

천연발효식초 섭취와 유산소운동이 중년 여성의 신체 구성과 심폐기능에 미치는 효과

계명대학교 체육대학 체육학과¹, 계명대학교 자연과학대학 식품가공학과², (주)케이엠에프³

김기진¹ · 안나영¹ · 주영식¹ · 이규호¹ · 김미연² · 정용진^{2,3}

Effects of Aerobic Exercise Training and Natural Fermented Vinegar on Body Composition and Cardiopulmonary Function in Middle Aged Women

Kijin Kim¹, Nayoung Ahn¹, Youngsik Ju¹, Gyuhoo Lee¹, Miyeon Kim², Yongjin Jung^{2,3}

¹Department of Physical Education, College of Physical Education, Keimyung University, Daegu,

²Department of Food Science and Technology, College of Natural Science, Keimyung University, Daegu, ³KMF Co., Ltd., Daegu, Korea

Purpose: The aim of this study was to examine the effects of long-term endurance exercise and natural fermented vinegar on body composition and cardiopulmonary function of 50-aged postmenopausal women.

Methods: Subjects were divided into four groups (sedentary group, aerobic exercise group, natural fermented vinegar group, and aerobic exercise plus natural fermented vinegar group) to perform natural fermented vinegar intake or aerobic exercise for 8 weeks. Body weight, body composition, cardio-pulmonary function test, and blood concentration of glucose, lipid profiles, aspartate aminotransferase, and alanine aminotransferase were measured.

Results: The results showed that natural fermented vinegar or aerobic exercise training for 8 weeks no significantly improved body weight control and body composition. However, natural fermented vinegar plus aerobic exercise training for 8 weeks significantly improved cardiopulmonary function.

Conclusion: These results suggest that natural fermented vinegar plus aerobic exercise training has a significant effect on anti-fatigue.

Keywords: Aerobic exercise, Fatigue, Obesity, Vinegar, Women

Received: May 21, 2018 Revised: August 18, 2018 Accepted: August 19, 2018

Correspondence: Kijin Kim

Department of Physical Education, College of Physical Education, Keimyung University, 1095 Dalgubeol-daero, Dalseo-gu, Daegu 42601, Korea
Tel: +82-53-580-5256, Fax: +82-53-580-5314, E-mail: kjk744@kmu.ac.kr

*This study was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (IPET) through High Value-added Food Technology Development Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) (314072-3).

Copyright ©2018 The Korean Society of Sports Medicine

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

비만은 제2형 당뇨병, 고지혈증, 고혈압 및 심혈관질환 발병의 가장 중요한 위험 요소로서 그 유병률은 전 세계적으로 급증하여 심각한 사회적 문제가 되고 있다¹. 인간과 동물 모델에서 심장의 구조 및 기능적 변화와 비만은 밀접하게 관련되어 있으면서 비만 환자에서 발생하는 심장질환과 관련하여 비만 심근증(obesity cardiomyopathy)으로 불리는 이상 현상이 현저하게 증가하고 있다². 심근증 발병기전에는 심장 대사의 변이, 염증, 산화 스트레스, 과도한 내장지방, 심장 섬유증 및 비대 등이 포함되고 있는데³, 이러한 병태 생리학적 기전 중 고지혈증에 의해 유발된 내장지방 조직의 축적과 염증은 비만 유발성 심장재형성 및 기능장애를 유발하는 핵심적인 요소로 간주되고 있다⁴. 내장지방은 직간접적으로 심혈관계에 영향을 미치는 다양한 면역 조절 인자의 생산에 관여함으로써 심근병증을 촉진하는데, 실제로 tumor necrosis factor- α 와 렙틴(leptin) 및 다른 순환 염증성 생체지표 수준이 비만과 함께 증가하며, 복부 지방량과 높은 상관관계를 나타낸다⁵. 또한 호모시스테인(homocysteine), 피브리노겐(fibrinogen), 백혈구 수(white blood cell count) 및 C-반응성 단백질 등과 같은 염증 지표는 심근병증을 비롯한 심혈관질환의 유병률과 높은 상관관계를 가진다^{6,8}.

따라서 비만과 염증의 치료는 심근병증을 비롯한 심혈관질환 처치를 위한 가장 근본적이고 효과적인 방법에 포함된다. 항비만과 항염증 특성을 가진 여러 가지 생리활성 화합물을 함유한 과일 및 과일 기반 제품은 비만 유발성 심장질환에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다⁹. 특히 과일식초(fruit vinegar)는 음료의 형태로 전 세계적인 인기를 얻고 있으며, 선행연구에 의하면 식초의 아세트산(acetic acid)이 혈중 지질 수준과 체중 감소에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다¹⁰. Setorki 등¹¹은 콜레스테롤 식이요법과 함께 포도식초 섭취가 고콜레스테롤 혈증을 가지고 있는 토끼의 죽상동맥경화증의 생화학적 위험인자를 감소시킨다고 보고하였으며, Lee 등¹²은 토마토 식초가 3T3-L1 세포 및 비만 쥐 모델에서 지방 세포 분화 및 지방 축적을 억제한다고 보고하였다.

이와 같이 사과, 딸기, 석류와 같은 과일주스의 발효에서 얻은 식초에 대한 많은 연구가 활발히 수행되어 왔다¹³. 그러나 현미의 발효에서 얻은 식초에 대한 연구는 거의 없는 것으로 알려져 있는데, 현미는 비타민 B₁, B₂, B₆, E, 엽산이 풍부하고 항동맥경화작용을 하는 토크트리에놀이 다량 함유되어 있으며, 양질의 단백질이 풍부하다. 옥타코사놀이 다량 함유되어 있어 혈액 내 산소 운반기능 향상을 통한 심폐지구력과 근력,

근지구력 등의 증가에 영향을 미친다. 그 밖에도 미네랄인 철분, 인, 아연, 칼슘, 효소와 섬유소도 풍부해 변비를 방지하며, 항산화 효소가 풍부하여 노화 방지에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있다¹³. 현미는 한국인들에게 친숙하며 인지도가 높고, 건강식품으로 다양하게 개발되어 시판되어 오고 있다. 이러한 관점에서 항비만과 항피로 효과를 고려하여 운동을 수행하는 과정에서 발효식초 관련 음료 섭취의 부가적 효과를 모색해볼 필요성이 요구된다고 생각된다.

이에 본 연구에서는 폐경 후 여성을 대상으로 천연발효식초 제품의 항비만과 항피로 효과를 검증함으로써 비만 해소와 체력 향상에 도움을 주고자 한다. 또한 지구성 운동과 병행하였을 때 부가적으로 발생할 수 있는 효과를 관찰하고자 한다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 연구대상은 폐경 후 50-60대 여성으로 지역사회 복지센터 및 주부 문화교실을 방문하여 공지한 후 신청한 대상자에게 연구 목적을 설명하고 대상자를 모집하였으며, 최근 6개월 동안 주당 2회 이상 규칙적으로 신체활동에 참여하지 않은 자를 대상으로 하였다. 또한 대사증후군을 진단받았으나 약물 섭취를 통해서 정상범위로 조절하고 있으면서 의사로부터 운동 참여의 허락을 얻은 자로서 연구의 목적을 이해하고 참여에 동의한 자로서 총 48명을 선정하여 추첨에 의한 무작위로 각 그룹별 12명으로 4그룹을 구성하였다. 특히 해당 연령대이지만 폐경하지 않은 여성 혹은 대사증후군이 있지만, 약물섭취로 조절되지 않은 대상자는 제외하였다. 최종적으로 12주간의 처치과정에서 모두 참여한 대상자는 위약 섭취 그룹 7명, 운동 그룹 10명, 발효식초 섭취 그룹 9명, 발효식초+운동 그룹 8명으로서 총 34명이 참여하였다. 그룹 구성은 위약 그룹(위약 500 mL 섭취, 주당 7일; placebo group), 발효식초 그룹(발효식초 체중 1 kg당 200 mg 섭취, 주당 7일; vinegar group), 운동 그룹(유산소운동 60분, 주당 3일+위약 500 mL 섭취, 주당 7일; exercise group), 발효식초+운동그룹(발효식초 체중 1 kg당 200 mg 섭취, 주당 7일+유산소운동 60분/일, 주당 3일; vinegar+exercise group)의 4그룹으로 구성하였다. 연구대상자의 기본적인 특성인 연령, 신장 및 체중은 Table 1과 같다. 본 연구는 2017년 5월 31일 계명대학교 생명윤리위원회의 승인을 받았다(IRB No. 40525-201702-BR-153-04).

Table 1. Characteristics of subjects

Group	Age (yr)	Height (cm)	Body weight (kg)
Placebo (n=7)	59.87±9.49	156.62±5.50	62.95±8.62
Exercise (n=10)	53.37±9.42	156.37±3.58	56.70±4.68
Vinegar (n=9)	57.85±8.49	159.14±2.26	57.94±5.93
Vinegar+ exercise (n=8)	51.66±5.36	160.11±3.85	62.82±8.44
Total (n=34)	54.65±9.05	158.09±4.16	60.25±7.43

Values are presented as mean±standard deviation.

2. 연구 방법

1) 운동 프로그램

운동프로그램은 대상자들을 실험 전 1주일 동안 트레드밀 (treadmill) 걷기에 적응한 다음, 1-3주간 점증적으로 운동 거리를 증가시켜 3-6주 동안 3-4 km/day를 걷기운동 하도록 하고, 다시 7-9주간 운동거리를 증가시켜 9-12주간 5-6 km/day씩 걷기운동을 하도록 지도하였다. 트레드밀 걷기 속도는 경사도는 0%로 고정된 상태에서 분당 80-100 m 범위에서 실시하되 ratings of perceived exertion (RPE) 기준 13을 초과하지 않도록 조절하였다. 운동 빈도는 12주 동안 주당 3회 실시하였다. 유산소운동 프로그램은 트레드밀의 걷기 거리를 매일 측정하여 기록하였고 대상자의 개별성을 고려하여 실시하였다. 모든 운동프로그램은 연구자와 운동생리학을 전공한 전문 지도자의 지도하에 실시하였다.

2) 발효식초 섭취 방법

본 연구에 사용된 유기농 현미 발효식초의 특성은 유기농 현미 22.00%, 당화 효소 0.09%, 1차 본 발효액 10.31%, 정제수 67.60%로 구성되었다. 그룹별로 발효식초 및 위약(발효식초와 유사한 색과 맛을 내도록 제조)은 1일 체중당 200 mg, 총량 500 mL, 1일 2회(오전 9-10시, 오후 2-3시 사이) 각 250 mL씩 섭취할 수 있도록 지도하였으며, 섭취 여부는 매일 모니터링을 하였다. 제공되는 발효식초 및 위약은 공동연구기관인 케이엠에프(KMF Co., Ltd., Daegu, Korea)에서 제공하는 식품용 상품을 이용하였으며, 최대한 유사한 색, 맛, 혼탁 정도를 유지하도록 제조하여 구별할 수 없도록 하였다.

3) 측정 항목 및 방법

모든 피험자는 실험 전과 후(12주 처치 전과 후)에 각각 안정 시에 채취한 혈액으로 혈중 항목을 측정하며, 최대산소섭

취량을 각각 측정하였다. 혈액 채취 전 12시간의 금식 후 상완 정맥을 통하여 혈액 10 mL를 채취하였다. 채취한 혈액은 응고를 방지하기 위해 헤파린 처리한 후 3,000 rpm으로 10분간 원심 분리하여 혈장만을 분리한 다음 분석 전까지 -70°C에서 냉동 보관하였다. 신장은 신장계로 측정하며, 체중 및 신체 구성은 InBody 5.0 (InBody, Seoul, Korea)을 이용해서 체지방량을 분석하였다. 최대산소섭취량 검사 시 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지하기 위하여 트레드밀(Quinton Cardiology Systems, Bothell, WA, USA)을 이용한 운동부하검사를 통해서 최대산소섭취량을 간접 측정하였다¹⁴. 준비운동은 심장병 환자나 심혈관질환 위험이 높은 피험자들을 대상으로 적용할 수 있는 방법으로서 각 피험자는 트레드밀에 적응하기 위하여 1.2 mph와 경사도 0%에서 10분간 실시하였다. 측정 프로토콜은 Bruce protocol을 이용하여 최대검사를 실시하였다. 최대도달조건은 운동자각도 17 이상, 예측 최대심박수 85%일 때로 하였으며, 다음과 같은 타당성이 검증된 공식에 대입하여 최대산소섭취량을 산출하였다¹⁴.

$$\text{최대산소섭취량} = 6.70 - 2.82 \times (\text{gender: male, 1; female, 2}) + 0.056 \times (\text{time in seconds; seconds})$$

혈당은 혈액을 원심분리한 후 혈장만을 이용하여 자동혈당 측정기(YSI 2300 STAT plus; YSI Inc., Yellow Springs, OH, USA)로 측정하였다. 혈중 지질(total cholesterol [TC], triglyceride [TG], high-density lipoprotein cholesterol [HDL-C])의 수준은 Kit (Sigma Diagnostics, Livonia, MI, USA)를 이용하여 효소분석법으로 측정하였으며, low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C)은 Friedewald 등¹⁵의 계산식으로 구하였다 [LDL=TC-HDL-(TG/5)]. 독성검사를 위해서 aspartate aminotransferase (AST: glutamic oxaloacetic transaminase)와 alanine aminotransferase (ALT: glutamic pyruvic transaminase)의 진단 시약을 이용하여 측정하였다.

4) 통계 처리

각 측정항목에 대한 결과는 평균과 표준편차로 산출하였으며, 통계적 분석은 SPSS ver. 10.0 통계 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 통계 처리는 12주간의 처치 후 집단 및 시기 간 차이를 검증하기 위해서 2원 반복 변량분석(two-way repeated analysis of variance)을 실시하였으며, 그룹 및 시기 간 상호작용 효과가 나타날 경우 사후검정으로 시기별 그룹 간 dependent t-test와 그룹별 시기 간 paired t-test를 실시하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

Table 2. Changes of body weight, BMI, and percentage of fat

Group	Body weight (kg)		BMI (kg/m ²)		Percentage of fat (%)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Placebo	62.95±8.62	63.75±8.62	25.60±2.72	25.76±2.84	32.22±4.78	33.17±3.63
Exercise	56.70±4.68	56.43±4.51	23.21±1.79	23.00±1.72	29.78±4.73	30.45±3.77
Vinegar	57.94±5.93	58.42±6.03	22.88±2.53	21.77±5.30	28.82±4.61	27.57±5.06
Vinegar+exercise	62.82±8.44	62.34±8.83	24.35±3.05	24.17±3.25	28.33±5.19	28.04±5.34
Total	60.25±7.43	60.36±7.58	24.05±2.68	23.75±3.57	29.77±4.86	29.82±4.85

Values are presented as mean±standard deviation. There were no significant changes between pre- and post-treatments in all groups.

BMI: body mass index.

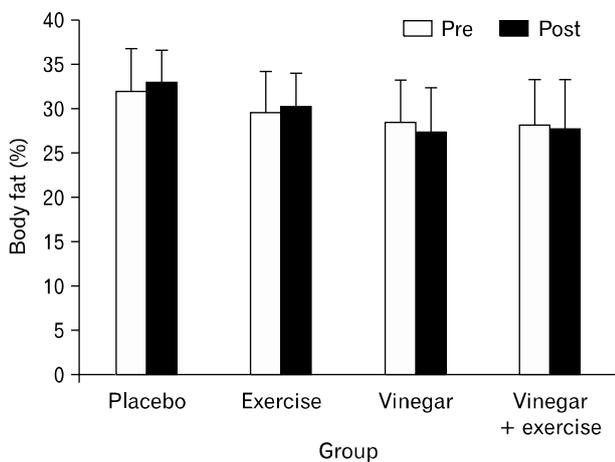


Fig. 1. Changes of percentage of body fat after treatments.

결 과

처치 전후의 체중, body mass index (BMI) 및 체지방률은 Table 2에서 나타난 바와 같은데, 그룹 및 시기 간에 유의한 차이는 없었다. 그러나 BMI에서 위약섭취그룹을 제외한 처치 그룹은 감소하는 경향을 나타냈으며, 체지방률은 식초그룹과 식초+운동그룹이 다소 감소하는 경향(Fig. 1)을 나타냄으로써 식초섭취가 체지방 감소에 긍정적인 영향을 미칠 가능성이 있었다.

처치 전후의 혈중 AST, ALT 및 글루코스(glucose) 농도의 변화는 Table 3에서 나타난 바와 같은데, 그룹 및 시기 간에 유의한 차이는 없었다. 전체적으로 모든 항목에서 일관성 있는 변화를 나타내지않음으로써 식초섭취가 혈중 AST, ALT 및 글루코스 농도의 변화에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

처치 전후의 혈중 총콜레스테롤, 중성지방, LDL-C 및 HDL-C 농도의 변화는 Table 4에서 나타난 바와 같다. 혈중 총콜레스테롤농도는 그룹 및 시기 간에 유의한 차이는 없었다.

혈중 중성 지방 농도는 모든 그룹이 처치 후에 현저하게 감소하여 시기 간에 유의한(F=6.158, p=0.019) 차이를 나타냈으나 그룹 간에 유의한 차이는 없었다. 혈중 LDL-C 농도는 그룹 및 시기 간에 유의한 차이는 없었다. 혈중 HDL-C 농도는 모든 그룹이 처치 후에 현저하게 증가하여 시기 간에 유의한(F=36.186, p<0.001) 차이를 나타냈으나 그룹 간에 유의한 차이는 없었다. 전체적으로 혈중 중성지방 농도는 처치 후에 감소하고, 혈중 HDL-C 농도는 처치 후에 증가하는 결과를 나타냈으나 그룹 간에 유의한 차이를 나타내지 않으므로써 식초섭취가 혈중 지질 관련 변인의 변화에 영향을 미칠 가능성은 거의 없는 것으로 간주한다.

처치 전후의 안정 시 심박수, 수축기 혈압 및 이완기 혈압의 변화는 Table 5에서 나타난 바와 같다. 안정 시 심박수와 수축기 혈압은 그룹 및 시기 간에 유의한 차이는 없었다. 이완기 혈압은 모든 그룹이 처치 후에 현저하게 감소하여 시기 간에 유의한(F=7.223, p=0.012) 차이를 나타냈으나 그룹 간에 유의한 차이는 없었다. 전체적으로 그룹 간에 유의한 차이를 나타내지 않으므로써 식초섭취가 안정 시 심박수와 혈압의 변화에 영향을 미칠 가능성은 거의 없는 것으로 간주한다.

처치 전후의 최대한 운동검사의 결과로서 목표 심박수 85%에 이르는 운동시간, 산출된 최대산소섭취량 및 회복기 15분의 심박수 등의 변화는 Table 6과 Figs. 2, 3에서 나타난 바와 같다. 목표 심박수 85%에 이르는 운동시간의 측정결과는 시기 간에 유의한(p<0.05) 차이를 나타냈으며, 시기 및 그룹 간의 상호작용 효과도 유의하게(p<0.05) 나타났는데, 이에 따른 사후검정결과 위약 그룹은 유의하게(p<0.05) 감소하였으나 다른 세 그룹은 모두 유의하게(p<0.05) 증가하였다. 또한 최대 산소섭취량도 시기 간에 유의한(p<0.05) 차이를 나타냈으며, 시기 및 그룹 간의 상호작용 효과도 유의하게(p<0.05) 나타냈는데, 이에 따른 사후검정결과 위약 그룹은 유의하게(p<0.05) 감소하였으나 다른 세 그룹은 모두 유의하게(p<0.05) 증가

Table 3. Changes of blood concentration of AST, ALT, and glucose

Group	AST (mg/dL)		ALT (mg/dL)		Glucose (mg/dL)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Placebo	24.44±16.89	28.44±22.71	20.22±15.53	42.88±59.72	98.88±15.42	101.77±22.12
Exercise	27.50±33.13	34.25±48.47	17.25±28.37	31.25±48.10	95.37±17.43	97.12±16.33
Vinegar	16.42±2.29	17.71±4.02	9.85±1.67	16.85±4.59	106.14±25.73	110.85±23.77
Vinegar+exercise	25.50±13.77	24.40±8.28	14.00±8.20	28.10±18.35	92.70±10.60	98.20±31.43
Total	24.61±19.32	26.41±26.04	15.55±16.19	30.44±39.17	97.73±17.25	101.50±23.95

Values are presented as mean±standard deviation. There were no significant changes between pre- and post-treatments in all groups.

AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase.

Table 4. Changes of blood concentration of TC, TG, LDL-C, and HDL-C

Group	TC (mg/dL)		TG (mg/dL)		LDL-C (mg/dL)		HDL-C (mg/dL)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Placebo	203.33±18.95	197.00±18.06	241.55±135.42	192.22*±116.03	128.00±21.67	132.77±20.68	39.11±9.42	44.44*±12.88
Exercise	196.12±20.26	186.87±29.41	172.62±125.94	117.37*±38.78	120.75±16.93	120.37±22.64	45.75±11.67	54.50*±11.71
Vinegar	180.28±35.18	168.00±40.59	134.42±66.83	106.28*±51.17	115.57±35.63	99.28±39.91	49.00±8.83	59.28*±9.44
Vinegar+exercise	197.80±36.25	210.80±31.04	147.80±91.17	129.60*±84.54	125.90±39.81	140.50±38.27	47.80±16.17	57.00*±17.26
Total	195.26±28.72	192.70±32.66	175.70±112.57	138.50*±84.54	123.11±29.33	125.23±33.70	45.26±12.30	53.55*±14.15

Values are presented as mean±standard deviation.

TC: total cholesterol, TG: triglyceride, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol.

*p<0.05, compared to pre-test value, two-way repeated analysis of variance. TG: time, F=6.158 (p=0.019); time×group, F=0.350 (p=0.789); group, F=2.290 (p=0.122). HDL-C: time, F=36.168 (p=0.001); time×group, F=0.597 (p=0.622); group, F=1.718 (p=0.184).

Table 5. Changes of resting heart rate, systolic and diastolic blood pressure

Group	Resting heart rate (beats/min)		Systolic blood pressure (mm Hg)		Diastolic blood pressure (mm Hg)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Placebo	69.25±5.09	71.75±6.81	125.37±13.65	131.00±8.71	82.50±5.52	79.50*±3.58
Exercise	69.62±6.11	69.00±6.21	123.12±20.42	121.62±23.70	79.62±11.13	72.62*±5.85
Vinegar	61.57±6.99	60.42±9.62	116.57±15.52	118.42±8.90	72.42±8.71	72.28*±6.07
Vinegar+exercise	61.88±13.13	59.77±10.67	126.11±12.89	126.55±13.71	80.66±10.01	77.00*±10.58
Total	65.59±9.14	65.21±9.74	123.09±15.47	124.65±15.18	79.06±9.44	75.50*±7.47

Values are presented as mean±standard deviation.

*p<0.05 compared to pre-test value, two-way repeated analysis of variance. Diastolic blood pressure: time, F=7.223 (p=0.012); time×group, F=1.139 (p=0.350); group, F=1.139 (p=0.350).

였다. 또한 회복기 15분의 심박수는 시기 간에 유의한(p<0.05) 차이를 나타냈는데 모든 그룹이 처치 후에 감소하는 일관된 경향을 나타냈다.

따라서 운동과 식초섭취는 심폐지구력의 향상에 현저한 도움을 줄 수 있는 것으로 나타났다. 그러나 처치그룹의 세

그룹 간에는 유의한 차이를 나타내지 않음으로써 식초섭취 자체가 독립적으로 긍정적인 영향을 미칠 가능성은 확인할 수 없었다.

Table 6. Changes of exercise duration on 85% HRR, VO₂max, and post-15-minute HR

Group	Exercise duration on 85% HRR (sec)		VO ₂ max (mL/kg/min)		Post-15-minute HR (beats/min)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Placebo	466.25±75.58	453.12*±75.45	27.17±4.23	26.43*±4.22	86.87±6.79	84.62*±9.03
Exercise	478.12±49.30	496.25*±64.53	27.83±2.76	28.85*±3.61	85.50±12.13	83.37*±8.91
Vinegar	504.28±120.08	520.42*±132.86	29.26±6.71	30.20*±7.44	80.28±11.82	73.57*±9.81
Vinegar+exercise	487.88±83.46	513.22*±67.30	28.38±4.67	29.80*±3.76	82.00±13.96	76.22*±11.70
Total	483.62±81.33	495.53±86.64	28.13±4.54	28.80±4.85	83.71±11.31	79.53±10.58

Values are presented as mean±standard deviation.

HRR: heart rate reserve, HR: heart rate.

*p<0.05 compared to pre-test value, two-way repeated analysis of variance. Exercise duration on 85% HRR: time, F=5.716 (p=0.024); time×group, F=3.143 (p=0.041); group, F=0.556 (p=0.648). VO₂max: time, F=5.911 (p=0.022); time×group, F=3.177 (p=0.039); group, F=0.551 (p=0.6452). Post-15-minute HR: time, F=12.072 (p=0.002); time×group, F=0.937 (p=0.436); group, F=1.300 (p=0.294).

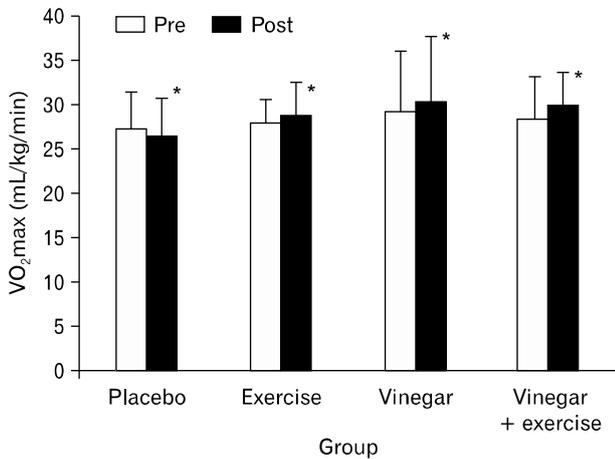


Fig. 2. Changes of maximal oxygen uptake after treatments (*p<0.05 compared to pre-exercise).

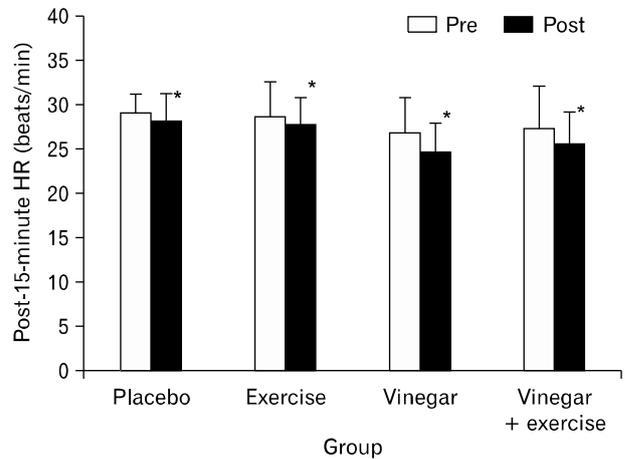


Fig. 3. Changes of heart rate in post-exercise 15 minutes (*p<0.05 compared to pre-exercise). HR: heart rate.

고찰

50대 이상 폐경기 중년여성의 대사증후군의 위험률은 60% 이상 증가하며, 이러한 원인은 복부 비만 및 심폐 체력의 저하 등을 들 수 있다^{16,17}. 최근 비만에 의한 대사성 및 심혈관질환의 예방과 치료방법으로 심폐기능을 중심으로 한 체력향상과 체지방 감소를 위한 생활유형의 변화가 중요하게 강조되었다. 아울러 대사성 질환의 유병률 및 사망률은 우수한 심폐 체력이 유의하게 감소시킴으로써 비만보다는 심폐 체력의 저하가 사망률에 더욱 영향을 미치는 요인인 것으로 보고되었다¹⁸. 이에 항비만¹²과 항염증¹⁹에 효과를 나타내어 심혈관 질환 치료에 긍정적인 영향을 미치고 있는 식초섭취가 체력향상 및 대사성질환 예방 및 치료의 효과적인 방법으로 주목받고 있다. 만성질환 예방 및 치료에 식초섭취에 대한 긍정적인 결과도 다양하게 연구되어 왔다. 특히 식초섭취는 비만 및

비만 관련 대사성 질환의 예방 및 치료에 많은 도움을 주고 있다²⁰. 사과식초는 인슐린 저항성, 고혈당 및 고지혈증을 개선한다^{10,21}는 연구 결과와 포도 식초는 관상동맥질환의 위험인자인 염증성 사이토카인을 감소시켰다¹¹는 결과도 제시된 바 있다. Bounihi 등¹⁰은 비만 유도된 흰쥐의 과일식초 섭취가 손상된 심장의 항염증 및 항비만을 위한 효과적인 방법으로 제시한 바 있다. 특히 체중, 체지방량, 혈장 지질농도, 혈장 내의 심장 기능 관련 생체지표, 염증성 사이토카인 등이 현저하게 개선된 것으로 보고하였다.

본 연구의 식초섭취군은 BMI 및 체지방률에서 유의한 차이는 나타나지 않았지만 감소하는 경향을 나타내어 체지방 감소에 긍정적인 영향을 미칠 가능성은 있었다. 그러나 본 연구진이 실시한 이전의 동물실험²²에서 고지방식 유도에 의한 비만 흰쥐를 대상으로 8주간의 단삼식초를 투여한 결과 식초 투여량, 식욕조절기전 및 대사기전 등이 복합적인 상호영향을 미치

게 되면서 체지방 감소와 인슐린 저항성에 효과를 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러므로 인간과 동물의 대사기전은 반응속도, 적응 기간 및 항상성을 위한 여러 가지 요인의 복잡한 관련성 차이를 고려하여 차후 세부적인 분석이 요구된다.

체지방량이 높을수록 염증 발생 가능성이 현저하게 증가하여 암 유발 및 심혈관질환 유병률에 영향을 미치지만, 체력수준의 저하는 염증 발생에 직접적인 영향은 미치지 않는다²³. 인슐린 저항성의 대표적인 위험 요인에 해당하는 내장지방량의 축적 현상은 규칙적인 유산소운동을 통해서 효과적으로 감소할 수 있으며, 아울러 인슐린 감수성의 향상과 대사성질환의 전반적인 감소 효과를 나타내는 것으로 보고된바 있다²⁴. 이러한 결과를 나타내는 과정에서 유산소운동에 의한 심폐체력의 향상이 동반되어 나타남으로써 심폐 체력의 향상은 대사성 질환의 위험요인 감소를 위해서 매우 중요한 필요조건임을 알 수 있다²⁵. 대사증후군 예방을 위한 체지방량 감소와 심폐체력 향상을 보다 효과적으로 실시하기 위해서 운동프로그램과 기능성 식품 섭취를 복합적으로 실시하는 방법들이 널리 시도되어 왔는데 그 방법 중 발효식품 섭취의 효과를 중요하게 간주하여 시도된 식초섭취와 운동프로그램 수행의 복합적인 처치 효과를 분석한 몇몇 연구들은 다소 차이를 나타낸 결과를 제시한 바 있다. 식초 섭취에 우선순위를 둔 연구를 시도한 Shim 등²⁶은 고지방-고콜레스테롤 증상을 나타낸 흰쥐에 섬에약속 식초를 4주간 투여한 결과 항산화 활성 및 간 기능에서는 정상군과 유의차가 없었으나, 혈중 지질농도 개선에는 유의한 효과를 나타낸 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 식초 섭취가 간 기능 개선, 혈중 콜레스테롤 감소 및 안정 시 혈압의 변화에 영향을 미칠 가능성은 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 선행 연구의 과일식초와 본 연구에서 사용된 현미 발효 식초의 자체 활성과 함유되어 있던 유효성분 및 발효과정에서 새롭게 생성된 성분들이 서로 차이를 나타낼 수 있으며, 성분들의 복합적인 작용결과도 다른 영향을 미쳤기 때문으로 추정된다.

식초섭취와 운동프로그램 병행에 따른 심폐지구력 향상과 관련된 연구에서는 수영선수를 대상으로 6주간 maximal heart rate 70%~80% 운동 강도로 트레이닝을 수행하도록 하면서 식초 음료를 추가 섭취를 한 결과 creatine kinase 및 면역세포가 감소하였으며, 혈청 GPR43이 증가하여 운동 후 피로회복 증가 및 염증반응을 감소시키는데 효과적이라는 보고하였다²⁷. 또한 이전의 연구¹⁰에서 식초 섭취와 함께 트레드밀을 이용한 중강도 지구성 운동을 8주간 병행할 경우 고지방식 유도 비만 흰쥐의 체중 감소 및 인슐린 저항성의 개선 효과가 나타났다.

그러나 신체 구성 변화 및 인슐린 분비 조절은 식초 섭취와는 별개로 운동 효과가 크게 나타났다고 보고하였다. 본 연구에서도 현미발효식초의 항피로 효과를 검증하기 위해서 50대 중년 여성의 12주간 트레드밀 운동을 실시한 결과 지구성 운동은 심폐지구력 향상 및 피로 회복의 효과를 가져왔으며, 식초섭취군에서도 지구성 운동군에서와 같은 효과를 나타내어 발효식초 섭취가 심폐지구력 향상 및 항피로 효과에 도움이 된다는 것을 확인할 수 있었다. 아울러 발효식초 섭취와 지구성 운동의 병행은 중년여성의 지구성 운동능력의 향상을 통한 항피로 효과는 시너지 작용과 함께 분명하게 확인할 수 있었다. 식초 섭취가 retroperitoneal fat pad보다 mesenteric fat pad 감소에 영향을 미친다는 연구결과²⁸에 따라 본 연구의 현미발효식초 섭취가 중년여성의 내장 지방량 감소에 영향을 미쳐 이에 따른 심폐지구력을 비롯한 체력향상 및 피로 회복 속도에 영향을 미쳤을 가능성은 있지만 분명하게 확인할 수는 없었다. 과체중이지만 체력 수준이 우수할 경우에는 심혈관질환의 위험요인이 낮게 나타나며, 운동을 규칙적으로 수행함으로써 혈중 염증 인자는 더욱 감소하게 될 것이다¹⁶. 따라서 운동에 의한 심폐 체력의 향상은 비만과는 독립적으로 심혈관질환의 위험요인을 부분적으로 낮출 수 있을 가능성이 높다고 볼 수 있다²⁵.

선행연구의 대부분은 식초섭취가 대사성 증후군 유발 인자의 개선에 어떤 영향을 미칠 것인가에 대하여 초점이 맞추어져 왔다. 그러나 대사증후군의 위험요인 개선 효과가 없어도 체력이 향상되었다는 관점에서 본 연구는 식초섭취에 대하여 긍정적인 결과를 나타냈다. 동물실험과는 다르게 사람을 대상으로 한 대사기능 관련 혈중 요인의 분석은 그 발현 시점과 복합적인 작용으로 인하여 효과를 바로 확인하지 못하는 단점이 있다. 그러나 장기적인 측면에서 볼 때 지속적인 기능 개선과 시너지 효과에 의한 긍정적인 측면이 더 크게 작용할 가능성이 있을 것이다. 또한 보다 실용 가능한 처치방법을 제시하기 위하여 운동프로그램의 구체적인 개선과 식초섭취량을 더욱 명확하게 규명할 필요성이 있을 것이다.

결론적으로 본 연구는 50세 이상 중년여성을 대상으로 발효식초의 12주간의 섭취에 따른 항피로 및 항비만 효과 분석을 실시한 결과, 발효식초 섭취는 체중 및 체지방 감소에 긍정적인 영향을 분명하게 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한 지구성 운동의 복합 처치에서도 부가적인 항비만 효과는 나타내지 않았다. 그러나 지구성 운동을 적절하게 병행하면서 12주간 발효식초를 섭취시킨 결과 심폐지구력이 분명하게 향상되었다. 따라서 발효식초와 지구성 운동을 병행하는 처치는 지구성

운동능력의 향상을 통한 항피로 효과는 분명하게 확인할 수 있었다. 아울러 식이 섭취량 분석과 함께 선행연구의 동물실험에서 얻어진 조직과 혈중의 항비만, 항피로 관련 요인들의 세부적인 분석을 통해서 보다 분명한 결론을 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 특히 최근 발효식초 섭취는 비만 처치 효과, 간 기능 활성화 등을 통해서 대사성 질환 방지 및 처치를 위한 긍정적인 효과를 제시한 선행연구들^{19,20}의 결과를 고려해 볼 때 추후 보다 세부적인 연구가 계속되어야 할 것이다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. Crino M, Sacks G, Vandevijvere S, Swinburn B, Neal B. The Influence on population weight gain and obesity of the macronutrient composition and energy density of the food supply. *Curr Obes Rep* 2015;4:1-10.
2. Wong C, Marwick TH. Obesity cardiomyopathy: pathogenesis and pathophysiology. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med* 2007; 4:436-43.
3. Cavalera M, Wang J, Frangogiannis NG. Obesity, metabolic dysfunction, and cardiac fibrosis: pathophysiological pathways, molecular mechanisms, and therapeutic opportunities. *Transl Res* 2014;164:323-35.
4. Wang Z, Nakayama T. Inflammation, a link between obesity and cardiovascular disease. *Mediators Inflamm* 2010;2010: 535918.
5. Westphal SA. Obesity, abdominal obesity, and insulin resistance. *Clin Cornerstone* 2008;9:23-9.
6. Zaldivar F, McMurray RG, Nemet D, Galasetti P, Mills PJ, Cooper DM. Body fat and circulating leukocytes in children. *Int J Obes (Lond)* 2006;30:906-11.
7. Uysal O, Arikani E, Cakir B. Plasma total homocysteine level and its association with carotid intima-media thickness in obesity. *J Endocrinol Invest* 2005;28:928-34.
8. Razavi A, Baghshani MR, Rahsepar AA, et al. Association between C-reactive protein, pro-oxidant-antioxidant balance and traditional cardiovascular risk factors in an Iranian population. *Ann Clin Biochem* 2013;50(Pt 2):115-21.
9. Joseph SV, Edirisinghe I, Burton-Freeman BM. Fruit polyphenols: a review of anti-inflammatory effects in humans. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2016;56:419-44.
10. Bounihi A, Bitam A, Bouazza A, Yargui L, Koceir EA. Fruit vinegars attenuate cardiac injury via anti-inflammatory and anti-adiposity actions in high-fat diet-induced obese rats. *Pharm Biol* 2017;55:43-52.
11. Setorki M, Nazari B, Asgary S, Azadbakht L, Rafieian-Kopaei M. Anti atherosclerotic effects of verjuice on hypocholesterolemic rabbits. *Afr J Pharm Pharmacol* 2011;5:1038-45.
12. Lee JH, Cho HD, Jeong JH, et al. New vinegar produced by tomato suppresses adipocyte differentiation and fat accumulation in 3T3-L1 cells and obese rat model. *Food Chem* 2013; 141:3241-9.
13. Bouazza A, Bitam A, Amiali M, Bounihi A, Yargui L, Koceir EA. Effect of fruit vinegars on liver damage and oxidative stress in high-fat-fed rats. *Pharm Biol* 2016;54:260-5.
14. Park S, Park S, Lee M, Ahn H. Validation of prediction equations for VO2max using bruce protocol. *Korean J Meas Eval Physic Educ Sport Sci* 2014;16:41-50.
15. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972;18:499-502.
16. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat Rev Immunol* 2011;11:607-15.
17. Mora S, Cook N, Buring JE, Ridker PM, Lee IM. Physical activity and reduced risk of cardiovascular events: potential mediating mechanisms. *Circulation* 2007;116:2110-8.
18. Fogelholm M. Physical activity, fitness and fatness: relations to mortality, morbidity and disease risk factors. A systematic review. *Obes Rev* 2010;11:202-21.
19. Mohamad NE, Yeap SK, Ky H, et al. Dietary coconut water vinegar for improvement of obesity-associated inflammation in high-fat-diet-treated mice. *Food Nutr Res* 2017;61:1368322.
20. Cheong SR, Baek SY, Yeo SH, Lee CH, Park YK. 2 Month of 1% Rubus coreanus vinegar drink reduces body weight and adipocyte size in dietary induced obesity rats. *FASEB J* 2014;28(1 Suppl):LB361.
21. de Dios Lozano J, Juarez-Flores BI, Pinos-Rodriguez JM, Aguirre-Rivera JR, Alvarez-Fuentes G. Supplementary effects of vinegar on body weight and blood metabolites in healthy rats fed conventional diets and obese rats fed high-caloric diets. *J Med Plants Res* 2012;6:4135-41.
22. Kim K, Jung SR, Ahn NY, et al. Effects of long-term endurance exercise and salvia miltiorrhiza vinegar on body composition and insulin resistance in high fat diet-induced obese rats. *Korean J Food Preserv* 2017;24:666-72.
23. Hamer M, Steptoe A. Prospective study of physical fitness,

- adiposity, and inflammatory markers in healthy middle-aged men and women. *Am J Clin Nutr* 2009;89:85-9.
24. Friedenreich CM, Neilson HK, Woolcott CG, et al. Mediators and moderators of the effects of a year-long exercise intervention on endogenous sex hormones in postmenopausal women. *Cancer Causes Control* 2011;22:1365-73.
 25. Kim KJ, Ahn NY. Comparisons of changes blood CRP concentration and HOMA-IR were followed by %fat or cardiorespiratory function change after aerobic and resistance exercise in middle-age women. *Exerc Sci* 2009;18:317-28.
 26. Shin JY, Kang JR, Shin JH, et al. Effects of Seomaeyakssuk (*Artemisia argyi* H.) vinegar on lipid metabolism in rats fed a high-fat and high-cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2017;46:779-89.
 27. Yoon CS, Kim JJ, Park DR, Ra SG, Ha TG. The effect of 6weeks training and vinegar drinks(SCFA) supplement on blood immune function response during exercise and recovery period in swimmer. *Korea J Sports Sci* 2015;24:1205-15.
 28. Chapados N, Collin P, Imbeault P, Corriveau P, Lavoie JM. Exercise training decreases in vitro stimulated lipolysis in a visceral (mesenteric) but not in the retroperitoneal fat depot of high-fat-fed rats. *Br J Nutr* 2008;100:518-25.
 29. Beh BK, Mohamad NE, Yeap SK, et al. Anti-obesity and anti-inflammatory effects of synthetic acetic acid vinegar and Nipa vinegar on high-fat-diet-induced obese mice. *Sci Rep* 2017;7:6664.