

동계훈련 시 산수유 추출물 섭취가 남중 축구선수의 혈중 피로물질, 근 손상 및 간 기능에 미치는 영향

박성환* · 이수민 · 하민성 · 백영호†

부산대학교 체육교육과

(2017년 10월 20일 접수: 2017년 11월 9일 수정: 2017년 11월 17일 채택)

Effects of Cornus Officinalis Extract on Blood Fatigue Substance, Muscle Damage and Liver Function during Winter Training in Middle School Male Soccer Players

Sung-Hwan Park* · Soo-Min Ha · Min-Seong Ha · Yeong-Ho Baek†

Department of Physical Education, Pusan National University, Busan 46241, Korea

(Received October 20, 2017; Revised November 9, 2017; Accepted November 17, 2017)

요약 : 본 연구는 4주간의 동계훈련기간 중 산수유 추출물을 섭취시켜 간 기능, 근 손상 및 혈중 피로물질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 남중 축구선수 20명을 대상으로 동계훈련+산수유 추출물 섭취군(10명), 동계훈련군(10명)으로 구분하여 실시하였다. 동계훈련은 1일 오전, 오후, 야간운동으로 구분하여 주 6일, 4주간 실시되었으며, 운동강도는 70-95%HRR로 수행되었다. 산수유 추출물은 매일 아침과 저녁 식사 후 각각 80 mL(1일 160mL)를 4주간 섭취시켰으며, 측정된 자료의 그룹 내 변화는 대응표본 T검정, 그룹 간 차이는 변화율을 산출 한 뒤 독립표본 T검정을 이용하여 비교 분석하였다. 그 결과 혈중 피로물질의 젖산은 동계훈련+산수유 추출물 섭취군에서 유의하게 감소하였으며($p<.05$), 동계훈련군 보다 동계훈련+산수유 추출물 섭취군이 유의하게 감소하였다($p<.05$). 암모니아는 동계훈련+산수유 추출물 섭취군($p<.05$), 동계훈련군($p<.001$) 모두 유의하게 증가하였다. 근 손상지표의 CK는 동계훈련+산수유 추출물 섭취군이 유의하게 감소하였으며($p<.05$), LDH는 동계훈련+산수유 추출물 섭취군($p<.001$), 동계훈련군($p<.05$) 모두 유의하게 감소하였다. 간 기능 효소 중 AST($p<.01$), ALT($p<.05$)는 동계훈련+산수유 추출물 섭취군이 유의하게 감소하였으며, AST는 동계훈련군 보다 동계훈련+산수유 추출물 섭취군이 유의하게 감소하였다. 동계훈련 시 피로에 쉽게 노출 될 수 있는 선수들에게 있어 산수유 추출물 섭취는 항피로의 역할을 하는데 긍정적인 영향을 미치는 것으로 사료된다.

주제어 : 동계훈련, 산수유, 혈중 피로물질, 근 손상, 간 기능

Abstract : Twenty male soccer players volunteered as the experimental subjects. The subjects were randomly assigned to the "Winter training with Cornus officinalis extract intake group"(WCI; n=10)

†Corresponding author

(E-mail: fantasista@pusan.ac.kr)

and "Winter training group"(WT; n=10). The variables of blood fatigue substance, muscle damage and liver function were measured in all the subjects before the start of the *Cornus officinalis* intake after at the end of the 4 weeks winter training. Winter training program was proceeded with 6 days a week for 4 weeks. Exercise intensity was measured using the HRR(70~95%). Changes in the heart rate were also measured with the Polar. WCI group were ingested 80 mL of *Cornus officinalis* extract after every breakfast and dinner for 4 weeks. The test data were analyzed by paired *t*-test, and independent *t*-test(%diff), and the alpha level of $p < .05$ was set for all tests of significance. Lactate in WCI group had significantly decreased, and the changes between the groups were significantly lower in the WCI group than in the WT group. Ammonia in WCI group had significantly increased. CK in WCI group had significantly decreased. LDH in both group had significantly decreased. AST in WCI group had significantly decreased, and the changes between the groups were significantly lower in the WCI group than in the WT group. ALT in WCI group had significantly decreased. In conclusion, the results of this study show that *Cornus officinalis* extract seem to have a positive influence on blood fatigue substance, muscle damage and liver function. Therefore *Cornus officinalis* extract is considered to be able to contribute an ergogenic aids.

Keywords : winter training, *Cornus officinalis*, blood fatigue substance, muscle damage, liver function

1. 서론

축구 경기의 형태는 걷기, 조깅, 슈팅, 태클, 몸싸움, 방향전환, 그리고 단거리질주 등과 같은 순간적인 파워를 요구하는 간헐적인 운동으로[1], 현대 축구에서는 빠른 공격과 빠른 수비의 전환이 요구되므로 모든 선수들의 체력적, 기술적 특성은 매우 중요하다[2]. 이에 따라 축구지도자들은 개인 및 팀 전력강화를 위해 각각의 시기에 적합한 훈련을 실시하고 있다. 그 중 동계훈련은 팀의 새로운 1년의 시즌을 준비하는 매우 중요한 시기로 이 시기에는 많은 운동량과 강도 높은 훈련이 실시된다[3].

중학교 축구선수들은 시즌이 끝난 후 다음 시즌을 준비하기 위해 12월과 1월에 걸쳐 동계훈련을 실시하는 프리 시즌을 보낸다. 이 시기에는 체력과 경기 감각을 향상시키는 것이 매우 중요하다[4], 체력향상 뿐만 아니라 선수들의 다양한 기술과 전술을 구사하기 위한 준비기간으로써 동계훈련을 어떻게 하느냐에 따라 선수개개인과 팀에게는 한해의 승패를 가늠할 수 있는 중요한 시기이다.

하지만 동계훈련 시 체력저하에도 불구하고 충분한 휴식을 가지지 못하고 장시간 훈련 및 휴식기간 부족으로 인하여 피로가 오랜 시간 지속될 수 있으며, 이때 체내 피로물질이 급격히 상승하

게 되면 중추신경에 영향을 주게 됨으로서 운동 수행능력의 장애를 일으킬 수도 있다[5]. 이렇듯 선수들은 장기간의 훈련이나 경기 도중 고강도의 운동을 반복해야하는 경우가 많이 발생하고, 이러한 상황에서 혈중 피로물질 중 젖산의 축적률이 높아지며, 암모니아 수치가 상승되는데, 체내 암모니아의 제거가 원활히 이루어지지 않는 경우 기면상태(lethargy), 경련(convulsions) 및 혼수상태(coma)등이 발생 할 수 있다[6].

축구 경기 시 경기 전 보다 전반 종료 후 수소이온의 농도가 약 2배 정도 상승하고, 근육의 pH는 감소하는 것으로 보고되는데[7], 고강도 운동 중 생성된 혈중 젖산과 수소이온의 증가는 근육의 pH를 변화시킬 수 있으며[8], pH가 6.9이하로 떨어지면 PFK(phosphofructokinase)의 활동이 원활히 이루어지지 않게 되어 에너지의 생산을 방해한다[9]. 또한 장시간 과도한 훈련은 오히려 인체의 스트레스로 작용하여 저산소증으로 인하여 세포막의 투과성을 증대시키고, 근 조직의 에너지원의 고갈로 인한 근 조직 내 세포막을 손상을 야기한다[10]. 근 손상의 혈중지표로 제안되고 있는 근육효소 중 운동에 따른 골격근 세포의 손상 정도를 나타내는 중요한 지표로 creatine kinase(CK)와 lactate dehydrogenase(LDH)가 대표적이며[11], 장시간의 고강도 훈련을 지속하는 선수들에게 있어 근 세포손상에 대한 예방이 필

요하다.

한편, Aspartate amino-transferase(AST)와 Alanine amino-transferase(ALT)는 간 기능을 나타내는 가장 대표적인 지표이며, 운동 중 골격근의 분해로 근 세포로 인해 유리되어 혈액의 활성이 증가함으로써 강도 높은 운동으로 인한 간 기능 이상 및 손상지표로 사용되기도 한다[12]. 과도한 운동으로 특정 신체의 조직이 손상되게 되면 혈청 중에 농도가 증가되는데, 20일간 일일 6시간 이상 하계훈련 후 럭비선수들의 AST와 ALT 수준이 유의하게 증가하는 것으로 보고된다[13]. 즉, 고강도 훈련 후 피로의 정도는 다음 훈련이나 경기에 큰 영향을 미치기 때문에 선수들에게 있어 효과적인 훈련 및 경기를 위하여 인체에 축적된 피로물질과 간 기능을 저해하는 요소를 보다 빨리 제거 시킬 수 있는 다양한 방법이 요구되어 진다. 그 중 영양의 보충은 선수들뿐만 아니라 일반인도 흔히 사용하고 있으며, 훈련이나 경기 현장 또는 일상생활에서 생리적 기능 개선과 경기력 향상에 도움이 될 수 있다[14,15].

산수유는(Corni Fructus)는 층층나무과(Cornaceae)에 속하는 낙엽소교목인 산수유나무(Cornus officinalis) 열매의 육질을 건조한 것으로 중국과 우리나라 중부지방 이남에 자생하고, 10월에 붉게 익으며, 잘 익은 산수유 과실을 채취하여 씨를 제거한 후 햇볕에 말린 것을 한약재로 많이 사용이 된다[16]. 생약학적 특성으로 맛이 시고 떫으며, 성질은 따뜻하고 독이 없고, 간과 신장의 기운을 북돋아주는 효과가 있다[17]. 또한 산수유의 주요 생리활성으로 이노 작용과 함께 혈압 강화, 항암, 항피로 및 항균 등에 효과가 있으며, 단백질의 소화를 돕는 좋은 약재로 알려져 있다[18].

산수유의 주요 성분은 코르닌(Cornin), 모로니사이드(Morriniside), 로가닌(Loganin), 탄닌(Tannin), 사포닌(Saponin) 등의 배당체와 포도주산-주석산 등의 유기산이 함유되어 있고, 그밖에 비타민 A와 다량의 당도 포함되어 있다. 종자에는 팔미틴산, 올레인산, 리놀산 등이 함유되어 있고, 특히 코르닌은 부교감신경의 흥분작용이 있는 것으로 알려져 있으며, 산수유의 가장 큰 약리작용으로는 간 기능 강화에 효과가 있는 것으로 보고된다[19].

산수유의 생리활성에 대한 연구로는 산수유 종자의 항당뇨 효과[20], 산수유 추출물의 항산화, 항돌연변이 활성 및 암세포 성장 억제 효과[21],

당뇨병 대사인자 및 지방세포 염증반응 조절[22], 골다공증 치료[23] 및 간 손상 보호효과[24] 등이 보고되고 있다.

이처럼 산수유는 다양한 생리적 기능 강화와 더불어 항피로 및 간 기능 개선 등 운동보조식품으로서의 조건과 일치하는 점이 많음에도 불구하고 산수유 섭취가 운동선수들에게 미치는 효과에 대한 연구가 국내에서는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 중학교 남자 축구선수들을 대상으로 4주간의 동계훈련기간 동안 산수유 추출물을 섭취시켜 혈중 피로물질, 근 손상 및 간 기능에 미치는 영향을 알아보고, 선수들의 피로회복 식품으로서 산수유의 활용 가능성을 규명하는데 있다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

본 연구의 대상자는 B광역시 소재의 G중학교에 재학 중인 엘리트 축구 선수로 동계훈련+산수유 추출물 섭취군 10명, 동계훈련군 10명 총 20명을 대상으로 실시하였다. 실험에 들어가기에 앞서 부산대학교 생명윤리위원회의 승인(PNU IRB/2017_35_HR) 후 연구의 목적과 취지를 충분히 전달 및 이해시켰으며, 피험자들의 부모 및 팀 지도자에게 사전 동의를 얻었다. 실험 1주일 전부터 건강보조 식품 등의 복용을 제한하였으며, 실험기간 동안에도 실험에 사용할 산수유 추출물 외에 다른 보조식품의 섭취를 하지 않도록 하였다. 피험자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2.2. 측정항목 및 방법

모든 검사항목은 동일한 방법과 조건으로 혈중 피로물질, 근 손상 및 간 기능에 대하여 사전, 사후 총 2회 측정하였다.

2.2.1. 체격 및 신체조성

신장과 체중 및 BMI는 간편한 복장을 착용한 후 X-SCAN PLUS II(JAWON Medical, Korea)를 이용하여 측정하였다.

2.2.2. 혈액분석

혈액채취를 위해 채혈 전날 오후 8시 이후에는 공복을 유지하도록 하여, 그 다음날 오전 8-10시에 진공 채혈관과 바늘을 이용하여 전원정맥에서

Table 1. Physical characteristics of subjects

Variable Group	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	BMI(kg/m ²)	Career(yrs)
WCI(n=10)	15.03 ±0.57	166.70 ±10.18	56.69 ±10.88	20.25 ±2.26	4.00 ±0.82
WT(n=10)	15.02 ±0.52	166.50 ±9.77	55.51 ±11.39	19.83 ±2.24	3.90 ±0.88

Values are M±SD

WCI: Winter training and Cornus officinalis extract intake group

WT: Winter training group

Table 2. Training program for 4 weeks

Week	Frequency	Time	Exercise	Intensity
1-4	6times /week	9:00-11:30	·basic fitness training	70-95 %HRR
		14:30-17:30	·professional skills training	
		20:00-21:00	·weight training	
			·individual training	

10 mL 혈액을 채취 하였다.

1) 혈중 피로물질

Lactate, Ammonia는 분석 장비 COBAS INTEGRA 800(Roche, Switzerland)을 이용하였고, 시약은 lactate(Roche, Switzerland), NH3L (Roche, Switzerland)를 이용하여 분석 하였다.

2) 근 손상 물질

CK는 Creatine kinase(Roche, Germany), LDH는 Lactate Dehydrogenase(Roche, Germany)의 시약을 이용하여, 분석장비 Modular analytics(Roche, Germany)를 이용하여 분석하였다.

3) 간 기능효소

AST, ALT는 효소활성측정법(JSCC 권고안 준거시약)으로 시약은 AST·ALT reagents(Bayer, USA), 분석장비 ADVIA 1650(Bayer, Japan)을 이용하여 분석 하였다.

2.3. 동계훈련 프로그램

4주간 실시한 동계훈련은 오전, 오후 및 야간 운동으로 구분하였고, 훈련 기간 동안 기초체력훈련, 전문기술훈련, 웨이트 트레이닝 등을 실시하였다. 구체적인 훈련내용은 <Table 2~3>과 같다.

2.4. 산수유 추출물 섭취방법

추출물 80 mL당 산수유추출액 99%(고형분 7.6%이상), 정제수 1%, 열량 24kcal, 탄수화물 6g, 당류 6g, 단백질 0g, 지방 0g, 콜레스테롤 0g, 나트륨 0g으로 구성된 G사의 산수유 추출물을 섭취시켰다. 섭취방법은 4주간 매일 아침식사와 저녁식사 30분 후 섭취하여, 1일 2회 총 160 mL를 섭취시켰다.

2.5. 1일 영양소 섭취 상태

연구 대상자의 영양소 섭취량은 사전 기록 방법을 교육 시킨 후, 24시간 회상법을 통하여 1일 섭취한 모든 식품을 기록하도록 하여 3일간(주말 1일 포함) 작성하도록 하였으며, 이를 한국영양학회에서 제작한 영양평가용 프로그램 CAN-PRO version 3.0을 이용하여 분석하였다. 1일 영양소 섭취량을 분석한 결과는 <Table 4>와 같다.

2.6. 자료처리

자료처리는 SPSS Ver 20.0을 이용하여 측정항목에 대한 평균값(M)과 표준편차(SD)를 산출하여, 훈련과 섭취 전·후의 항목별 평균값 차의 비교를 위해 그룹 내 차이는 paired *t*-test, 그룹 간 차이는 %diff 값[(사후-사전)/사전×100]을 산출하여 independent *t*-test를 실시하였으며, 유의수준은 .05로 설정하였다.

Table 3. Week plan of season training

Day	Time		
	9:00-11:30	14:30-17:30	20:00-21:00
Mon	jump rope coordination training	pass training practice game	
Tue	pass training practice game	physical training	
Wed	coordination training	team tactics shooting training	individual training
Thu	dribble training practice game	physical training	
Fri	5:2 pass game shooting training	practice game interval training	
Sat	interval training	5:2 pass game practice game	

Table 4. Comparison of nutrition intakes

Variables	Group	
	WCI(n=10)	WT(n=10)
Total energy (kcal)	3534.48±610.65	3102.69±399.52
Carbohydrate (g)	504.25±118.14	421.17±73.73
Lipid (g)	102.90±27.36	98.26±29.15
Protein (g)	139.53±26.68	127.55±20.77
Fiber (g)	35.25±5.45	31.75±3.29
Ash (g)	34.73±3.50	32.66±2.70

Values are M±SD

WCI: Winter training and Cornus officinalis extract intake group

WT: Winter training group

3. 연구결과

3.1. 혈중 피로물질

혈중 피로물질 중 Lactate, Ammonia의 변화를 알아보기 위하여 그룹 내 그룹 간 실험 전·후의 측정 자료를 분석한 결과는 <Table 5>와 같다. Lactate는 그룹 내 변화에서 WCI 그룹이 유의하게 감소하였으며($p<.05$), 그룹 간 변화는 WCI 그룹이 WT 그룹보다 유의하게 감소하였다($p<.05$). Ammonia는 그룹 내 변화에서 WCI 그룹($p<.05$)과 WT 그룹($p<.001$)이 유의하게 증가하였으며, 그룹 간 유의한 차이는 없었다.

3.2. 근 손상

근 손상 지표 중 CK, LDH의 변화를 알아보

기 위하여 그룹 내, 그룹 간 실험 전·후의 측정 자료를 분석한 결과는 <Table 6>과 같다. CK는 그룹 내 변화에서 WCI 그룹이 유의하게 감소하였으며($p<.05$), 그룹 간 유의한 차이는 없었다. LDH는 그룹 내 변화에서 WCI 그룹($p<.001$)과 WT 그룹($p<.05$)이 유의하게 감소하였으며, 그룹 간 유의한 차이는 없었다.

3.3. 간 기능

간 기능효소 중 AST, ALT의 변화를 알아보기 위하여 그룹 내, 그룹 간 실험 전·후의 측정 자료를 분석한 결과는 <Table 7>과 같다. AST는 그룹 내 변화에서 WCI 그룹이 유의하게 감소하였으며($p<.01$), 그룹 간 변화는 WCI 그룹이 WT 그룹 보다 유의하게 감소하였다($p<.05$). ALT는

Table 5. Changes of blood fatigue substance in groups

Variables	Group	Pre	Post	%diff	t-value
Lactate (mg/dl)	WCI(n=10)	11.86±6.35	8.82±4.00	-22.36±17.12	3.218*
	WT(n=10)	10.58±3.18	10.18±2.84	-0.39±25.18	0.442
	t-value			-2.281*	
Ammonia (ug/dl)	WCI(n=10)	31.20±8.39	44.80±8.85	53.31±49.04	-3.125*
	WT(n=10)	31.30±9.36	52.60±7.90	80.01±49.68	-7.572***
	t-value			-1.209	

Values are M±SD

WCI: Winter training and Cornus officinalis extract intake group

WT: Winter training group

* $p < .05$, *** $p < .001$

Table 6. Changes of muscle damage in groups

Variables	Group	Pre	Post	%diff	t-value
CK (IU/L)	WCI(n=10)	256.90±71.79	197.40±58.47	-12.66±16.22	3.191*
	WT(n=10)	233.60±73.61	206.70±53.26	-5.10±26.98	0.935
	t-value			-1.664	
LDH (IU/L)	WCI(n=10)	439.20±55.41	308.90±55.56	-29.27±11.1	7.078***
	WT(n=10)	465.70±52.93	351.00±99.87	-23.27±28.02	3.044*
	t-value			-0.630	

Values are M±SD

WCI: Winter training and Cornus officinalis extract intake group

WT: Winter training group

* $p < .05$, *** $p < .001$

Table 7. Changes of liver function in groups

Variables	Group	Pre	Post	%diff	t-value
AST (IU/L)	WCI(n=10)	27.50±6.06	20.30±3.20	-24.45±12.30	4.909**
	WT(n=10)	26.90±3.73	24.30±3.20	-8.39±15.82	1.807
	t-value			-2.535*	
ALT (IU/L)	WCI(n=10)	16.80±5.41	14.00±3.09	-13.24±15.12	2.717*
	WT(n=10)	14.10±3.51	13.30±2.71	-3.25±18.51	0.967
	t-value			-1.321	

Values are M±SD

WCI: Winter training and Cornus officinalis extract intake group

WT: Winter training group

* $p < .05$, ** $p < .01$

그룹 내 변화에서 WCI 그룹이 유의하게 감소하였으며($p < .05$), 그룹 간 유의한 차이는 없었다.

4. 논의

4.1. 혈중 피로물질

젖산은 무산소성 해당과정의 대사적 축적물로 근육세포가 필요로 하는 ATP의 양이 미토콘드리아에서 재합성하는 ATP의 양을 초과했을 경우에 생성되고, 산소 공급이 부족한 상황에 만들어진다[25]. 산소가 부족하게 되면 산성 물질이 증가하고, 이러한 산성 물질이 젖산으로 축적된다[26].

운동을 수행하는데 있어 부정적인 젖산 효과는 젖산이온 보다 수소이온에 기인하고, 증가된 수소이온은 최대 수축 속도와 근섬유 ATPase 분해를 억제시켜 글리코겐의 추가적인 분해를 방해시키며[27], 젖산이 쌓이게 되면 동맥혈류 장애, 근섬유의 칼슘 결합능력 감소 등이 나타나 운동수행능력 감소와 피로의 원인이 된다[28]. 체내에 축적된 젖산은 노와 땀으로 배출되거나 피루브산, 단백질의 전환과정을 통하여 제거되며, 젖산의 빠른 제거는 빠른 피로회복을 의미한다[29].

암모니아는 중추신경계에 작용하여 신경전달물질 농도를 변화시키고, ATP 수준을 낮추어 중추피로를 유발하며, 체내에 축적된 글리코겐이 고갈되어 단백질이 에너지원으로 전환되며 생성된 대사적 부산물로 축적된 정도에 따라 피로의 정도를 파악하는 지표로 이용된다[30]. 암모니아의 증가는 젖산과 같이 활동근 수축의 저해를 통한 근경련, 과호흡 등을 초래하며, 운동수행능력을 감소시킨다[31]. 또한 장시간 최대하운동 시 초반에는 젖산과 암모니아의 축적이 상호 비례하여 직선적 형태를 나타내지만 운동시간이 지속되면 이러한 관계를 유지하지 않는다고 보고되고 있다[32]. 운동 시 암모니아는 해당과정의 PFK 활성도를 높여 pH를 감소시키며, 미토콘드리아의 산화량을 감소시켜 에너지원을 고갈시킨다. 이와 함께 중추신경계 세포의 pH 변화, 세포 내·외 전해질 농도 변화 및 신경전달인자 수준 변화 등 중추신경계의 다양한 변화에 영향을 미친다. 이는 결국 젖산의 생성을 늘리고, 글리코겐 고갈을 초래하며 피로를 느끼게 하여 운동수행능력을 저하시키는 원인이 되며, 암모니아는 독성이 있어 다량 축적 시 기면상태와 경련, 운동실조 등을 일으킨다[6].

선수들의 혈중 피로물질 제거 방법으로 식품섭취에 대한 연구들이 진행되어 오고 있으며, 브로콜리[33], 작약과 감초[34], 부추[35], 매실[36] 등과 같이 천연 식품 섭취를 통한 피로회복에 많은 연구들이 보고되고 있다.

한편, 산수유의 성분 중 사과산을 비롯한 유기산은 피로물질인 젖산을 분해시켜 체내로 배출시키는 것으로 보고되며[37], 이와 더불어 산수유 추출물은 높은 함량의 폴리페놀과 플라보노이드를 함유하고 있어 합성항산화제 보다 높은 항산화 활성을 나타내는 것으로 보고되었다[21].

본 연구 역시 천연 식품인 산수유 추출물을 4주간 섭취하도록 하였으며, 그 결과 Lactate의 경우 WCI 그룹이 산수유 섭취 후 유의하게 감소하였으며, 그룹 간 변화에서 WCI 그룹이 WT 그룹보다 감소량이 많은 것으로 나타났다. 또한 Ammonia는 그룹 내 변화에서 WCI 그룹과 WT 그룹 모두 증가한 것으로 나타났으나, WT 그룹이 더 높은 폭으로 증가하는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 산수유의 유기산이 젖산의 분해를 도운 것으로 볼 수 있으며, 산수유의 항산화 활성을 통해 암모니아 수준의 증가를 경감시킨 것으로 생각된다. 특히, 장기간 훈련으로 인해 혈중 암모니아 수준이 증가하였는데, 운동 후 암모니아가 충분히 제거되지 못한다면 에너지의 저장을 높은 수준으로 유지하지 못하게 하므로 운동수행능력을 저하시킬 것으로 판단된다. 따라서 산수유 추출물 섭취가 장기간 고강도 훈련으로 과도하게 축적되는 혈중 암모니아 수준의 억제와 함께 젖산을 효과적으로 제거시켜 피로회복에 있어 긍정적인 결과를 가져온 것으로 사료된다.

4.2. 근 손상

CK는 골격근에 주로 많이 존재하며, ATP-PC계를 조절하는 효소로 심근경색과 근육질환, 근육손상 등의 경우에 상승된다. 특히 격렬한 운동이나 고강도 훈련 이후 혈중에서 증가하며, 산화환원 효소인 LDH는 젖산의 형성 및 전환을 조절하고, 초성포도산을 환원하여 젖산을 만드는 역할을 한다[11]. CK와 LDH 모두 장시간 훈련이나 고강도의 신체활동에 의해 활성이 증가되며, 신체 및 근육의 손상 정도를 나타내는 지표로 사용되고, 운동 트레이닝의 효과를 검증할 수 있는 지표로도 활용할 수 있다[12].

운동을 통하여 근 조직이 손상되면 세포막의 투과성이 증가하며, 이에 따라 CK가 세포의 간

질액으로 이동하기 때문에 혈중에서 농도가 증가하게 된다[38]. 또한 신체활동이 많은 사람일수록 안정 시 CK 활성이 높게 나타난다고 보고된다[39].

운동은 근육이 수축을 동반하는 과정에서 일부의 근 손상이 일어나게 되고, 익숙하지 않은 운동이나 동작을 할 때 나타나는 통증은 근 손상에 의해 발생된다[40]. 운동 직후 근육통증은 피로의 시점까지 수행하는 격렬한 고강도 훈련 중 또는 운동 직후 나타나며, 이는 운동 근육에 젖산, 칼륨 등과 같은 신진대사 산물의 일시적 생성과 부적절한 혈액 공급과 산소 부족으로 인한 피로 때문이다[41].

운동 후 48시간 후에 나타나는 지속적인 통증은 선수들에게도 자주 나타나는 것으로 수축성 요소의 손상, 장시간 근력 상실, 관절 가동범위 감소와 혈청 CK의 증가 등에 의해 확인된다[42]. 또한 근 효소의 활성화로 인한 CK, LDH, 마이오글로빈(Myoglobin)과 같은 혈액속의 근 단백질 분비가 증가되면 근 긴장이 상승되고 이는 열감과 통증, 근 손상, 근력 감소 등의 증상이 지속되며, 이는 급성 염증반응으로 나타난다[43].

한편, 간 손상에 있어 산수유 추출물 섭취는 LDH의 상승을 현저하게 감소시키고, 산화스트레스를 예방하는 것으로 나타났다[44]. 심근 손상이 유발된 실험동물을 대상으로 산수유 추출물의 섭취는 LDH와 CK-MB 수준의 감소와 함께 글루타치온(Glutathion)의 수준을 증가시키는 것으로 보고되며[45], 산수유는 사이토카인(cytokine)으로 유도된 염증의 발현을 억제하여 항염증 기능을 한다[46].

본 연구에서 CK의 경우 WCI 그룹이 그룹 내 변화에서 유의하게 감소를 나타내었다. LDH는 그룹 내 변화에서 WCI 그룹과 WT 그룹 모두 유의하게 감소하였으나, WCI 그룹의 경우 더 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타났다.

4주간의 고강도 훈련으로 인한 근 손상 물질이 증가 될 것이라 생각되었지만, 그 와 반대로 감소하는 경향이 나타났다. 하지만 WCI 그룹의 경우 CK와 LDH를 유의하게 억제시켜 근 손상에 긍정적인 효과가 있는 것으로 생각된다. 따라서 장기간의 훈련과 경기로 인한 근 손상의 예방과 근 피로의 저하를 위해 산수유의 이용을 기대해 본다.

4.3. 간 기능

혈중 AST, ALT는 GOT와 GPT로 표현되기도 하며, 운동으로 인한 간 기능 이상과 손상지표로 사용이 된다[12]. AST의 경우 심장과 간, 골격근, 신장의 순서로 많이 존재하고, 심근경색, 간염 등과 같은 세포나 조직에 이상이 생기게 되면 혈중으로 검출되어 심장과 간 등의 이상 진단 시 매우 유용하게 이용되는 효소이며, ALT는 혈청 및 신체조직 중 간, 신장순으로 많이 함유되어 있고, 특히 지방간, 만성간염에 노출될 경우 혈청 효소 활성도가 높게 나타난다[47].

간 기능 효소들은 운동으로 인해 조직이 손상되었을 때 혈중으로 유입되는데, 과운동 또한 세포조직을 손상시키는 스트레스 요소로 작용되어 혈중 내 AST와 ALT의 누출 가능성을 예측하여 간, 근육조직의 손상정도를 알 수 있다[48, 49].

운동선수들의 AST와 ALT에 관한 선행연구로는 남자 국가대표 선수의 경우 일반 대학생에 비해 AST와 ALT의 수준이 유의하게 높고[50], 여자 마라톤선수는 비선수보다 안정 시 AST와 ALT의 수치가 높은 것으로 나타났다[51].

한편, 사염화탄소(CCl₄)로 유발된 간 손상 세포에 산수유 추출물의 처리 시 CCl₄만 처리한 세포배양액에서의 AST, ALT의 활성치가 정상에 비해 4-5배 상승하였으나, CCl₄와 산수유 추출물을 동시에 처리한 경우 정상과 비슷한 AST, ALT의 활성치를 나타내었으며[24], 산수유 추출물의 항산화 작용을 이용하여 산화적 스트레스에 의해 유발되는 각종질환들의 예방 및 치료에 응용될 수 있음을 보고하였다[52].

따라서 산수유 추출물이 간 손상에 있어 간 보호 활성을 가지며, 이러한 결과는 간 세포내 항산화계 활성증가와 단백질의 발현조절과 관련된 것으로 보고된다[24]. 또한 산수유 성분은 히드록실 라디칼 소거 활성을 포함하는 강력한 항산화제 성질을 갖는 것으로 보고되고 있으며[53, 54], 간 손상이 유도된 실험동물의 산수유 추출물 투여는 AST, ALT의 상승을 경감시켰으며, 이러한 변화와 병행하여 지질과산화(MDA)를 억제하고 산화방지효소(SOD, CAT) 및 Glutathion 수준을 회복시킴으로써 간에서의 산화스트레스를 예방하는 것으로 보고된다[55].

본 연구결과 혈청 AST 농도는 WCI 그룹이 섭취 후 유의하게 감소하였으며, 그룹 간 변화에서 WCI 그룹이 WT 그룹 보다 유의하게 감소되는 것으로 나타났다. ALT 농도의 경우 WCI 그

룹이 섭취 후 유의하게 감소하였다.

4주간의 동계훈련 기간 동안의 고강도 훈련을 통한 피로누적으로 간 기능 효소의 수치가 증가됨으로써 간 기능에 부정적인 영향을 미칠 것으로 생각되었으나 AST, ALT의 수준은 증감되지 않은 것으로 나타났다. 하지만 WCI 그룹에서 AST와 ALT의 활성을 감소시키는 현상을 보여 간 기능에 긍정적인 효과를 준 것으로 판단되어지며, 산수유 추출물의 섭취를 통해 간 보호활성에 있어 간 조직 내 산화 발현을 억제시켜 간 기능의 개선에 긍정적 효과를 준 것으로 사료된다. 따라서 산수유는 고강도 및 장기간의 운동 후 간 피로회복 식품으로서 이용을 기대할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 연구는 4주간의 동계훈련 기간 중 산수유 추출물을 섭취시켜 혈중 피로물질, 근 손상 및 간 기능에 미치는 영향을 구명하기 위해 남중 축구선수 20명을 동계훈련+산수유 추출물 섭취군 10명, 동계훈련군 10명으로 구분하여 동계훈련 및 섭취 전·후에 측정된 자료를 비교분석하였다. 그 결과 장시간의 고강도 훈련을 통해 피로에 쉽게 노출 될 수 있는 선수들에게 있어 산수유 추출물 섭취는 항피로의 역할을 하는데 긍정적인 영향을 미쳐 향후 운동보조식품으로서 산수유의 활용 가치가 있을 것으로 기대된다. 추후 산수유 추출물의 장기간 섭취와 더불어 최대운동 후 산수유 섭취와 회복기의 시점에 따른 채혈을 통해 피로회복을 평가하는 추가적인 연구가 필요할 것으로 제안된다.

References

1. Y. H. Baek, J. W. Yeom, "The effect of high carbohydrate diet and high fat diet on serum lipids and hormone of soccer player of before and after game", *Journal of exercise nutrition & biochemistry*, Vol.6, No.2 pp. 169-177, (2002)
2. S. M. Ha, S. H. Lee, Y. H. Baek, "Effects of *Acanthopanax senticosus* intake on immune, muscle damage and liver function during winter training in male middle school soccer players", *The Korean Society of Living Environmental System*, Vol.21, No.6 pp. 932-941, (2014)
3. J. H. Kim, "Effects of physical training on physiological characteristics of professional soccer players according to their playing position", *Korean Society of Measurement and Evaluation for Physical Education and Sports Science*, Vol.10, No.2 pp. 43-56, (2008)
4. J. A. Davis, J. Brewer, D. Atkin, "Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players", *Journal of Sports Sciences*, Vol.10, No.6 541-547, (1992)
5. N. H. Secher, T. Seifert, J. J. Van Lieshout, "Cerebral blood flow and metabolism during exercise: implications for fatigue", *Journal of applied physiology*, Vol.104 No.1 pp. 306-314, (2008)
6. C. Y. Guezennec, A. Abdelmalki, B. Serrurier, D. Merino, X. Bigard, M. Berthelot, C. Pierard, M. Peres, "Effects of prolonged exercise on brain ammonia and amino acids" *International journal of sports medicine*, Vol.19, No.5 pp. 323-327, (1998).
7. R. J. Aughey, "Australian football player work rate: evidence of fatigue and pacing?", *International journal of sports physiology and performance*, Vol.5, No.3 pp. 394-405, (2010)
8. J. Y. Culbertson, R. B. Kreider, M. Greenwood, M. Cooke, "Effects of beta-alanine on muscle carnosine and exercise performance: a review of the current literature", *Nutrients*, Vol.2, No.1 pp. 75-98, (2010)
9. W. L. Kenney, J. Wilmore, D. Costill, *Physiology of sport and exercise 5th edition iBooks enhanced version*. Champaign Publishers, (2011)
10. M. H. Hwang, H. S. Jung, C. J. Lee, "The effect of marathoners' 6-week colostrum ingestion on immunoglobulin,

- cortisol, CK and LDH”, *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol.32, No.2 pp. 1033–1042, (2008)
11. P. Brancaccio, N. Maffulli, R. Buonauro, F. M. Limongelli, “Serum enzyme monitoring in sports medicine”, *Clinics in sports medicine*, Vol.27, No1 pp. 1–18, (2008)
 12. P. Brancaccio, G. Lippi, N. Maffulli, “Biochemical markers of muscular damage”, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, Vol.48, No.6 pp. 757–767, (2010)
 13. T. Mashiko, T. Umeda, S. Nakaji, K. Sugawara, “Effects of exercise on the physical condition of college rugby players during summer training camp”, *British journal of sports medicine*, Vol.38, No.2 pp. 186–190, (2004)
 14. J. K. Kim, N. J. Lee, M. S. Lee, “The current statues and cause of dietary supplement use in elite athletes”, *The Korean Journal of Physical Education*, Vol.51, No.3 pp. 427–435, (2012)
 15. M. H. Williams, *Nutrition for Health, Fitness and Sport(9th ed)*, Newyork: McGraw–Hill Co, (2004)
 16. S. M. Jang, J. Choi, J. W. Kim, S. D. Park, *Oriental medicine resources botany*, Hakmun Publishing Co, (1996)
 17. D. Y. Im, K. I. Lee, “Antioxidative activity and active compound analysis of the extract and fractions of Corni fructus”, *Korean journal of pharmacognosy*, Vol.48, No.3 pp. 208–212, (2017)
 18. Y. E. Ki,m, Y. C. Lee, H. K. Kim, C. J. Kim, Antioxidative Effect of Ethanol Fraction for Several Korean Medicinal Plant Hot Water Extracts, *The Korean Journal of Food And Nutrition*, Vol.10, No.2 pp. 141–144, (1997)
 19. J. H. Shin, H. O. Boo, “Application of HR GC/TOF for analysis of Cornus Fruit”, *The Korean Society of Community Living Science Conference*, Vol.2012, No.10, pp. 98, (2012)
 20. Y. K. Park, W. K. Hwang, I. H. Kim, “The antidiabetic effects of from Cornus officinalis seed”, *Chung–Ang journal of pharmacal sciences*, Vol.9, pp. 5–11, (1995)
 21. Y. H. Jeon, M. H. Kim, M. R. Kim, “Antioxidative, antimutagenic, and cytotoxic activities of ethanol extracts from Cornus officianalis”, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.37, No.1 pp. 1–7, (2008)
 22. S. R. Han, S. H. Paik, O. J. Kwon, Y. M. Ahn, B. C. Lee, S. Y. Ahn, “Effects in metabolism and adipocyte inflammation induced by the complex herbal medicine composed of Cornus officinalis, Dioscorea rhizoma, Aurantii fructus, Mori folium in obese type 2 diabetes mouse model“, *Journal of Korean Medicine*, Vol.33, No.3 pp. 184–199, (2012)
 23. S. J. Joo, J. H. Park, B. I. Seo, “Effects of korean Corni fructus on treatment of osteoporosis In ovariectomized rats”, *The Korea Journal of Herbology*, Vol.22, No.2 pp. 83–95, (2007)
 24. K. T. Ha, Y. M. Kim, C. H. Kim, D. Y. Choi, J. K. Kim, “Study on the protective effect of Corni Fructus against free radical mediated liver damage”, *Korean Journal of Oriental Physiology & Pathology*, Vol.22, No.1 pp. 82–88, (2008)
 25. R. K. Murray, D. A. Bender, K. M. Botham, P. J. Kennelly, V. Rodwell, P. A. Weil, “*Harper’s Illustrated Biochemistry: 28th Edition*”, p. 624–626, McGraw–Hill, (2009)
 26. I. K. Jung, *Human Performance & Nutrition Exercise*, DKBooks, (2009)
 27. J. K. Jin, D. T. Lee, M. C. Lee, “Exercise and lactate shuttle”, *The official journal of the korean association of certified exercise professionals*, Vol.8, No.2 pp. 85–92, (2006)
 28. M. H. Kim, *Effect of sports massage on blood lactate concentration after exercise*, Woosuk University, (2003)

29. S. H. Han, *Change in blood lactate and ammonia concentration according to medifinger, massage, and kinetic recovery methods after maximal exercise*, Incheon National University, (2014)
30. P. De Feo, C. Di Loreto, P. Lucidi, G. Murdolo, N. Parlanti, A. De Cicco, F. P. F. Santeusano, "Metabolic response to exercise", *Journal of endocrinological investigation*, Vol.26(9), pp. 851-854, (2003)
31. D. J. Kim, B. K. Ahn, H. Yoon, S. H. Kim, "Effects of plyometric training on cardio-respiratory fitness, isokinetic Leg strength, power, agility, and blood fatigue materials in high school judo players", *Korean Alliance of Martial Arts*, Vol.13, No. 2 pp. 235-247, (2011)
32. D. A. MacLean, L. L. Spriet, E. Hultman, T. E. Graham, "Plasma and muscle amino acid and ammonia responses during prolonged exercise in humans", *Journal of Applied Physiology*, Vol.70, No.5 pp. 2095-2103, (1991)
33. B. H. Kim, J. H. Choo, S. B. Joo, "The effect of a broccoli extracts intake on blood fatigue factor during muscular resistance training", *The Korean Journal of Sport*, Vol.14, No.3 pp. 601-609, (2016)
34. C. H. Ha, Y. K. Jeon, W. Y. So, "The effects of intake of peony-licorice mixture drink on the fatigue caused by plyometric training exercise in male and female professional basketball players", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.21, No.3 pp. 1231-1240, (2012)
35. J. K. Lee, S. H. Lee, "Effects of leek supplementation on blood fatigue factors and vascular compliance in Taekwondo players", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.25, No.3 pp. 1551-1560, (2016)
36. D. H. Kim, K. T. Kim, K. K. Lee, "The effect of drinking the plum extract on the college soccer players' cardiovascular system and blood lactated", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.24, No.3 pp. 1381-1391, (2015)
37. E. H. Lim, *Effect of Cornus officinalis and Lycii fructus extracts on fatigue improvement after meridian massage*, Konkuk University, (2016)
38. W. S. Jung, *Effects of BCAA administration on fatigue substances, muscle damage substances and energy metabolism substances after endurance exercise*, Chonnam National University, (2012)
39. H. Jang, S. Hur, "The Change of LDH and CPK of middle-aged female members of marathon during Maximal Graded Exercise", *Korean journal of physical education*, Vol.4, No.3 pp. 459-468, (2005)
40. S. H. Park, H. S. Lyu, Y. W. Kwon, *Exercise & Health*, Pegasus, (2011)
41. P. C. Miller, S. P. Bailey, M. E. Barnes, S. J. Derr, E. E. Hall, "The effects of protease supplementation on skeletal muscle function and DOMS following downhill running", *Journal of Sports Sciences*, Vol.22, No.4 pp. 365-372, (2004)
42. J. H. Lee, *The Change of pain and biochemical markers of muscle damage by taping method*, Chosun University, (2010)
43. J. G. Yu, D. O. Furst, L. E. Thornell, "The mode of myofibril remodelling in human skeletal muscle affected by DOMS induced by eccentric contractions", *Histochemistry and cell biology*, Vol.119, No.5 pp. 383-393, (2003)
44. N. H. Lee, C. S. Seo, H. Y. Lee, D. Y. Jung, J. K. Lee, J. A. Lee, K. Y. Song, H. K. Shin, M. Y. Lee, Y. B. Seo, H. Kim, H. Ha, "Hepatoprotective and antioxidative activities of Cornus officinalis against acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice", *Evidence Based Complementary Alternative Medicine*, Vol.2012, (2012)
45. W. L. Jiang, S. M. Zhang, X. X. Tang, H. Z. Liu, "Protective roles of cornuside

- in acute myocardial ischemia and reperfusion injury in rats”, *Phytomedicine*, Vol.18, No.4 pp. 266–271, (2011)
46. D. G. Kang, M. K. Moon, A. S. Lee, T. O. Kwon, J. S. Kim, H.S. Lee “Cornuside suppresses cytokine-induced proinflammatory and adhesion molecules in the human umbilical vein endothelial cells”, *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, Vol.30, pp. 1796–1799, (2007)
 47. S. R. Choi, *Effect of long-term bicycle exercise on blood lipids and serum enzyme in obese student*, Chonnam National University, (2002)
 48. M. D. Huh, “The change of exercise type on GOT and GPT in college man”, *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.16, No.1 pp. 385–395, (2007)
 49. H. K. Oh, J. W. Park, Y. R. Kang, J. H. Kim, M. Y. Seo, M. G. Kim, J. K. Doo, D. H. Shin, E. S. Jung, S. W. Chae, O. J. Kim, H. Y. Lee, “Improving effects of multigrain feed on endurance”, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.40, No.1 pp. 1700–1707, (2011)
 50. D. K. Kang, K. B. Kim, “Comparative analysis on characteristics of energy metabolism-related enzymes during anaerobic exercise in highly trained soccer players”, *KyungSung University Bulletin*, Vol.21, No.2 pp. 565–577, (2000)
 51. H. J. Han, “The response of serum GOT and GPT to exercise intensity in the female long-distance runners and the untrained”, *Journal of Korean Society for the Study of Physical Education*, Vol.8, No.3 pp. 145–153, (2003)
 52. S. H. Lim, *Pharmacological studies of corni fructus*, Kyunghee University, (2010)
 53. H. Xu, J. Shen, H. Liu, Y. Shi, L. Li, M. Wei, “Morroniside and loganin extracted from *Cornus officinalis* have protective effects on rat mesangial cell proliferation exposed to advanced glycation end products by preventing oxidative stress”, *Canadian journal of physiology and pharmacology*, Vol.84, No.12 pp. 1267–1273, (2006)
 54. S. O. Lee, S. Y. Kim, S. M. Han, H. M. Kim, S. S. Ham, I. J. Kang, “Corni fructus scavenges hydroxy radicals and decreases oxidative stress in endothelial cells”, *Journal of Medicinal Food*, Vol.9, No.4 pp. 594–598, (2006)
 55. N. H. Lee, C. S. Seo, H. Y. Lee, D. Y. Jung, J. K. Lee, J. A. Lee, K. Y. Song, H. K. Shin, M. Y. Lee, Y. B. Seo, H. Kim, H. Ha, “Hepatoprotective and antioxidative activities of *Cornus officinalis* against acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice”, *Evidence Based Complementary Alternative Medicine*, Vol.2012 (2012)