



12주간 복합운동이 여성 노인의 혈청지질, 간기능 및 hs-CRP 염증 수치에 미치는 영향

고수한(부산대학교, 박사 후 연수 연구원)·김태규(부산대학교, 박사과정)·
손선영(부산대학교, 박사과정)·김민교(부산대학교, 박사)·김도연*(부산대학교, 교수)

국문초록

본 연구의 목적은 규칙적인 12주간 복합운동이 여성 노인의 혈청지질, 간기능 및 high sensitivity C reactive protein (hs-CRP)에 긍정적인 영향을 주어 여성 노인의 건강한 삶에 보탬이 되고자 한다. 이에 만 70세 이상 85세 미만의 여성 노인을 대상으로 복합운동군($n=11$), 대조군($n=10$)으로 나누어 실험을 진행하였다. 복합운동 프로그램은 12주간 주 3회 실시하였으며 운동 강도는 유산소성 운동의 경우 무선 심박수 측정기를 사용하여 percentage of heart rate (%HRR)로 설정하여 진행하였으며, 무산소성 운동은 Borg의 주관적 운동 자각도 rating of perceived exertion (RPE)를 사용하였다. 측정 변인을 검증하기 위해 그룹 및 시기 간 상호작용 효과는 two-way repeated measures ANOVA를 사용하였고, 그룹 내 시기 간 차이는 paired *t*-test, 그룹 간 차이는 independent *t*-test를 이용하였으며 유의수준 .05로 설정하여 다음과 같은 결과를 나타내었다. 혈청지질 중 total cholesterol (TC), triglyceride (TG), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C)은 그룹 및 시기 간 상호작용 효과가 나타났으며($p<.05$), TC는 그룹 내 시기 간 유의한 증가가 나타났으며($p<.05$). 또한, 간기능 중 alanine aminotransferase (ALT)는 시기 간 주효과가 나타났으며($p<.05$). 이러한 결과를 종합해 볼 때, 본 연구의 복합운동은 여성 노인의 혈청지질, 간기능 및 hs-CRP에 긍정적인 효과가 있었으며, 이는 12주간의 규칙적인 복합운동이 여성 노인의 간에서 생성되는 지질 및 염증에 관련된 주요 물질의 변화에 영향을 줄 수 있음을 시사한다. 특히, TC, TG, LDL-C의 변화는 복합운동이 지질 개선에 도움을 줄 수 있는 중재법이라 볼 수 있다. 하지만, 본 연구에서 간 기능 중 ALT, AST와 염증 수치인 hs-CRP는 미비한 변화가 나타났으며, 이는 일반적인 여성 노인에게서 복합운동의 효과는 크지 않다는 것을 확인하였다.

한글주요어 : 복합운동, 여성 노인, 혈중지질, 간기능, hs-CRP

* 김도연, 부산대학교, E-mail : kdy4955@pusan.ac.kr

I. 서 론

간(liver)은 신체에서 매우 중요한 기관(organ)이며, 에너지 대사, 호르몬, 염증, 지질 형성 등 매우 다양한 역할을 한다. 간은 체내에 필요한 여러 가지 영양분과 비타민들을 생성하기 때문에 간 건강을 유지하는 것은 매우 중요하다.

그중 혈청에서 발견되는 다양한 지질들은 혈관에 문제를 일으키기 때문에 대사증후군과 같은 진단 기준으로 사용된다(질병관리청, 2021). 혈청지질(serum lipid profile)로 알려져 있는 총 콜레스테롤(total cholesterol; TC), 중성지방(triglyceride; TG), 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol; HDL-C) 및 저밀도 지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol; LDL-C)은 기본적으로 비만이나 이에 따른 대사에 관련된 질병들을 파악하는 데 활용되는 대표적인 지표이다.

특히, TG, HDL-C는 대사증후군(metabolic syndrome)을 진단하는 필수 항목에 포함되는 요소이며, 구체적으로 비만, 당뇨, 고혈압, 이상지질혈증 등을 동반할 수 있기 때문에 노인들은 규칙적인 운동을 통해 이를 개선해야 해야할 필요성이 있다(허안식, 이보라, 이중철, 2021).

또한, TG와 LDL-C의 경우 체내의 축적이 많아질수록 다양한 질병에 노출될 수 있으며 특히, LDL-C의 혈관 내 축적은 혈관질환에 치명적일 수 있고 심혈관계 질환뿐만 아니라 뇌혈관질환에도 부정적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 LDL-C 축적과 TG

의 높은 농도를 제한하는 효과적인 증재가 필요하다. 특히, 선행연구에서 농촌 여성 노인에게서 12주간 생활체조 운동으로 심혈관질환 위험과 관련된 콜레스테롤 및 TG를 개선할 수 있다고 보고하였다(한승완, 전찬복, 2023). 이처럼 대상자들이 신체활동이 많은 생활 환경에 있음에도 콜레스테롤 및 TG에 대한 운동의 효과가 있음을 나타낸 결과는 지질 개선에 있어서 규칙적인 운동의 필요성을 시사한다.

혈청지질에서 높은 LDL-C와 낮은 HDL-C는 전통적으로 coronary heart disease (CHD)에 위험을 주는 요소로 알려져 있으며, VO_2max 65-80%에 해당하는 운동강도는 TC, TG, LDL-C의 감소와 HDL-C의 증가와 같은 긍정적 변화와 관련성이 있어 이러한 중강도 이상의 운동을 통한 지질 대사의 개선은 심혈관계에도 도움이 된다(Muscella, Stefano, & Marsigliante, 2020).

한편, 간에서만 주로 생성되는 알라닌 아미노전이효소(alanine aminotransferase; ALT)와 심근(myocardium)과 다양한 조직에서 생성되는 아스파테이트 아미노전이효소(aspartate aminotransferase; AST)의 수치는 간 기능뿐만 아니라 혈중 유리된 농도가 높을 때 심부전(heart failure)과 좌심실의 기능적인 상태를 확인할 수 있는 중요한 요소이기도 하다(Ewid et al., 2020).

대체로 큰 질병을 동반하지 않는다면 ALT 및 AST는 정상 범주에 속하지만, 규칙적인 운동을 통해 ALT와 AST의 수치를 관리하는 것은 중요해 보인다. 일반적으로 ALT와 AST는 비알코올성지방간(non-alcoholic fatty liver disease; NAFLD)을 확인하는 중요한 지표가 되지만, 지방간에 따르

는 질병들을 예방하기 위해서 일상생활의 변화와 식이 및 운동을 병행하여 ALT와 AST를 관리하는 것은 필수적이다(Fernández, Viñuela, Vidal, & Barrera, 2022). 운동 증재를 통한 ALT와 AST 관리 방법에 대한 연구는 다양하지 않지만, 최근 메타분석에 의하면 종합적으로 운동 수행 자체는 체중의 감소 없이도 NAFLD를 개선할 수 있으며, NAFLD가 아니더라도 ALT, AST, LDL-C, TG와 같이 간에서 생성되고 흡수되는 다양한 물질들을 조절할 수 있다고 보고한다(Babu et al., 2021).

간에서 생성하는 또 다른 중요한 물질 중 하나인 고감도 C-반응성 단백(high sensitivity C-reactive protein; hs-CRP)은 IL-6에 의해서 간에서 합성되는 매우 중요한 염증성 물질이다(Ridker & Rane, 2021). 이 물질이 중요한 이유는 혈중 hs-CRP의 상승은 일반적인 사람들의 심혈관 사망을 예측할 수 있는 인자이기 때문이다(Li et al., 2017). 이렇게 hs-CRP의 상승에 따른 문제점을 개선하기 위해 다양한 연구들이 시행되었고 그중 복합운동을 포함한 유산소 운동, 저항운동 등 여러 형태의 운동 모두 노인의 CRP 개선에 도움을 준다고 보고한다(Zhao, He, Yun, Wang, & Liu, 2022). 또한, 규칙적인 맨몸 운동을 통해서도 70세 이상의 노인에게 hs-CRP의 감소에 효과가 있으며 특히, 여성 노인에게 중강도 이상의 운동은 hs-CRP를 효과적으로 관리하여 심혈관계 질환을 예방할 수 있는 적절한 증재법이라 보고한다(고수한, 하수민, 김도연, 강두왕, 김태규, 2022).

이처럼, 간에서 생성되는 다양한 물질을 조절하고 관리하는 것은 인간의 건강 수명과 매우 밀접한

관련이 있다. 특히, 노화가 진행됨에 따라 자연스럽게 간의 기능이 제한되고 이에 따르는 다양한 질병들이 발병한다.

이에 따라, 본 연구는 간 기능에 대한 지엽적인 관점이 아닌 간에서 생성되는 지질, 효소 및 염증의 관리적 측면에서 운동의 긍정적인 영향에 대해 집중하였다. 또한, 본 연구는 여러 선행 연구를 바탕으로 단일 운동프로그램이 아닌 규칙적인 유·무산소로 구성 되어있는 복합운동 프로그램의 효과를 구명하고자 하였다.

따라서, 본 연구는 12주간 만 70-85세의 여성 노인을 대상으로 규칙적인 중강도 수준에 해당하는 복합운동을 실시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 G시에 거주하는 만 70세 이상 85세 미만 여성 노인을 대상으로 본 연구에 자발적인 참여 의사를 가진 대상자에 한하여 연구 절차와 내용을 충분히 설명한 후 진행하였다. G*Power 3.1 프로그램을 사용하여 이원 반복측정 분산분석법으로 effect size $f=.34$, 검정력 .08을 설정하여 total sample size 20명으로 산출되었으나 중도 탈락자를 예상하여 총 24명을 모집하였다. 대상자는 복합운동군($n=12$), 대조군($n=12$)으로 구분하여 무작위 배정으로 분류하였으나 중도 탈락자 및 검사 결과에 신뢰성이 없는 자를 제외하여 복합

운동군($n=11$), 대조군($n=10$)으로 분석하였다. 또한, 본 연구는 P대학 생명윤리위원회의 승인 받은 실험에서 파생된 연구이다(PNU IRB/2021_34_HR). 대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 대상자의 신체적 특성

Variables	EG($n=11$)	CG($n=10$)
Age(yrs)	77.45±5.54	77.30±4.30
Height(cm)	151.36±4.83	152.79±5.22
Weight(kg)	58.77±9.97	55.69±6.84
BMI	25.68±4.16	23.80±2.73
%BF	35.41±8.29	32.67±4.41

Values are $M\pm SD$

BMI: body mass index

%BF: percentage of body fat

EG: exercise group

CG: control group

표 2. 복합운동 프로그램

Week	Section	Exercise program	Intensity	Frequency
	Warm up (10 min)	Stretching		
1-4	Aerobic exercise (20 min)	Soft walking (5 min)	40~50%HRR	3 times/week
		Normal walking (5 min)		
		Fast walking (5 min)	51~60%HRR	
Light running(5 min)	61~70%HRR			
5-8	Resistance exercise (20 min)	Lay down and raised waist Knee bend, Sit-up, Push-up(knee down), Lunge, Right leg raise back, Left leg raise back, Lean of the wall and squat, Calf raise (fluctuation)	(RPE 12-15)	
9-12		(Approximately 10 time/ 1 set, 10 sec for 1 motion)		
	Cool down (10 min)	Stretching		

2. 복합운동 프로그램

본 연구의 복합운동 프로그램으로써 다양한 동작으로 구성된 유·무산소 운동으로 12주간 주 3회, 회당 60분씩 여성 노인에게 실시하였다. 운동강도는 유산소성 운동은 무선심박수를 측정할 수 있는 RS400sd(Polar, USA)를 사용하여 여유심박수(heart rate reserver, HRR)를 측정하였고 무산소성 운동은 여성 노인의 안전을 위하여 전문 운동사가 운동자각도(rating of perceived exertion: RPE)를 기준으로 강도를 설정하였다. 운동 프로그램은 곽동호, 고수한, 하수민, 강두왕 및 김도연(2022)의 복합운동 프로그램을 수정·보완하였다. 세부적인 운동 프로그램은 <표 2>와 같다.

3. 자료 수집 및 방법

1) 체조성

본 연구의 대상자들은 Inbody 430(Inbody, KOR)을 사용하여 체조성(체중, BMI, %BF)을 자동 측정하였고, 신장(cm)은 신장계를 이용하여 측정하였다.

2) 혈액채취

혈액검사를 위해 전날 오후 9시 이후부터 공복을 유지하게 하고, 채혈 당일 오전 8-9시에 전원정맥에서 혈액 5 ml를 임상병리사가 채취하였다. 채취한 혈액은 serum separate tube(SST)에 수집한 후 원심분리기 Combi-514R(Hanil, KOR)을 이용하여 3000 rpm으로 20분간 분리한 후 분리된 혈청(serum) 상층액을 1.5 ml 튜브(micro tube)에 옮긴 다음 분석 시까지 -80°C deep freezer에 보관하여 분석하였다.

3) 혈액분석

모든 검사 항목은 동일한 조건과 방법으로 혈중지질(TC, TG, LDL-C, HDL-C), 간기능(AST, ALT), hs-CRP에 대하여 사전, 사후 총 2회 분석하였다. 혈중지질은 Enzymatic Colormetric Assay를 이용하여 분석하였으며, 분석 장비는 Cobas 8000(Roche, CHE)를 사용하였다. 또한, 간기능 지표는 Ultraviolet(UV) method를 사용하여 분석하였으며 hs-CRP는 Immunoturbidimetric Assay를 이용하여 분석하였다.

4. 자료처리

본 연구에서 측정된 모든 자료는 SPSS ver 27.0을 사용하여 측정항목에 대한 평균값(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다. 데이터 분석 전 데이터의 정규성 만족 여부를 확인하기 위하여 Shapiro-Wilk(소단위 표본) 검정을 실시하였다. 이에 집단 및 시기 간 상호작용은 two-way repeated measures ANOVA, 집단 내 운동 전·후 차이 검정은 paired t -test, 집단 간 차이 검정은 independent t -test를 실시하였다. 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 혈중지질의 변화

1) TC

본 연구의 TC는 그룹×시기 간 상호작용 효과가 나타났으며($p<.05$), 대조군에서 그룹 내 시기 간 차이에서 유의한 증가가 나타났다($p<.05$). 또한, 변화값에서 그룹 간 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 연구 결과는 <표 3>과 같다.

2) TG

본 연구의 TG는 그룹×시기 간 상호작용 효과가 나타났으며($p<.05$), 변화값에서 그룹 간 차이가 나타났다($p<.05$). 하지만 그룹 내 시기 간 차이 사전·사후에 대한 그룹 간 차이는 나타나지 않았

표 3. 혈청지질 변화

Variables	Group	Pre	Post	Change	t		F
TC (mg/dL)	EG(n=11)	182.82±20.38	175.82±20.89	-7.00±18.69	1.242	Group	.124
	CG(n=10)	171.90±27.90	179.10±33.36	7.20±9.00	-2.529*	Time	.001
	t	1.031	-.273	-2.180*		G×T	4.754*
TG (mg/dL)	EG(n=11)	151.64±52.13	118.82±41.89	-32.82±56.88	1.914	Group	.270
	CG(n=10)	106.30±64.26	137.10±96.86	30.80±58.20	-1.674	Time	.006
	t	1.783	-.571	-2.532*		G×T	6.411*
HDL-C (mg/dL)	EG(n=11)	45.00±8.79	48.45±10.06	3.45±7.85	-1.459	Group	.882
	CG(n=10)	50.70±9.93	50.50±11.01	-.20±3.97	.159	Time	1.390
	t	-1.396	-.445	1.324		G×T	1.753
LDL-C (mg/dL)	EG(n=11)	105.27±18.64	95.00±15.30	-10.27±19.56	1.615	Group	.518
	CG(n=10)	91.30±26.17	96.60±27.12	5.30±9.72	-1.724	Time	.393
	t	1.420	-.101	-2.158*		G×T	4.658*

Values are $M \pm SD$, * $p < .05$

EG: exercise group, CG: control group

G×T: interaction between group and time

TC: total cholesterol, TG: triglyceride

HDL-C: high density lipoprotein cholesterol

LDL-C: low density lipoprotein cholesterol

다. 연구 결과는 <표 3>과 같다.

3) HDL-C

본 연구에서 HDL-C는 운동군에서 증가하는 추세를 보였으나 대조군 간의 비교에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 못하였다. 연구 결과는 <표 3>과 같다.

4) LDL-C

본 연구의 LDL-C는 그룹×시기 간 상호작용 효과가 나타났으며($p < .05$), 변화값에서 그룹 간 차

이가 나타났다($p < .05$). 하지만 그룹 내 시기 간 차이나 사전·사후에 대한 그룹 간 차이는 나타나지 않았다. 연구 결과는 <표 3>과 같다.

2. 간기능의 변화

1) AST

본 연구의 AST는 운동군에서 감소 추세와 대조군에서 증가 추세를 보이지만 두 그룹 간 비교에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 연구 결과는 <표 4>와 같다.

2) ALT

본 연구의 ALT는 시기 간 주효과 나타났다 ($p < .05$). 또한, 두 그룹 모두 사후에 증가하는 추세를 보였지만 평균에 대한 통계 결과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 연구 결과는 <표 4>와 같다.

의한 차이가 나타나지 않았다. 연구 결과는 <표 5>와 같다.

3. hs-CRP의 변화

본 연구의 hs-CRP는 두 그룹 모두 감소하는 경향을 보였지만 두 그룹 간 비교에서 통계적으로 유

IV. 논의

본 연구의 목적은 규칙적인 유·무산소 복합운동이 여성 노인의 간에서 생성되는 지질, 효소 및 염

표 4. 간기능의 변화

Variables	Group	Pre	Post	Change	t		F
AST (IU/L)	EG(n=11)	29.45±8.68	26.00±5.76	-3.45±8.95	1.280	Group	.398
	CG(n=10)	28.60±12.21	31.80±14.47	3.20±13.76	-.736	Time	.003
	t	.186	-1.185	-1.327		G×T	1.760
ALT (IU/L)	EG(n=11)	18.55±5.05	19.73±4.73	1.18±3.22	-1.218	Group	.189
	CG(n=10)	17.70±4.24	22.60±9.50	4.90±8.40	-1.845	Time	4.985*
	t	.413	-.864	-1.315		G×T	1.863

Values are $M \pm SD$, * $p < .05$

EG: exercise group, CG: control group

G×T: interaction between group and time

AST: aspartate aminotransferase

ALT: alanine aminotransferase

표 5. hs-CRP의 변화

Variables	Group	Pre	Post	Change	t		F
hs-CRP (mg/dL)	EG(n=11)	1.84±1.70	1.41±1.18	-0.43±1.45	.385	Group	1.059
	CG(n=10)	1.38±.81	1.03±.91	-0.35±0.55	1.997	Time	1.533
	t	.796	1.208	.595		G×T	.334

Values are $M \pm SD$

EG: exercise group, CG: control group

G×T: interaction between group and time

hs-CRP: high sensitivity C reactive protein

증에 해당하는 혈청지질(TC, TG, HDL-C, LDL-C)과 AST, ALT 및 hs-CRP의 변화에 미치는 영향에 대하여 알아보았으며, 그 결과를 다음과 같이 논의하였다.

본 연구는 혈청지질, 간 기능 및 염증 수치에 대한 복합운동군의 효과를 보다 극명하게 알아보고자 복합운동군과 대조군을 나누어 실험을 진행하였다. 특히, 나이가 들어감에 따라 간 기능이 저하되고 지질 형성의 문제와 ALT, AST와 같은 간에서 생성하는 효소들의 생성이 문제가 되기도 한다(Edvardsson et al., 2018). 이에 따라 여성 노인들에게 규칙적인 복합운동이 간 기능을 개선하는 것을 확인하고, 정착성 생활보다는 규칙적인 움직임의 중요성을 강조하고자 하였다.

그 결과 본 연구에서 12주간의 복합운동프로그램을 수행 후 혈청지질 중 TC, TG, LDL-C에 상호작용 효과가 나타났다. 특히, TC에서는 대조군의 그룹 내 시기 간 유의한 증가와 TG, LDL-C에서 그룹 간의 변화값 차이를 봤을 때 유·무산소 복합운동의 형태가 여성 노인의 혈청지질에 긍정적인 영향을 준 것으로 보이며, 운동을 하지 않은 그룹에서의 부정적인 결과는 규칙적인 운동이 여성 노인에게 중요하다는 것을 더욱 시사한다.

유산소 운동과 무산소 운동의 차이점에서 유산소 운동의 경우 운동 중 미토콘드리아 생성을 활성화하여 근육 조직의 과도한 포도당 수요를 불러일으켜 체내 포도당을 감소시키는 역할을 하며, 저항성 운동은 골격근과 체지방을 개선하는 역할이 있어 이 두 형태의 특성을 종합한 복합운동은 지질 개선에서 이 두 가지 모두의 이익을 볼 수 있다(Liang,

Pan, Zhong, Zeng, & Cheng, 2021).

Xin, Ye, Zhang, & He. (2022)의 연구에서 유산소 운동, 저항운동, 수중운동, 복합운동 수행 후 혈청 지질에 대한 효과를 비교한 결과에서도 TG의 경우 복합운동에서 가장 효과가 높았고, LDL-C는 저항운동에 높은 효과가 있다고 보고하였다. 특히, 이 연구에서 저항운동을 통한 LDL-C의 개선 이유를 간세포(hepatocyte) 표면(membrane)에 저밀도 지단백 콜레스테롤 수용체(low density lipoprotein cholesterol receptor; LDL-R)의 활성도를 개선 시켰기 때문에 간세포에서 LDL-C를 대사 작용으로 사용하여 체내의 LDL-C 농도를 줄일 수 있다는 연관성을 보여주었다. 이를 통해 본 연구에서도 복합운동을 통해 대상자들의 체내에 유사한 작용이 일어났을 가능성을 암시해볼 수 있다.

하지만, 본 연구에서 HDL-C에서는 유의미한 효과가 나타나지 않았는데 이는 대상자들 대부분이 정상적인 HDL-C 수준을 유지하고 있었기 때문이기도 하며 본 연구의 대상자들이 만 70세 이상의 고령자이기 때문에 복합운동을 통한 HDL-C의 유의미한 결과가 도출되기 힘든 것으로 사료된다. 특히, HDL의 콜레스테롤 유출 능력은 운동을 규칙적으로 하더라도 질환이 있거나 젊은 인구와 비교했을 때 노인에게는 효과가 덜하다고 보고하고 있어 본 연구의 HDL-C 결과가 통계적으로 유의미하지 못한 점을 설명할 수 있다(Ruiz-Ramie, Barber, & Sarzynski, 2019).

결국 본 연구의 결과에서 나타난 바와 같이 운동의 형태와 대상자의 연령에 따라 혈청의 변화 정도

의 차이가 다르게 나타날 수 있음을 알 수 있었고 노인의 경우 지질 대사의 개선을 위해서는 이에 맞는 적합한 운동 형태를 선정하는 것이 중요하다고 생각된다.

한편, AST와 ALT는 간과 근육에서 생성되는 효소로써 심근과 간 기능을 간접적으로 확인할 수 있는 효소들이다. 본 연구에서는 12주간 복합운동이 여성 노인의 AST와 ALT에 유의미한 차이를 나타내지 못하였지만, ALT에서 시기 간 주효과가 나타났다. AST와 ALT의 개선에 있어서 식이 병행이 중요하며, 특히 NAFLD 진단과 지방간 질환과 관련해서 주요한 인자이기 때문에 본 연구에서의 일반적인 여성 노인에게는 큰 효과가 없었다고 생각된다. 또한, 병력이 없는 일반적인 대상자로서 AST와 ALT는 두 그룹 모두 측정 사전·사후 모두 정상 범위(0-40 IU/L)에 내에 있었고 이는 다시 말해 복합운동을 통한 간 기능의 개선은 평범한 여성 노인에게서 기대하기 힘들다는 것을 알 수 있었다.

선행 연구에서도 NAFLD를 진단받은 환자의 AST와 ALT가 유산소성 운동과 식이를 병행할 때 가장 큰 효과가 나타났으며, 당뇨 전 단계인 사람에게도 운동 혹은 식이 단독으로만 중재하는 경우보다 둘 다를 병행하는 것이 지방간을 효과적으로 줄일 수 있다고 보고하였다(Zou et al., 2018). 또한, 혈청 ALT의 개선은 복합운동이 아닌 유산소성 운동을 주 3회 3개월 이상 규칙적으로 수행하는 것을 강력하게 권장하고 있어 본 연구의 복합운동 형태의 효과와는 다르게 해석되고 있다(Nam et al., 2023).

이처럼 운동 자체는 특정 상황에서 간 기능을 유

지하고 보존해줄 수 있는 중재법이 될 수 있다고는 생각되지만, 보편적인 대상자들에게는 간 기능에 대한 운동의 효과를 기대하기 힘들다고 보여진다.

또한, 앞으로 NAFLD나 당뇨병과 같은 대사 질환을 가진 대상자들에게 운동과 식이 제한을 비교하는 연구를 통해 AST나 ALT의 변화를 관찰한다면 더욱 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 규칙적인 12주간 복합운동프로그램 수행 후 hs-CRP는 통계적으로 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 이는 hs-CRP 농도가 정상적인 범위(<2.0 mg/dL) 내에 존재하였기 때문인데 정상 범위라 하더라도 운동을 통한 건강의 잠재적 위험성을 예방하는 측면에 대해 해석해볼 수 있다. 다시 말해, 정상적인 hs-CRP 범위라 하더라도 그 범위 안에서 상대적으로 높은 수치일 때 대사증후군 발병의 위험성을 예측할 수 있고, 정상 범위 내에서 hs-CRP의 높은 수준은 대사증후군의 발병을 높일 수 있다고 보고 한다(Yoon, Ryu, Lee, & Park, 2018).

이에 따라, 규칙적인 운동을 수행하면서 비록 hs-CRP가 정상적인 범위 일지라도 그 농도를 잘 관리하여 비만이나 대사증후군과 같은 대사 질환을 예방하는 지표로 활용할 수 있다고 사료되며, 이를 토대로 복합운동 중재에 따른 본 연구의 결과에서 통계적으로 유의미한 감소 효과는 없었으나 여성 노인의 hs-CRP를 유지 및 관리하는 것에는 효과가 있다고 볼 수 있다.

선행연구를 살펴보면 노인들의 hs-CRP의 농도는 칼로리 섭취량의 증가와 과체중 또는 비만할 때

관련성이 있으며, 이러한 특정 상황에서 BMI와 hs-CRP 간의 정적 상관관계를 나타낸다고 보고한다(Luna et al., 2012). 이는 본 연구에서 두 그룹 모두 기본적으로 과체중이거나 비만이지 않으며 hs-CRP의 농도 변화에 대해 통계적인 의미가 나타나지 않은 것도 운동을 통한 BMI 개선이나 체중의 변화가 나타나지 않은 것에서 기인한다고 유추해 볼 수 있다.

이러한 결과들을 종합해 볼 때, 본 연구의 12주간 규칙적인 복합운동을 통해 여성 노인의 혈청지질, 간 기능 및 hs-CRP의 변화에 대해서 다양한 논의를 도출할 수 있었다. 이러한 논의에 따라 일반 여성에게 12주 이상의 복합운동을 권장할 수 있고 복합운동은 여성 노인의 TC, TG, LDL-C의 개선과 AST, ALT 및 hs-CRP를 정상적으로 유지할 수 있는 효과적인 운동 중재이다. 또한, 유·무산소의 복합운동을 규칙적으로 하는 것은 여성 노인의 비만이나 대사증후군을 예방할 수 있고 나아가 이와 관련된 심혈관 질환에 의한 위험성에서 비교적 자유로울 수 있다고 사료된다.

하지만 이러한 본 연구의 결과는 보편적인 제한점을 가지고 있는데 첫째, 국내의 특정 지역의 여성 노인을 대상으로 적은 표본을 모집하였기 때문에 모든 일반 여성 노인에게 일반화하기에는 다소

무리가 있다. 둘째, 본 연구에서 운동군과 대조군 간 통계적으로 차이가 명확하게 나타나지 않은 이유는 대상자들 대부분이 농촌 사회 거주자이며 농번기에 해당하는 시기에 운동을 진행했기 때문에 대상자 대부분의 활동성을 절대적으로 제한하는 것에 무리가 있었다고 생각된다. 셋째, 본 연구는 일반적인 여성 노인으로서 본 연구의 운동에 대한 효과를 남성 노인에게 적용하기에는 무리가 있다고 판단된다. 추후 연구에서는 이러한 본 연구의 제한점을 바탕으로 대상자의 모집 표본수 및 성별의 차이에 대한 연구가 이루어진다면 더 좋은 연구가 될 것이라 사료된다.

V. 결론

본 연구의 결과를 종합해 볼 때, 규칙적인 중강도 이상의 복합운동은 여성 노인의 혈청지질에 긍정적인 영향을 줄 수 있으며, AST, ALT 및 hs-CRP의 정상적인 범위를 유지할 수 있는 효과적인 운동 중재법이라 사료된다. 또한, 추후 연구에서는 일반적인 여성 노인이 아닌 NAFLD 환자나 대사증후군의 여성 노인을 대상으로 혈청지질, 간 기능 및 hs-CRP를 확인하는 연구를 제언한다.

참고문헌

- 고수한, 하수민, 김도연, 강두왕, 김태규 (2022). 12주간 맨손 운동이 노인 여성의 IL-6, hs-CRP 및 IL-10에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 36(4), 99-112.
- 곽동호, 고수한, 하수민, 강두왕, 김도연 (2022). 복합운동이 폐경 후 비만 여성의 인슐린 저항성, 렙틴, GLP-1에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 36(3), 207-225.
- 질병관리청, (2021. 7. 9.). “대사증후군”. https://health.kdca.go.kr/healthinfo/biz/health/gnrlzHealthInfo/gnrlzHealthInfo/gnrlzHealthInfoView.do?cntnts_sn=5427. (접속일: 2023. 7. 13).
- 한승완, 전찬복 (2023). 농촌 여성 노인의 생활체육 운동이 신체조성과 혈중지질에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 32(2), 691-700.
- 허안식, 이보라, 이증철 (2021). 대사증후군 (metabolic syndrome)과 유산소 운동 (aerobic exercise)에 대한 고찰. **한국체육무용과학회**, 1(2), 61-70.
- Babu, A. F., Csader, S., Lok, J., Gómez-Gallego, C., Hanhineva, K., El-Nezami, H., & Schwab, U. (2021). Positive effects of exercise intervention without weight loss and dietary changes in NAFLD-related clinical parameters: a systemic review and meta-analysis. *Nutrients*, 13(9), 3135.
- Edvardsson, M., Sund-Levander, M., Milberg, A., Wressle, E., Marcusson, J., & Grodzinsky, E. (2018). Differences in levels of albumin, ALT, AST, γ -GT and creatine in frail, moderately healthy and healthy elderly individuals. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 56(3), 471-478.
- Ewid, M., Sherif, H., Allihimy, A. S., Alharbi, S. A., Aldrewesh, D. A., Alkuraydis, S. A., & Abazid, R. (2020). AST/ALT ratio predicts the functional severity of chronic heart failure with reduced left ventricular ejection fraction. *BMC Research notes*, 13, 1-6.
- Fernández, T., Viñuela, M., Vidal, C., & Barrera, F. (2022). Lifestyle changes in patients with non-alcoholic fatty liver disease: A systemic review and meta-analysis. *PLoS One*, 17(2), e0263931.
- Li, Y., Zhong, X., Cheng, G., Zhao, C., Zhang, L., Hong, Y., Wan, Q., He, R.,

- & Wang, Z. (2017). Hs-CRP and all-cause, cardiovascular, and cancer mortality risk: a meta-analysis. *Atherosclerosis*, 259, 75-82.
- Liang, M., Pan, Y., Zhong, T., Zeng, Y., & Cheng, A. S. (2021). Effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic syndrome parameters and cardiovascular risk factors: a systematic review and network meta-analysis. *Review in Cardiovascular Medicine*, 22(4), 1523-1533.
- Liu, J. X., Wei, Y., Zhou, J. H., Wang, J., Song, H. C., Li, X. W., Xiang, C. Z., Xu, Y. B., Ding, C., Zhong, Z. Y., Zhang, Z., Luo, Y. F., Zhao, F., Chen, C., & Pi, J. B. (2023). Association of hs-CRP with frailty and its components among elderly over 65 years old in 9 longevity areas of China. *Chinese Journal of Preventive Medicine*, 57(5), 626-633.
- Muscella, A., Stefano, E., & Marsigliante, S. (2020). The effects of exercise training on lipid metabolism and coronary heart disease. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 319(1), H76-H88.
- Nam, H., Yoo, Y., Kang, S. H., Ahn, S. B., Lee, H. W., Jun, D. W., Song, D. S., & Choi, M. (2023). Effect of exercise-based interventions in nonalcoholic fatty liver disease: a systematic review with meta-analysis. *Digestive and Liver Disease*.
- Ridker, P. M., & Rane, M. (2021). Interleukin-6 signaling and anti-interleukin-6 therapeutics in cardiovascular disease. *Circulation Research*, 128(11), 1728-1746.
- Ruiz-Ramin, J. J., Barber, J. L., & Sarzynski, M. A. (2019). Effects of exercise on HDL functionality. *Current Opinion in Lipidology*, 30(1), 16.
- Xin, C., Ye, M., Zhang, Q., & He, H. (2022). Effect of exercise on vascular function and blood lipids in postmenopausal women: a systemic review and network meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12074.
- Yoon, K., Ryu, S., Lee, J., & Park, J. D. (2018). Higher and increased concentration of hs-CRP within normal range can predict the incidence of metabolic syndrome in healthy men. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 12(6), 977-983.

- Zou, T. T., Zhang, C., Zhou, Y. F., Han, Y. J., Xiong, J. J., Wu, X. X., Chen, Y. P., & Zheng, M. H. (2018). Lifestyle intervention for patients with nonalcoholic fatty liver disease: a network meta-analysis. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, *30*(7), 747-755.
- Zhao, H., He, Z., Yun, H., Wang, R., & Liu, C. (2022). A meta-analysis of the effects of different exercise modes on inflammatory response in the elderly. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(16), 10451.
- Luna, R. C., do Nascimento, C. C., Ascitti, L. S., do CC Franceschini, S., Filizola, R. G., Diniz, A. D. S., ... & Costa, M. J. (2012). Relation between glucose levels, high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), body mass index (BMI) and serum and dietary retinol in elderly in population-based study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *54*(3), 462-468.

Effect of Combined Exercise on Serum Lipids, Liver Function and Inflammatory Levels of hs-CRP on Elderly Women

Su-Han Koh(Pusan National University, Post-doctor researcher) ·

Tae-Kyu Kim(Pusan National University, Ph.D. candidate) ·

Seon-Young Son(Pusan National University, Ph.D. candidate) ·

Min-Kyo Kim(Pusan National University, Ph.D.) ·

Do-Yeon Kim(Pusan National University, Professor)

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the positive effect of combined exercise on serum lipids, liver function and high sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) in elderly women and aid to healthy life of elderly women. For this purpose of study, we divided into two groups including combined exercise group ($n=11$) and control group ($n=10$). The age of subjects set up above 70 aged under 85 aged elderly women. The combined exercise was performed a three times per week for 12-week and the intensity of aerobic exercise measured by remote heart rate equipment and this equipment represent percentage of heart rate reserve (%HRR) units. Also, resistance exercise measured by Borg's scale which was rating of perceived exertion (RPE). To examined all this variables, we used two-way repeated measures ANOVA for identify interaction between group and time. Paired t -test was used for figure out the time difference in the group also, independent t -test used for find out the difference between each group. All data set up significant levels .05. The results were as follows. Serum lipids including total cholesterol (TC), triglyceride (TG), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) showed interaction between group and time ($p<.05$), there was significant low in the TC within control group ($p<.05$). Also, liver function of alanine aminotransferase (ALT) showed main effects of time ($p<.05$). Collectively, This study suggests that 12 weeks of regular combined exercise can affect changes in lipids and major inflammatory substances produced in the liver of elderly women. In particular, the change of TC, TG, LDL-C may be seen as a results of effectiveness of combined exercise. However, in our study, among liver functions, ALT, AST, and hs-CRP, which are inflammatory levels, showed insufficient changes. We confirmed that the effect of combined exercise was not significant in the general female elderly.

Key words: Combined exercise, Elderly women, Serum lipids, Liver function, hs-CRP

논문 접수일 : 2023. 08. 13

논문 승인일 : 2023. 09. 09

논문 게재일 : 2023. 09. 30