

산약의 운동수행능력 증진 및 항피로 효과

박나리 · 이윤진 · 이은별 · 양두화 · 우창훈 · 안희덕
대구한의대학교 한의과대학 한방재활의학과교실

Effects of *Dioscoreae Rhizoma* on Exercise Practice Ability and Blood Fatigue Variable Factor

Na-Ri Park, K.M.D., Yun-Jin Lee, K.M.D., Eun-Byeol Lee, K.M.D., Doo-Hwa Yang, K.M.D.,
Chang-Hoon Woo, K.M.D., Hee-Duk An, K.M.D.

Department of Rehabilitation Medicine of Korean Medicine, College of Korean Medicine, Daegu Haany University

RECEIVED March 16, 2020
REVISED March 25, 2020
ACCEPTED April 4, 2020

CORRESPONDING TO

Hee-Duk An, Department of
Rehabilitation Medicine of Korean
Medicine, College of Korean
Medicine, Daegu Hanny University,
136 Sincheondong-ro, Suseong-gu,
Daegu 42158, Korea

TEL (053) 770-2116
FAX (053) 770-0566
E-mail okee@dhu.ac.kr

Copyright © 2020 The Society of
Korean Medicine Rehabilitation

Objectives In this study, we analyzed the effect of *Dioscoreae Rhizoma* on exercise practice ability and blood fatigue variable factor in the forced swimming test.

Methods Male mice were divided into four group. Mice were administrated with saline, *Discorae Rhizoma* extracted by water (DRW), *Discorae Rhizoma* extracted by 30% ethanol (DRE), red ginseng (RG), orally once per day, for 1 week. Exercise performance was evaluated by exhaustive swimming time and weights. Glycogen contents of liver and soleus muscle were measured at the end of the experiment. In addition, the biochemical parameters such as asparate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), blood urea nitrogen, creatine, lactate dehydrogenase (LDH), ammonia, triglycerides (TG), total cholesterol (TC) and free fatty acid (FFA) were analyzed.

Results Both DRW and DRE showed an improvement of swimming endurance compared with control group. Levels of ALT, ammonia, TG, TC and FFA were significantly decreased in both DRW and DRE compared with control group. Levels of AST, Creatine were significantly reduced in DRE group compared with control group. Moreover LDH showed only a tendency to increase in the DRW and DRE groups.

Conclusions In summary, the present study showed that *Dioscoreae Rhizoma* improved in physical fatigue and exercise practice ability and DRE improved the superior than those of DRW. (*J Korean Med Rehabil* 2020;30(2):37-46)

Key words *Dioscoreae Rhizoma*, Exercise practice ability, Forced swimming test, Fatigue

서론»»»»

피로란 반복적인 육체의 쓰임과 정신적인 일이 쌓여 생기는 신체의 저하상태를 말한다. 피로가 지속적으로 쌓일 경우 체내에서 복합적인 작용이 일어나며¹⁾, 특히 근육의 과사용 시 인체 내 활성산소가 많이 발생하게 되는데 이는 결국 신체 내의 근육 및 장기에 손상을 입

히는 결과를 초래하게 된다²⁾.

이에 동반하여 나타나는 증상은 자율신경계의 기능 저하로 이어지게 되어 기립성 저혈압, 인지능력 저하, 불안, 심계항진 같은 증상이나 혹은 자율신경계가 과도한 활성을 일으켜 고혈압, 빈맥까지 발생하게 된다^{3,4)}.

한의학에서는 피로를 勞倦傷, 虛損, 虛勞 등으로 표현하고 있으며⁵⁾, 그로 인해 脾胃가 상하게 되고 氣血이 생

기지 못하고 精氣가 부족하게 되어 인체의 저항력이 줄어들는다⁶⁾. 이런 피로가 지속된다면 신체 조절의 어려움을 겪을 수 있기 때문에 이런 때에는 예방 혹은 빠른 치료가 필요하다.

山藥(*Dioscoreae Rhizoma*)은 대표적인 補氣藥 중 하나로 효능은 補脾養胃, 生津益肺, 補腎滋精이다. 이는 脾虛로 인한 食少, 久瀉가 멎지 않거나 肺虛로 인한 기침 등의 치료에 응용될 수 있다⁷⁾.

산약의 대표적인 약리 성분은 Batasin I, II, III과, steroid saponin인 dioscin이며 기타 saponin, tannin, polyphenol을 포함한 amino acid 및 당류로 arabinose, rhamnose 등이 있다⁸⁾. 이 성분들은 면역계에 작용하여 특히 성분 중 단백질인 dioscorin은 allergen으로 작용, 면역 세포 분화를 촉진한다⁹⁾. 또한 장염에서의 항염증 효과¹⁰⁾, 면역조절 효과¹¹⁾, 항비만 효과¹²⁾, 골관절염 개선 효과¹³⁾, 골다공증 억제¹⁴⁾, 항당뇨 효과¹⁵⁾에 관한 연구 등이 진행되어 왔다.

이상 언급한 약리 작용들을 통해 산약의 투여로 피로를 개선하고 운동 능력이 증진될 수 있을 것으로 추측되나 그와 관련된 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 강제수영부하실험으로 추출 상태에 따른 산약의 항피로 효과와 운동수행능력 증진 효과를 조사하기 위해 운동가능시간, 글리코젠 소비량 및 생화학적 지표를 이용하였으며 실험을 통해 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법»»»»

1. 재료

1) 약재

본 실험에 사용한 산약은 용기한약국(Daegu, Korea)에서 구입한 것을 생약규격집에 맞추어 약전규격에 합격한 것만을 사용하였다.

2) 동물

6주령의 웅성 ICR mouse (Daehanbiolink, Eumseong, Korea)를 공급받아 물과 고형사료(항생제 무첨가; Samyang Corporation, Seoul, Korea)를 충분히 공급하고, 1주간 실험

협실 환경(conventional system; 온도 22±2°C, 습도 55±5%, 12시간 light-dark cycle 주기)에 적응시킨 후 실험에 사용하였다. 동물실험의 윤리적, 과학적 타당성 검토 및 효율적인 관리를 위하여 대구한의대학교 동물실험윤리위원회(Institutional Animal Care and Use Committee: IACUC)의 승인을 받았다(승인번호: DHU2019-109).

3) 시약

본 실험에 사용된 aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), blood urea nitrogen (BUN), ammonia, triglycerides (TG), total cholesterol (TC) assay kit는 아산제약(Seoul, Korea)에서 구입하였다. 그리고 glycogen, creatine, free fatty acid (FFA) assay kit는 Bio Vision, Inc. (Milpitas, CA, USA)에서 구입하였으며, lactate dehydrogenase (LDH) assay kit는 Sigma-Aldrich, Co. (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고 D-lactate assay kit는 Bio Vision, Inc.에서 구입하였다.

4) 기기

본 실험에 사용된 기기는 열탕추출기(DWT-1800T; Daewoong Bio, Hwaseong, Korea), rotary vacuum evaporator (Buchi B-480, Flawil, Switzerland), 동결건조기(FD5508; Ilshinbiobase, Dongducheon, Korea), deep-freezer (Sanyo Co., Osaka, Japan), vortex mixer, 냉장고속원심분리기(Mega17R; Hanil Scientific Inc., Gimpo, Korea) 등을 사용하였다.

2. 방법

1) 시료 제조

산약 물 추출물은 산약 30 g에 10배수 정제수를 넣고 100°C에서 2시간 가열하여 추출하였고, 산약 30% 에탄올 추출물은 30% 에탄올 10배수를 가한 뒤 80°C에서 2시간 가열하여 추출하였다. 추출물을 여과 후 감압농축기로 농축한 후 동결 건조하여 파우더를 얻었으며, 산약 물 추출물은 수율 14.7%이었고, 산약 30% 에탄올 추출물은 수율 9.7%였으며, 산약 파우더는 실험 전까지 -80°C에서 보관한 후 사용하였다. 홍삼 열수추출물은 홍삼 30 g에 10배수 정제수를 넣고 100°C에서 2시간 가열하여 얻은 추출액을 감압 증류장치로 농축하고, 이

를 다시 동결 건조기로 건조하여 홍삼 분말을 얻었으며 수득율은 27.45%였다.

2) 약물투여와 군 분리

마우스는 각 군별로 난괴법에 의해 10마리씩 4군으로 나누었다. 강제수영부하실험을 하고 증류수를 투여한 군을 대조군(Control)으로 하였으며 양성대조군으로 강제수영부하실험을 하고 홍삼 물 추출물 500 mg/kg을 투여한 약물군(RG군)으로 하였다. 실험군으로는 강제수영부하실험을 하고 산약 물 추출물 500 mg/kg을 투여한 약물군(DRW군)과 강제수영부하실험을 하고 산약 30% 에탄올 추출물 500 mg/kg을 투여한 약물군(DRE군)으로 하였다. 약물은 매일 증류수에 녹여 일정한 시각에 7일간 존대(zonde)를 이용하여 경구 투여하였다.

3) 강제수영부하실험

강제수영부하실험(forced swimming test)은 가로 120, 세로 70, 높이 50 cm의 투명한 아크릴 수조에 증류수를 25 cm까지 채워 마우스 꼬리가 바닥에 닿지 않게 하였으며 마우스 체중의 5%의 무게에 해당하는 납을 꼬리에 달아 고정시키고 강제 수영을 시켰다. 또한 물의 온도를 20~22°C로 유지하였다. 마우스는 처음에는 물에서 빠져나가려 심한 저항을 보이면서 활발히 움직이지만 시간이 흐를수록 서서히 활동이 느려지면서 수면 위로 머리만 내미는 자세를 취하게 된다. 수영 종료는 마우스 크기가 수면 아래로 잠길 정도의 수영이 5초간 진행되어 가라앉을 때를 탈진으로 판정하여 그때까지의 시간을 최대 수영가능시간으로 보고 강제수영부하실험을 종료하였다.

4) 간 및 가자미근 글리코겐 함량 측정

조직을 균질화하기 위해 10분간 끓여주었다. 4°C에서 18,000 xg으로 10분간 원심분리하여 나누어진 상층액을 사용하였다. 조직 5~25 μ L를 각 실험관에 분주하고 hydrolysis buffer로 용량을 50 μ L로 맞추는 다음 hydrolysis enzyme 2 μ L를 분주한 후 상온에서 30분간 방치하였다. Development buffer 46 μ L, development enzyme mix 2 μ L, oxired probe 2 μ L를 섞어 만든 reaction mix 50 μ L를 첨가하여 상온에서 30분간 방치한 후 570 nm에서 흡광도를 측정하였으며 standard 물질을 이용하여

표준 검량선을 구하여 글리코겐 값을 산출하였다.

5) 혈청분석

7일 동안 약물투여 후 마우스의 심장에서 채혈한 혈액을 4,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 혈청을 얻었다. 간 기능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 AST, ALT를 측정하였으며 신장 기능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 BUN을 측정하였다. 혈중 피로 요소에 관련된 영향을 확인하기 위하여 creatine, ammonia, LDH, D-lactate, TG, TC, FFA를 측정하였다.

3. 통계처리

모든 수치는 mean \pm standard deviation로 표시하였으며, SPSS program for windows version 22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 one-way analysis of variance하였고, 각 실험군 사이의 유의성은 Duncan의 다중범위 검정방법을 실시하여 p<0.05 수준에서 검정하였다.

결과»»»»

1. 강제수영부하실험에서 수영가능시간 분석

약물 투여 시작 전(0 day)과 종료일(7 day) 후의 강제수영부하실험에서 수영가능시간을 측정한 결과를 비교했을 때 대조군을 제외한 모든 약물 투여군에서 수영가능시간이 증가함을 보여주었다(Fig. 1). 대조군의 수영가능시간과 비교하여 RG군은 6.27배, DRW군은 12.56배, DRE군은 14.04배가 증가했으나 유의하지 않았다(Fig. 2).

2. 간 및 가자미근 글리코겐 함량

간 글리코겐 함량은 대조군 2.23 \pm 0.66 μ g/ μ L, RG군 3.54 \pm 1.16 μ g/ μ L, DRW군 3.75 \pm 1.72 μ g/ μ L, DRE군 3.83 \pm 2.22 μ g/ μ L로 나타났다. 간의 글리코겐 함량은 DRW군과 DRE군에서 유의한 증가를 보였다.

가자미근 글리코겐 함량은 대조군 0.56 \pm 0.20 μ g/ μ L, RG군 0.92 \pm 0.26 μ g/ μ L, DRW군 0.70 \pm 0.22 μ g/ μ L, DRE

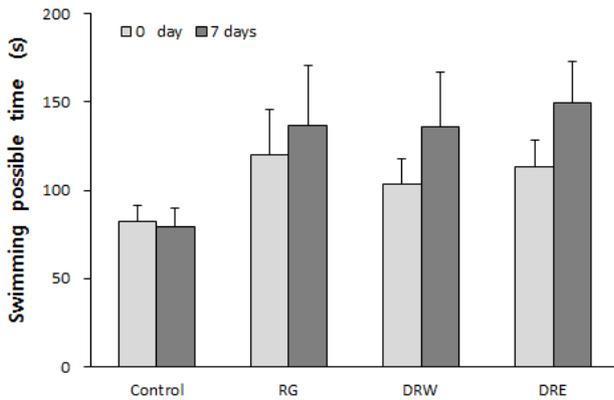


Fig. 1. Comparative analysis of the swimming possible time associated with drug treatment on the forced swimming test in mice. Each data value is the mean±standard deviation (n=10). Control: distilled water treated group, RG: red ginseng 500 mg/kg treated group, DRW: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by water 500 mg/kg treated group, DRE: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by 30% ethanol 500 mg/kg treated group.

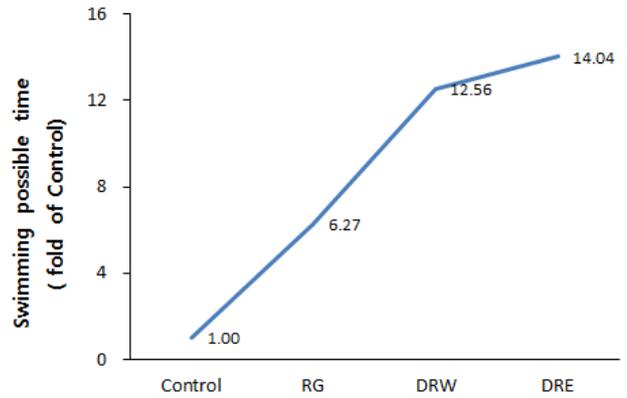


Fig. 2. Comparative analysis of the swimming possible time on the forced swimming test in mice. The ratios of the swimming possible time between the groups are expressed relative to those of Control (represented as 1). The swimming possible time was measured at 0 and 7 days of drug administration. Each data value is the mean±standard deviation (n=10). Control: distilled water treated group, RG: red ginseng 500 mg/kg treated group, DRW: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by water 500 mg/kg treated group, DRE: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by 30% ethanol 500 mg/kg treated group.

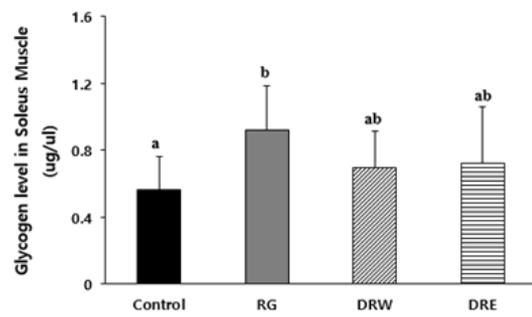
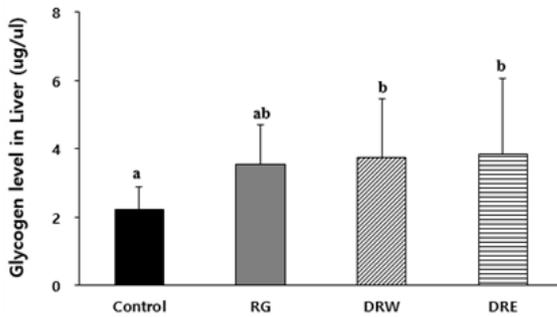


Fig. 3. Glycogen level on the mouse liver and soleus muscle. Each data value is the mean±standard deviation (n=10). Control: distilled water treated group, RG: red ginseng 500 mg/kg treated group, DRW: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by water 500 mg/kg treated group, DRE: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by 30% ethanol 500 mg/kg treated group. Different letter indicate significant differences between groups (p<0.05) as determined by one-way analysis of variance followed by Duncan's multiple range test.

군 0.72±0.34 μg/μL로 나타나 가자미근의 글리코겐 함량은 RG군에서 유의하게 증가했으나 DRW군과 DRE군에서 증가하였으나 유의성은 없었다(Fig. 3).

3. 간 기능에 미치는 영향

AST 수치는 대조군 37.71±15.42 IU/L, RG군 29.21±10.53 IU/L, DRW군 27.19±11.89 IU/L, DRE군 23.81±13.71 IU/L로 나타나 DRE군이 대조군에 비해 유의하게 감소했다. ALT 수치는 대조군 6.94±1.85 IU/L, RG군 5.32±1.58 IU/L,

DRW군 4.83±2.25 IU/L, DRE군 4.60±1.46 IU/L로 나타나 대조군과 대비하여 모든 군에서 유의성이 있었다(Fig. 4).

4. 신장 기능에 미치는 영향

BUN 수치는 대조군 18.28±0.77 mg/dL, RG군 17.75±0.78 mg/dL, DRW군 17.06±1.18 mg/dL, 그리고 DRE군 18.33±0.63 mg/dL로 나타나 DRW군이 대조군에 비해 유의하게 감소했지만 DRE군은 유의한 차이가 없었다(Fig. 5).

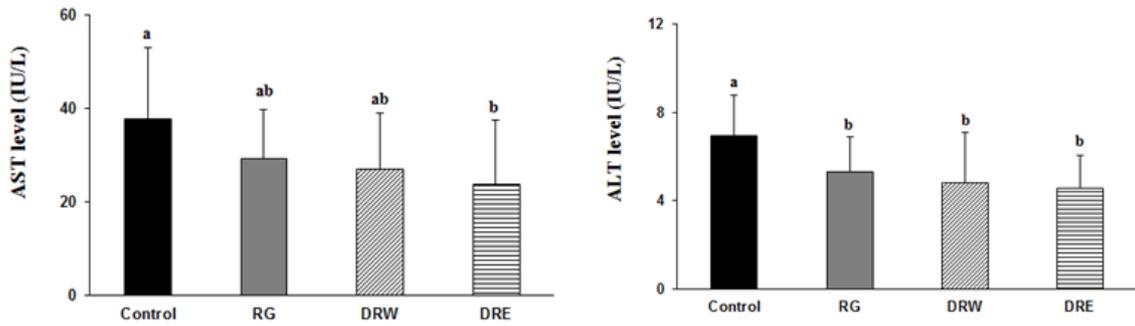


Fig. 4. AST and ALT level for liver function. Each data value is the mean±standard deviation (n=10). Control: distilled water treated group, RG: red ginseng 500 mg/kg treated group, DRW: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by water 500 mg/kg treated group, DRE: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by 30% ethanol 500 mg/kg treated group, AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase. Different letter indicate significant differences between groups (p<0.05) as determined by one-way analysis of variance followed by Duncan's multiple range test.

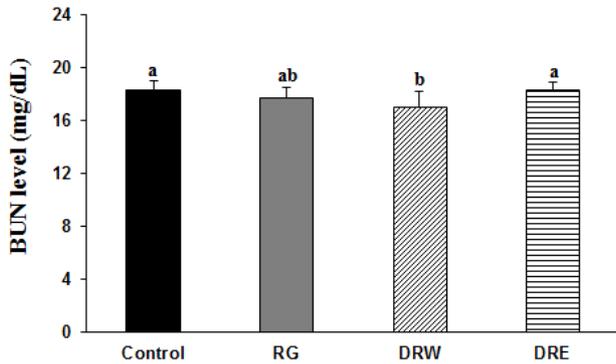


Fig. 5. BUN level for kidney function. Each data value is the mean±standard deviation (n=10). Control: distilled water treated group, RG: red ginseng 500 mg/kg treated group, DRW: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by water 500 mg/kg treated group, DRE: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by 30% ethanol 500 mg/kg treated group, BUN: blood urea nitrogen. Different letter indicate significant differences between groups (p<0.05) as determined by one-way analysis of variance followed by Duncan's multiple range test.

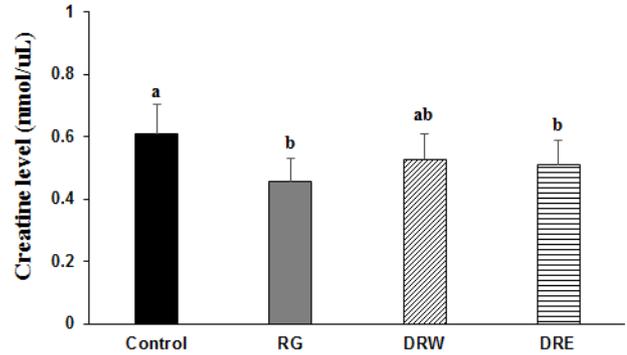


Fig. 6. Serum creatine level. Each data value is the mean±standard deviation (n=10). Control: distilled water treated group, RG: red ginseng 500 mg/kg treated group, DRW: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by water 500 mg/kg treated group, DRE: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by 30% ethanol 500 mg/kg treated group. Different letter indicate significant differences between groups (p<0.05) as determined by one-way analysis of variance followed by Duncan's multiple range test.

5. 혈중 피로 요소에 미치는 영향

1) Creatine 수치

혈청 내 creatine 수치는 대조군 0.61±0.10 nmol/μL, RG군 0.46±0.08 nmol/μL, DRW군 0.53±0.08 nmol/μL, DRE군 0.51±0.08 nmol/μL로 나타나 대조군에 비해 DRE 군에서 유의하게 감소하였다(Fig. 6).

2) Ammonia 수치

암모니아 수치는 대조군 134.13±18.05 ug/dL, RG군

109.87±20.78 ug/dL, DRW군 116.83±7.20 ug/dL, DRE군 114.78±9.01 ug/dL로 나타나 DRW군과 DRE군에서 대조군에 비해 유의하게 감소하였다(Fig. 7).

3) LDH 수치

LDH 수치는 대조군 11.96±2.41 mU/mL, RG군 9.24±1.70 mU/mL, DRW군 11.89±1.93 mU/mL, DRE군 14.00±5.24 mU/mL로 나타났으나 유의한 차이는 없었다(Fig. 8).

4) D-lactate 농도

혈청 내 D-lactate 농도는 대조군 1.07±0.04 nmol/μL,

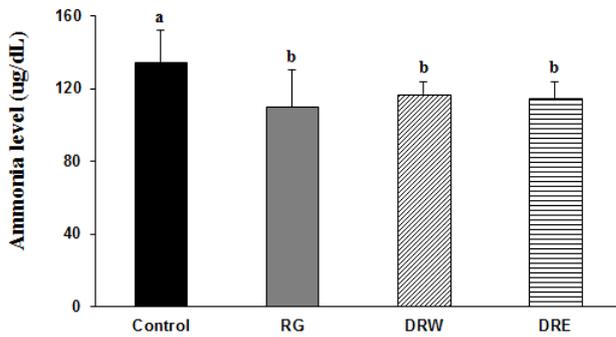


Fig. 7. Serum ammonia level. Each data value is the mean±standard deviation (n=10). Control: distilled water treated group, RG: red ginseng 500 mg/kg treated group, DRW: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by water 500 mg/kg treated group, DRE: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by 30% ethanol 500 mg/kg treated group. Different letter indicate significant differences between groups (p<0.05) as determined by one-way analysis of variance followed by Duncan's multiple range test.

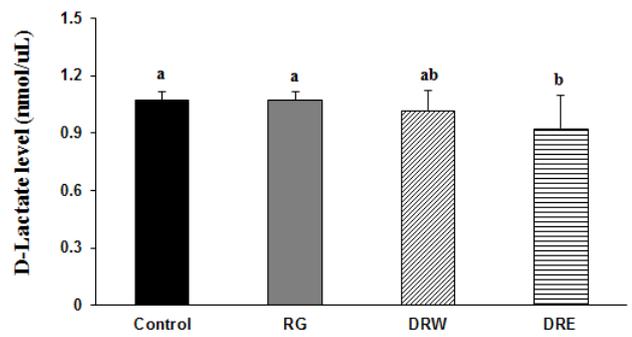


Fig. 9. Serum D-lactate level. Each data value is the mean±standard deviation (n=10). Control: distilled water treated group, RG: red ginseng 500 mg/kg treated group, DRW: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by water 500 mg/kg treated group, DRE: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by 30% ethanol 500 mg/kg treated group. Different letter indicate significant differences between groups (p<0.05) as determined by one-way analysis of variance followed by Duncan's multiple range test.

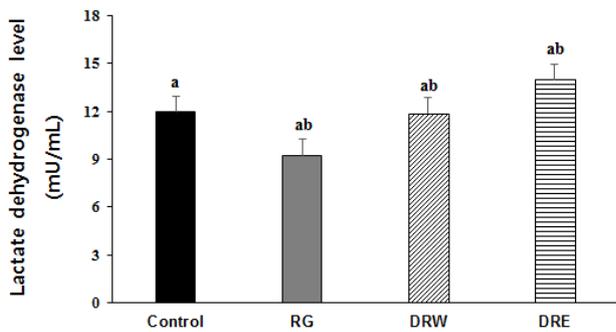


Fig. 8. Serum lactate dehydrogenase level. Each data value is the mean±standard deviation (n=10). Control: distilled water treated group, RG: red ginseng 500 mg/kg treated group, DRW: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by water 500 mg/kg treated group, DRE: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by 30% ethanol 500 mg/kg treated group. Different letter indicate significant differences between groups (p<0.05) as determined by one-way analysis of variance followed by Duncan's multiple range test.

RG군 1.07±0.04 nmol/μL, DRW군 1.02±0.11 nmol/μL, DRE군 0.93±0.17 nmol/μL로 나타나 대조군에 비해 DRE 군에서 유의하게 감소하였다(Fig. 9).

5) 혈청 TG, TC, FFA 함량

혈청 내 TG 변화는 대조군 91.34±13.57 mg/dL, RG군 70.08±21.51 mg/dL, DRW군 73.61±16.69 mg/dL, DRE군 71.56±15.24 mg/dL으로 나타나 모든 군에서 유의하게 감소하였다.

혈청 내 TC 변화는 대조군 110.32±14.43 mg/dL, RG군

100.00±12.76 mg/dL, DRW군 94.60±5.22 mg/dL, DRE군 92.14±8.82 mg/dL로 나타나 대조군과 비교하여 모두 유의하게 감소하였다.

혈청 내 FFA 변화는 대조군 0.65±0.10 nmol/μL, RG군 0.48±0.08 nmol/μL, DRW군 0.52±0.08 nmol/μL, DRE군 0.50±0.11 nmol/μL로 나타나 대조군과 비교하여 모든 군에서 유의하게 감소하였다(Fig. 10).

고찰»»»»»

신체의 피로는 과도한 업무나 운동 혹은 스트레스로 인해 에너지원이 고갈되면서 젖산이 축적되는데 이는 만성피로까지 이를 수 있다. 특히 고강도 운동에서 젖산이 생산되는데 젖산의 양이 증가하면 근육 및 혈액 내의 pH 조절이 힘들어지고 결국 활성 산소가 많이 발생하여 신체 내 근육 및 장기에 손상을 유도한다²⁾. 이로 인해 체내 정상화 조절이 힘들어지기 때문에 피로가 발생할 경우 즉각적인 치료 혹은 예방이 중요하다⁶⁾. 미국에서는 만성피로자의 80% 정도가 이를 치료하기 위해 마사지나 한약 보충제 같은 대안적인 치료를 이용하고 있다고 한다⁷⁾.

山藥은 마과에 속하는 다년생 초본으로 마 또는 참마의 주피를 없앤 뿌리줄기로 원형대로 혹은 썬서 말린 것을 약재로 사용하고 있다. 氣가 짙거나 따뜻하고 味

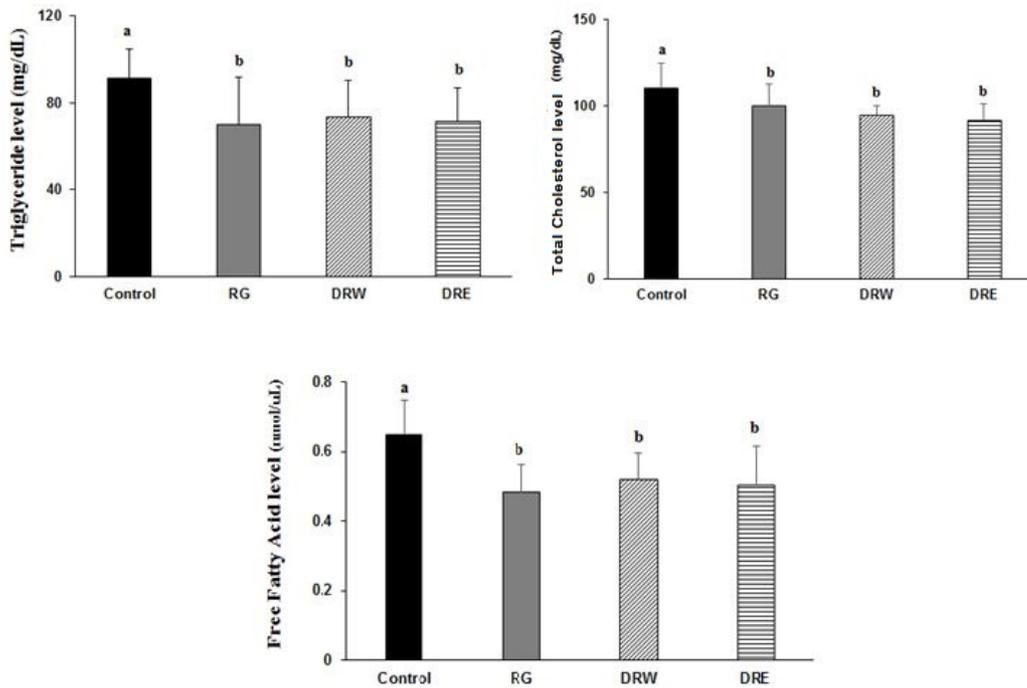


Fig. 10. Serum triglyceride, total cholesterol and free fatty acid level. Each data value is the mean±standard deviation (n=10). Control: distilled water treated group, RG: red ginseng 500 mg/kg treated group, DRW: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by water 500 mg/kg treated group, DRE: *Dioscoreae Rhizoma* extracted by 30% ethanol 500 mg/kg treated group. Different letter indicate significant differences between groups ($p<0.05$) as determined by one-way analysis of variance followed by Duncan's multiple range test.

는甘하여脾肺의陰을補할수있다고알려져있다.또한滑한성질로인하여益腎降陰하며遺精不禁을치료한다¹⁸⁾. <神農本草經>¹⁹⁾에따르면‘性溫味甘無毒主傷中,補虛,除寒熱邪氣,補中益氣力,長肌肉,久服耳目聰明’이라하였고,<東醫寶鑑 湯液篇>³⁾에는‘補虛勞,羸瘦,充五藏,益氣力,長肌肉,強筋骨’이라수록되어있다.또한<本草秘要>²⁰⁾에서는‘補不足,清虛熱,益腸胃,潤肌膚,化痰涎,止瀉痢하고,虛損勞傷,健忘,遺精을治하며生으로癰瘡에塗布하면腫硬을消한다.’라고하여주로신체능력이저하되었을때체력을강화시키며관련증상들을치료하기위해쓰여졌다.

산약의대표적인성분인dioscin은인간자궁경관암세포주와만성골수종세포주등에서세포고사혹은세포독성작용^{21,22)}을나타낸다.그리고산약신선품의동결건조물을마우스에투여하였을때위장관의기능을향상시키고고콜레스테롤혈증예방효과²³⁾를보였으며산약의에탄올추출물투여로위산분비가억제되었으나위장운동능력은향상되었다²⁴⁾.위연구내용을종합하면山藥의대표적성분인dioscin은장기능의정상화

에유효할것으로보인다.또한山藥은추출물을이용한항산화및항염증의연구²⁵⁾,전당뇨병단계에서공복혈당감소에관한연구²⁶⁾를통해유의성있는결과를얻었다.

선행연구에서는육미지황탕²⁷⁾,경육고가미방²⁸⁾투여를통해강제수영부하실험에서의항피로효과를입증한연구들은있었으나개별약재를연구하여운동수행능력증진과항피로효과를확인한경우는없었다.또한산약은대표적인補氣藥이지만인삼,당삼보다는그효과가널리알려져있지않아후향연구를위한반석을마련하고자하였다.이상의사실을근거로하여山藥의효과를확인하기위해본실험을진행하였으며추가적으로추출방법에따른효과도비교하였다.

마우스를총네그룹으로나누어대조군으로는증류수를투여한그룹,양성대조군으로홍삼추출물투여군(RG군)그리고실험군은산약물추출물투여군(DRW군)과산약30%에탄올추출물투여군(DRE군)으로하루에한번씩경구투여하여1주일동안실험을진행하였다.

증가된 운동능력을 조사하기 위하여 강제수영부하실험에서 수영가능시간을 측정하였으며 대조군과 비교하여 모든 약물 투여군에서 수영가능시간이 증가하였으며 그 중 DRE군에서 수영가능시간이 가장 증가하였다. 이 결과를 통해 산약 추출물의 운동수행능력 증진 효과를 알 수 있었다(Figs. 1, 2).

신체적인 피로가 쌓이게 되면 운동 중 에너지 부족을 초래하게 된다. 특히 해당작용(glycolysis)의 주원료는 간과 근육에 저장된 글리코겐이며 이는 에너지 생산을 위한 이용 가능한 자원으로 분류되어 그 양은 직접적으로 운동능력에 영향을 미칠 수 있다²⁹⁾. 따라서 산약 공급 후 항피로 효과를 알아보기 위해 간에서의 글리코겐 함량을 측정하였으며 DRE군과 DRW군에서 유의한 증가를 보여 항피로에 효과가 있을 것으로 생각되었다. 그러나 가자미근에서 글리코겐 함량을 측정한 결과 RG군에서 유의한 증가를 보이고 DRE군과 DRW군에서는 증가하는 경향성만 관찰되고 유의성은 나타나지 않았다. 이는 비교적 말초에 있는 가자미근에서의 피로 회복도를 평가하기 위해서는 같은 시간에서 운동한 마우스들과 비교했어야 하나 수영가능시간이 각각 달라 유의성 있는 결과가 나오지 못한 것으로 보인다(Fig. 3).

투여 약물이 생체에 미치는 효과를 알아보기 위하여 간 기능을 반영하는 AST와 ALT⁴⁾를 확인하였다. AST는 DRE군에서만 유의한 감소를 보였으며 ALT는 모든 군에서 유의한 감소를 보였다(Fig. 4). 강제수영부하 후 간세포의 혈류가 감소되어 약물 투여로 인한 ALT와 AST의 증가가 나타날 수도 있었으나 오히려 감소하여 항피로 효과가 있을 것으로 예상된다. 이외에도 AST는 심장, 간, 골격 및 신장 순으로 많이 분포되어 있어 신체 부하의 활동에 따라 수치에 영향을 줄 수 있으나³⁰⁾ 단기간의 운동부하에서는 그 의미가 크지 않아 보였다. 또한 신장기능 검사를 위한 혈청 내 BUN 수치에서 DRW군은 유의하게 감소하였으나 DRE군은 유의한 감소가 관찰되지 않았다(Fig. 5). 이에 간과 신장에서 안전한 약물임을 알 수 있었다.

Creatine은 신장과 간에서 생합성되는데 근 수축 에너지로 사용되고, creatine은 근육 내에 크레아틴인산의 형태로 존재하게 되는데 심한 운동을 할 경우 creatine kinase가 작용해 creatine이 된다³¹⁾. 따라서 항피로 효과를 발휘할 경우 creatine kinase 생성이 줄어들고 이후

creatine의 전환이 적어진다. 이를 확인하기 위한 실험에서 DRE군은 대조군과 비교하여 유의한 감소를 보여 항피로 효과가 있음을 확인하였다(Fig. 6).

Ammonia는 아미노산과 핵산의 주 대사산물이며 암모니아를 요소로 전환시키게 되는 요소회로의 주요 효소들이 오직 간세포에서만 존재하기 때문에 간에서만 대사되는 것으로 알려져 있다²⁹⁾. 이로 인해 혈액의 피로요소에 관한 수치를 알아보기 위하여 실험을 진행하였으며 대조군과 비교하여 모든 군에서 유의하게 감소하여 항피로 효과가 있음을 알 수 있었다(Fig. 7).

강제수영부하를 하게 되면 신체에 지나친 손상이 일어나고 이로 인해 피로가 쌓이며, 피로요소인 D-lactate의 혈청농도가 증가하게 된다. 또한 피로 시 D-lactate의 형성을 촉매하는 효소인 LDH를 유도하고 LDH의 활성이 증가한다²⁷⁾. LDH는 대부분의 장기나 조직에서 많이 분포하는데 장기가 손상받으면 조직으로부터 LDH가 유리되어 혈청 중 농도가 상승해 D-lactate의 피루브산 전환에 관여하기도 한다³²⁾. 따라서 고강도 활동의 경우 LDH에 의해 D-lactate 농도가 증가하여 운동 후 체내에서 D-lactate가 쌓이게 된다. 결국 운동능력 저하가 일어나 에너지 재생산이 저하되기 때문에 D-lactate의 제거는 운동수행능력 증진에 중요한 지표가 될 수 있으므로 혈청 LDH와 D-lactate를 연구하였다. LDH의 경우 DRE군과 DRW군 모두 증가하는 경향이었지만 유의성은 없었으며 단기간 실험기간으로 인해 LDH 효소 활성에 영향을 미치지 않은 것으로 보인다(Fig. 8). D-lactate 양 측정 시 DRE군에서만 유의한 감소를 보여 DRE군은 근육 내 피로 요소를 제거하여 항피로 효과가 있으며 또한 운동수행능력 증진에 도움을 줄 수 있었다(Fig. 9).

운동 초기에는 에너지원으로서 당질을 사용하지만, 후반에는 당질이 부족하게 되고 지방을 이용하여 소모하기 때문에 피로 증가 시 TG, TC, FFA 등의 수치가 증가할 수 있다³²⁾. 특히 TG와 TC는 단백질 수송체와 결합하여 지질의 한가지 형태인 지단백에 의해 운반된다. TG는 에너지의 저장에 중요한 역할을 하며 간과 지방조직에서 만들어져 에너지 소비에 민감한 영향을 받게 된다³³⁾. 이 실험을 통해 항피로 효과에 대한 결과를 확인하였다. 혈청 TG, TC, FFA는 DRE군과 DRW군에서 모두 유의한 감소를 보여주어 항피로의 효과가 있음을

보여주었다(Fig. 10).

결과적으로 산약은 마우스의 운동수행능력 증진과 항피로에서 효과가 있었으며 특히 DRE군이 조금 더 유의성 있는 결과가 나옴을 알 수 있었다. 그러나 본 연구에서는 실험 기간이 길지 못하여 고강도나 장기간 운동 상태에서 항피로 효과와 운동능력 증진까지 비교할 수는 없다는 점에서 한계가 있으며 이와 관련한 장기적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

이상의 실험을 통해 山藥의 알려진 효능을 기반으로 한 운동수행능력 증진과 항피로 효과를 확인하였으며 추후 관련 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론»»»»

본 연구는 산약이 피로 개선을 통해 운동수행능력 향상이 가능한지를 평가하기 위하여 마우스의 강제수영 부하실험을 통한 산약의 지구력 운동수행능력에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

1. 수영가능시간은 DRE군과 DRW군에서 증가하였고 특히 대조군과 비교할 때 DRE군에서 증가하였다.
2. 간의 글리코겐 함량은 DRE군과 DRW군에서 유의한 증가를 보였으며 가자미근의 글리코겐 함량은 유의한 증가가 보이지 않았다.
3. AST와 creatine은 DRE군에서 유의한 감소가 있었고 ALT, ammonia는 DRE군과 DRW군에서 유의한 감소를 보였다. BUN은 DRW군에서만 유의하게 감소하였다.
4. LDH는 유의한 수준의 차이가 없었으며 D-lactate는 DRE군에서 유의하게 감소하였다.
5. DRE군과 DRW군에서 혈청 TG, TC 및 FFA 함량 모두 유의하게 감소하였다.

이상의 결과를 종합적으로 볼 때, 산약 추출물의 투여는 혈중 피로요소에 긍정적인 영향을 미쳐 운동수행능력을 향상시키는데 효과가 있는 것으로 생각된다. 향후 관련 연구가 축적되어 과학적으로 검증되기를 기대한다.

References»»»»

1. Lee GE, Kim DW, Kim HS, Lee SA, Jeong MS. Human physiology. 7th ed. Seoul:Hyunmoonsa. 2018:76-8.
2. Baek IY. Exercise physiology and exercise prescription. Seoul:Yonsei University Press. 2012:180-6.
3. Ko H. Study on judgment of body form and settle energy flow before diagnose the patients. J Physiol & Pathol Korean Med. 2013;27(5):509-19.
4. The Korean Association of Internal Medicine. Harrison's internal medicine. 19th ed. Seoul:MIP. 2017:227, 2859-60.
5. Heo J. Donguibogam. Seoul:Donguibogam Publisher. 2005:1182, 2017.
6. Lee KO. A study of the effect of recruitment with a dosage of *Ssanghwatang*(雙和湯) after motor performance. Korean Journal of Sports Science. 1999;8(2):475-84.
7. Co-textbook Compilation Committee of Nationwide College of Korean Medicine. Herbology. Seoul:Yeonglimsa. 2012:581.
8. Co-textbook Complication Committee of Korean Herbal Medicine. Herbal medicine pharmacology. 4th ed. Seoul:Sinilbooks. 2015:914-5.
9. Hur GY, Park HJ, Kim HA, Ye YM, Park HS. Identification of *Dioscorea batatas* (sanyak) allergen as an inhalant and oral allergen. J Korean Med Sci. 2008; 23(1):72-6.
10. Seo HJ. Effect of *dioscorea rhizome* extract on dextran sodium sulfate-induced colitis in BALB/c mice [dissertation]. Seoul:Seoul University; 2012.
11. Shin SW, Lee YS, Park JH, Kwon TK, Suh SI, Kwon YK. Comparison of immunomodulatory effects of water-extracted *Ginseng Radix*, *Pilose Asia-bell*, *Astragali Radix*, *Atractylodes Rhizoma alba* and *Dioscoreae Rhizoma*. J Physiol & Pathol Korean Med. 2004;18(4): 1140-6.
12. Yoo HS. Anti-obesity effect of *Dioscorea batatas* (Yam) extract on the adipogenesis of 3T3-L1 preadipocytes and in mice fed a high fat diet [dissertation]. Suwon:Kyonggi University; 2012.
13. Kim MJ, Park HJ, Kim KJ, Lee JA, Shin MR, Roh SS. Protective effect of *Dioscoreae Rhizoma* extracts in MIA-induced rat. Kor J Herbol. 2019;34(4):27-35.
14. Hwang GS, Lee DY. Effects of *Dioscorea batatas* on estrogen-deficient osteoporosis. Journal of Society of Preventive Korean Medicine. 2003;7(1):55-66.
15. Kang TH, Choi SZ, Lee TH, Son MW, Kim SY. Characteristics of antidiabetic effect of *Dioscorea rhizoma*(1)-hypoglycemic effect. Korean J Food & Nutr. 2008;21(4):425-9.
16. Tang W, Zhang Y, Gao J, Ding X, Gao S. The anti-fatigue

- effect of 20(R)-ginsenoside Rg3 in mice by intranasally administration. *Biol Pharm Bull.* 2008;31(11):2024-7.
17. Jones JF, Maloney EM, Boneva RS, Jones AB, Reeves WC. Complementary and alternative medical therapy utilization by people with chronic fatiguing illnesses in the United States. *BMC Complement Altern Med.* 2007;7:12.
 18. Hwang GS. *Bonchogujin.* Seoul:Mokgato. 2000:63-4.
 19. Lim JS. *BonkyoungsoJeong.* Seoul:Artiseon. 1998:79.
 20. Yang DH. *Bonchobiyohaeseol.* Seoul:Useongdang. 1993:491.
 21. Cai J, Liu M, Wang Z, Ju Y. Apoptosis induced by dioscin in Hela cells. *Biol Pharm Bull.* 2002;25(2):193-6.
 22. Hu K, Dong A, Yao X, Kobayashi H, Iwasaki S. Antineoplastic agents; I. Three spirostanol glycosides from *rhizomes of Dioscorea collettii var. hypoglauca.* *Planta Med.* 1996;62(6):573-5.
 23. Chen H, Wang C, Chang C, Wang T. Effects of Taiwanese yam(*Dioscorea japonica Thunb var. pseudojaponica Yamamoto*) on upper gut function and lipid metabolism in Balb/c mice. *Nutrition.* 2003;19(7-8):646-51.
 24. Jeon JR, Lee JS, Lee CH, Kim JY, Kim SD, Nam DH. Effect of ethanol extract of dried Chinese yam(*Dioscorea batatas*) flour containing dioscin on gastrointestinal function in rat model. *Arch Pharm Res.* 2006;29(5):348-53.
 25. Choi GY, Kim BW. Experimental study on the anti-oxidant and antimicrobial properties of *Dioscoreae Rhizoma.* *Korean J Orient Int Med.* 2010;31(2):290-7.
 26. Cho SI, Son MW, Hong KE. Glycemic control effects of Sanyak (*Dioscoreae rhizoma*) extract in prediabetic stage patients. *J Korean Med.* 2010;31(5):146-66.
 27. Bae GS, Park JH. Effects of Yukmijihwang-tang on maximal exercise performance. *J Physiol & Pathol Korean Med.* 2015;29(6):498-502.
 28. Kim JH. The anti-fatigue effect of modified *kyungohkgo* composition oriental medicines [dissertation]. Iksan: Wonkwang University; 2011.
 29. Robergs RA, Ghiasvand F, Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2004;287(3):502-16.
 30. Lee JB. The variables for fatigue and differences in liver functions according to exercise form [dissertation]. Daegu:Keimyung University; 2016.
 31. Co-textbook Complication Committee of Korean Laboratory Medicine. *Laboratory Medicine.* 5th ed. Seoul:Beommuneducation. 2014:394, 416.
 32. Cha YS, Sohn HS. Exercise and/or high fat diet affect on lipid and carnitine metabolism in rats. *Food Ind Nutr.* 2000;5(1):37-43.
 33. Kang CK, Lee MG, Lim MJ. Effects of a 10-week rope skipping training on body composition, physical fitness, blood Lipid profiles, and insulin sensitivity in general collegiate students. *Korean J of Physical Education.* 2008;47(1):359-69.