 어떠한 음료나 음식물의 섭취를 금지시키며, 체구성비의 측정 시 시계나 반지 그리고 목걸이는 착용하지 못하게 하고, 팔과 다리를 각각 6 인치 정도 벌린 상태에서 편안한 복장을 하고 침대에 누워 측정하였다. 우측 발등과 손목, 그리고 우측 손등 정 중양과 세 번째 발가락 관절 마디 밑 3cm 부분에 각각 electrode를 부착하고 Body Composition Analyzer(Model 310)와 연결된 cable을 부착한 후, 피험자가 전혀 움직이지 않은 상태에서 측정하였다.

3) 최대근력(1-RM) 테스트

본 실험에서 요구되는 85%의 운동 강도 설정을 설정하기 위하여 Central Fitness社의 7가지 Machine을 이용하여 상·하체 각 부위별 최대 근력을 측정하였다. 모든 피험자는 사전 test 전 종목에 따른 올바른 자세를 숙지하도록 하며 부위별 기본 스트레칭 동작을 지침에 따라 3회 씩 반복하였다. 그 후, 다음과 같

은 각 동작 시 최초의 낮은 부하에서 점진적으로 부하를 증가시켰으며 최대의 힘으로 1회 수행한 후 더 이상 반복할 수 없는 무게를 1RM으로 기록하였다.

가) Bench Press

피험자는 벤치에 누워서 양발을 어깨 너비로 벌린 다음 발바닥 전체를 지면에 닿게 하고, 바(Bar)를 어깨 넓이보다 조금 더 넓게 잡도록 하였다. 바를 천천히 내려서 가슴에 댄 후에 손목은 팔꿈치 위에 있도록 하고, 무게를 올릴 때에는 대흉근의 힘으로 밀어 올리게 하였다.

나) Lat Pull Down

Lat Pull Down Machine의 Bar를 잡은 후 위에 앉아 시선은 정면을 바라보게 하였다. 상완 이두근의 참여를 최소화하면서 천천히 가슴부위로 잡아당기도록 하였다. 이 때 가슴을 내밀어 주어 광배근이 최대로 수축되도록 하며 엉덩이는 동작 전 구간동안 벤치에 붙이도록 하였다.

다) Arm Curl

Arm Curl Bench에 앉아 Bar를 어깨너비로 잡는다. 상완을 패드에 밀착하여 고정시킨 후 손목관절을 굽히지 않은 상태로 Curl 동작을 실시하였다. 동작 전 구간동안 엉덩이가 Bench에서 떨어지거나 상체가 흔들리지 않도록 하였다.

라) Shoulder Press

Shoulder Press Machine에 앉아 Bar를 어깨너비보다 약간 넓게 잡고 위쪽으로 천천히 밀어 올리도록 하였다. 동작 전 구간에서 머리와 어깨, 그리고 엉덩이가 등받이에서 떨어지지 않도록 주의하며 내릴 때에는 귀 부위까지만 내림으로써 어깨에 부하가 계속 걸려있도록 하였다.

마) Leg Press

Leg Press Machine에 엉덩이와 등을 고정시킨 후 양 발을 어깨너비만큼 벌리도록 하여 발판에 올려놓도록 하였다. 하체의 힘으로 발판을 밀어올린 후 다

시 내리도록 하였으며, 밀어올린 동작에서 다리를 곧게 펴지 않도록 하여 하체에 걸리는 부하가 지속되도록 하였다.

바) Leg Extension

Leg Extension Machine에 앉아 양손으로 손잡이를 잡고 다리길이에 맞춰 발걸이 높이를 조절한 후 양발을 걸도록 하였다. 반동을 이용하지 않고 천천히 위로 올린 후 정점 수축상태에서 잠시 멈추게 하였고, 내릴 때에도 천천히 내리며 부하를 유지하기 위하여 완전히 내리지는 않았다.

사) Leg Curl

Leg Curl Machine 위에 엎드려 양 손으로 손잡이를 잡은 후 발걸이에 발목을 끼우게 하였다. 반동을 이용하지 않고 슬와근 만의 힘으로 발걸이가 엉덩이에 닿을 때까지 천천히 위로 올리도록 하였다. 잠시 멈춘 후 내릴 때에도 천천히 내리며 부하를 유지하기 위하여 완전히 내리지는 않았다.

4) Cybex test

가) 상지근(어깨관절) 등속성 근력 측정

등속성 근력 측정 장치 Cybex 6000 Isokinetic Dynamometer(Cybex Co., U.S.A.)를 이용하여 각속도 60°/sec에서 4회 반복하여 어깨 관절(shoulder)의 굴근/신근(Flexors / Extensors)을 측정하였다. Dominant(주측) 어깨관절의 Flexors(굴근)과 Extensors(신근)의 정확한 근력 측정을 위해 피험자를 어깨부위가 평행이 되도록 하여 등속성 근력 검사대에 눕힌 후 축이 움직이지 않도록 가슴과 복부, 대퇴를 검사대에 고정시켰다. 어깨관절의 운동축과 Dynamometer(동력계)의 회전축은 서로 일치시키고 상체 band를 이용하여 다른 부위가 움직여 외력이 가해지지 않도록 하였다. 이때, 각 근력이 최대의 힘을 충분히 발휘할 수 있도록 long input adapter와 adjusting arm을 이용하여 어깨부터 팔의 길이와 조정축의 길이를 맞추어 고정시켰다. 4회 반복 수행 결과 가장 높은 Torque를 나타낸 값을 Peak Torque로 결정하였으며 체중으로 나눈 값(Nm/kg(%))을 본

실험에서의 data로 사용하였다.

나) 하지근(무릎관절) 등속성 근 Power 측정

등속성 근력 측정 장치 Cybex 6000 Isokinetic Dynamometer(Cybex Co., U.S.A.)를 이용하여 각속도 60°/sec에서 4회 반복하여 슬관절(Knee joint)의 굴근/신근(Flexors / Extensors)을 측정하였다. Dominant(주측) 슬관절의 Flexors(굴근)과 Extensors(신근)의 정확한 근력 측정을 위해 피험자를 하퇴부가 평행이 되도록 하여 등속성 근력 검사대에 앉힌 후 축이 움직이지 않도록 가슴과 복부, 대퇴를 검사대에 고정시켰다. 슬관절의 운동축과 Dynamometer(동력계)의 회전축은 서로 일치시키고 shin pad를 양 측 과골 상부에 대어 검사 중 다른 부위가 움직여 외력이 가해지지 않도록 하였다. 이때, 각 근력이 최대의 힘을 충분히 발휘할 수 있도록 long input adapter와 adjusting arm을 이용하여 하퇴부의 길이와 조정축의 길이를 조정하여 고정시켰다. 4회 반복 수행 결과 가장 높은 Torque를 나타낸 값을 Peak Torque로 결정하였으며 체중으로 나눈 값(Nm/kg(%))을 본 실험에서의 data로 사용하였다.

5) 혈액채취

혈액채취는 일회성 트레이닝 전, 운동 종료, 회복 30분 후, 회복 4시간 후, 회복 24시간 후에(1인당 총 5회) 의료인에 의해 실시되었다. 혈액은 종류별로 각 시기마다 5, 10 mL vaccum tube(진공채혈관)와 22 gage needle을 이용하여 전완정맥(antecubital vein)에서 채혈하였다. 혈액 성분별 채혈 시기는 Table 24에서 보는바와 같다.

Table 24. Blood collecting time of components

혈중성분	채혈시기				
	운동 전	운동 종료 시	운동 종료 30분 후	운동 종료 4시간 후	운동 종료 24시간 후
NH ₃	○	○	○		
Pi	○	○	○		
CK	○	○	○	○	○
IGF-I	○	○	○		
LDH	○	○	○	○	○
creatinine	○	○			○

6) 분석방법

가) 피로물질 분석

안정 시와 운동종료 시, 그리고 회복 30분에 채혈한 혈액으로 피로요소인 혈중 암모니아와 무기인산을 분석하였다.

(1) 암모니아

Spectrophotometer(CL-750)를 사용하여 bethelot 반응을 알아보는 방법으로 분석하였다. 먼저, 혈중 암모니아를 생성할 수 있는 효소의 활성을 소실시키는 제단백 용액 2ml에 혈액 1ml 섞어서 원심 분리한 후, 상층액을 분리하여, phenol 4%, nitroprusside 염 0.015%와 KOH 4.1%를 첨가하여 알칼리성으로 만든 다음, 탄산칼륨 28%와 염소산 칼륨 3%가 함유되어 있는 시약을 사용하여 발색시킨 후, 파장 630nm에서 암모니아 수치를 측정하였다.

(2) 무기인산

혈중 무기인산은 Hitachi社(Japan)의 Hitachi 747을 이용하여 U.V 방법으로 분석하였다. 5 mL vacumtube에 2 mL 채혈하여 실온에서 20분간 방치 후 3,000rpm에서 10분간 원심 분리하고 혈청(serum)을 채취하여 -70℃에서 냉동보관 하였다. 원심 분리한 혈청 0.5 mL를 분리하여 sulfuric acid, surfactant 250 μ 을 첨가한 시약과 sulfuric acid, ammonium molybdate가 함유된 시약을 사용하여 발색시킨 후, 주파장 340 nm, 부파장 505 nm에서 측정하였다.

나) 혈중 근 손상 지표 물질의 농도 변화

(1) LDH

직경 1cm cuvet에 Tris buffer(57.5 mmol/l) 2.70 ml, NADH용액 0.1 mL, 조직 추출액 0.1 mL를 넣고 잘 섞은 다음, 30℃에서 10-20분 동안 물중탕 하였다. 여기에 37℃로 가온된 pyruvate 용액 0.2 mL를 첨가한다. 반응물을 잘 섞은 다음 가온장치가 부착된 spectrophotometer를 이용하여 340nm에서 3-6분 동안 0.5-1분

간격으로 흡광도를 측정하였다.

(2) CK

CK의 분석은 Heparin이 처리되어 있는 진공 채혈관을 이용하여 채혈한 후, 원심분리기를 이용하여 2500-3000 rpm의 속도로 15-20분간 원심 분리한 후 혈청 분리관으로 검사에 필요한 부분만을 다시 추출하여 자동 생화학 분석기 (HITACHI 747, Japan)를 이용하여 분석하였다.

(3) IGF-1

IGF-1 분석은 채혈 후, 원심 분리기를 이용 2500-3000 rpm의 속도로 15분간 원심분리 후, 혈청 분리관으로 검사에 필요한 부분을 추출하여 IGF-1 RIA kit(Diagnostic Systems Laboratories, Inc, U.S.A)로 측정하였다.

(4) creatinine

Serum 0.3ml 이상을 검출하여 원심분리기를 이용 2500-3000 rpm의 속도로 15-20분간 원심분리 후, 혈청 분리관으로 검사에 필요한 부분을 추출하였다.

creatinine + picrate \rightarrow Creatinine-picrate complex(등적색)의 creatinine-picrate의 생성속도를 측정하여 creatinine치를 구하였다.

7) 인체시험 실험절차

가) 1차 Test

(1) 동의서 작성 및 피험자 통제

본 실험을 실시하기 전 실험에 참여한 모든 피험자들에게 연구의 목적 및 진행절차, 그리고 실험 중 발생할 수 있는 위험 요소에 대해서 충분히 설명하였으며, 실험기구에 대한 전반적인 적응 훈련을 실시하였다. 피험자들에게는 본인이 실험 참가를 원하지 않는 경우에는 언제라도 자유롭게 본 실험의 참가를 그만둘 수 있다는 사항들을 포함한 실험 동의서를 받았다. 실험에 참여하는 모든 피

험자들은 실험이 진행되는 동안 타당성 있는 결과를 얻기 위하여 심한 운동이나 흡연, 음주, 그리고 평상시와 다른 식이요법이나 약물 복용 및 주입을 금하도록 하였다. 모든 실험이 최대한 안정된 상태에서 측정이 이루어지도록 하기 위하여, 피험자들은 실험전과 당일 무리한 신체활동을 삼가도록 하고, 실험 전날 충분한 수면을 취하도록 하였으며, 실험 시간을 동일하게 맞추도록 하여 일관성을 유지할 수 있도록 노력하였다. 또한, 평소의 생활방식을 많이 벗어나지 않는 한도 내에서 항상 규칙적인 생활을 하도록 하고, 충분한 수면을 취하도록 하였다.

이러한 설명이 끝난 후, 인체계측 및 체지방을 측정하고 Cybex Test, 1RM Test를 통하여 피험자들의 근력을 측정하였다.

(2) 기본검사 및 근력 Test

피험자가 검사실에 도착한 후, 우선 인체계측을 실시하였으며, Biodynamics社(美) Model 310의 Body Composition Analyzer를 이용하여 체지방을 측정하였다.

약력 Test 후 1RM Test를 실시하기 위하여 Fitness center에서 각 부위별 기구사용법 및 주의사항과 준비운동 방법을 피험자에게 주지시켰다. 그 후, 준비된 7가지 Machine을 이용하여 1RM Test를 실시하고 2일 동안 휴식을 취하도록 하였다.

1RM Test 후 2일이 경과하면 모든 피험자를 대상으로 등속성 근력 측정 장치 Cybex 6000 Isokinetic Dynamometer(Cybex Co., U.S.A.)를 이용하여 상지근(어깨관절)과 하지근(무릎관절)의 등속성 근 Power를 측정 측정하도록 하였다.

(3) 본 실험

Cybex Test 후 2일이 경과한 후 피험자들은 안정시를 나타낼 때까지 휴식을 취한 후 1차 채혈을 실시하고 Fitness center에서 1RM Test를 기준으로 산정된 85%의 강도로 각 종목에 따른 운동을 실시하였다. 이 때, 각 Set간 휴식은 2분으로 제한하고 반복은 최대로 실시하였다. 피험자가 실험절차와 올바른 자세를 유지할 수 있도록 숙련된 지도자가 감독하였다.

운동이 끝나면 피험자들은 회복으로 인한 data의 오염이 없도록 정리운동 없

이 곧바로 2차 채혈을 실시하였다. 그 후, 각 피험자들은 운동 종료를 기준으로 30분, 4시간, 그리고 24시간 후에 같은 방법으로 안정을 확인한 후 3, 4, 5차 채혈을 실시하였다.

(4) 식물성 추출물 및 글루타민 투여

인체시험용 추출물은 근력향상 효능이 기대되는 홍삼 및 함초를 대상으로 실시하였으며 홍삼 열수 추출액을 10brix로 조정한 후 사용하였으며 함초의 경우 추출액을 동결건조한 후 분말 형태로 섭취하도록 하였다. 식물성 추출물의 효능과 비교하기 위하여 글루타민 함량이 100%인 L-glutamine(대상, Korea)을 이용하였다. 투여는 식물성 추출물의 경우, 투여 전 실험이 끝난 후 1일 3회, 4주 동안 섭취하도록 하였으며, 글루타민은 T-spoon을 이용하여 운동 전·후 총 2회에 걸쳐 20 g/day 씩 투여하였다.

(5) Training

1차 Test 후 식물성 추출물 및 글루타민 투여와 함께 모든 그룹의 대상자는 1RM Test에 의해 산정된 강도로 웨이트트레이닝을 실시하였다. 트레이닝의 종목 및 프로그램은 Table 25와 같다.

Table 25. Exercise Program

Exercise	Bench press, Squat, Shoulder press, Leg curl, Leg extension, Lat pull-down, Arm curl
Intensity	85% OF 1-RM
Repetition	Maximal repetition
Rest	150 sec
Set	3 set
Frequency	3 days/week

나) 2차 Test

식물성 추출물 및 글루타민의 효과를 분석하기 위하여 4주 동안의 투여 및

웨이트트레이닝이 끝난 후 2차 Test 에서는 1RM Test만 실시하지 않으며 나머지는 1차 Test와 동일한 순서와 방법으로 실시하였다.

8) 통계처리

본 연구에서 얻은 자료는 SPSS/+PC+ v12.0 프로그램을 이용하여 기술통계량으로 평균과 표준편차를 산출하였고, 투여(투여전과 후) 간, 그룹 간의 차이를 알아보기 위해 Tow-way Repeated Measures of ANOVA를 이용하여 분석하였다. 또한 Tukey의 사후 검증법을 이용하였으며, 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 이하로 하였다.

3. 연구결과 및 고찰

가. 동물실험을 통한 근력향상 효능 생약의 효능 비교 평가

1) 체중 변화량 및 식이효율(FER)

실험기간 동안의 각 군별 체중 변화와 체중 증가량은 Fig. 21과 Table 26, 27에 제시한 바와 같다. 실험 시작 시와 실험 종료 시까지의 체중 변화 및 식이섭취량에 있어서 각 군간의 유의적인 차이는 보이지 않았으며 전체적인 실험동물의 성장 및 생육에 무리한 영향을 주지 않는 차이로 여겨진다. 식이효율(FER) 측정 결과 대조군(CON군)에 비해 함초 추출물 섭취군(SH군)의 식이효율이 유의적으로 낮은 결과를 보였다($p < 0.05$).

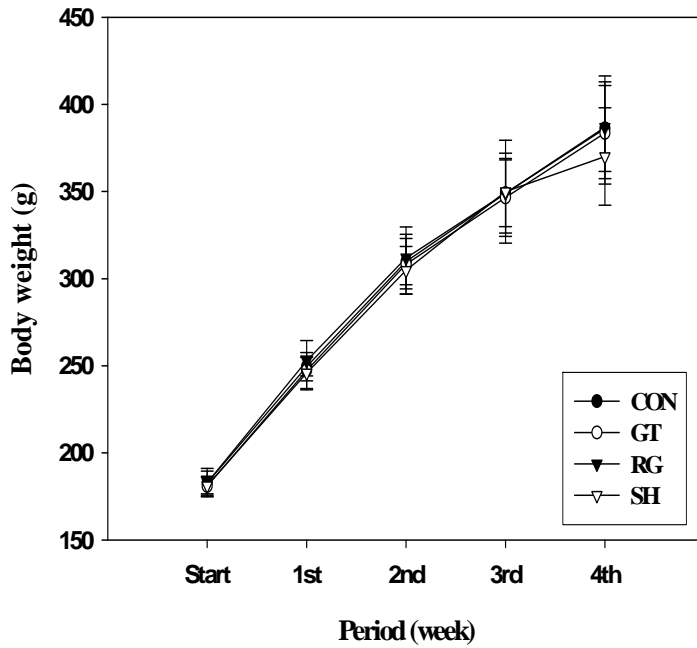


Fig. 21. Change of body weight of rats fed experimental diet for 4 weeks. CON: Control group, GT: Glutamine supplemented group, RG: Red ginseng extract supplemented group, SH: *Salicornia herbacea* extract supplemented group.

Table 26. Change of body weight of rats fed experimental diet for 4 weeks

Group ¹⁾	Period (week)				
	Start	1st	2nd	3rd	4th
CON	²⁾ 182.7±6.9	249.5±5.3	309.8±13.3	349.0±19.1	386.2±24.7
GT	180.9±5.7	247.3±10.3	308.3±17.1	346.6±22.4	383.6±29.3
RG	182.9±8.2	252.9±11.6	311.9±17.8	349.1±22.9	386.9±29.5
SH	181.2±4.7	245.9±9.7	304.8±13.7	349.9±29.5	370.1±28.0

¹⁾CON: Control group, GT: Glutamine supplemented group, RG: Red ginseng extract supplemented group, SH: *Salicornia herbacea* extract supplemented group.

²⁾Values are Mean±SD.

Table 27. Diet intake, food efficiency ratio and weight gain of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Diet intake (g/day)	Body weight	
		gain (g/day)	FER ²⁾
CON	24.3±1.1 ^{a3)}	7.3±0.8	0.30±0.03 ^b
GT	25.9±1.0 ^b	7.3±0.9	0.28±0.03 ^{ab}
RG	25.6±0.7 ^b	7.3±0.8	0.29±0.03 ^{ab}
SH	25.8±1.0 ^b	6.8±0.9	0.26±0.03 ^a

¹⁾CON: Control group, GT: Glutamine supplemented group, RG: Red ginseng extract supplemented group, SH: *Salicornia herbacea* extract supplemented group.

$$^2)\text{FER(Food efficiency ratio)} = \frac{\text{Body weight gain for experimental period}}{\text{Food intake for experimental period}}$$

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

2) 최대 근력(Maximum muscular strength)

최대 근력 측정의 결과는 Table 28과 Fig. 22에 제시한 바와 같다. 실험식이 섭취 후 1주차 측정 결과, 대조군(CON군)에 비하여 각각의 군에서 유의적으로 높은 근력을 보여주었으며($p < 0.05$) 함초 추출물 섭취군(SH군)이 평균 241.4 gf로 가장 높았음을 알 수 있었으며, 2주차 결과에서는 글루타민 섭취군(GT군)이 대조군(CON군)에 비하여 유의하게 높은 최대 근력을 보였다($p < 0.05$). 3주차 측정

결과 대조군(CON군)에 비하여 각각의 군에서 평균적으로 높은 최대 근력 측정치를 보였으나 홍삼 추출물 섭취군(RG군)만이 평균 374.5 gf로 유의적인 근력 향상을 보였고($p<0.05$), 실험 종료 시 측정된 4주차 최대 근력 측정 결과 실험식을 섭취한 글루타민 섭취군(GT군), 홍삼 추출물 섭취군(RG군) 그리고 함초 추출물 섭취군(SH군)에서 모두 대조군(CON군)에 비하여 유의하게 높은 최대 근력 측정치를 보였으며, 이는 본 연구에 사용한 홍삼 및 함초 추출물 첨가 식이가 대조식에 비하여 근력향상에 도움을 주는 것으로 판단되며, 현재 시중에 유통하는 근력강화 보조제로 알려진 글루타민에 비하여 근력 향상에 관한 효능이 뒤지지 않는다는 것을 보여주는 결과라 생각되어진다.

Table 28. maximum muscular strength of rats fed experimental diets for 4 weeks

unit: gf					
Group	Period(week)				
	Start	1st	2nd	3rd	4th
CON	163.0±14.6	181.6±29.5 ^{a2)}	245.3±13.5 ^a	297.3±48.0 ^a	350.5±33.2 ^a
GT	161.1±8.7	213.4±14.5 ^b	268.4±27.2 ^b	336.6±28.3 ^{ab}	383.8±21.7 ^b
RG	165.4±16.0	222.3±25.3 ^{bc}	252.9±12.7 ^{ab}	374.5±31.5 ^b	386.0±29.1 ^b
SH	162.1±19.2	241.4±21.0 ^c	260.6±16.9 ^{ab}	312.1±44.2 ^a	384.9±25.1 ^b

¹⁾CON: Control group, GT: Glutamine supplemented group, RG: Red ginseng extract supplemented group, SH: *Salicornia herbacea* extract supplemented group.

²⁾Means with the different letter within a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

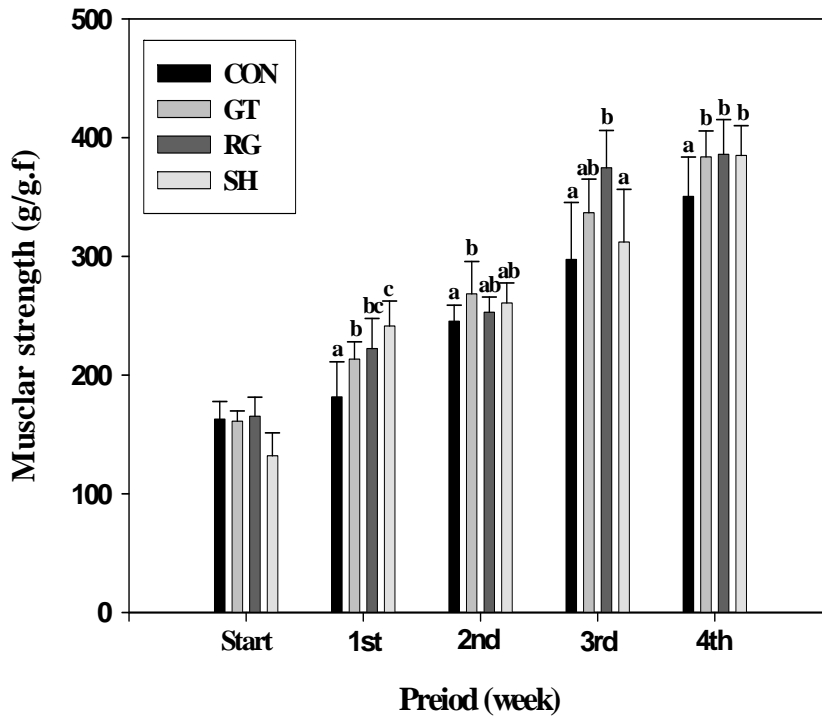


Fig. 22. Maximum muscular strength of rats fed experimental diets for 4 weeks

CON: Control group, GT: Glutamine supplemented group, RG: Red ginseng extract supplemented group, SH: *Salicornia herbacea* extract supplemented group.

3) 간장 무게 및 골격근의 무게

각 군간의 단위중량에 따른 간장의 무게 및 골격근의 무게는 Table 29에 제시한 바와 같다. 각 군간의 간장의 무게는 단위중량당 유의적인 차이를 보이지

않았으며 골격근의 무게 측정 결과 이 역시 각 군간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나, 지구력 운동에 관여하는 것으로 알려진 가자미근(soleus muscle)의 평균값이 대조군에 비하여 글루타민 섭취군(GT군)을 비롯하여 홍삼추출물 섭취군(RG군)과 함초추출물 섭취군(SH군)에서 높은 경향을 보였으며 실험군에 있어 가자미근의 무게가 증가하는 경향은 실험군이 최대 근력을 측정할 때 horizontal bar를 더 장시간 잡고 견디게 할 수 있었을 것으로 생각되어진다. 한편, 오는 운동 훈련을 받은 흰쥐에서 대조군에 비해 비복근의 무게가 증가한다고 보고하였으나 본 실험결과와 일치하지는 않았다. 그러나, 평균적으로 증가하는 경향을 보이는 실험군의 가자미근의 무게 측정 결과와 대조군(CON군)의 비복근 무게 보다 높은 비복근 무게를 보인 함초 추출물 섭취군(SH군)의 결과를 바탕으로 장기간 실험식이의 섭취와 근력측정을 병행할 경우 근육의 단위면적을 유의적인 차이로 높여 근력 향상을 야기할 것으로 미루어진다.

Table 29. Comparison of the weights of liver and skeletal muscle of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Liver (g/100g bw)	Muscle (g/100g bw)	
		Soleus	Gastrocnemius
CON	2.91±0.13	0.04±0.01	0.63±0.03
GT	2.99±0.13	0.05±0.01	0.60±0.03
RG	2.84±0.12	0.05±0.02	0.63±0.03
SH	2.86±0.21	0.06±0.02	0.64±0.03

¹⁾CON: Control group, GT: Glutamine supplemented group, RG: Red ginseng extract supplemented group, SH: *Salicornia herbacea* extract supplemented group.

4) 간장 내 글리코젠 함량 분석

유산소 운동 시 주된 에너지원은 지방과 포도당이지만, 단시간의 무산소 운동

등의 근수축과 같은 신체운동은 근육에 저장되어 있는 ATP(adenosine triphosphate) 및 PC(phospho-creatine)와 같은 고에너지 인산결합이 분해될 때 생기는 에너지를 이용한다. 또한, 운동 중에 산소가 부족하면 먼저 ATP-PC system에 의해 에너지가 이용되고 다음으로 당질(glycogen)의 무산소성 대사에 의한 lactic acid system으로 생성되는 ATP에 의해서 에너지가 공급된다. 실험동물의 간장내 글리코겐 함량 분석 결과는 Table 30과 같다. 본 연구 결과 대조군(CON군)에 비하여 각각의 실험군에서 유의적으로 높은 간장 내 글리코겐 함량을 보였다($p < 0.05$). 4주간의 근력 측정 기간 동안 대조군(CON군)은 ATP-PC system에 의해 에너지를 얻고 간장 내 글리코겐은 lactic acid system에 관여하여 에너지를 공급받았을 것으로 여겨지며 그 결과, 에너지 생성 후 무기인산의 혈중 농도는 상승하여 힘 생성능의 저하를 야기하였으며 체내 축적된 피로요소를 감소시키지 못하여 최대 근력 측정 결과 가장 낮은 최대 근력을 나타낸 것으로 여겨진다. 또한 각각의 실험군이 높은 간장 내 글리코겐 농도를 보이는 것은 실험군이 섭취한 소재의 항산화능과 체조직 손상 억제 및 예방 기작으로 인하여 체내 축적된 피로요소를 감소시켜 에너지를 생성시키기 위한 간장 내 글리코겐을 상대적으로 적은 양 이용한 것으로 생각되어진다.

Table 30. Liver glycogen concentration of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Glycogen concentration (mg/ g tissue)
CON	10.9±1.3 ^{a2)}
GT	14.5±2.7 ^b
RG	19.2±5.2 ^c
SH	21.3±3.2 ^c

¹⁾CON: Control group, GT: Glutamine supplemented group, RG: Red ginseng extract supplemented group, SH: *Salicornia herbacea* extract supplemented group.

²⁾Means with the different letter within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

5) 혈중 생화학적 요소 분석

실험동물의 근력 관련 혈중 피로요소 분석 결과는 Table 31에 제시하였다. 18 시간 절식 후 실험동물의 혈중 포도당 농도는 각 군간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 혈중 크레아티닌의 농도는 대조군(CON군)에 비하여 함초추출물 섭취군(SH군)이 유의적으로 낮은 혈중 크레아티닌(creatinine) 농도를 보였으며 ($p < 0.05$), 혈중 암모니아(ammonia) 농도 및 무기인산(inorganic phosphate)분석 결과 대조군(CON군)이 함초 추출물 섭취군(SH군)에 비하여 유의적으로 높은 혈중 암모니아 농도 및 무기인산 농도를 나타내었다($p < 0.05$). 또한, 혈중 젖산 농도 분석 결과 대조군(CON군)에 비하여 각각의 실험군에서 유의적으로 낮은 젖산 농도를 나타내었다($p < 0.05$).

Newsholme 등과 Rowbottom 등은 글루타민은 주로 골격근에서 합성, 분비된 후 혈액을 통해 간이나 신장같은 조직으로 이동되는데, 골격근과 혈장 내 글루타

민 농도는 폐혈증, 상해, 화상, overtraining 등에 의해 감소한다고 하였으며, Williams 등(8)은 합성된 크레아틴은 주로 골격근에 저장되어 이중에서 약 60%는 인산 크레아틴 형태로 존재하면서 단시간 무산소성 운동시 creatine-phosphate shuttle을 통해 ATP를 생성, 공급하는 역할을 한다고 하였다. 또한 크레아틴 인산의 농도가 높다면 ATP 농도 또한 증가되어 근수축력을 향상시킬 수 있다고 보고하였다. 홍삼사포닌 성분이 혈관 내피세포(endothelial cell)의 산화적 손상에 대한 방어효과와 쥐 심근의 과산화지질 함량의 억제효과 및 SOD 활성을 증가시킨다는 Chen의 연구결과와 항산화능(12)과 각종 미네랄, 아미노산 및 betaine 등의 유용 생리활성 물질을 함유하고 있는 함초의 기능성을 바탕으로 (13) 본 연구결과를 살펴보면, 실험군에 사용한 소재는 모두 항산화 기능이 있으며 면역반응에 관련이 있는 것을 알 수 있다. 그러므로 가장 낮은 최대 근력 측정치를 보였던 대조군(CON군)은 4주간의 근력 측정 기간 동안 체내 근육 합성 및 무산소 운동시 에너지원 사용하기 위해 근육 내 저장되어있는 creatine을 사용하였으나 측정기간 동안의 축적된 젖산을 효율적으로 제거하지 못하므로써 피로관련 요소 분석 결과 부정적인 경향을 보였으며, 글루타민 섭취군(GT군), 홍삼 추출물 섭취군(RG군) 그리고 함초 추출물 섭취군(SH군)에서 낮은 암모니아 농도와 낮은 무기인산 농도 및 유의적으로 낮은 젖산농도($p < .05$) 등의 긍정적인 결과를 야기한 것으로 생각되어지며, 본 연구에 사용한 홍삼 및 함초는 단백질 합성에 관여하여 근육량을 직접적으로 증가시키지는 못하지만 강한 항산화력과 항스트레스 인자들을 바탕으로 고강도의 근력 운동시 체내 단백질 분해 및 체조직 손상 등을 억제 또는 예방해 주는 근력 향상 보조물로서의 응용가치가 매우 높다고 여겨진다.

Table 31. Biochemical factors of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Glucose (mg/dL)	creatinine (mg/dL)	Ammonia (ug/dL)	Inorganic phosphate (mg/dL)	Lactate (mg/dL)
CON	123.6± 6.6	0.60±0.00 ^{b2)}	334.0±25.7 ^b	9.2±0.3 ^b	41.9±3.2 ^b
GT	125.0±12.1	0.58±0.05 ^{ab}	305.6±22.0 ^{ab}	9.1±0.4 ^{ab}	38.5±2.7 ^a
RG	124.5± 8.4	0.58±0.05 ^{ab}	309.8±34.9 ^{ab}	9.3±0.4 ^b	38.6±1.7 ^a
SH	120.8±11.4	0.54±0.05 ^a	302.0±29.1 ^a	8.8±0.3 ^a	36.1±1.5 ^a

¹⁾CON: Control group, GT: Glutamine supplemented group, RG: Red ginseng extract supplemented group, SH: *Salicornia herbacea* extract supplemented group.

²⁾Means with the different letter within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

나. 인체시험을 통한 근력향상 효능 생약의 효능 비교 평가

1) 그룹별 체중변화

4주간의 그룹별 처치에 따른 체중 변화는 Table 32와 Fig 23에 나타나 있다.

각 그룹 간, 사전·후 간 모두에서 체중에 대한 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않아 웨이트트레이닝과 병행한 홍삼 및 함초, 글루타민 투여가 체중 변화에 아무런 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

Table 32. Changes of body weight of experimental group before and after diet (kg)

Group	사전	사후
T	70.96±5.80	71.76±4.02
R	71.16±4.73	71.80±5.42
S	71.36±5.56	71.16±5.40
G	70.72±8.81	69.96±8.27

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

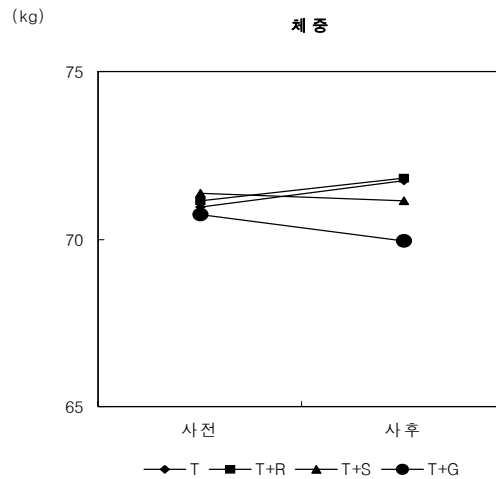


Fig. 23. Changes of body weight of experimental group before and after diet

2) 그룹별 체지방 변화

그룹별 체지방 변화에 대한 결과는 Table 33과 Fig. 24에 나타나 있다.

R, S, G 그룹에서 적은 범위의 체지방 감소가 나타났고 R 그룹에서 0.50%의 가장 큰 감소를 보였으나 세 그룹 모두에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 또한 통제 그룹인 T 그룹에서는 1.00%의 비교적 큰 증가를 보였으나 통계분석 결과 유의한 차이는 없었다.

Table 33. Changes of body fat of experimental group before and after diet

(%)

Group	사전	사후
T	16.74±2.25	17.74±2.55
R	16.92±1.62	16.42±1.25
S	16.28±5.06	15.94±4.20
G	15.66±3.72	15.50±1.92

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

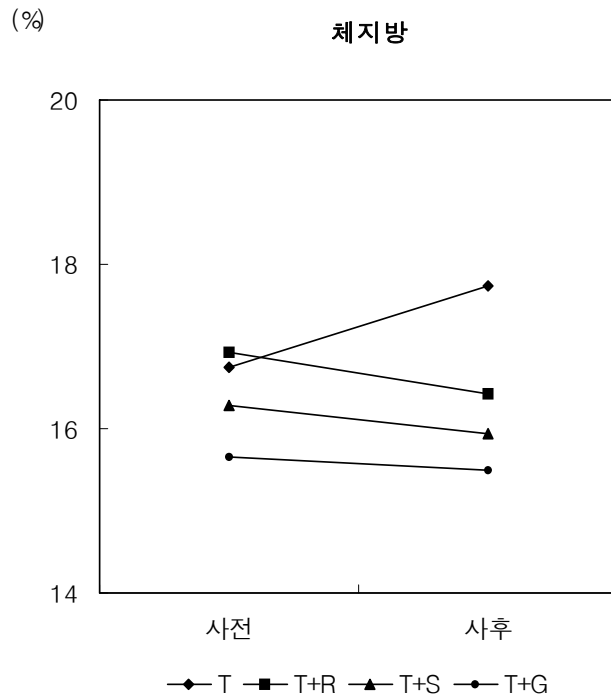


Fig. 24. Changes of body fat of experimental group before and after diet

3) 등속성 운동능력

등속성 운동능력 중 근력의 향상도를 분석하기 위하여 60° /sec의 각속도에서 슬관절(knee)과 어깨관절(shoulder)의 내·외전 시 체중당 최대회전력(Peak

torque %BW)을 관찰하였다. 체중당 최대회전력의 변화는 Table 34, Table 35와
과 Fig. 25 ~ 28에 나타나 있다.

네 가지 조건(웨이트트레이닝, 홍삼투여, 함초투여, 글루타민 투여)에서의 슬
관절의 신근과 굴근의 체중당 최대회전력은 사전보다 사후에서 대체적으로 높게
나타나는 경향을 보였다.

사전·후 간의 각 그룹별 변화량은 Extension에서 T 그룹 24.00Nm/kg(%), R
그룹 36.60Nm/kg(%), S 그룹 36.00Nm/kg(%), G 그룹 36.80Nm/kg(%), Flexion
에서 T 그룹 17.40Nm/kg(%), R 그룹 24.60Nm/kg(%), S 그룹 18.20Nm/kg(%),
G 그룹 20.80Nm/kg(%)의 증가를 보여 전체적으로는 R, G, S, T 그룹의 순으로
높은 증가량을 보였으나 통계분석 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.

사후 그룹간 체중당 최대회전력을 분석한 결과, Extension에서 T 그룹 과 S
그룹이 31.20Nm/kg(%), Flexion에서 R 그룹과 G 그룹이 9.60Nm/kg(%)의 가장
큰 차이를 보였으나 이 역시 통계적으로는 유의하지 않았다.

Table 34. Extention and Flexion force of knee joint before and after diet
(Nm/kg(%))

Group	Extension		Flexion	
	사전	사후	사전	사후
T	223.00±28.29	247.00±24.80	155.80±18.31	173.20±13.44
R	233.40±35.97	270.00±20.98	146.20±27.58	170.80±19.45
S	242.20±21.56	278.20±32.28	155.20±14.12	173.40±12.37
G	240.00±28.61	276.80±16.56	159.60±19.06	180.40±15.93

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

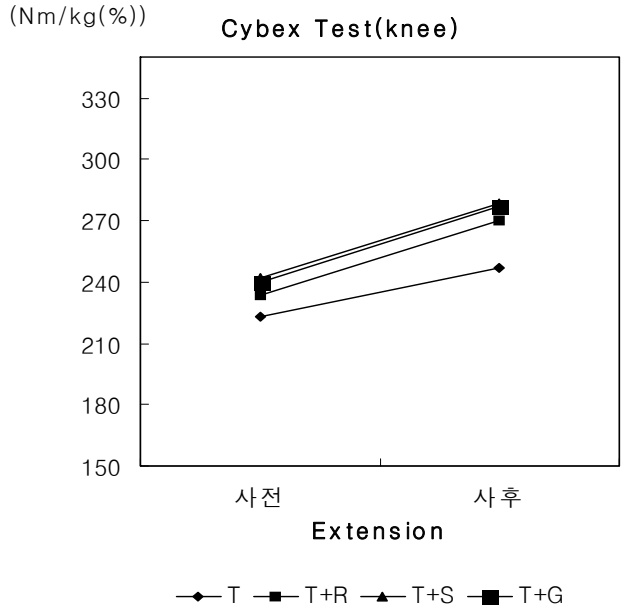


Fig. 25. Extention force of knee joint before and after diet

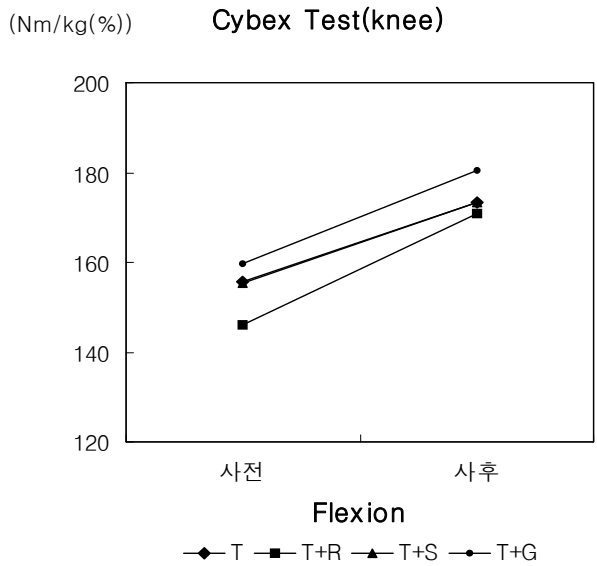


Fig. 26. Flexion force of knee joint before and after diet

견관절의 신근과 굴근의 체중당 최대회전력에서도 사전보다 사후에서 높게 나타났으나 슬관절에서의 변화량보다는 적었다.

사전·후 간의 각 그룹별 변화량은 Extension에서 R 그룹 12.60Nm/kg(%), S 그룹 8.40Nm/kg(%), G 그룹 8.20Nm/kg(%), Flexion에서 R 그룹 6.00Nm/kg(%), S 그룹 3.00Nm/kg(%), G 그룹 9.80Nm/kg(%)의 증가를 보였으나, T 그룹에서는 경미한 증가만이 나타났다.

사후 그룹간 체중당 최대회전력을 분석한 결과, Extension에서 G 그룹이 127.40±13.20Nm/kg(%)로 나타나 T 그룹의 114.20±9.04Nm/kg(%)과 13.20Nm/kg(%)의 차이가 나타났으며, Flexion에서는 G 그룹의 91.80±11.18Nm/kg(%)와 R 그룹의 79.40±11.09Nm/kg(%)가 12.40Nm/kg(%)의 가장 큰 차이를 보였다.

각 그룹별 처치에 따른 유의성 검증을 위해 실시한 통계분석 결과에서는 그룹 간, 사전·후 간 모두에서 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 35. Extention and Flexion force of shoulder joint before and after diet (Nm/kg(%))

Group	Extension		Flexion	
	사전	사후	사전	사후
T	111.60±8.45	114.20±9.04	79.60±13.87	80.40±11.39
R	104.20±15.46	116.80±15.14	73.40±5.64	79.40±11.09
S	116.00±9.53	124.40±6.86	80.40±9.48	83.40±6.41
G	119.20±20.21	127.40±13.20	82.00±12.33	91.80±11.18

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

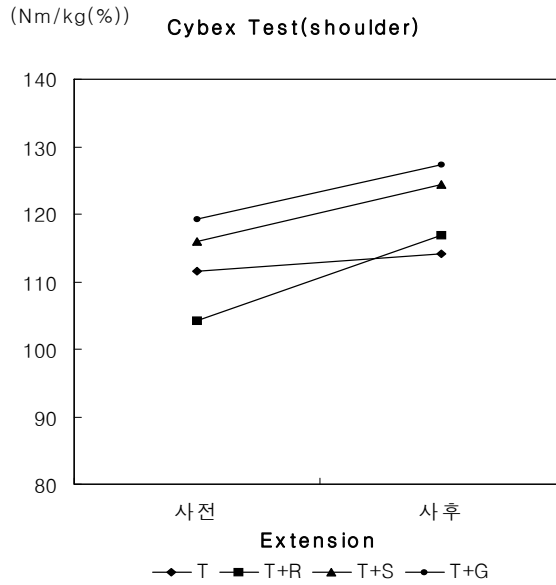


Fig. 27. Extension force of shoulder joint before and after diet

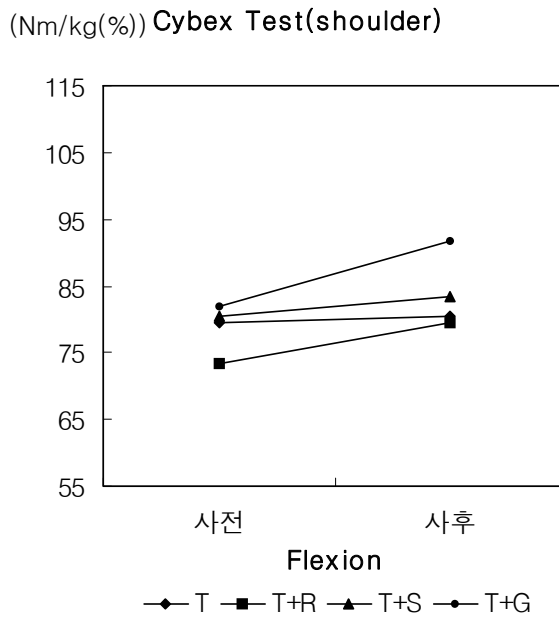


Fig. 28. Flexion force of shoulder joint before and after diet

4) 혈액분석

가) 혈중피로물질 분석

(1) 암모니아

실험 조건에 따른 혈중 Ammonia 농도 변화는 Table 36과 Fig. 29에 나타나 있다. 혈액채취 시기를 기준으로 보면 대체적으로 운동 전에 가장 낮은 수치를 보였으며, 운동종료 후에 급격히 증가하여 회복 30min 시점에서 안정시 만큼 회복하였다. 사전·후 간의 비교에서 T 그룹의 혈중 Ammonia 농도는 다른 그룹에 비하여 그 변화량이 적었으며, R, S, G 그룹은 각각 27.40 μ mol/L, 20.40 μ mol/L, 28.40 μ mol/L 씩 사전보다 사후에서 낮은 수치를 보였다.

Table 36. Changes of serum ammonia concentration before and after exercise

(μ mol/L)

Group		운동 전	운동 후	회복 30min
T	사전	30.75 (\pm 1.92)	153.25 (\pm 7.85)	32.25 (\pm 1.92)
	사후	31.00 (\pm 3.08)	142.25 (\pm 15.75)	31.50 (\pm 3.35)
R	사전	31.60 (\pm 3.44)	157.60 ^a (\pm 15.64)	32.00 (\pm 2.53)
	사후	32.00 (\pm 2.97)	130.20 ^b (\pm 8.06)	31.20 (\pm 2.56)
S	사전	33.40 (\pm 2.87)	148.20 ^a (\pm 14.66)	32.60 (\pm 3.20)
	사후	30.60 (\pm 1.85)	127.80 ^b (\pm 11.55)	30.80 (\pm 2.04)
G	사전	31.40 (\pm 3.83)	152.80 ^a (\pm 7.68)	30.20 (\pm 2.79)
	사후	31.60 (\pm 3.44)	124.40 ^b (\pm 16.30)	31.20 (\pm 2.99)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

a, b : 서로 다른 문자끼리 유의함(p<.05)

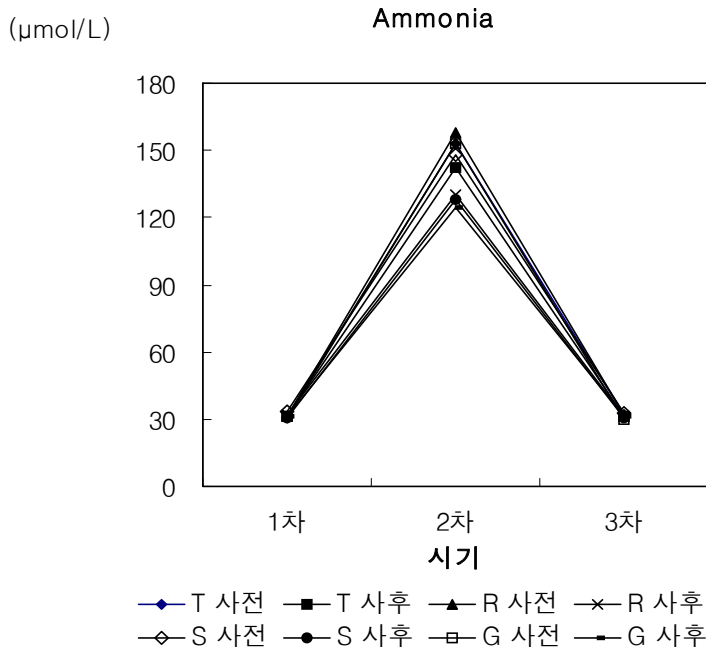


Fig. 29. Changes of serum ammonia concentration before and after exercise

그룹 간, 사전·후 간의 통계적 유의성을 검정하기 위하여 Two-repeated ANOVA를 실시한 결과 운동 후 시점에서 R, S, G 그룹이 각각 사전·후 간의 통계적으로 유의한 차이($p < .05$)를 나타냈다. 사후 그룹간의 비교에서 운동 전과 회복 30min 시점에서는 거의 차이가 나타나지 않았다. 하지만 운동 후 시점에서는 T 그룹과 G 그룹이 각각 $142.25 \mu\text{mol/L}$ 와 $124.40 \mu\text{mol/L}$ 의 수치로서 가장 큰 차이를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

(2) 무기인산

실험 조건에 따른 혈중 Phosphorus의 농도 변화는 Table 37과 Fig. 30에 나타나 있다. 혈액채취 시기를 기준으로 운동 후 가장 높은 수치를 보이다 회복 30min 시점에서 안정시 만큼 회복되었으며 R 그룹의 사후에서는 안정 시 보다 0.54mg/dl 더 낮은 수치를 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

사전·후 간의 비교에서는 R, S, G 그룹이 각각 사전보다 사후에서 더 낮은

농도를 기록하였으나 T 그룹은 사후에서 0.28mg/dl 더 높은 수치를 보였다. 사전·후 간 차이를 살펴보면, R 그룹 0.38mg/dl, S 그룹 0.24mg/dl, G 그룹 0.12mg/dl의 차이로 R 그룹이 가장 큰 차이를 보였으나 모든 그룹에서 사전·후 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

사후 그룹간의 비교에서, T 그룹과 R 그룹이 각각 4.63 μ mol/L와 4.20 μ mol/L의 수치로 0.43 μ mol/L의 차이를 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

Table 37. Changes of serum phosphorus concentration before and after exercise

		(mg/dl)		
Group		운동 전	운동 후	회복 30min
T	사전	3.43 (\pm 0.33)	4.35 (\pm 0.48)	3.53 (\pm 0.43)
	사후	3.60 (\pm 0.37)	4.63 (\pm 0.51)	3.73 (\pm 0.65)
R	사전	3.68 (\pm 0.55)	4.58 (\pm 0.37)	3.52 (\pm 0.41)
	사후	3.62 (\pm 0.71)	4.20 (\pm 0.35)	3.08 (\pm 0.56)
S	사전	3.74 (\pm 0.69)	4.64 (\pm 0.58)	3.72 (\pm 0.44)
	사후	3.58 (\pm 0.65)	4.40 (\pm 0.43)	3.64 (\pm 0.38)
G	사전	3.50 (\pm 0.51)	4.60 (\pm 0.43)	3.52 (\pm 0.39)
	사후	3.60 (\pm 0.49)	4.48 (\pm 0.45)	3.64 (\pm 0.52)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

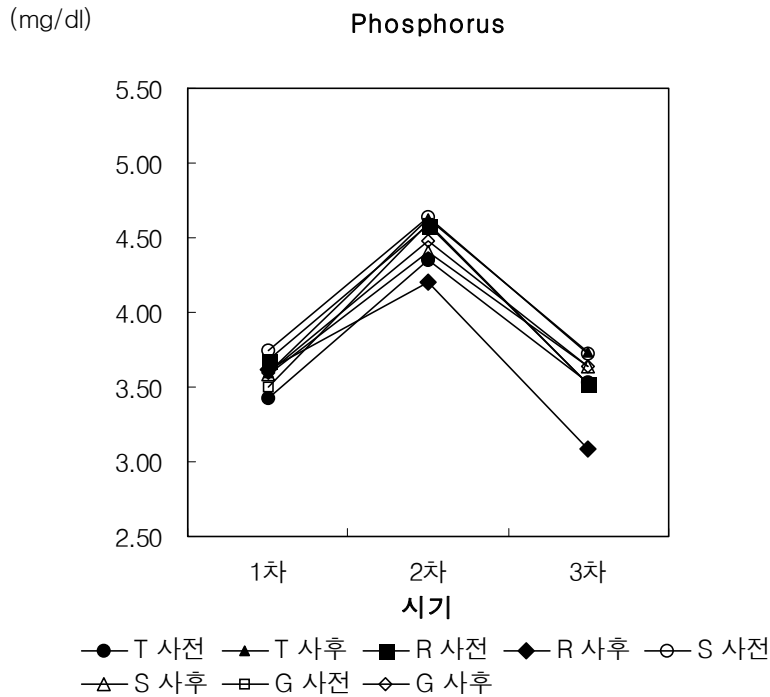


Fig. 30. Changes of serum phosphorus concentration before and after exercise

나) 혈중 근 손상 지표물질의 농도 변화

(1) LDH

실험 조건에 따른 LDH 농도의 변화는 Table 38와 Fig. 31에 나타나 있다. LDH의 농도는 Creatine kinase 농도 변화와는 다른 양상으로 사전·후 모두 안정 시의 낮은 수치에서 운동 후 증가하여 이후 지속적인 감소를 보였다.

사전·후 간의 비교에서는 T 그룹의 변화량이 가장 적었으며 S 그룹이 가장 큰 차이를 보이며 사후에서 더 낮은 수치를 보였다. 각 채혈 시점별 가장 큰 차이를 보인 그룹은 각각 운동 전 R 그룹(13.40ml/dl), 운동 후 S 그룹(25.60ml/dl), 회복 30min S 그룹(31.60ml/dl), 회복 4h S 그룹(22.80ml/dl), 회복 24h S 그룹(16.00ml/dl)으로 각 시점 시점별 가장 큰 차이를 보였으나 통계분석 결과 유의한

차이는 나타나지 않았다.

사후 그룹간의 비교에서는 각각 안정 시 25.60ml/dl(G-T), 운동 후 32.20ml/dl(G-S), 회복 30min 17.20ml/dl(G-S), 회복 4h 36.60ml/dl(G-T), 회복 24h 23.20ml/dl(R-S)의 차이를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 38. Changes of serum LDH concentration before and after exercise.

		(ml/dl)				
Group		운동 전	운동 후	회복 30min	회복 4h	회복 24h
T	사전	286.75 (±14.57)	341.50 (±37.50)	337.00 (±33.93)	318.50 (±40.35)	310.75 (±47.91)
	사후	293.00 (±26.18)	335.75 (±31.16)	330.50 (±31.53)	314.00 (±31.56)	305.50 (±33.02)
R	사전	299.60 (±47.20)	345.40 (±44.45)	347.20 (±33.02)	346.20 (±28.97)	336.40 (±43.97)
	사후	313.00 (±44.80)	346.00 (±41.60)	335.80 (±28.24)	332.80 (±39.56)	326.40 (±39.27)
S	사전	297.20 (±36.85)	353.20 (±51.32)	360.00 (±48.50)	343.60 (±52.75)	319.20 (±41.82)
	사후	303.20 (±40.35)	327.60 (±20.40)	328.40 (±33.39)	320.80 (±39.06)	303.20 (±32.85)
G	사전	328.20 (±70.87)	373.80 (±82.33)	364.60 (±65.14)	357.20 (±60.47)	333.00 (±48.93)
	사후	318.60 (±64.27)	359.80 (±72.51)	345.60 (±66.45)	350.60 (±67.28)	318.80 (±60.62)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

(ml/dl)

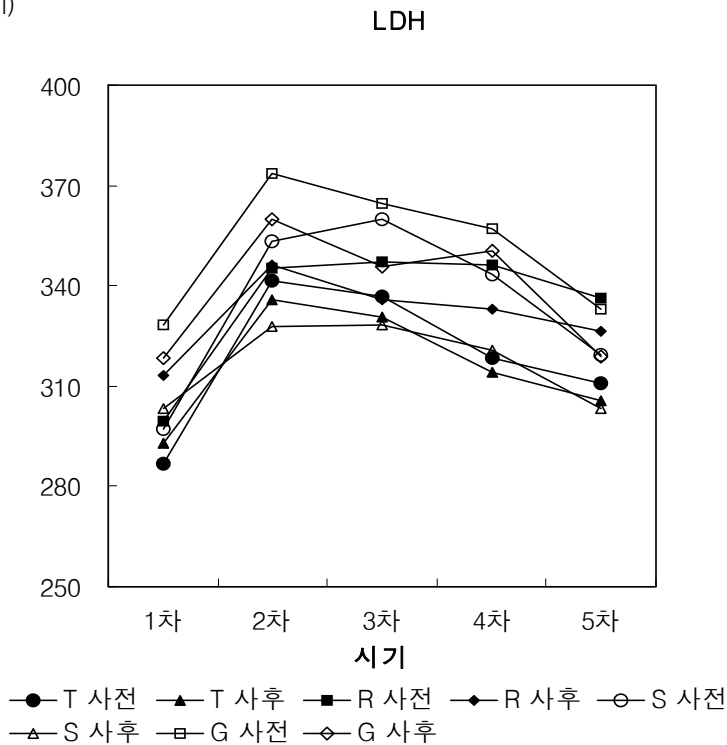


Fig. 31. Changes of serum LDH concentration before and after exercise.

(2) Creatine kinase

각 그룹별 다섯 번의 시기에 걸쳐 관찰한 혈중 Creatine kinase의 농도 변화는 Table 39와 Fig. 32에 나타나 있다. 시기별 평균 Creatine kinase의 농도는 안정 시 가장 낮은 농도를 보이다 회복 24시간 까지 증가하였다.

사전·후 간의 비교에서는 T 그룹의 변화량이 가장 적었으며 S 그룹이 가장 큰 차이를 보이며 사후에서 더 낮은 수치를 보였다. 각 채혈 시점별 가장 큰 차이를 보인 그룹은 각각 운동 전 R 그룹(38.40IU/L), 운동 후 R 그룹(64.40IU/L), 회복 30min S 그룹(83.30IU/L), 회복 4h S 그룹(122.80IU/L), 회복 24h S 그룹(117.00IU/L)으로 각 시점 시점별 가장 큰 차이를 보였으나 통계분석 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.

사후 그룹간의 비교에서는 각각 안정 시 40.40IU/L(G-R), 운동 후

17.65IU/L(T-R), 회복 30min 25.70IU/L(T-S), 회복 4h 37.30IU/L(T-S), 회복 24h 55.75IU/L(T-S)의 차이가 나타났으나 통계적으로는 유의하지 않았다.

Table 39. Changes of serum Creatine kinase concentration before and after exercise.

		(IU/L)				
Group		운동 전	운동 후	회복 30min	회복 4h	회복 24h
T	사전	153.50 (±23.01)	215.75 (±27.66)	240.25 (±28.22)	284.75 (±45.04)	320.25 (±34.69)
	사후	176.50 (±9.94)	215.25 (±9.76)	250.00 (±36.40)	262.50 (±29.07)	285.75 (±35.61)
R	사전	208.40 (±48.92)	262.00 (±53.61)	275.00 (±47.10)	326.00 (±43.06)	335.00 (±75.07)
	사후	170.00 (±19.52)	197.60 (±25.12)	229.60 (±53.87)	229.60 (±26.55)	278.80 (±47.89)
S	사전	203.60 (±92.47)	266.20 (±110.08)	307.60 (±88.36)	348.00 (±69.13)	347.00 (±61.24)
	사후	187.20 (±40.56)	212.20 (±46.11)	224.30 (±11.52)	225.20 (±5.74)	230.00 (±44.18)
G	사전	193.80 (±40.37)	226.60 (±63.38)	252.80 (±45.69)	299.20 (±27.53)	318.40 (±49.67)
	사후	210.40 (±75.70)	213.00 (±92.57)	224.40 (±92.64)	231.20 (±70.49)	271.80 (±125.76)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

(IU/L)

CK

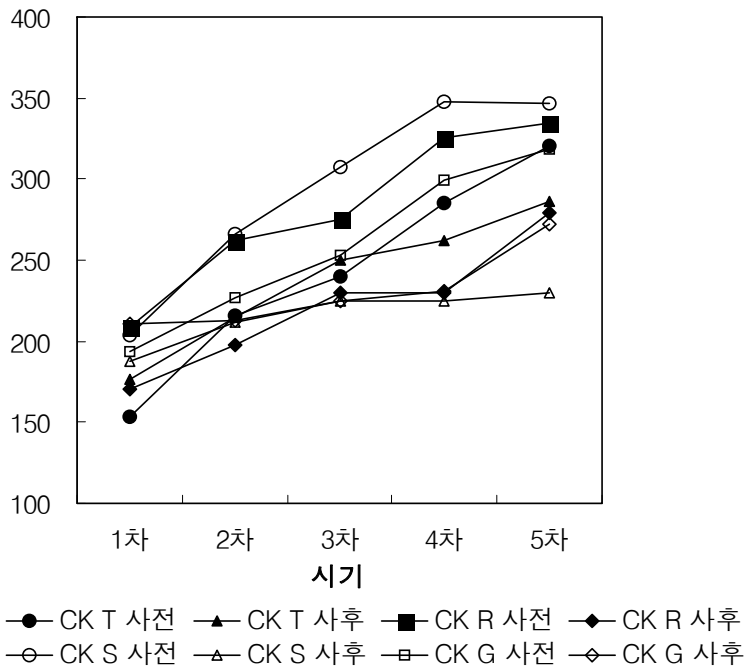


Fig. 32. Changes of serum Creatine kinase concentration before and after exercise.

(3) IGF-I

각 그룹별 세 번의 시기에 걸쳐 관찰한 혈중 IGF-I의 농도 변화는 Table 40 과 Fig. 33에 나타나 있다. IGF-I의 농도는 세 시기 중 안정 시가 가장 낮은 값을 보였으며 운동 후 증가하여 회복 30분 시기에 다시 안정시 만큼 감소하였다.

사전·후 간의 비교에서, 운동 전에는 T 그룹을 제외한 R, S, G 그룹의 농도는 사전 보다 사후에 더 높은 수치를 보였으며, R 그룹에서 31.00ng/ml의 가장 큰 차이가 나타났다. 또한 운동 후와 회복 30min 시점에서는 T 그룹에서 각각 사후에 23.25ng/ml와 25.25ng/ml 더 낮은 수치를 보였으나 통계적으로는 유의하지 않았다.

사후 그룹간의 비교에서는 각각 안정 시 59.90ng/ml(G-T), 운동 후 50.00ng/ml(R-S), 회복 30min 50.90ng/ml(S-T)의 차이를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 40. Changes of serum IGF-I concentration before and after exercise (ng/ml)

Group		운동 전	운동 후	회복 30min
T	사전	386.75 (±22.82)	488.50 (±39.85)	434.75 (±56.38)
	사후	380.50 (±94.70)	465.25 (±90.27)	399.50 (±80.06)
R	사전	417.80 (±21.61)	495.40 (±39.35)	425.20 (±31.64)
	사후	458.80 (±53.29)	503.00 (±70.93)	450.40 (±62.92)
S	사전	397.00 (±43.40)	464.40 (±56.12)	386.20 (±65.78)
	사후	401.80 (±93.75)	453.00 (±62.70)	411.00 (±81.51)
G	사전	410.00 (±74.09)	509.00 (±78.49)	428.80 (±84.13)
	사후	440.40 (±111.29)	499.80 (±106.37)	432.60 (±131.48)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

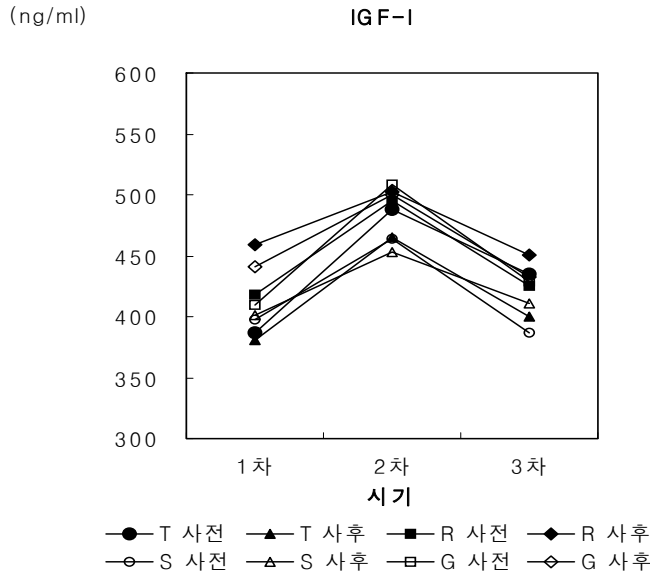


Fig. 33. Changes of serum IGF-I concentration before and after exercise.

(4) Creatinine

각 그룹별 세 번의 시기에 걸쳐 관찰한 혈중 Creatinine의 농도 변화는 Table 41과 Fig. 34에 나타나 있다. Creatinine의 농도는 안정 시 가장 낮은 수치를 보이다 운동 후 증가하였으며 회복 24min 시점에서 다시 안정 시와 유사한 농도로 회복되었다.

사전·후 간의 비교에서는 대체적으로 사전보다 사후에 농도가 더 낮게 나타났고, 운동 전 R 그룹(0.08mg/dl), 운동 후 G 그룹(0.10mg/dl), 회복 24h S 그룹(0.04)이 각 시점 시점별 가장 큰 차이를 보였으나 통계분석 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.

사후 그룹간의 비교에서, 운동 전에는 그룹 간 차이가 경미하였으며, 운동 후와 회복 24h 시점에서 각각 0.12mg/dl(T-S), 0.11mg/dl(R-T)의 차이를 보였으나 통계적으로는 유의하지 않았다.

Table 41. Changes of serum creatinine concentration before and after exercise.

(mg/dl)

Group		운동 전	운동 후	회복 24h
T	사전	1.03 (±0.11)	1.20 (±0.12)	1.05 (±0.09)
	사후	1.10 (±0.10)	1.28 (±0.08)	1.03 (±0.48)
R	사전	1.04 (±0.05)	1.20 (±0.09)	1.12 (±0.10)
	사후	1.12 (±0.07)	1.24 (±0.05)	1.14 (±0.10)
S	사전	1.10 (±0.14)	1.26 (±0.15)	1.12 (±0.10)
	사후	1.10 (±0.11)	1.16 (±0.08)	1.12 (±0.13)
G	사전	1.10 (±0.06)	1.24 (±0.10)	1.12 (±0.07)
	사후	1.10 (±0.06)	1.18 (±0.12)	1.08 (±0.12)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

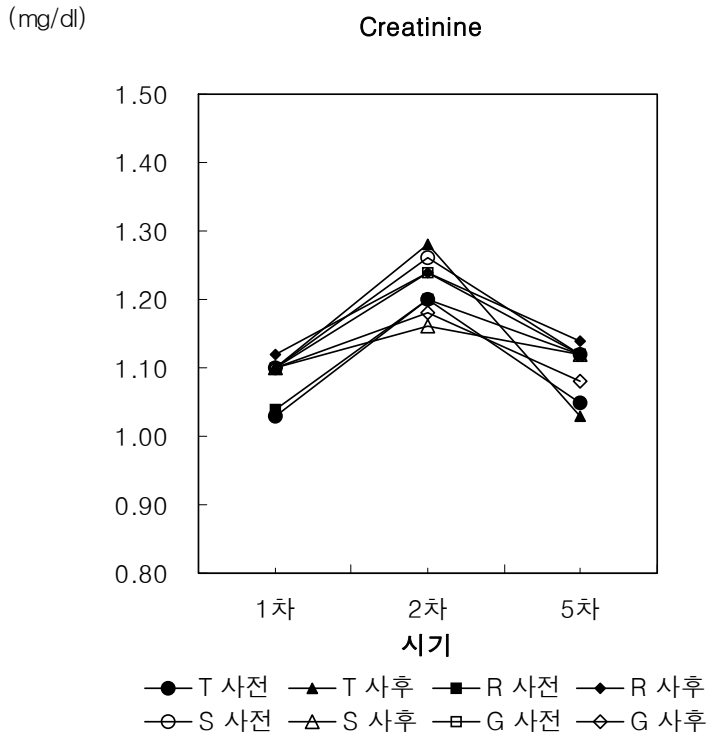


Fig. 34. Changes of serum creatinine concentration before and after exercise.

3. 결론

본 연구의 목적은 식물성(홍삼, 함초) 추출물 및 글루타민 투여가 근육 향상과 혈중 근 손상 지표물질의 농도에 미치는 영향을 규명하는데 있었다.

본 연구의 대상으로는 고혈압, 심장기능 이상, 위장병 등과 같은 질병이 없고, 주당 5시간 이상 정기적인 신체활동에 참가하는 남자 대학생 28명을 대상으로 하였으며, 웨이트트레이닝 그룹(T), 홍삼 투여 그룹(R), 함초 투여 그룹(S), 글루타민 투여 그룹(G)으로 분류하여 실험을 진행하였다. 본 연구의 목적을 위하여 인체계측, Cybex Test, 1RM Test, 혈중 Ammonia, Phosphorus, Creatine kinase, Lactate dehydrogenase, Creatinine, IGF-I 등의 변화를 관찰하였으며, 이 data들은 근육향상의 정도를 직·간접적으로 나타내는 지표로 사용되었다. 사전 검사 후 각 그룹별 특성에 따라 4주 동안 시료 투여 및 웨이트 트레이닝을 실시하였으며, 같은 방법으로 사후검사를 실시하였다.

4주 간의 그룹별 처치가 진행되는 동안 모든 피험자들로부터 실험에 의한 부작용 및 기타 증상은 관찰되지 않았다.

본 연구의 결과에서는 4주간의 웨이트트레이닝, 홍삼, 함초 및 글루타민 투여 후 체중 및 체지방의 변화는 나타나지 않았으며, Cybex Test에서도 모든 그룹에서 사후에 더 향상된 근력을 보였으나 통계적으로는 유의하지 않았다.

혈중 피로물질 중 Ammonia 농도는 T 그룹을 제외한 R, S, G 그룹에서 각각 27.40 μ mol/L, 20.40 μ mol/L, 28.40 μ mol/L 씩 사전보다 사후에서 낮은 수치를 보였으며 통계적으로도 유의한 차이($p < .05$)가 나타났다. 하지만 Phosphorus 농도는 R, S, G 그룹이 각각 사전보다 사후에서 더 낮은 농도를 기록하였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

85%-1RM 강도의 근력운동을 통하여 유도된 근 손상 지표물질의 변화에 있어서도 대체적으로 사전보다 사후에 낮게 나타났으며 특히 식물성 추출물(홍삼, 함초) 투여그룹이 가장 개선된 data를 보였다. 우선 혈중 Creatine kinase 농도는 운동 전 R 그룹(38.40IU/L), 운동 후 R 그룹(64.40IU/L), 회복 30min S 그룹(83.30IU/L), 회복 4h S 그룹(122.80IU/L), 회복 24h S 그룹(117.00IU/L)으로 각 시점 시점별 사전·후 간 가장 큰 차이를 보였으며, LDH 농도 역시 운동 전 R 그룹(13.40ml/dl), 운동 후 S 그룹(25.60ml/dl), 회복 30min S 그룹(31.60ml/dl), 회복 4h S 그룹(22.80ml/dl), 회복 24h S 그룹(16.00ml/dl)이 가장 큰 차이를 보였으나 통계분석 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.

안정 시 골격근의 creatine phosphate 농도를 간접적으로 반영하는 것으로 알려져 있는 Creatinine 농도는 사전·후 및 그룹 간 차이가 경미하였으며, 골격근의 동화작용에 직접적으로 관여하는 중재자인 IGF-I의 농도 역시 운동 전 R, S, G 그룹에서 사후에 더 높은 수치를 나타냈으나 통계적으로 유의하지 않았다.

이상의 결과를 고려해볼 때, 웨이트트레이닝 시 식물성 추출물인 홍삼 및 함초를 투여할 경우 피로의 개선에는 효과가 있는 것으로 보이나, 근력 향상 효과에 대해서는 규명하지 못하였다. 하지만 다른 기능성보조제에 관한 연구에서는 주로 8주 이상의 장기간 투여 시 긍정적인 data를 보여주었다는 점과, 본 연구에서의 Cybex Test 및 혈중 근손상 지표물질 농도 상에서 나타난 긍정적인 양상을 감안할 때 근력 향상을 위한 보조제로서의 가능성은 충분히 있다고 하겠다.

제3절 국내산 근력향상 기능성 식품의 개발

1. 서론

생활체육의 보편화로 일부에서 운동중독을 야기하거나 과도하고 급작스러운 운동 수행으로 인한 부작용 및 건강에 대한 지나친 관심으로 약물복용과 효능 및 안전성이 확보되지 않은 식품섭취로 인하여 발생하는 피해사례가 꾸준히 증가하고 있다(10). 약물 복용의 대표적 사례인 스테로이드 투여가 골격근의 소모를 초래한다는 연구결과가 보고(11)된 이래 스테로이드와 같은 약물을 대신 할 대체물에 대한 연구가 활발히 진행 되었다. 스포츠 생리학 분야에서 근력 및 운동 수행 능력 향상을 위한 보조제(ergogenic aids)에 관한 많은 연구가 이루어지고 있으며 특히 단백질보충제 및 아미노산이 근력 및 운동수행능력에 미치는 영향(12-17)등에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이들 연구에 의하면 웨이트 트레이닝과 단백질 보충제와의 영향에 관한 연구에서 단백질 보충제와 함께 적절한 운동 프로그램을 병행할 경우 근력을 향상시킨다는 보고가 있으나 현재까지 소재에 따른 근력향상 기작연구 및 효능에 대한 평가 연구에 대한 기초자료 축적은 매우 미비한 실정이다. 식품가공 원료로 허가된 생약제는 부작용 없이 안전하게 섭취할 수 있다는 점에서 근력향상 효능이 기대되는 기능성 식품소재로의 개발에 매우 유용하다. 그러나 지금까지 생약류에 대한 생리학적 연구는 항산화 활성, 혈당강하, 항염증작용, 항당뇨 및 항암효과 등에 국한되어 왔으며 근력과 관련한 효능 및 생화학적 요인 규명에 대한 연구는 부족한 실정이다. 최근 근력 및 운동 수행 능력 향상과 관련하여 인삼의 운동 수행 능력 향상(30, 31), 한약재에 의한 근력강화효능(32)등 부분적으로 연구가 이루어지고 있다. 따라서 본 연구는 실험동물을 이용하여 근력측정 및 혈액의 피로요소를 분석하여 생약 열수추출물의 근력 향상 효능을 탐색하고 향후 근력 향상을 위한 기능성 식품 소재의 기초 자료를 축적하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 동물실험을 통한 근력향상 효능 음료 시제품의 효능 평가

1) 실험재료 및 시제품 제조

본 실험에서는 선행연구를 통하여 우수한 근력 향상 효능을 나타낸 홍삼과 함초를 이용하여 기능성 식품을 개발하고자 하였으며 홍삼과 함초는 각각 KT & G와 (주)다사랑으로 부터 구입하여 사용하였다. 함초 열수추출물을 얻기 위하여 10배 가수 후 환류냉각기를 설치하여 5시간 동안 열수 추출한 후 hatman No.1 여과지를 이용하여 여과 후 회전감압농축기를 사용하여 농축하였다. 함초의 경우 소금의 함량이 매우 높아 음료로 가공 하기 위하여 탈염의 공정을 필요로 한다. 본 연구에서는 5 Brix의 함초 열수추출물을 실험용 전기투석 장치(Micro Acilyzer, small-scale electrodialyzers (Model S3, Japan))를 사용하여 염농도를 90% 제거한 후 시제품 제조에 사용하였다, 탈염 공정을 거친 함초추출액은 동결 건조 후 분말로 만들어 100mesh 체로 쳐서 실험에 사용하였다.

본 실험에서 개발하고자 하는 근력향상 기능성 식품 제형은 음료 형태로 결정하였으며 표준레시피는 일반적인 생약음료를 기준으로 하였다(Table 42). 홍삼과 함초는 각각 KT & G와 (주)다사랑으로 부터 구입하여 사용하였다. 함초 열수추출물을 얻기 위하여 10배 가수 후 환류냉각기를 설치하여 5시간 동안 열수 추출한 후 hatman No.1 여과지를 이용하여 여과 후 회전감압농축기를 사용하여 농축하였다. 함초의 경우 소금의 함량이 매우 높아 음료로 가공 하기 위하여 탈염의 공정을 필요로 한다.

Table 42. Recipe for preparation of enhanced muscular strength beverage

성분	배합비율 (%)	내용
함초	2	4°Bx 탈염공정을 거친 열수추출물
홍삼	1	65°Bx 농축액
고과당	10	
구연산	0.015	
물	76.985	
합계	100	가수하여 전체를 100으로 조정함

본 연구에서는 5 Brix의 함초 열수추출물을 실험용 전기투석 장치(Micro Acilyzer, small-scale electro dialyzers (Model S3, Japan))를 사용하여 염농도를 90% 제거한 후 시제품 제조에 사용하였다, 탈염 공정을 거친 함초추출액은 동결 건조 후 분말로 만들어 100mesh 체로 쳐서 실험에 사용하였다.

2) 실험동물의 사육

수컷 4주령 rat(Sprague-Dawley) 32마리를 한림실험동물센터(Hwaseong, Korea)로부터 분양받아 고품배합사료((주) 삼양유지사료)로 1주일간 예비사육한 후 무작위로 8 마리씩 4 군(대조군: CON- Control group, 글루타민 섭취군: GT- Glutamine supplemented group, 시제품 섭취군: sample supplemented group) 으로 나누고 물과 사료는 자유롭게 섭취하도록 공급하였다. 동물 사육실의 환경은 온도 23±1℃, 습도 50±5, 12-hour light-dark cycle을 유지하였으며, 식이 섭취량과 체중 증가량은 1주일에 1회 일정한 시간에 측정하였다.

3) 실험식이

실험에 이용된 식이는 AIN-93G를 기준으로 하였으며, 글루타민, 시제품출 분말 그리고 함초 추출 분말을 각각 30g/kg diet (총 식이 중량의 3%) 첨가하였다. 식이의 총 중량은 전분 및 단백질량에서 조정하였으며, 기타 실험식이의 자세한 사항은 Table 43에 제시한 바와 같다.

4) 최대 근력 측정

모든 군은 1주일에 1회 근력 측정을 실시하였다. 측정방법은 Smith (42)등의 방법을 수정하여 실시하였다. 최대근력 판정은 rat가 horizontal bar를 놓는 시점으로 하였으며, 그 때의 수치를 digital force gauge를 통하여 나타내었다

Table 43. Experimental diet composition by AIN-93G

Ingredient	AIN-93 (g/kg)	Group ¹⁾		
		CON	SAM	GLU
Corn starch	368	368	238	338
Dextrinized cornstarch	132	132	132	132
Sucrose	100	100	100	100
Casein	200	200	170	200
L-Cystine	3	3	3	3
Soybean oil	100	100	100	100
Mineral Mix	35	35	35	35
Vitamin Mix	10	10	10	10
Cellulose powder	50	50	50	50
Choline bitartate	2.5	2.5	2.5	2.5
Tert-butylhy- droquinone	0.014	0.014	0.014	0.014
Functional ingredient	-	-	130	30
Total	1,000	1,000	1,000	1,000

¹⁾CON: Control group, SAM: Beverage enhanced muscular strength supplemented group, GLU: Glutamine supplemented group

5) 시료 채취 및 혈중 생화학적 요소 분석

4주간의 실험기간 후 18시간 절식을 시켰으며 그 후 에테르로 실험동물을 마취시켰다. 분석에 필요한 혈액은 복부대동맥으로부터 취하였으며 EDTA를 첨가하여 응고를 방지한 후 3,000rpm에서 10 min 동안 원심분리한 후에 혈장을 취하여 분석 시 까지 -70℃에서 보관하였다. 채혈 후 간장 및 골격근을 적출하여 무게 측정 후 분석 시 까지 -70℃에 보관하였다. 혈중 포도당 농도는 혈당측정기 (Precision QID, Medisense, USA)를 이용하여 분석하였으며, 무기인산은 몰리브덴 색소법을 이용한 kit(Bio Clinical System Co., Korea), 암모니아는 indophenol

법을 이용한 kit(아산제약(주), Korea)로 분석하였다. 또한 크레아티닌은 Jaffe reaction법을 이용하여 분석하였으며, 젖산 농도 분석은 Lactate kit (Roche, Switzerland)를 이용해 자동생화학분석기(Cobas Integra, Roche, Switzerland)를 이용하여 분석하였다.

6) 간장 내 글리코겐 농도 분석

간장의 글리코겐 농도는 Anthrone법(43)을 이용하여 분석하였다. 즉, 일정량의 간을 취하여 30% KOH 용액에 용해시키고, 100℃의 끓는 물에서 20분간 증탕 후, 실온에서 20분간 방치하였다. 여기에 95% 에탄올을 가하여 2,000×g에서 10분간 원심분리 하였다. 침전물을 증류수로 세척한 후, 증류수와 anthrone 시약을 가하여 끓는물에서 20분간 반응시킨 후 . 표준 포도당용액을 이용하여 620nm에서 비색정량을 실시하고, 표준곡선으로부터 글리코겐 농도를 산출하였다.

7) 통계처리

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

나. 인체시험을 통한 근력향상 효능 음료 시제품의 효능 평가

1) 실험대상

본 연구의 대상자는 고혈압, 심장기능 이상, 위장병 등과 같은 질병이 없고, 주당 5시간 이상 정기적인 신체활동에 참가하는 남자 대학생 20명을 대상으로 하였으며, 자발적인 참여 의사를 밝힌 사람을 선정하였다. 피험자들은 연구의 목적 및 처치를 충분히 이해하였으며, 본 실험에서 제시되는 운동 검사를 끝까지 수행할 수 있는 신체적 능력을 갖춘 자로 선정하였다.

본 연구에 참여한 대상자의 신체적 특성 및 그룹별 처치는 Table 44, 45에 나

타나 있다.

Table 44. Physical characteristics of subject

Group	Age	Height	Weight	Body fat
S+R	22.29±1.28	175.00 ±2.40	72.54±3.25	15.34±2.12
C	21.86±0.64	174.60 ±2.00	72.14±2.92	15.10±2.05
Total	22.04±0.91	174.80±2.18	72.34±3.13	15.22±2.10

Table 45. Management

Group	Management	N
SR	Saliconia-herbacea + Red Ginseng	10
C	Control	10

2) 신장, 체중 및 체지방

자동 신체 계측기(Fanics, FE810, Korea)를 이용하여 신장과 체중을 측정하였으며, 체구성비의 측정은 전기 저항법에 의해서 측정되는 Biodynamics 社 (U.S.A) Model 310의 Body Composition Analyzer를 이용하여 체지방율(%), 체지방량(kg), 제지방량(kg), 그리고 수분의 양(liter)을 측정하였다.

정확한 체지방량의 검사를 위하여 측정 전날 저녁 식사 후부터는 물 이외의 어떠한 음료나 음식물의 섭취를 금지시키며, 체구성비의 측정 시 시계나 반지 그리고 목걸이는 착용하지 못하게 하고, 팔과 다리를 각각 6 인치 정도 벌린 상태에서 편안한 복장을 하고 침대에 누워 측정하였다. 우측 발등과 손목, 그리고 우측 손등 정 중양과 세 번째 발가락 관절 마디 밑 3cm 부분에 각각 electrode를 부착하고 Body Composition Analyzer(Model 310)와 연결된 cable을 부착한 후, 피험자가 전혀 움직이지 않은 상태에서 측정하였다.

3) 최대근력(1-RM) 테스트

본 실험에서 요구되는 85%의 운동 강도 설정을 설정하기 위하여 Central Fitness社의 7가지 Machine을 이용하여 상·하체 각 부위별 최대 근력을 측정하였다. 모든 피험자는 사전 test 전 종목에 따른 올바른 자세를 숙지하도록 하며 부위별 기본 스트레칭 동작을 지침에 따라 3회 씩 반복하였다. 그 후, 다음과 같은 각 동작 시 최초의 낮은 부하에서 점진적으로 부하를 증가시켰으며 최대의 힘으로 1회 수행한 후 더 이상 반복할 수 없는 무게를 1RM으로 기록하였다.

가) Bench Press

피험자는 벤치에 누워서 양발을 어깨 너비로 벌린 다음 발바닥 전체를 지면에 닿게 하고, 바(Bar)를 어깨 넓이보다 조금 더 넓게 잡도록 하였다. 바를 천천히 내려서 가슴에 댄 후에 손목은 팔꿈치 위에 있도록 하고, 무게를 올릴 때에는 대흉근의 힘으로 밀어 올리게 하였다.

나) Lat Pull Down

Lat Pull Down Machine의 Bar를 잡은 후 위에 앉아 시선은 정면을 바라보게 하였다. 상완 이두근의 참여를 최소화하면서 천천히 가슴부위로 잡아당기도록 하였다. 이 때 가슴을 내밀어 주어 광배근이 최대로 수축되도록 하며 엉덩이는 동작 전 구간동안 벤치에 붙이도록 하였다.

다) Arm Curl

Arm Curl Bench에 앉아 Bar를 어깨너비로 잡는다. 상완을 패드에 밀착하여 고정시킨 후 손목관절을 굽히지 않은 상태로 Curl 동작을 실시하였다. 동작 전 구간동안 엉덩이가 Bench에서 떨어지거나 상체가 흔들리지 않도록 하였다.

라) Shoulder Press

Shoulder Press Machine에 앉아 Bar를 어깨너비보다 약간 넓게 잡고 위쪽으로 천천히 밀어 올리도록 하였다. 동작 전 구간에서 머리와 어깨, 그리고 엉덩이가 등받이에서 떨어지지 않도록 주의하며 내릴 때에는 귀 부위까지만 내림

으로써 어깨에 부하가 계속 걸려있도록 하였다.

마) Leg Press

Leg Press Machine에 엉덩이와 등을 고정시킨 후 양 발을 어깨너비만큼 벌리도록 하여 발판에 올려놓도록 하였다. 하체의 힘으로 발판을 밀어올린 후 다시 내리도록 하였으며, 밀어올린 동작에서 다리를 곧게 펴지 않도록 하여 하체에 걸리는 부하가 지속되도록 하였다.

바) Leg Extension

Leg Extension Machine에 앉아 양손으로 손잡이를 잡고 다리길이에 맞춰 발걸이 높이를 조절한 후 양발을 걸도록 하였다. 반동을 이용하지 않고 천천히 위로 올린 후 정점 수축상태에서 잠시 멈추게 하였고, 내릴 때에도 천천히 내리며 부하를 유지하기 위하여 완전히 내리지는 않았다.

사) Leg Curl

Leg Curl Machine 위에 엎드려 양 손으로 손잡이를 잡은 후 발걸이에 발목을 끼우게 하였다. 반동을 이용하지 않고 슬와근 만의 힘으로 발걸이가 엉덩이에 닿을 때까지 천천히 위로 올리도록 하였다. 잠시 멈춘 후 내릴 때에도 천천히 내리며 부하를 유지하기 위하여 완전히 내리지는 않았다.

4) Cybex test

가) 상지근(어깨관절) 등속성 근력 측정

등속성 근력 측정 장치 Cybex 6000 Isokinetic Dynamometer(Cybex Co., U.S.A.)를 이용하여 각속도 60°/sec에서 4회 반복하여 어깨 관절(shoulder)의 굴근/신근(Flexors / Extensors)을 측정하였다. Dominant(주측) 어깨관절의 Flexors(굴근)과 Extensors(신근)의 정확한 근력 측정을 위해 피험자를 어깨부위가 평행이 되도록 하여 등속성 근력 검사대에 눕힌 후 축이 움직이지 않도록 가슴과 복부, 대퇴를 검사대에 고정시켰다. 어깨관절의 운동축과 Dynamometer(동

력계)의 회전축은 서로 일치시키고 상체 band를 이용하여 다른 부위가 움직여 외력이 가해지지 않도록 하였다. 이때, 각 근력이 최대의 힘을 충분히 발휘할 수 있도록 long input adapter와 adjusting arm을 이용하여 어깨부터 팔의 길이와 조정축의 길이를 맞추어 고정시켰다.

4회 반복 수행 결과 가장 높은 Torque를 나타낸 값을 Peak Torque로 결정하였으며 체중으로 나눈 값(Nm/kg(%))을 본 실험에서의 data로 사용하였다.

나) 하지근(무릎관절) 등속성 근 Power 측정

등속성 근력 측정 장치 Cybex 6000 Isokinetic Dynamometer(Cybex Co., U.S.A.)를 이용하여 각속도 60°/sec에서 4회 반복하여 슬관절(Knee joint)의 굴근/신근(Flexors / Extensors)을 측정하였다. Dominant(주측) 슬관절의 Flexors(굴근)과 Extensors(신근)의 정확한 근력 측정을 위해 피험자를 하퇴부가 평행이 되도록 하여 등속성 근력 검사대에 앉힌 후 축이 움직이지 않도록 가슴과 복부, 대퇴를 검사대에 고정시켰다. 슬관절의 운동축과 Dynamometer(동력계)의 회전축은 서로 일치시키고 shin pad를 양 측 과골 상부에 대어 검사 중 다른 부위가 움직여 외력이 가해지지 않도록 하였다. 이때, 각 근력이 최대의 힘을 충분히 발휘할 수 있도록 long input adapter와 adjusting arm을 이용하여 하퇴부의 길이와 조정축의 길이를 조정하여 고정시켰다. 4회 반복 수행 결과 가장 높은 Torque를 나타낸 값을 Peak Torque로 결정하였으며 체중으로 나눈 값(Nm/kg(%))을 본 실험에서의 data로 사용하였다.

5) 혈액채취

혈액채취는 일회성 트레이닝 전, 운동 종료, 회복 30분 후, 회복 4시간 후, 회복 24시간 후에(1인당 총 5회) 의료인에 의해 실시되었다. 혈액은 종류별로 각 시기마다 5, 10 mL vaccum tube(진공채혈관)와 22 gage needle을 이용하여 전완정맥(antecubital vein)에서 채혈하였다. 혈액 성분별 채혈 시기는 Table 46에서 보는바와 같다.

Table 46. Blood collecting time

Ingredien t	Blood collecting				
	Pre	After	After 30min	After 4h	After 24h
NH ₃	O	O	O		
Pi	O	O	O		
CK	O	O	O	O	O
IGF-I	O	O	O		
LDH	O	O	O	O	O
creatinine	O	O			O

6) 혈액분석방법

가) 피로물질 분석

안정 시와 운동종료 시, 그리고 회복 30분에 채혈한 혈액으로 피로요소인 혈중 암모니아와 무기인산을 분석하였다.

(1) 암모니아

Spectrophotometer(CL-750)를 사용하여 bethelot 반응을 알아보는 방법으로 분석하였다. 먼저, 혈중 암모니아를 생성할 수 있는 효소의 활성을 소실시키는 제단백 용액 2ml에 혈액 1ml 섞어서 원심 분리한 후, 상층액을 분리하여, phenol 4%, nitroprusside 염 0.015%와 KOH 4.1%를 첨가하여 알칼리성으로 만든 다음, 탄산칼륨 28%와 염소산 칼륨 3%가 함유되어 있는 시약을 사용하여 발색시킨 후, 파장 630nm에서 암모니아 수치를 측정하였다.

(2) 무기인산

혈중 무기인산은 Hitachi社(일본)의 Hitachi 747을 이용하여 U.V 방법으로 분석하였다. 5ml vacumtube에 2ml 채혈하여 실온에서 20분간 방치 후 3,000rpm에서 10분간 원심 분리하고 혈청(serum)을 채취하여 -70℃에서 냉동보관 하였다. 원심 분리한 혈청 0.5ml를 분리하여 sulfuric acid, surfactant 250 μ l을 첨가한 시약과 sulfuric acid, ammonium molybdate가 함유된 시약을 사용하여 발색시킨 후, 주파장 340nm, 부파장 505nm에서 측정하였다.

나) 근 손상관련 지표 물질 분석

(1) LDH

직경 1cm cuvet에 Tris buffer(57.5mmol/l) 2.70ml, NADH용액 0.1ml, 조직 추출액 0.1ml를 넣고 잘 섞은 다음, 30℃에서 10-20분 동안 물중탕 하였다. 여기에 ℃로 가온된 pyruvate 용액 0.2ml를 첨가한다. 반응물을 잘 섞은 다음 가온장치가 부착된 spectrophotometer를 이용하여 340nm에서 3-6분 동안 0.5-1분 간격으로 흡광도를 측정하였다.

(2) CK

CK의 분석은 Heparin이 처리되어 있는 진공 채혈관을 이용하여 채혈한 후, 원심분리기를 이용하여 2500-3000 rpm의 속도로 15-20분간 원심 분리한 후 혈청 분리관으로 검사에 필요한 부분만을 다시 추출하여 자동 생화학 분석기(HITACHI 747,日)를 이용하여 분석하였다.

(3) IGF-1

IGF-1 분석은 채혈 후, 원심 분리기를 이용 2500-3000 rpm의 속도로 15분간 원심분리 후, 혈청 분리관으로 검사에 필요한 부분을 추출하여 IGF-1 RIA kit(Diagnostic Systems Laboratories, Inc, 美)로 측정하였다.

(4) creatinine

Serum 0.3ml 이상을 검출하여 원심분리기를 이용 2500-3000 rpm의 속도로

15-20분간 원심분리 후, 혈청 분리관으로 검사에 필요한 부분을 추출하였다.

creatine + picrate \rightarrow Creatinine-picrate complex(등적색)의 creatinine-picrate의 생성속도를 측정하여 creatinine치를 구하였다.

7) 인체시험 절차

가) 1차 Test

(1) 동의서 작성 및 피험자 통제

본 실험을 실시하기 전 실험에 참여한 모든 피험자들에게 연구의 목적 및 진행절차, 그리고 실험 중 발생할 수 있는 위험 요소에 대해서 충분히 설명하였으며, 실험기구에 대한 전반적인 적응 훈련을 실시하였다. 피험자들에게는 본인이 실험 참가를 원하지 않는 경우에는 언제라도 자유롭게 본 실험의 참가를 그만둘 수 있다는 사항들을 포함한 실험 동의서를 받았다. 실험에 참여하는 모든 피험자들은 실험이 진행되는 동안 타당성 있는 결과를 얻기 위하여 심한 운동이나 흡연, 음주, 그리고 평상시와 다른 식이요법이나 약물 복용 및 주입을 금하도록 하였다.

모든 실험이 최대한 안정된 상태에서 측정이 이루어지도록 하기 위하여, 피험자들은 실험전과 당일 무리한 신체활동을 삼가도록 하고, 실험 전날 충분한 수면을 취하도록 하였으며, 실험 시간을 동일하게 맞추도록 하여 일관성을 유지할 수 있도록 노력하였다. 또한, 평소의 생활방식을 많이 벗어나지 않는 한도 내에서 항상 규칙적인 생활을 하도록 하고, 충분한 수면을 취하도록 하였다.

이러한 설명이 끝난 후, 인체계측 및 체지방을 측정하고 Cybex Test, 1RM Test를 통하여 피험자들의 근력을 측정하였다.

(2) 기본검사 및 근력 Test

피험자가 검사실에 도착한 후, 우선 인체계측을 실시하였으며, Biodynamics社(美) Model 310의 Body Composition Analyzer를 이용하여 체지방을 측정하였

다.

약력 Test 후 1RM Test를 실시하기 위하여 Fitness center에서 각 부위별 기구사용법 및 주의사항과 준비운동 방법을 피험자에게 주지시켰다. 그 후, 준비된 7가지 Machine을 이용하여 1RM Test를 실시하고 2일 동안 휴식을 취하도록 하였다.

1RM Test 후 2일이 경과하면 모든 피험자를 대상으로 등속성 근력 측정 장치 Cybex 6000 Isokinetic Dynamometer(Cybex Co., U.S.A.)를 이용하여 상지근(어깨관절)과 하지근(무릎관절)의 등속성 근 Power를 측정 측정하도록 하였다.

(3) 본 실험

Cybex Test 후 2일이 경과한 후 피험자들은 안정시를 나타낼 때까지 휴식을 취한 후 1차 채혈을 실시하고 Fitness center에서 1RM Test를 기준으로 산정된 85%의 강도로 각 종목에 따른 운동을 실시하였다. 이 때, 각 Set간 휴식은 2분으로 제한하고 반복은 최대로 실시하였다. 피험자가 실험절차와 올바른 자세를 유지할 수 있도록 숙련된 지도자가 감독하였으며, 운동종목 및 방법은 Table 47과 같다.

운동이 끝나면 피험자들은 회복으로 인한 data의 오염이 없도록 정리운동 없이 곧바로 2차 채혈을 실시하였다. 그 후, 각 피험자들은 운동 종료를 기준으로 30분, 4시간, 그리고 24시간 후에 같은 방법으로 안정을 확인한 후 3, 4, 5차 채혈을 실시하였다.

Table 47. Exercise Program

Exercise	Bench press, Squat, Shoulder press, Leg curl, Leg extension, Lat pull-down, Arm curl
Intensity	85% OF 1-RM
Repetition	Maximal repetition
Rest	150 sec
Set	3 set

(4) 시제품 투여

본 실험에 사용된 인체시험용 추출물은 근력 향상효과가 있는 것으로 기대되는 함초와 홍삼을 한국식품개발연구원에서 적정 비율로 배합하여 제조하였으며 성분별 함량은 Table 48과 같다.

그룹별 처치에 따른 투여는, 사전검사가 끝난 후 1일 3회, 4주 동안 섭취하도록 하였다.

Table 48. Contents (serving per container 100g)

Ingredient	Concentration	Quantity
Red ginseng	1%, 65Brix	1.54g
Saliconia-herbacea	2%, 4Brix	50ml
Fructose-rich	10%	10g
Citric acid	0.015%	0.015g
Water	-	38.4ml

나) 2차 Test

식물성 추출물의 효과를 분석하기 위하여 4주 동안의 투여가 끝난 후 2차 Test 에서는 1RM Test만 실시하지 않으며 나머지는 1차 Test와 동일한 순서와 방법으로 실시하였다.

8) 통계처리

본 연구에서 얻은 자료는 SPSS/+PC+ v12.0 프로그램을 이용하여 기술통계량으로 평균과 표준편차를 산출하였고, 투여(투여전과 후) 간, 그룹 간의 차이를 알아보기 위해 Tow-way Repeated Measures of ANOVA를 이용하여 분석하였다. 또한 Tukey의 사후 검증법을 이용하였으며, 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 이하로 하였다.

3. 연구결과 및 고찰

가. 동물실험을 통한 근력향상 효능 시제품 음료제품의 효능 평가

1) 체중 변화량 및 식이효율(FER)

실험기간 동안의 각 군별 체중 변화와 체중 증가량은 Fig. 35와 Table 49, 50에 제시한 바와 같다. 실험 시작 시와 실험 종료 시 까지의 체중 변화는 1주 후부터 대조군(CON)에 비하여 시제품(SAM) 및 글루타민 제제 섭취군(GLU)에서 높은 체중증가를 보이고 있으며 식이효율(FER) 측정 결과 대조군(CON군)에 비해서도 높은 식이효율을 나타내었다. 전체적인 실험동물의 성장 및 생육에 무리한 영향을 주지 않는 것으로 여겨진다.

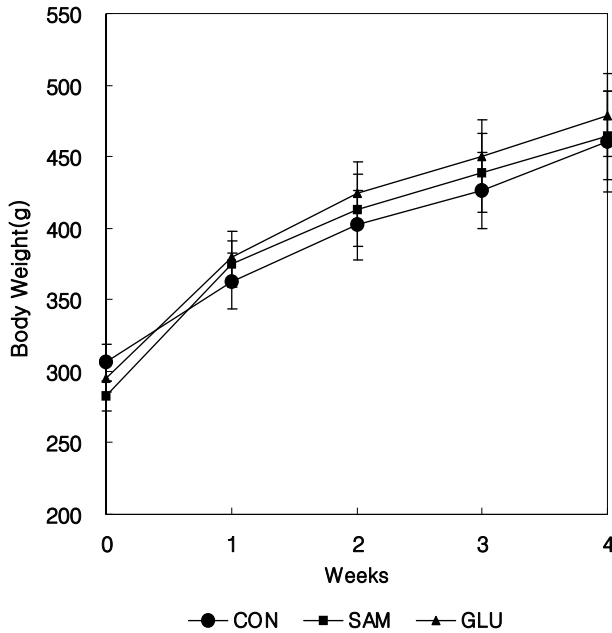


Fig. 35. Change of body weight of rats fed experimental diet for 4 weeks.

¹⁾CON: Control group, SAM: Beverage enhanced muscular strength supplemented group, GLU: Glutamine supplemented group

Table 49. Change of body weight of rats fed experimental diet for 4 weeks

Group ¹⁾	Period (week)				
	Start	1st	2nd	3rd	4th
CON	²⁾ 306.2±13.2 ^a	363.0±19.8	402.3±24.4	426.5±26.7	460.6±35.0
SAM	282.9±10.4 ^c	375.1±16.4	412.6±25.5	438.7±27.7	464.8±30.7
GLU	294.9±9.6 ^b	379.6±18.2	424.0±22.8	449.9±25.7	479.0±29.1

¹⁾CON: Control group, SAM: Beverage enhanced muscular strength supplemented group, GLU: Glutamine supplemented group

²⁾Values are Mean±SD.

Table 50. Diet intake, food efficiency ratio and weight gain of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Diet intake (g/day)	Body weight	
		gain (g/day)	FER ²⁾
CON	28.2±1.9	5.5±0.6	0.20±0.02
SAM	28.2±1.3	6.5±1.2	0.23±0.03
GLU	28.6±1.2	6.6±0.6	0.23±0.01

¹⁾CON: Control group, SAM: Beverage enhanced muscular strength supplemented group, GLU: Glutamine supplemented group

$$^2)\text{FER(Food efficiency ratio)} = \frac{\text{Body weight gain for experimental period}}{\text{Food intake for experimental period}}$$

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

2) 최대 근력(Maximum muscular strength)

합초와 홍삼으로 제조한 근력 향상 효능 기능성 음료의 rat을 통한 최대 근력 측정의 결과는 Table 51과 Fig. 36에 제시한 바와 같다. 실험식이 섭취 후 1주차 측정 결과, 대조군(167.0 gf)에 비하여 시제품군(184.9 gf)에서 높은 근력을 보여 주었으며 4주차에서는 시제품군(233.8 gf)이 대조군(210.3 gf) 및 글루타민(GLU) 제제군(190.3 gf) 비하여 높은 근력을 나타내어 합초 및 홍삼을 원료로 한 본 연구의 개발 시제품의 근력 향상 효능이 우수한 것을 알 수 있었다. 글루타민 군의 경우 실험 식이 1주차 139.0 gf에서 실험식이 4주차에 190.3 gf로 나타나 시제품군에 비하여 낮은 근력을 나타내었다. 이는 본 연구에 사용한 홍삼 및 합초 추출물로 제조한 음료시제품 식이가 대조식에 비하여 근력향상에 도움을 주는 것으로 판단되며, 현재 시중에 유통하는 근력강화 보조제로 알려진 글루타민에 비하여 근력 향상에 관한 효능이 뒤지지 않는다는 것을 확인할 수 있었다.

Table 51. Maximum muscular strength of rats fed experimental diets for 4 weeks

		unit: gf			
Group ¹⁾	Period(week)				
	1st	2nd	3rd	4th	
CON	167.0±30.6	175.8±23.1	206.6±22.0	210.2±31.0	
SAM	184.9±48.3	210.8±32.2	199.2±22.0	233.8±24.6	
GLU	139.0±25.0	211.3±47.3	176.1±33.8	190.3±61.3	

¹⁾CON: Control group, SAM: Beverage enhanced muscular strength supplemented group, GLU: Glutamine supplemented group

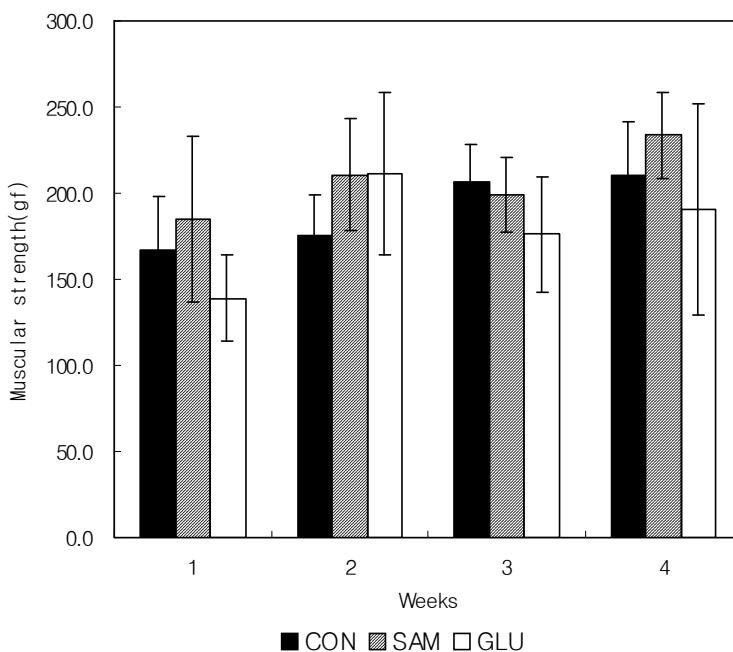


Fig. 36. Maximum muscular strength of rats fed experimental diets for 4 weeks

weeks

CON: Control group, SAM: Beverage enhanced muscular strength supplemented group, GLU: Glutamine supplemented group

3) 간장 무게 및 골격근의 무게

각 군간의 단위중량에 따른 간장의 무게 및 골격근의 무게는 Table 52에 제시한 바와 같다. 각 군간의 간장의 무게는 단위중량당 유의적인 차이를 보이지 않았으며 골격근의 무게 측정 결과 이 역시 각 군간의 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 52. Comparison of the weights of liver and skeletal muscle of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Liver (g/100g bw)	Muscle (g/100g bw)	
		Soleus	Gastrocnemius
CON	3.37±0.21	0.04±0.00	0.61±0.03
SAM	3.59±0.28	0.04±0.00	0.59±0.04
GLU	3.56±0.14	0.04±0.00	0.61±0.03

¹⁾CON: Control group, SAM: Beverage enhanced muscular strength

supplemented group, GLU: Glutamine supplemented group

4) 혈중 생화학적 요소 분석

실험동물의 근력 관련 혈중 요소 분석 결과는 Table 53에 제시하였다. 18시간 절식 후 실험동물의 혈중 포도당 농도는 각 군간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 혈중 크레아티닌 농도의 경우에도 대조군(0.53 mg/dL)과 시제품 섭취군(0.51 mg/dL), 글루타민제제군(0.52 mg/dL) 과 유의적으로 차이를 보이지 않았다. 혈중 암모니아(ammonia) 농도의 경우 대조군(502.9 μ g/dL) 및 시제품 섭취군(542.8 μ g/dL), 글루타민 섭취군(548.2 μ g/dL) 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 무기인산(inorganic phosphorus) 분석 결과 대조군(9.39 mg/dL)에 비하여 글루타민 섭취군(10.15 mg/dL)이 유의적으로 높은 함량을 나타내었으나 시제품 섭취군(9.58 mg/dL)의 경우 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table. 53 Biochemical factors of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Glucose (mg/dL)	Creatinine (mg/dL)	Ammonia (μ g/dL)	Inorganic phosphate (mg/dL)	Lactate (mg/dL)
CON	113.9± 16.0	0.53±0.05	502.9±57.26	9.39±0.64 ^{b2)}	54.03±18.99
SAM	104.0±9.0	0.51±0.03	542.8±92.2	9.58±0.67 ^{ab}	51.92±18.65
GLU	107.3±12.9	0.52±0.04	548.2±88.2	10.15±0.75 ^a	64.58±22.36

¹⁾CON: Control group, SAM: Beverage enhanced muscular strength supplemented group, GLU: Glutamine supplemented group

²⁾Means with the different letter within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

5) 간장 내 글리코겐 함량 분석

시제품 섭취군과 글루타민 제제 섭취군과 대조군의 4주간 실험 식이 후 간장 내 글리코겐 함량 분석 결과는 Table 54와 같다. 본 연구 결과 대조군(6.58 mg/g)에 비하여 시제품 섭취군(7.92 mg/g)과 글루타민 섭취군(8.76 mg/g)에서 유의적으로 높은 간장 내 글리코겐 함량을 보였다($p < 0.05$). 4주간의 근력 측정 기간 동안 대조군(CON군)은 ATP-PC system에 의해 에너지를 얻고 간장 내 글리코겐은 lactic acid system에 관여하여 에너지를 공급받았을 것으로 여겨지며 그 결과, 에너지 생성 후 무기인산의 혈중 농도는 상승하여 힘 생성능의 저하를 야기하였으며 체내 축적된 피로요소를 감소시키지 못하여 최대 근력 측정 결과 가장 낮은 최대 근력을 나타낸 것으로 여겨진다. 또한 각각의 실험군이 높은 간장 내 글리코겐 농도를 보이는 것은 실험군이 섭취한 소재의 항산화능과 체조직 손상 억제 및 예방 기작으로 인하여 체내 축적된 피로요소를 감소시켜 에너지를 생성시키기 위한 간장 내 글리코겐을 상대적으로 적은 양 이용한 것으로 생각되어진다.

Table 54. Liver glycogen concentration of rats fed experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Glycogen concentration (mg/ g tissue)
CON	6.58±1.15 ^{c2)}
SAM	7.92±1.14 ^b
GLU	8.76±0.84 ^a

¹⁾CON: Control group, SAM: Beverage enhanced muscular strength supplemented group, GLU: Glutamine supplemented group

²⁾Means with the different letter within a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

나. 인체시험을 통한 근력향상 효능 시제품 음료의 효능 평가

1) 그룹별 체중변화

4주간의 그룹별 처치에 따른 체중 변화는 Table 55와 Fig. 37에 나타나 있다.

사후 그룹간 비교에서 SR 그룹이 C 그룹보다 1.32kg 높게 나타났고, SR 그룹내에서는 사전보다 사후에 1.24kg 증가하였으나 각 그룹 간, 사전·후 간 모두에서 체중에 대한 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않아 식물성 추출물의 복합투여가 체중 변화에 아무런 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

Table 55. Body weight

(kg)		
Group	사전	사후
SR	72.54±3.25	73.78±2.68
C	72.14±2.92	72.46±2.55

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

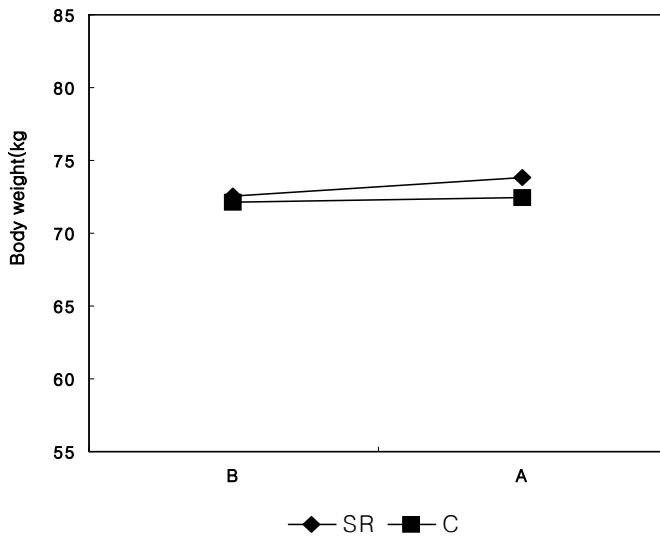


Fig. 37. Body weight

2) 그룹별 체지방 변화

그룹별 체지방 변화에 대한 결과는 Table 56과 Fig. 38에 나타나 있다.

각 그룹 간, 사전·후 간에서 체지방 증감이 거의 없어, 식물성 추출물 투여로 인한 체지방 변화는 없는 것으로 나타났다.

Table 56. Body fat

Group	Body fat (%)	
	사전	사후
SR	15.34±2.12	15.40±2.56
C	15.10±2.05	15.02±2.19

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

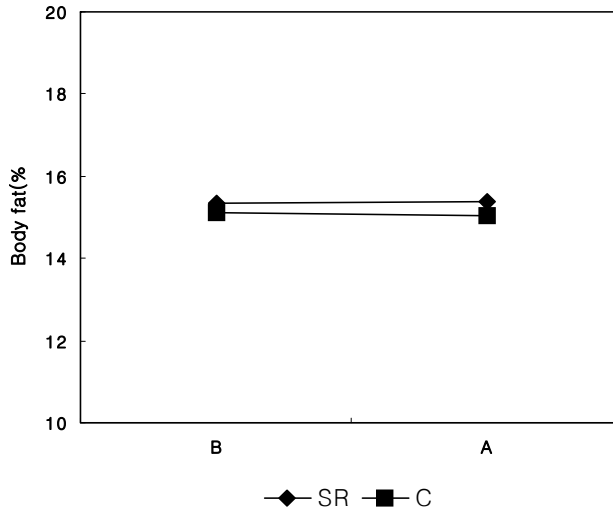


Fig. 38. Body fat

3) 등속성 운동능력

등속성 운동능력 중 근력의 향상도를 분석하기 위하여 60° /sec의 각속도에서 슬관절(knee)과 어깨관절(shoulder)의 내·외전 시 체중당 최대회전력(Peak torque %BW)을 관찰하였다. 체중당 최대회전력의 변화는 Table 57, Table 58과 Fig. 39 ~ 42에 나타나 있다.

두 그룹에서의 슬관절의 신근과 굴근의 체중당 최대회전력은 사전보다 사후에서 대체적으로 높게 나타나는 경향을 보였다.

사전·후 간의 각 그룹별 변화량은 Extension에서 SR 그룹 36.00Nm/kg(%), C 그룹 18.20Nm/kg(%), Flexion에서 SR 그룹 21.70Nm/kg(%), C 그룹 8.10Nm/kg(%)의 증가를 보였으며, SR 그룹만이 Extension과 Flexion 모두에서 통계적으로 유의한 차이($p < .05$)가 나타났다.

사후 그룹간 체중당 최대회전력을 분석한 결과, Extension에서 SR 그룹 과 C 그룹이 15.87Nm/kg(%), Flexion에서 SR 그룹과 C 그룹이 11.54Nm/kg(%)의 차이를 보였으나 통계적으로는 유의하지 않았다.

Table 57. Cybex test(knee)

(Nm/kg(%))

Group	Extension		Flexion	
	사전	사후	사전	사후
SR	221.28±17.18 ^a	257.28±24.52 ^b	155.95±7.80 ^a	177.65±16.25 ^b
C	223.21±19.59	241.41±23.17	158.01±7.13	166.11±8.13

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

a, b : 서로 다른 문자끼리 유의함(p<.05)

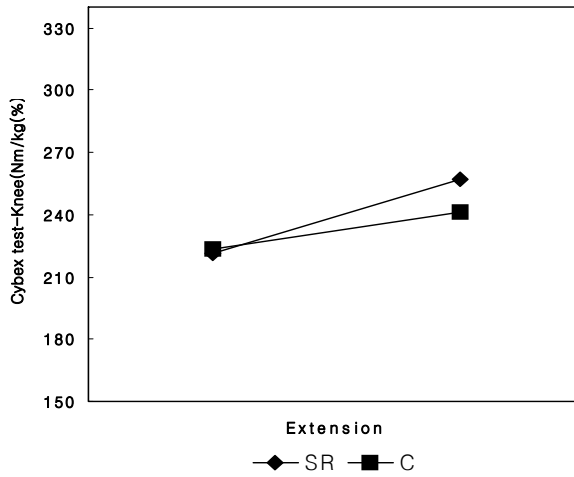


Fig. 39. Cybex test(Knee-Extension)

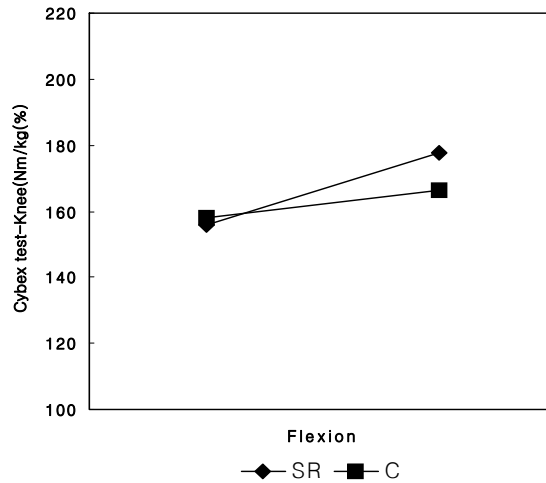


Fig. 40. Cybex test(Knee-Flexion)

견관절의 신근과 굴근의 체중당 최대회전력에서도 사전보다 사후에서 높게 나타났으나 슬관절에서의 변화량보다는 적었다.

사전·후 간의 각 그룹별 변화량은 Extension에서 SR 그룹 3.40Nm/kg(%), C 그룹 1.53Nm/kg(%), Flexion에서 SR 그룹 2.90Nm/kg(%), C 그룹 0.90Nm/kg(%)의 경미한 증감을 보여 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

사후 그룹간 체중당 최대회전력을 분석한 결과에서도, SR 그룹이 C 그룹보다 Extension에서 3.61Nm/kg(%), Flexion에서 5.19Nm/kg(%) 더 높게 나타났으나 통계분석 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 58 Cybex test(Shoulder)

(Nm/kg(%))

Group	Extension		Flexion	
	사전	사후	사전	사후
SR	109.85±5.43	113.25±6.53	80.40±3.88	83.30±5.64
C	108.11±18.77	109.64±17.31	77.21±25.35	78.11±25.91

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

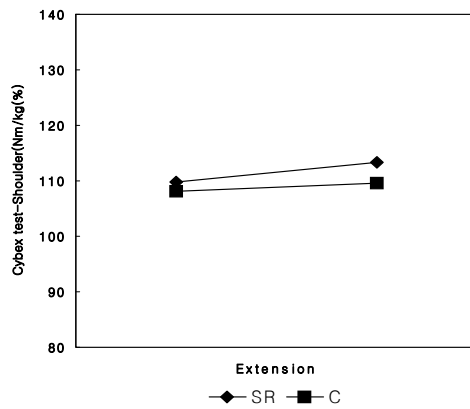


Fig. 41. Cybex test(Shoulder-Extension)

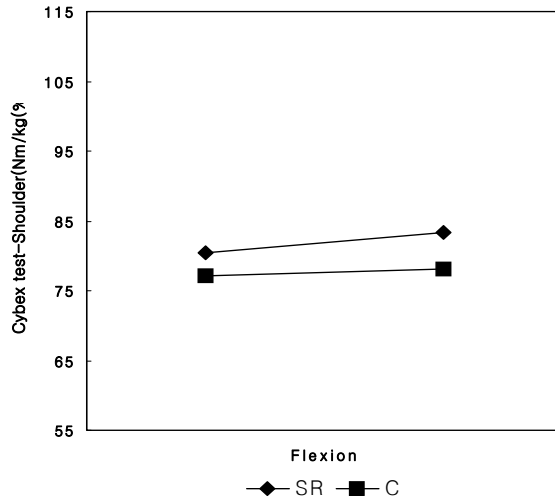


Fig. 42. Cybex test(Shoulder-Flexion)

4) 혈액분석

가) 혈중피로물질 분석

(1) Ammonia

실험 조건에 따른 혈중 Ammonia 농도 변화는 Table 59와 Fig. 43에 나타나 있다. 혈액채취 시기를 기준으로 보면 대체적으로 운동 전에 가장 낮은 수치를 보였으며, 운동종료 후에 급격히 증가하여 회복 30min 시기에서 안정시 만큼 회복하였다.

운동 종료 후 시점에 대한 사전·후 간의 비교에서 SR 그룹의 혈중 Ammonia 농도가 사전 157.29 $\mu\text{mol/L}$ 에서 사후 128.29 $\mu\text{mol/L}$ 로 29.00 $\mu\text{mol/L}$ 가 감소하였으며, 사후 그룹 간 비교에서는 SR 그룹이 C 그룹의 151.18 $\mu\text{mol/L}$ 보다 22.89 $\mu\text{mol/L}$ 더 낮은 수치를 보였다. 또한 통계적 유의성을 검정하기 위하여 Two-repeated ANOVA를 실시한 결과 $p < .001$ 의 유의수준을 보였다.

Table 59. Changes of serum ammonia concentration

($\mu\text{mol/L}$)

Group		운동 전	운동 후	회복 30min
SR	사전	31.19 (1.39)	157.29 ^a (10.80)	32.49 (1.68)
	사후	29.69 (3.15)	128.29 ^b (10.55)	30.79 (2.27)
C	사전	31.87 (2.62)	154.98 (8.15)	32.97 (3.21)
	사후	32.18 (3.07)	151.18 ^a (19.94)	33.93 (2.67)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

a, b : 서로 다른 문자끼리 유의함($p < .001$)

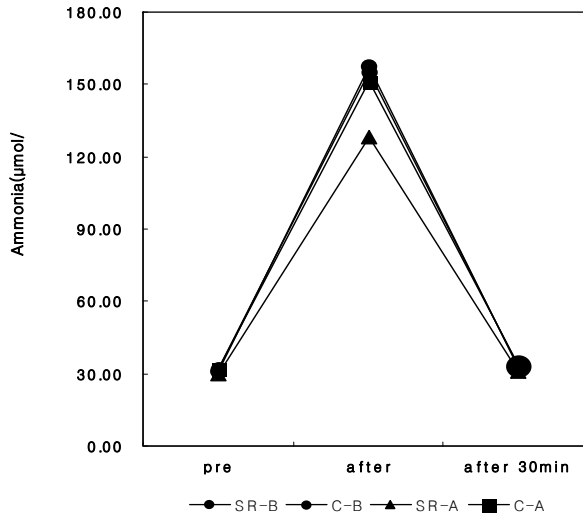


Fig. 43. Changes of serum ammonia concentration

(2) 무기인산

실험 조건에 따른 혈중 Phosphorus의 농도 변화는 Table 60과 Fig. 44에 나타나 있다. Phosphorus 농도 역시 혈액채취 시기를 기준으로 운동 후 가장 높은 수치를 보이다 회복 30min 시점에서 안정시 만큼 회복되었다.

우선 운동 종료 시점에 대한 사전·후 간의 비교에서 두 그룹 모두 사전보다 사후에서 더 낮은 수치를 보였고, 사후 그룹 간 비교에서는 SR 그룹이 C 그룹보다 더 낮게 나타났다. 사전·후 간 차이를 살펴보면, SR 그룹이 0.4mg/dl, C 그룹이 0.10mg/dl 더 낮은 수치를 보였고 사후 그룹 간 비교에서는 SR 그룹이 C 그룹보다 0.10mg/dl의 차이로 낮게 나타났으나, 모든 그룹에서 사전·후 간 및 그룹 간에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 60. Changes of serum inorganic phosphorus concentration

(mg/dl)

Group		운동 전	운동 후	회복 30min
SR	사전	3.77 (0.21)	4.97 (0.47)	3.72 (0.24)
	사후	3.72 (0.32)	4.57 (0.35)	3.67 (0.33)
C	사전	3.69 (0.38)	4.92 (0.40)	3.68 (0.28)
	사후	3.64 (0.27)	4.82 (0.63)	3.52 (0.35)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

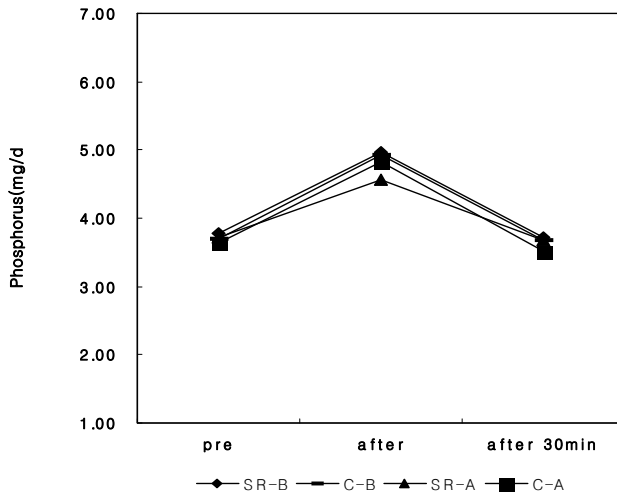


Fig. 44. Changes of serum inorganic phosphorus concentration

나) 근손상 지표 물질 분석

(1) Creatine kinase

각 그룹별 다섯 번의 시기에 걸쳐 관찰한 혈중 creatine kinase의 농도 변화는 Table 61과 Fig 45에 나타나 있다. 시기별 평균 creatine kinase의 농도는 안정 시 가장 낮은 농도를 보이다 회복 24시간 까지 증가하였다.

우선 사전·후 간의 비교에서는 안정시를 제외한 모든 시점에서 SR 그룹이 C 그룹보다 더 큰 차이를 보였고 사후 그룹간 비교에서는 30min 시점에서 가장 큰 차이가 나타났다. SR 그룹의 24h 시점에서는 16.00IU/L의 비교적 큰 차이를 보이며 사전보다 사후에 더 낮게 나타났고 사후 그룹 간 비교에서도 30min 시점에서 SR 그룹이 C 그룹보다 18.20IU/L가 더 낮았으나 통계적으로 유의하지 못하였다.

Table 61. Changes of serum creatine kinase concentration

(IU/L)

Group		운동 전	운동 후	회복 30min	회복 4h	회복 24h
SR	사전	180.30 (10.70)	226.30 (18.96)	243.00 (25.40)	278.60 (32.12)	311.90 (16.50)
	사후	184.20 (19.16)	220.20 (20.84)	235.40 (31.84)	267.30 (28.16)	295.90 (19.92)
C	사전	185.80 (12.44)	217.20 (16.96)	255.80 (19.24)	272.80 (27.20)	292.20 (23.28)
	사후	182.90 (11.68)	215.30 (21.50)	253.60 (23.72)	275.90 (27.48)	295.40 (20.08)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

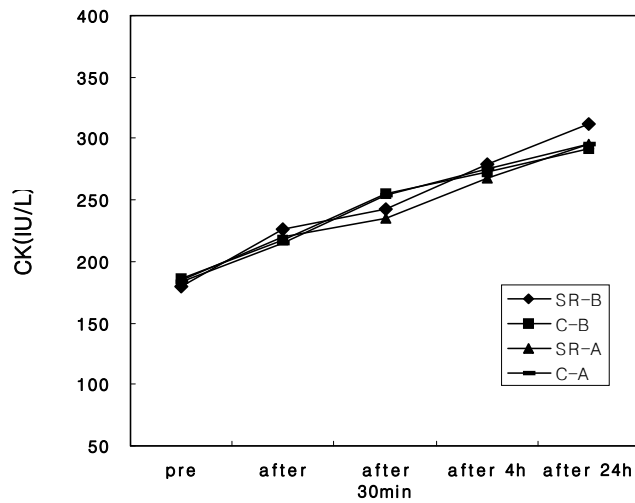


Fig. 45. Changes of serum creatine kinase concentration

(2) LDH

실험 조건에 따른 LDH 농도의 변화는 Table 62와 Fig 46에 나타나 있다. LDH의 농도는 creatine kinase 농도 변화와는 다른 양상으로 사전·후 모두 안정 시의 낮은 수치에서 운동 후 증가하여 이후 지속적인 감소를 보였다.

사전·후 간의 비교에서 SR 그룹의 농도는 사전 보다 사후에 더 낮은 농도를 보였으며 채혈 시점을 기준으로 회복 24h에서 16.00ml/dl의 차이가 나타났다. 또한 사후 그룹 간 비교에서는 운동 종료 시점에서 35.30ml/dl의 차이로 SR 그룹이 더 낮은 수치를 보였으나 통계분석 결과 사전·후 간 및 그룹 간에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 62. Changes of serum LDH concentration

		(ml/dl)				
Group		운동 전	운동 후	회복 30min	회복 4h	회복 24h
SR	사전	310.60 (29.60)	353.70 (34.90)	347.00 (30.20)	328.70 (32.90)	314.50 (32.30)
	사후	316.30 (31.04)	334.20 (37.76)	333.90 (31.50)	326.80 (34.24)	310.80 (37.64)
C	사전	315.20 (31.04)	366.10 (32.68)	352.30 (45.70)	338.90 (42.72)	318.30 (36.44)
	사후	312.80 (39.36)	369.50 (37.30)	355.80 (46.80)	336.90 (48.12)	317.20 (38.36)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

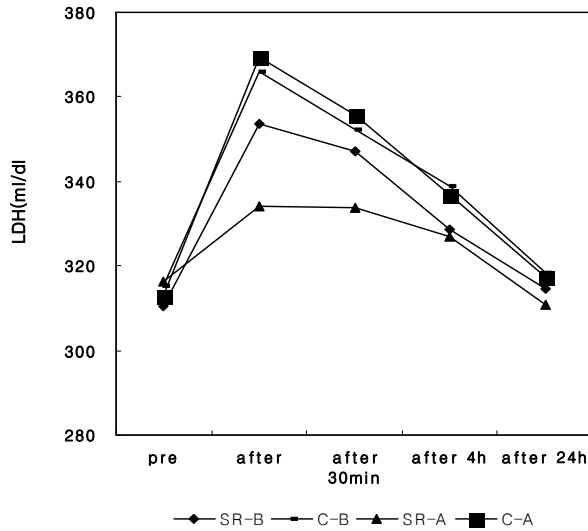


Fig. 46. Changes of serum LDH concentration

(3) Cratinine

각 그룹별 세 번의 시기에 걸쳐 관찰한 혈중 creatinine의 농도 변화는 Table 63과 Fig. 47에 나타나 있다. creatinine의 농도는 안정 시 낮은 수치를 보이다 운동 후 증가하였으며 회복 24min 시점에서 다시 안정 시와 유사한 농도로 회복되었다.

Creatinine 농도 변화는 다른 혈중 성분과는 달리 운동 종료 시점을 기준으로 경미한 차이만 보였으며 사전·후 간 및 그룹 간에서 통계분석 결과 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 63. Changes of serum creatinine concentration

(mg/dl)

Group		운동 전	운동 후	회복 24h
SR	사전	1.08 (0.08)	1.16 (0.08)	1.10 (0.10)
	사후	1.08 (0.08)	1.17 (0.07)	1.09 (0.05)
C	사전	1.11 (0.02)	1.18 (0.06)	1.09 (0.04)
	사후	1.11 (0.06)	1.18 (0.05)	1.07 (0.07)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

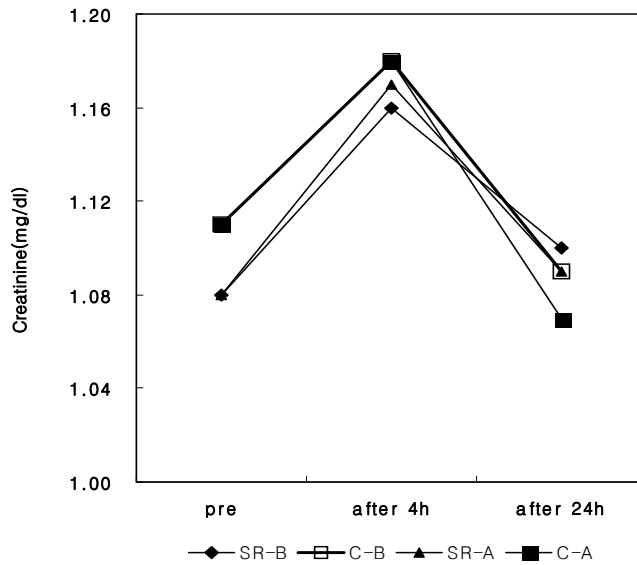


Fig. 47. Changes of serum creatinine concentration

(4) IGF-I

각 그룹별 세 번의 시기에 걸쳐 관찰한 혈중 IGF-I의 농도 변화는 Table 64와 Fig. 48에 나타나 있다.

사전·후 간의 비교에서, 운동 종료의 SR 그룹에서 27.10 ng/ml의 비교적 큰 차이가 나타났으며, 사후 그룹 간 비교에서는 안정시 SR 그룹이 C 그룹보다 29.30 ng/ml 더 높은 수치를 보였으나, 운동 종료 후에는 SR 그룹이 14.46 ng/ml 더 낮은 수치를 보였다. 하지만 이러한 차이에 대한 통계분석 결과, 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 64. Changes of serum IGF-I concentration

		(ng/ml)		
Group		운동 전	운동 후	회복 30min
SR	사전	437.40 (76.76)	485.00 (78.2)	427.80 (71.96)
	사후	449.30 (83.9)	457.90 (60.68)	423.70 (62.44)
C	사전	422.20 (55.24)	475.60 (26.48)	428.10 (45.1)
	사후	420.00 (54.4)	472.36 (34.96)	425.10 (43.68)

Values are given as Mean and Standard Deviation(SD)

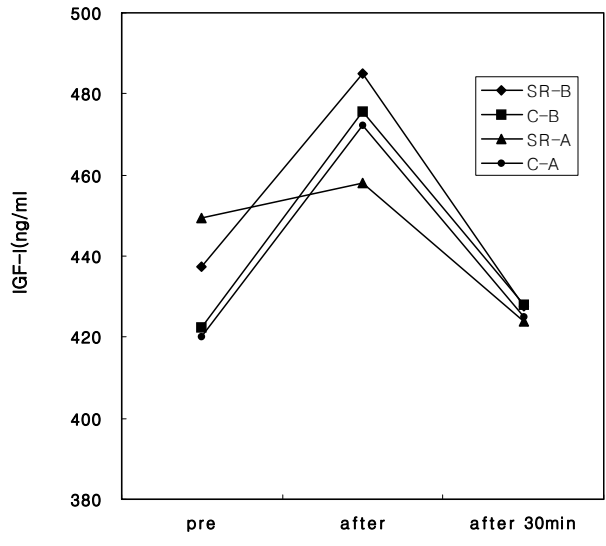


Fig. 48. Changes of serum IGF-I concentration

다. 결론

본 연구의 목적은 식물성 근력 향상 시제품 음료 투여가 근력 향상과 혈중 근 손상 지표물질의 농도에 미치는 영향을 규명하는데 있었다.

본 연구의 대상으로는 고혈압, 심장기능 이상, 위장병 등과 같은 질병이 없고, 주당 5시간 이상 정기적인 신체활동에 참가하는 남자 대학생 20명을 대상으로 하였으며, 식물성 추출물 투여 그룹(SR, n=10)과 Control 그룹(C, n=10)으로 분류하여 실험을 진행하였다. 본 연구의 목적을 위하여 인체계측, Cybex Test, 1RM Test, 혈중 Ammonia, Phosphorus, Creatine kinase, Lactate dehydrogenase, Creatinine, IGF-I 등의 변화를 관찰하였으며, 이 data들은 근력향상의 정도를 직·간접적으로 나타내는 지표로 사용되었다. 사전검사 후 4주 동안 투여 그룹에 한하여 홍삼과 함초를 특정 방법으로 배합 제조하여 투여하였으며 같은 방법으로 사후검사를 실시하였다.

4주 간의 그룹별 처치가 진행되는 동안 모든 피험자들로부터 실험에 의한 부작용 및 기타 증상은 관찰되지 않았다.

본 연구의 결과에서는 4주간의 식물성 추출물 복합투여 후 체중 및 체지방의 변화는 나타나지 않아 투여가 체중 및 체지방에는 아무런 영향을 주지 않음을 알 수 있었다.

Cybex Test에서 슬관절의 사전·후 간의 각 그룹별 변화량을 관찰한 결과, Extension에서는 SR 그룹 36.00Nm/kg(%), C 그룹 18.20Nm/kg(%), Flexion에서는 SR 그룹 21.70Nm/kg(%), C 그룹 8.10Nm/kg(%)의 증가를 보였으며, SR 그룹 만이 Extension과 Flexion 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 하지만 견관절의 등속성 운동능력은 SR 그룹에서 사전보다 사후에 더 높은 수치를 보였으나 통계적으로 유의하지 못하였다.

혈중 피로물질 중 Ammonia 농도는 운동 종료 후 시점에 대한 사전·후 간의 비교에서 SR 그룹의 혈중 Ammonia 농도가 사전 157.29 μ mol/L에서 사후 128.29 μ mol/L로 29.00 μ mol/L가 감소하였으며, 사후 그룹 간 비교에서는 SR 그룹이 C 그룹의 151.18 μ mol/L 보다 22.89 μ mol/L 더 낮은 수치를 보였다. 또한 통계적 유의성을 검정하기 위하여 Two-repeated ANOVA를 실시한 결과 $p < .001$ 의 유의수준을 보였다. 하지만, 또 다른 피로지표 물질인 혈중 Phosphorus 농도를 분석한

결과 운동 종료 시점에 대한 사전·후 간의 비교에서 두 그룹 모두 사전보다 사후에서 더 낮은 수치를 보였으나 통계적으로 유의하지는 못하였다.

85%-1RM 강도의 근력운동을 통하여 유도된 근 손상 지표물질 중 혈중 Creatine kinase 농도를 살펴보면, SR 그룹의 24h 시점에서는 16.00IU/L의 비교적 큰 차이를 보이며 사전보다 사후에 더 낮게 나타났고 사후 그룹 간 비교에서도 30min 시점에서 SR 그룹이 C 그룹보다 18.20IU/L가 더 낮았으나 통계적으로 유의하지 못하였다. LDH 농도 역시 회복 24h에서 SR 그룹의 농도가 사전 보다 사후에 더 낮게 나타났으며, 사후 그룹 간 비교에서도 운동 종료 시점에서 35.30ml/dl의 차이로 SR 그룹이 더 낮은 수치를 보였으나 통계분석 결과 사전·후 간 및 그룹 간에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

안정 시 골격근의 creatine phosphate 농도를 간접적으로 반영하는 것으로 알려져 있는 Creatinine 농도는 사전·후 및 그룹 간 차이가 경미하였으며, 골격근의 동화작용에 직접적으로 관여하는 중재자인 IGF-I의 농도 역시 운동 종료 시점의 사전·후 간 비교에서 SR 그룹에서 27.10ng/ml의 비교적 큰 차이가 나타났으며, 사후 그룹 간 비교에서는 안정시 SR 그룹이 C 그룹보다 29.30ng/ml 더 높은 수치를 보였으나, 이러한 차이에 대한 통계분석 결과, 유의한 차이는 나타나지 않았다.

이상의 결과로, 비교적 높은 85% 1RM 강도의 웨이트트레이닝 시 식물성 추출물인 홍삼 및 합초를 투여할 경우 혈중 피로지표 물질인 Ammonia 농도에 대한 감소 효과는 확인되었으며, 등속성 운동능력에 대한 향상 효과도 입증되었다. 또한 본 실험에서 통계적으로는 유의한 차이가 나타나지 않은 근력향상의 직·간접 지표들의 변화 역시 식물성 추출물의 복합투여 그룹에서 사후에 긍정적인 양상을 보인 점까지 고려한다면 홍삼과 합초의 복합투여가 근력을 향상시키는데 효과가 있는 것으로 결론지을 수 있다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

본 연구는 국내산 생약류를 이용하여 근력을 향상시키는 효능을 가지는 기능성 식품의 개발을 목적으로 하였다. 1차년도에 경우 동물 실험을 이용한 과학적인 근력향상 효능평가 방법의 확립하고 이를 바탕으로 rat을 이용한 동물실험 및 사람을 대상으로 한 인체시험을 통하여 생약재의 근력향상 효능을 평가하여 근력 향상 효능 기능성 식품 소재로 선발하고자 하였다. 본 연구에서는 한방서 및 구성 성분을 바탕으로 근력 향상이 기대되는 다양한 생약소재를 대상으로 실험을 진행하여 최종적으로 함초와 홍삼을 근력 향상 기능성 소재로 선발할 수 있었다. 기존의 근력향상과 관련된 연구는 대부분 체육생리학 분야에서 주로 단백질 보충제에 의한 효능을 인체를 대상으로 수행한 실험결과들이며 본 연구에서와 같은 기능성 식품의 개발에 초점을 맞춘 경우는 매우 드물다. 또한 rat을 이용한 근력 측정 시스템은 기존의 방법을 응용하여 본 연구에 적합하게 개선한 것으로 향후 근력 측정용 동물실험 방법에 널리 이용될 수 있을 것으로 기대된다. 2차년도에서는 1차년도에서 근력향상 기능성 식품 소재로 선발된 홍삼 및 함초 열수 추출물의 근력 향상 효능을 현재 상용화 되어 있는 단백질 보충제와의 동물 실험 및 인체시험을 통하여 비교 분석하였으며 이를 통하여 본 연구의 소재인 함초와 홍삼이 우수한 근력 향상 소재임을 확인할 수 있었다. 3차년도 연구에서는 1,2차년도 연구를 통하여 확인된 함초 및 홍삼을 이용하여 근력향상 효능 기능성 식품을 개발하였다. 기능성 식품의 상업성을 고려하여 음료 형태로 제조하였으며 부원료의 적절한 배합을 통하여 기호도를 향상시켰으며 이를 동물실험과 인체시험을 통하여 근력 향상 효능을 확인하였다. 최근 생활수준의 향상 및 건강에 대한 관심이 크게 증가하고 있으며 이에 따른 운동 인구가 급증하고 있는 시점에서 본 연구를 통하여 획득된 결과는 노인층 및 노약층의 근골격 질환 예방 뿐만아니라 운동능력 향상 기능성 식품 시장의 확대에도 크게 기여할 것으로 예상된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

국내산 생약류를 이용한 근력향상 효능을 가지는 기능성 식품의 개발 연구를 수행하여 생약류의 근력 향상 효능을 분석하는 방법을 동물실험 및 인체시험을 통하여 수행하는 방법을 확립하여 향후 다양한 근력 관련 실험을 진행하는데 있어서 도움이 될 것으로 기대된다. 본 연구는 운동 생리학 전문가와 공동으로 진행하여 기존의 운동 능력 향상 연구가 동물 실험을 통한 운동 수행능력 및 혈액 및 간장분석을 통한 피로요인과 간 글리코젠 등의 분석에 그친 반면 본 연구에서는 인체시험을 통하여 실제 사람의 운동 능력 향상을 분석하여 결과를 도출하여 연구 결과에 객관성을 부여 하였다. 이러한 연구진행 방법은 향후 다양한 근력 기작 규명 연구에 응용될 것으로 기대된다. 본 연구에서 진행한 순간적인 근력, 즉 근 파워의 향상을 기대하는 기능성 식품의 개발은 기존에 수행되어온 지속적인 운동 수행 능력 규명과는 전혀 다른 기작으로 본 연구는 순간 근력 향상 연구 분야의 선도적 연구로 향후 지속적인 연구를 필요로 한다. 특히 순간 근력 향상은 노인층 및 노약자의 근골격계 질환으로 인한 고통 및 소요비용을 감안할 때 사회적 복지 차원에서 지속적인 연구가 필요하다. 본 연구의 결과는 참여 기업으로 공동연구를 진행한 (주) 다사랑을 통하여 빠른 시일내에 산업화할 예정이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

‘국내산 식물자원으로부터 근력 향상능력이 우수한 기능성식품의 개발’ 과제와 관련하여 방콕 국제 식음료 및 호스피털리티 쇼, 인도네시아의 자카르타에서 개최되는 국제 허브 및 건강식품 박람회 (The 6th International Herbal & Health Food, Food Supplement & Pharmaceutical Exhibition)을 방문하여 태국 및 인도네시아의 전통 의약품 관련 자료를 수집하였다. 방콕 식음료 박람회(The International Food & Hospitality Show 2005(IFHS2005) ,The 13th International Hotel, Catering, Bakery, Food, Beverage and Retail Supplies Exhibition)는 9월 14일부터 17일까지 태국 방콕에 위치한 QUEEN SIRIKIT NATIONAL CONVENTION CENTER에서 개최되었다. 올 행사에는 모두 50 여 개국, 450여개 관련업체가 참석하였으며 그 외 20,000여명의 식품 관련 전문가들이 참석하여 성황을 이루었다. 또한 학술행사로 식음료 냉장 유통, 건강 기능성 식품과 호텔 경영, 단체 급식 등과 관련하여 많은 conference가 열렸다. 본 IFHS 2005의 특징은 태국의 전통 식음료 제품의 전시 및 태국산 과일, 채소등 다양한 식물 소재를 이용하여 제조된 건강기능성 식품의 전시, 호텔 접대 및 단체급식과 관련된 제품 및 가공 기기의 전시, 그리고 호텔 주방장 및 전문 요리사들에 의한 시연 등이 강조되었으며 그 외에도 호텔 프랜차이즈와 관련된 행사들이 비중 있게 진행되었다. 출장자는 본 행사 참관을 통하여 태국의 식품산업 및 건강 기능성 식품 실태를 파악할 수 있었으며 태국의 재래 시장 및 일반 마켓에 대한 시장 조사 등을 통하여 건강 기능성 식품의 현황을 알 수 있었다. 또한 Institute of Thai traditional Medicine을 방문하여 태국의 전통의학 연구현황에 관해 청취하고, 전통적인 약재의 건강기능성과 사용법에 관한 자료를 수집할 수 있어 당 관련 연구과제 수행에 있어 많은 도움이 될 것으로 판단되었다. 또한 허브 및 건강식품 전시회 (Herbal & Health Food Indonesia), 식품 가공 및 포장 기기류 전시회(Food Processing & Packaging Indonesia) 및 인도네시아 제약 박람회(Indonesia International Pharma Expo 2006)는 9월 6일부터 9일까지 인도네시아 자카르타의 Kemayoran에 위치한 Jakarta International Expo에서 공동 개최되었다. 올 행사

에는 아시아 지역의 15 여 개국, 100여개 관련업체가 참석하였으며 그 외 20,000여명의 식품 관련 전문가 및 일반 참석자들이 참석하여 성황을 이루었다. 본 전시회의 특징으로는 인도네시아 및 태국, 인도, 중국, 일본, 한국 등 아시아의 다양한 식음료 제품의 전시 및 인도네시아의 식물추출물을 이용한 건강 제품이 소개되었으며 중국 및 인도의 식품 가공 기계와 독일의 포장기계 등이 전시, 소개되었다. 인도네시아는 풍부한 임산자원을 바탕으로한 식품소재 산업의 발전이 기대되며 현재는 완제품보다는 다양한 식물 자원을 가공하여 natural extract, powder, ingredients 형태로 판매되었다.(Dried and liquid extracts, aromas, concentrate and essential oils 등) 또한 인도네시아의 다양한 식물자원을 이용한 herbal medicine 제품이 소개되었다. 출장자는 본 행사 참관을 통하여 인도네시아의 식품산업 및 건강 식품 실태 및 medicinal herb를 이용한 다양한 기능성 제품의 현황을 파악할 수 있었다. 행사에 전시된 품목은 다음과 같다.

- Bakery Equipment and Supplies
- Food and Beverage / Leisure, Fitness and Health Products and Services
- Health Food and Pharmaceutical products
- Mixer and Millers
- Fruit & Beverage
- Mineral and Sparing water
- Plant extract and herbal medicine
- Encapsulation machine

제 7 장 참고문헌

1. Blenford DB.1996. Winner drinks, Use of amino acids and peptides in sports nutrition. *International food ingredients : magazine on food ingredients and additives*, 3:20-23
2. 백일영, 김정규, 전유섭, 오홍진. 절대강도 운동시 혈중 피로요소의 변화에 의한 피로기전의 타당성 검증. *한국체육학회지* 36(1): 281-233, 1998
3. 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, p29-66.
4. Banister EW, Cameron BJC. Exercise-induced hyperammonemia: peripheral and central effects. *Int J Sports Med* 11(Suppl 2): S129-S142, 1990
5. Iles JF, Jack JJB. Ammonia: assessment of its action on postsynaptic inhibition as a cause of convulsion. *Brain* 103: 555-578, 1980
6. Mitchell JH. Neural control of the circulation during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 22: 141-154, 1990
7. Koyuncuoclu H, Keyer M, Simsek S, Sagduyu H. Ammonia intoxication: changes of brain levels of putative neurotransmitter and related compounds and its relevance to hepatic coma. *Pharmacol Res Commun* 10: 787-807, 1978
8. Butterworth RF, Girard G, Giguere JF. Regional differences in the capacity for removal by brain following porto caval anastomosis. *J Neurochem* 51: 486-490. 1988
9. Millar NC, Homsher E. 1990. The effects of phosphate and calcium on force generation in glycerinated rabbit skeletal muscle fibers. *J Biol Chem* 265: 20234-20240.
10. Kang SW, 2002, A Study on the Status of Life Sports Participants' Exercise Addiction and Subjective Quality of Life. *The Korean*

Journal of Physical Education, 41:59-70.

11. Krahn MJ and Anderson JE. 1994. Anabolic steroid treatment increases myofiber damage in mdx mouse muscular dystrophy. *Journal of the neurological sciences*. 125:138-146.
12. Koh YS, Lee ES and Rho SK. 1999. The effect of Protein Supplement on Body Composition , Muscular Circumference & Strength. *The Korean Journal of Physical Education*. 38:311-321.
13. Lee HM, Paik IY and 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.
14. Koh YS. 1998. The effect of protein supplement on body composition, muscular circumference & strength. *MS Thesis*. Kangwon University, Korea.
15. Park CH. 2001. The effect of protein supplement on muscular strength & circumference during weight training. *MS Thesis*. Donga University, Korea.
16. Blomstrand E, Sonja Ek and 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.
17. Brendan Leighton, George D. Dimitriadis, Mark Parry-Billings, Jane Bond, Paul Kemp and Eric A. Newsholme. 1990. Thyroid hormone analogue SKF L-94901: effects on amino acid and carbohydrate metabolism in rat skeletal muscle in vitro, *Biochemical pharmacology*. 40:1161-1164.
18. Rhee IJ. 1997. Effect of Liriopis tuber extract on the decrease of blood glucose. *Hyosung Bull. Pharm. Sci.* 2: 49-56.
19. Shibata M, Noguchi R, Suzuki M, Iwase H, Soeda K, Niwayama K, Kataoka E, Kusuda K and Hamano M. 1971. Pharmacological studies on medicinal plant components I. On the extracts of Ophiopogon and some jolk medicines. *Proc. Hoshi. Pharm.* 13:

66-76.)

20. Molokocslil DS, Dawydov VV and Tiulenev VV. 1987. The action of adaptogenic plant preparations in experimental alloxan diabetes. *Probl. Endokrinol.* 35: 82-87.
21. Brekhman II and Dardymov IV. 1969. Pharmacological investigation of glycosides from Ginseng and Eleutherococcus. *Lloydia.* 32:46-51.
22. Jo YC, Ahn JH, Chon SM, Lee KS, Bae TJ, Kang DS. 2002. Studies on pharmacological effects of Glasswort (*Salicornia herbacea* L.) *Korean J Medicinal Crop Sci* 10: 93-99.
23. Han SK, Kim SM. 2003. Antioxidative effect of *Salicornia herbacea* L. grown in closed sea beach. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 207-210.
24. Hong ND, Rho YS, Won DH, Kim NJ and Cho BS. 1987. Studies on the Anti-diabetic activity of *Eucommia ulmoides* oliver. *Kor. J. Pharmacogn.* 18:112-117.
25. Choi YH, Seo JH, Kim JS, Heor JH, Kim SK, Choi SU, Kim YS, Kim YK and Ryu SY. 2003. Inhibitory effects of the stem Bark extract of *Eucommia ulmoides* on the proliferation of human tumor cell lines. *Kor. J. Pharmacogn.* 34:308-313.
26. Kang KI, Jung JY, Kor KH and Lee CH. 2006. Hepatoprotective effects of *Lycium chinensis* Mill fruit extracts and fresh fruit juice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38:99-103.
27. Shin YW, Choi HJ, Park JE, Kim DH, Park JH, Kim NJ. 2006, Effect of heat processed ginseng on anti-fatigue. *Kor. J. Pharmacogn.* 37: 246-252.
28. Lee YH, Lee WC. 2005. Effects of *Polygoni multiflori radix* on cerebral ischemia of hyperlipidemic rats. *J. Korean Oriental Med.* 26:146-161.
29. Kim SJ, Kweon DH and Lee JH. 2006. Investigation of antioxidative activity and stability of ethanol extracts of Licorice root (*Glycyrrhiza glabra*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 38:584-588.

30. Yoo SH. 1987. A study on the effect of ginseng on the muscular strength and respiratory, circulation function. *Doctorial thesis*. Kyung Hee University, korea.
31. Choi DH. 1987. The effect of ginseng dosage on muscular strength, blood pressure and heart rate . *MS thesis*. Seoul National University, korea.
32. 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.
33. Lim YC. 1992. Effect of Zinc ingestion on the change of serum zinc level and strength . *MS thesis*. Yeungnam University, korea
34. Coyle EF, Hagberg JM, Hurley BF, Martin WH, Ehsani AA, Holloszy JO.1983. Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. *J Appl Physiol* 55: 230-235.
35. Brouns FW, Saris HM, Stroecken J, Beckers E, Thijssen R, Rehrer NJ, Hoor FT. 1989. Eating, drinking and cycling. A controlled Tour de France simulation study, part II. Effect of diet manipulation. *Int J Sports Med* 10: S41-S48.
36. Bergstr J, Frst P, Hultman E.1985. Free amino acids in muscle tissue and plasma during exercise in man. *Clin Physiol* 5: 155-160.
37. Walsh NP, Blannin AK, Robson PJ, Gleeson M. Glutamine, exerciseand immune function. *Sports Med* 26(3): 177-191, 1998
38. Mackinnon LT, Hooper S. 1996. Plasma glutamine and upper respiratory tract infection during intensified training in swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 28: 285-290.
39. Nurjhan N, Bucci A, Perriello Gl. 1995. Glutamine : a major gluconeogenic precursor and vehicle for interorgan carbon transport in man. *J Clin Invest* 95:272-277.
40. Varnier M, Leese GP, Thompson J, Rennie MJ.1995. Stimulatory effect of glutamine on glycogen accumulation in human skeletal muscle. *Am J*

Physiol 269: E309-E315.

41. Lien EL, Boyle FG, Wrenn JM, Perry RW, Thompson, Borzelleca JF. 2001. Comparison of AIN-76A and AIN-93G diets: a 13-week study in rats. *Food Chem Toxicol.* 39:385-392.
42. Smith JP, Hicks PS, Ortiz LR, Martinez MJ, Mandler RN. 1995. Quantitative measurement of muscle strength in the mouse. *J Neuroscience Methods* 62:15-19
43. Chun Y, Yin ZD. 1998. Glycogen assay for diagnosis of female genital *chlamydia trachomatis* infection. *J Clinical Microbiology.* 36:1981-1982.
44. 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.
45. 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, p29-66.