복합운동이 중년남성의 스트레스 호르몬, 심근 손상지표, 지질과산화 및 항산화 효소에 미치는 영향

오유성¹⁾ · 광이섭²⁾ · 하민성³⁾

1) 서울시립대학교, 2) 동의대학교, 3) 부산대학교

Abstract

Oh, Yoo-Seong., Kwak, Yi-Sub., Ha, Min-Seong. Effects of combined exercise on stress hormone, heart muscle damage indices, lipid peroxides and antioxidant enzyme in older male. *Exercise Science*, 22(2) : 125-132, 2013. The purpose of this study was attempted to identify the effects of combined exercise on stress hormone, heart muscle damage indices, lipid peroxides and plasma antioxidant enzyme in older males. For this study, 24 older males were recruited as participants. The participants were randomized divided into two groups, exercise group($n=12$) and control group($n=12$). The exercise group was trained combined exercise(aerobic and resistance exercise) program during 16 weeks(4-5 days per week). And the pre and post experiments respectively, a measurement of blood samples were took 2 times, which were at pre and post experiment, to measure concentration of plasma cortisol, CK-MB, TBARS, MDA and SOD. The analyzed data brought about the following results by using two-way Repeated ANOVA with SPSS 18.0. The results of the research was as follows. First, according to stress hormone of plasma cortisol level was significant between time and time X group($p<.01$). Second, according to heart muscle damage indices of plasma CK-MB level, significant between time and time X group($p<.01$). Third, according to lipid peroxides of plasma TBARS level, not significant between time and group. However, plasma MDA level was significant between time and time X group($p<.001$). Fourth, according to antioxidant enzyme of plasma SOD level, significant between time and time X group($p<.05$). From the result, combined exercise may positively effects on stress hormone, heart muscle damage indices, lipid peroxides and antioxidant enzyme. So we wants to suggest combined exercise was positive effect on senescence.

Key words : Combined exercise, Stress hormone, Heart muscle damage indices, Lipid peroxides, Antioxidant enzyme, Senescence

초 록

오유성, 광이섭, 하민성. 복합운동이 중년남성의 스트레스 호르몬, 심근 손상지표, 지질과산화 및 항산화 효소에 미치는 영향, 운동과학, 제22권 제2호, 125-132, 2013. 본 연구의 목적은 50세 이상 중년남성을 대상으로 유산소 운동과 저항성 운동을 16주간 병행한 복합운동이 스트레스 호르몬, 심근 손상지표, 지질과산화 및 항산화 효소에 미치는 영향을 과학적으로 규명하는 것이었다. 연구의 대상자는 50세 이상의 중년 남성으로 의학적으로 이상소견이 없는 대상자 24명을 선정하였으며, 선정된 24명 중 신체적 특성이 비슷한 12명씩 임의 배정하여 통제군(control group)과 실험군(experiment group)으로 분류하였다. 복합운동 프로그램은 16주간 주 4-5회, 준비운동 10분, 본 운동 40-70분, 정리운동 10분으로 구성하여 실시하였다. 중년남성을 대상으로 스트레스 호르몬(cortisol), 심근손상지표(CO-MB), 지질과산화(TBARS, mA) 및 항산화효소(SOD)를 측정하였다. 본 연구를 통하여 얻어진 결과는 다음과 같다. 16주간의 복합운동 후 스트레스 호르몬 Cortisol 농도의 변화에는 시기간, 시기*그룹간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 심근 손상지표 CK-MB 농도의 변화에는 시기간, 시기*그룹간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 지질과산화 TBARS 농도의 변화에는 유의한 차이가 나타나지 않았지만 MDA 농도의 변화에는 시기간, 시기*그룹간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 항산화 효소 SOD 농도의 변화에는 시기간, 시기*그룹간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이상의 결과에서 16주간의 복합운동은 50대 중년 남성의 스트레스 호르몬의 수치를 낮추고, 심근 손상지표에 긍정적인 영향을 미치며, 유산소 운동과 저항운동으로 인하여 노화와 관련이 있는 지질과산화의 억제와 항산화 효소의 활성화에 긍정적인 영향을 미쳐, 노화를 예방하는데 있어 효과적인 프로그램이라 사료된다.

주요어 : 복합운동, 스트레스 호르몬, 심근손상지표, 지질과산화, 항산화효소, 노화

I. 서론

사회 발달과 더불어 의학의 발달로 인해 평균수명의 증가로 노년기가 확대됨에 따라 건강한 노후생활에 대한 준비와 노화에 대한 관심이 증대되고 있다.

50대 중반 또는 60대 이후 노년으로 전환되는 시점은 뇌혈관 및 심장질환에 의한 사망률이 급격하게 증가하며(최상배, 고성경, 2001), 통계청(2003)에 따르면 심혈관 질환은 한국인의 사망원인에서 1-2위를 차지할 정도로 발병률이 매우 높고, 이러한 질환으로 인하여 합병증을 유발하며, 연령이 높아질수록 더욱 증가되는 것으로 보고하였다.

한편, 신체적 기능은 노화과정이 진행됨에 따라 매년 .75-1 %의 감소 현상을 보이고, 청년기에 비하여 25 % 정도 저하된다. 또한, 인간은 노화가 진행 되면서 불가피하게 근골격계의 기능이 저하되는데, Akima 등(2001)의 연구에 따르면, 점진적인 근섬유의 손실은 50세가 지나면서 시작되어 80세에 이르기까지 지속되며, 팔다리 근육을 시작으로 대략 50 % 정도의 근섬유가 손실된다고 보고하고 있다. 이러한 근섬유의 손실은 근육량의 감소로 연결되는데, 근육량의 감소는 체력의 약화, 만성피로, 전신반응속도의 저하, 활동성의 감소로 이어져 골밀도의 감소, 운동기능의 저하, 보행능력의 장애 및 밸런싱기능 저하, 스트레스 증가 등의 만성질환을 겪게 된다(박상갑 등, 2010; Faulkner et al., 2007).

한편, 노화에 대비하여 운동의 필요성에 대한 많은 연구들이 진행되어 지고 있는데, 유산소 운동은 인체 에너지 기질로 지방을 주로 사용하기 때문에 지질대사의 개선 및 촉진으로 혈압의 감소와 심폐기능의 증가 효과를 기대할 수 있다(ACSM, 1995). 하지만 Glowacki 등(2004)의 연구에 따르면 유산소 운동은 저항운동에 비하여 장기적인 골밀도 및 제지방량의 발달은 낮게 나타날 수 있으며, 사용되지 않는 근육의 양은 감소될 수 있다고 보고하였다. 반면, 저항운동은 에너지원으로 근 글리코젠을 사용하기 때문에 체지방 감소에 의한 체중조절 효과는 유산소 운동에 비해 낮으나(Singh et al., 1999) 동화작용에 의한 단백질 합성 및 제지방량 증가 등의 효과가 있으며(Kraemer et al., 1990; Vouri, 1995), 성장호르몬의 분비가 촉진된다(Bosco et al., 2000; Kraemer et al., 1990, McCall et al., 1999)고 보고하였다.

이렇듯 최근 연구 동향을 볼 때, 유산소 운동과 저항성 운동의 단점을 보완하기 위한 복합운동에 대한 연구들이 활발하게 이루어지고 있다. 복합운동은 유산소 운동에 의한 지질대사의 촉진과 저항운동에 의한 제지방량의 유지 및 증

가를 통해 인체에 긍정적인 결과를 줄 수 있는 운동 형태이다(Izquierdo et al., 2004; Patel et al., 2003). 이러한 복합운동은 유리지방산에 의해 성장호르몬 자극 호르몬의 분비를 억제하고(Cansanueva et al., 1987, Kok et al., 2004; Maccario et al., 1994), 성 호르몬과 스트레스 호르몬의 분비를 억제한다고 하였다(Lanfranco et al., 2004; Meikle et al., 1989). 따라서 복합운동은 노화에 따른 스트레스 호르몬에 긍정적인 영향을 줄 것이라 예상된다.

한편, 운동부족을 고혈압, 고지혈증, 흡연과 함께 심장병의 중요한 발병인자라고 하며(박상갑, 박재현, 2001). CK-MB는 손상 받은 심장근육세포의 지표가 되는데, 노화에 따른 심장근육세포의 기능 상태를 추정할 수 있으며, 박상갑 등(2001)의 연구에서는 장기간의 유산소성 운동이 신체조성과 심장 기능을 개선시키며 심장과 관련된 효소에 효과적이라고 보고하였다.

또한 백영호 등(2010)의 연구에서는 규칙적인 유산소 운동이 지질과산화의 농도를 낮추고 항산화 효소를 활성화시킨다고 보고하였고, 장기간 규칙적인 유산소 운동은 항산화 효소를 강화시켜 지질과산화 수준을 감소시키는 유용한 효과(Ravi Kiran et al., 2004)를 가져오며, 신진대사의 활성화 및 면역기능의 향진으로 감염질환이나 종양 성장에 대한 저항력이 향상되고, 체중 조절이 가능해지므로 성인병까지도 예방을 할 수 있다(노종철 등, 2004)고 하였다. 또한, 유산소 운동은 체내 항산화 체계를 향상시킴으로써 유리기로 인하여 손상된 심혈관계의 기능을 정상화시키는데 효과가 있으며(우진희 등, 2001), 적절한 강도의 유산소 운동은 신체의 항산화 능력과 항산화 체계를 향상시킴으로써 항산화 효소를 활성화시켜 프리라디칼로 인한 세포의 손상을 줄일 수 있다(노종철 등, 2004)고 보고하였다.

한편, 유산소 운동이 지질과산화 및 항산화 효소에 긍정적인 영향을 미치는 연구에 대해서는 활발히 진행되고 있으나 아직 유산소 운동과 저항성 운동을 복합적으로 실시하여 항산화 체계에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이며, 노년기를 대비하는 50대 이상 고령자들에게 있어 건강을 위하여 운동에 대한 필요성은 입증되었으나, 노화예방을 위한 효과적인 운동방법에 대해서는 정립하기 어려운 실정이다.

따라서 본 연구는 50세 이상 중년남성을 대상으로 유산소 운동과 저항성 운동을 16주간 병행한 복합운동이 스트레스 호르몬, 심근 손상지표, 지질과산화 및 항산화 효소에 미치는 영향을 과학적으로 규명함으로써 노년기를 대비하는 고

령자들을 위한 효과적인 프로그램과 트레이닝 방법을 개발 하는데 기초자료를 제공하는데 본 연구의 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 50세 이상의 중년 남성으로 의학적으로 이상소견이 없는 대상자 24명을 선정하였으며, 선정된 24명 중 신체적 특성이 비슷한 12명씩임의 배정하여 통제군(control group)과 실험군(experiment group)으로 분류하였다.

피험자들은 본 실험의 목적을 이해하고 자발적으로 참가의사를 표명한 자들로, 연구대상자의 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of subjects

	N	Age(yr)		Height(cm)		Body mass(kg)	
		M	SD	M	SD	M	SD
CG	12	54.75	2.62	172.71	4.32	71.59	5.56
EG	12	54.17	2.27	172.21	4.09	71.84	5.25

CG : control group, EG : exercise group

2. 측정항목 및 방법

1) 체격측정

실험 당일 연구대상자들에게 완전 탈의 후 측정용 트렁크를 입은 후 생체전기저항분석기 InBody-720(Biospace, Korea)을 이용하여 신장과 체중을 측정하였다.

2) 복합운동 프로그램

복합운동 프로그램은 16주간 주 4-5회, 준비운동 10분, 본운동 40-70분, 정리운동 10분으로 구성하였다. 운동의 강도는 유산소 운동의 경우, 점증적 운동부하방법을 적용하였고, 운동 강도는 Polar 무선심박수측정기(Polar analysis, Polar of Finland)를 이용하여 심박수 변화량 측정과 주관적 운동 강도(Borg, 1982)를 설정하여 1-4주는 45-50 %(RPE 11), 4-8주는 50-55 %, 8-12주는 55-65 %(RPE 13), 12주-16주는 60-70 %HRmax (RPE 15)로 실시하였다. 저항성 운동의 경우, 김준겸(2008)의 연구에서 웨이트 트레이닝을 수정 보완하여 트레이너의 지도로 최대근력(1RM)의 60-70 %로 반복횟수 8-12회, 3세트로 20-30분 간 실시하였다.

준비운동과 정리운동은 스트레칭을, 본 운동은 걷기, 건

강체력 요소 향상을 위한 순발력, 민첩성, 심폐기능 강화운동 등의 유산소 운동과 프리웨이트를 이용한 저항운동을 혼합한 복합운동으로 실시하였다.

구체적인 복합운동 프로그램은 <Table 2>와 같다.

Table 2. Combined exercise program

Item	Contents	Time
Warm-up	Stretching	10
Aerobic exercise	Variety	20-40
	Intensity	
	Walking Step-walking Side-step Jumping,	
	45-70 % HRmax (RPE 11-15)	
Weight exercise	Bench press Push-up Sit-up Squat Barbell curl Triceps extension	20-30
	60-70 % of 1RM (RPE 11-15)	
Cool-down	Stretching	10

3) 혈액검사

모든 연구대상자는 12시간 공복 후 무리한 신체활동을 금지시키고 측정 당일 30분간 안정을 취하게 하여 오전 8시에 채혈하였다. 상완정맥에서 혈액을 채취하였으며, 채혈된 혈액은 원심분리기(Beckman, U.S.A)를 이용하여 혈장과 혈청을 분리시켜, 즉시 냉동시킨 후, E전문의료기관에 의뢰하여 Cortisol, CK-MB, TBARS, MDA, SOD를 분석하였다.

3. 자료처리 방법

본 연구에서 측정된 자료는 SPSS(Ver. 18.0) 하위 프로그램을 이용하여 통계 처리하였다. 각 변인별로 기술 통계치(M, SD)를 산출하고, 운동 전·후의 평균값과 집단 간의 평균값을 검증하기 위해 반복측정에 의한 이원변량분석(two-way ANOVA with repeated measure)을 실시하였다. 각 통계치의 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 운동에 따른 스트레스 호르몬 Cortisol의 변화

연구대상자의 16주간 복합운동 전·후 스트레스 호르몬 Cortisol의 변화는 <Table 3>과 같다.

〈Table 3〉에서 나타난 바와 같이 통제군의 경우 실험 전 8.13 ± 3.16 ug/dL에서 후 8.03 ± 2.87 ug/dL로 유의한 차이를 나타내지 못하였으며, 운동군의 경우 실험 전 10.96 ± 3.45 ug/dL에서 후 10.19 ± 2.85 ug/dL로 유의하게 감소하였다($p < .01$).

16주간의 복합운동에 따른 스트레스 호르몬의 변화에서 시기 간, 시기*그룹 간 유의한 차이를 나타냈다($p < .01$).

5.51 ± 1.48 uM로 증가하는 경향을 보였으며, 운동군의 경우 실험 전 5.82 ± 2.05 uM에서 후 5.43 ± 1.86 uM로 유의하게 감소하였다($p < .001$).

16주간의 복합운동에 따른 지질과산화의 변화에서 TBARS 농도는 유의한 차이를 나타내지 못하였지만, MDA 농도는 시기 간, 시기*그룹 간 유의한 차이를 나타냈다($p < .01$).

2. 운동에 따른 심근 손상지표 CK-MB의 변화

연구대상자의 16주간 복합운동 전·후 심근 손상지표 CK-MB의 변화는 〈Table 4〉와 같다.

〈Table 4〉에서 나타난 바와 같이 통제군의 경우 실험 전 $1.55 \pm .68$ ng/mL에서 $1.55 \pm .69$ ng/mL로 유의한 차이를 보이지 못하였고, 운동군의 경우 실험 전 $1.72 \pm .52$ ng/mL에서 후 $1.63 \pm .47$ ng/mL로 유의하게 감소하였다($p < .01$).

16주간의 복합운동에 따른 심근 손상지표의 변화에서 시기 간, 시기*그룹 간 유의한 차이를 나타냈다($p < .01$).

3. 운동에 따른 지질과산화 TBARS, MDA의 변화

연구대상자의 16주간 복합운동 전·후 지질과산화 TBARS와 MDA 농도의 변화는 〈Table 5〉와 같다.

〈Table 5〉에서 나타난 바와 같이 TBARS 농도는 통제군의 경우 실험 전 $.37 \pm .23$ uM에서 후 $.38 \pm .21$ uM로 유의한 차이를 나타내지 못하였으며, 운동군의 경우 실험 전 $.40 \pm .22$ uM에서 후 $.39 \pm .22$ uM로 유의한 차이를 나타내지 못하였다. MDA 농도는 통제군의 경우 실험 전 5.04 ± 1.51 uM에서 후

4. 운동에 따른 항산화 효소 SOD의 변화

연구대상자의 16주간 복합운동 전·후 항산화 효소 SOD 농도의 변화는 〈Table 6〉과 같다. 〈Table 6〉에서 나타난 바와 같이 SOD 농도는 통제군의 경우 실험 전 $7.91 \pm .99$ U/mL에서 후 $7.92 \pm .98$ U/mL로 유의한 차이를 나타내지 못하였고, 운동군의 경우 실험 전 7.91 ± 1.13 U/mL에서 후 7.76 ± 1.18 U/mL로 유의하게 감소하였다.

16주간의 복합운동에 따른 항산화 효소의 변화에서 시기 간, 시기*그룹 간 유의한 차이를 나타냈다($p < .05$).

IV. 논의

스트레스 호르몬의 일종인 Cortisol은 지방조직에서 유리 지방산의 분해를 촉진하여 지방의 이용을 활성화시켜 높은 강도의 운동에서 오는 스트레스에 대응하여 면역변인을 활성화시키는데, Cortisol 호르몬은 중강도 이상의 운동에서 상승한다. 정상적인 농도의 Cortisol 호르몬은 스트레스에 대하여 신체를 보호하는 역할을 맡고 있으나, 혈중의 높은

Table 3. Result of 16 week combined exercise change of cortisol

Item	Group	N	Pre M SD	Post M SD	Source	df	F	P
Cortisol (ug/dL)	CG	12	8.13 ± 3.16	8.03 ± 2.87	Time		8.865	0.007**
	EG	12	10.96 ± 3.45	10.19 ± 2.85	Time*Group	1	5.117	0.034**
					Group		3.971	0.059

CG : control group, EG : exercise group, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Table 4. Result of 16 week combined exercise change of CK-MB

Item	Group	N	Pre M SD	Post M SD	Source	df	F	P
CK-MB (ng/mL)	CG	12	$1.55 \pm .68$	$1.55 \pm .69$	Time		10.483	0.004**
	EG	12	$1.72 \pm .52$	$1.63 \pm .47$	Time*Group	1	8.426	0.008**
					Group		0.260	0.615

CG : control group, EG : exercise group, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Cortisol 호르몬은 궁극적으로 조직 파괴의 원인이 되고, 신체의 부정적인 영향을 미쳐, 면역능력을 상실하게 된다(하민성, 2011).

반면, Cortisol 호르몬의 분비가 감소되는 것은 훈련의 적응에 따른 결과이며, 운동에서 오는 심리적 스트레스에 적응되기 때문에 나타난다고 보고하였다(백일영, 2006).

시상하부에서 분비되는 Cortisol은 조직 손상, 감염, 온열 등 신체적 감정적 스트레스 반응 시 빠르게 증가하는 스트레스 호르몬으로서(Melessa, 2005), 60 % $\dot{V}O_2\text{max}$ 이상의 운동 강도로 장시간 운동 시 농도가 증가하며, 운동 강도의 증가에 따라 비례적으로 증가한다(Davies & Few, 1973)고 보고하였다. 곽이섭과 백일영(2000)은 서로 다른 운동처치에 따른 Cortisol 호르몬의 변화가 면역세포와 면역글로빈에 미치는 영향에 관한 연구에서 유산소훈련에 따른 Cortisol 호르몬의 변화는 훈련군에서 감소하는 수치를 보였다고 하였다. 본 연구에서 16주간 복합운동을 중년남성에게 실시한 결과 혈중 스트레스 호르몬인 Cortisol 농도가 감소하는 경향을 보였는데, 이는 선행연구에서 중강도 이상의 운동에서 상승했다는 연구결과와는 상반되며, 유산소 운동에서 적응에 따른 훈련군에서 Cortisol 농도가 감소한다는 곽이섭과 백일영(2000)의 연구결과를 지지하였다.

CK-MB는 근섬유막의 손상 등에 따라서 활성도가 높아지는 것으로 알려져 있으며, 급성심근경색에 대한 조기진단과 조기치료를 위해 사용하는 검사로, 미세한 심장 손상에도 농도가 상승하는 민감성이 높은 특징을 가지고 있다(Collison & Gaze, 2007). 본 연구에서는 유산소 운동이 심장

기능과 효소를 개선시켜 심장질환예방에 효과적이라고 한 박상갑(2001)의 연구와 동일한 결과를 얻었는데, 이는 유산소 운동 뿐 아니라 저항성 운동을 포함한 운동프로그램에 의한 심폐체력이 향상되어 심장기능 향상에 효과적인 결과라고 사료된다.

한편, 운동에 의해 생성된 ROS는 주조직의 산화된 일부분(fragment)을 손상시키는데 있어 중요한 역할로 작용하며, 과다한 내인성 산화제는 조직의 손상, 효소 비활성, 지질과산화, DNA 손상 등을 초래한다. MDA는 생체에서 지질과산화의 지표로서 사용되며, MDA를 측정할 수 있는 가장 일반적인 방법은 흡광도 측정 방법(이중원, 2009)과 TBARS를 측정하는 방법이 있는데 MDA는 지질과산화 산물 중 가장 많이 형성되는 물질로서 TBA와 반응시켜서 측정한다. 그러나 TBA는 MDA뿐만 아니라 다른 종류의 지질과산화물과도 반응하므로 TBA와 반응할 수 있는 모든 물질을 TBARS로 하여 측정한다(서영환, 2003). 본 연구결과 운동에 의해 지질과산화물인 MDA가 증가한다는 Kanter 등(1993), Yudkin 등(2000)의 결과와는 상반되었지만, 운동 시 MDA가 오히려 감소하였다는 Lovlin 등(1987)의 결과와 일치하였다. 이와 같은 결과는 장기간의 유산소 운동과 저항성 운동에 의한 심폐체력, 근력, 근지구력 등의 향상에 의하여 인체의 방어능력을 증가시켜 산화-환원의 균형을 유지하는데 도움을 준 결과라고 보여진다.

한편, 운동의 형태에 따라 인체에 다양한 영향을 미치는데, 규칙적이고 적절한 운동은 근육에서의 방어 효소 계를 활성화시키고, 활성산소로 인한 손상을 감소시키기 위하여

Table 5. Result of 16 week combined exercise change of lipid peroxides

Item	Group	N	Pre M SD	Post M SD	Source	df	F	P
TBARS (uM)	CG	12	0.37±0.23	0.38±0.21	Time		0.006	0.941
	EG	12	0.40±0.22	0.39±0.22	Time*Group	1	1.415	0.247
					Group		0.050	0.826
MDA (uM)	CG	12	5.04±1.51	5.51±1.48	Time		18.062	0.000***
	EG	12	5.82±2.05	5.43±1.86	Time*Group	1	19.338	0.000***
					Group		0.657	0.426

CG : control group, EG : exercise group, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

Table 6. Result of 16 week combined exercise change of SOD

Item	Group	N	Pre M SD	Post M SD	Source	df	F	P
SOD (U/mL)	CG	12	7.91±0.99	7.92±0.98	Time		5.836	0.024*
	EG	12	7.91±1.13	7.76±1.18	Time*Group	1	6.597	0.018*
					Group		0.033	0.858

CG : control group, EG : exercise group, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

폐의 공기 정화를 증가시켜 대사를 원활하게 한다(Mena et al., 1991). 또한, 인체는 활성산소와 같은 산화적 손상에 대항하여 신체를 보호하기 위하여 스카벤징 시스템을 가지고 있는데, superoxide dismutase(SOD), catalase(CAT), GSH peroxidase(GPX) 등과 같은 항산화 효소는 ROS의 전자 환원반응을 촉매하는 역할을 한다(Ji et al, 1998). 그 중 SOD는 산화적 스트레스에 대한 중요한 지표로서 항산화 효소 중 대표적인 물질이다(엄우섭, 2004).

본 연구에서 복합운동을 실시한 대상자에게서 항산화 효소 SOD가 활성화 되었는데, 이는 운동 강도에 따라 미토콘드리아의 호흡량을 증가시켜 부수적으로 생성된 산소프리 라디칼에 의한 산화적 스트레스가 심화되어 조직의 손상과 과산화지질을 증가시킨다(Polidire, 2000)는 선행연구와는 상반되었지만, 트레이닝 후 감소된 MDA는 1회성 운동이 산화적 스트레스를 유발하여 지질 과산화의 증가를 초래할 수 있지만 장기간 유산소 트레이닝은 인체의 방어 능력을 증가시킴으로써 산화-환원의 균형을 유지하는데 도움을 줌 항산화 효소의 활성화에 긍정적인 영향을 미친다(Radak, 2000)는 연구결과와는 일치하였다.

따라서 본 연구에서는 16주간 중년을 남성을 대상으로 복합운동을 실시한 결과 운동에 따른 스트레스 호르몬, 심근 손상지표, 지질과산화 및 항산화 효소에 있어 인체에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이는 장기간의 운동에 따른 긍정적인 영향을 미친 선행연구들과 일치한 결과이다. 상반된 연구결과와는 운동 강도의 설정, 복합운동 프로그램의 차이, 대상자 특성의 차이, 질환 유무에 따른 차이로 사료된다.

V. 결론

본 연구의 대상자들은 의학적으로 이상소견이 없고 신체적 특성에 유의한 차이가 없는 50세 이상의 중년 남성을 대상으로 복합운동을 실시하여 스트레스 호르몬(Cortisol), 심근 손상지표(CK-MB), 지질과산화(TBARS, MDA) 및 항산화 효소(SOD)의 변화를 비교하였으며 연구결과 스트레스 호르몬, 심근 손상지표, 지질과산화 및 항산화 효소에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 복합운동은 50대 중년 남성의 스트레스 호르몬의 수치를 낮추고, 심근 손상지표에 긍정적인 영향을 미치며, 유산소 운동과 저항운동으로 인하여 노화와 관련이 있는 지질과산화의 억제와 항산화

효소의 활성화에 긍정적인 영향을 미쳐, 노화를 예방하는데 있어 효과적인 프로그램이라 사료된다.

참고문헌

- 곽이섭, 백일영(2000). 서로 다른 운동처치에 따른 코티졸 호르몬의 변화가 면역세포와 면역글로불린에 미치는 영향. 한국체육학회지, 39(4) : 371-379.
- 김준겸(2008). 복합운동이 비만 고등학생의 건강체력에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문, 공주대학교.
- 노종철, 김현태, 채창훈, 이상훈, 안응남(2004). 장기간 L-Carnosine 투여와 운동이 지질과산화 및 운동수행능력에 미치는 영향. 운동영양학회지, 8(1) : 79-85.
- 박상갑, 박재현(2001). 유산소운동이 비만여성의 심장 기능과 효소에 미치는 영향. 한국체육학회지, 40(3) : 719-729.
- 박상갑(2010). 복합운동프로그램이 Sarcopenia 여성노인을 위한 건강체력과 항노화호르몬 및 근감소증예방에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 40 : 435-442.
- 백영호, 이상호(2010). 유산소 운동과 부추섭취가 혈중지질, 지질과산화 및 항산화효소에 미치는 영향. 생명과학회지, 20(2) : 245-252.
- 백일영(2006). 운동과 에너지 대사. 서울: 대한미디어.
- 서영환(2003). 장기간의 태권도 수련이 혈액 항산화 효소 및 지질과산화에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 조선대학교.
- 엄우섭(2004). 운동강도에 따른 12주간 유산소 운동이 지질과산화물(MDA)과 항산화 효소(SOD)에 미치는 영향. 운동과학, 13(3) : 335-350.
- 우진희, 백일영, 곽이섭(2001). 장기간 유산소성 훈련이 본태성 고혈압쥐의 심혈관계 변화와 GPx 활성 및 지질과산화에 미치는 영향. 한국체육학회지, 40(1) : 387-397.
- 이중원(2008). 유산소 운동시 산소농도가 산화스트레스에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 한양대학교.
- 최상배, 고성경(2001). 여성 건강과 운동, 서울: 홍성출판사.
- 통계청(2003). 통계청 통계연구. 대전: 통계청.
- 하민성(2011). 요가운동이 근골격계질환 여성의 유산소 운동 능력 및 항산화 체계에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문. 연세대학교.
- ACSM. (1995). Guidelines for graded exercise testing and

- prescription (5th ed). Baltimore : Lea & Febiger.
- Akima, H., Kano, Y., Enomoto, Y., Ishizu, M., Okada, M., Oishi, Y., Katsuta, S., & Kuno, S. (2001). Muscle function in 164 men and women aged 20-84 years. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33(2) : 220-226.
- Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 14(5) : 377-381.
- Bosco, C., Colli, R., Bonomi, R., Von Duvillard, S. P., & Viru, A. (2000). Monitoring strength training : neuromuscular and hormonal profile. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32(1) : 202-208.
- Casanueva, F. F., Villanueva, L., Dieguez, C., Diaz, Y., Cabranes, J. A., Szoke, B., Scanlon, M. F., Schally, A. V., & Fernandez-Cruz, A. (1987). Free fatty acids block growth hormone (GH) releasing hormone-stimulated GH secretion in man directly at the pituitary. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 65(4) : 634-642.
- Davies, C. T. M., & Few, J. D. (1973). Effects of exercise on adrenocortical function. *J. Appl. Physiol.*, 35(6) : 887-891.
- Faulkner, J. A., Larkin L. M., Claflin, D. R., & Brooks S. V. (2007). Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin. Exp. Pharm. Physiol.*, 34(11) : 1091-1096.
- Glowacki, S. P., Martin, S. E., Maurer, A., Baek, W., Green, J. S., & Crouse, S. F. (2004). Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36(12) : 2119-2127.
- Izquierdo, M. J., Ibanez, K., Hakkinen, W. J., Kraemer, J. L., Larion, J. L., & Gorostiaga, E. M. (2004). Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36(3) : 435-443.
- Ji. L. L., Leeuwenburgh, C., Leichtweis, S., Gore, M., Feibig, R., Hollander, J., & Bejma, J. (1998). Oxidative stress and aging. Role of exercise and its influences on antioxidant systems. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 854 : 102-117.
- Kanter, M. M., Nolte, L. A., & Holloszy, J. O. (1993). Effects of an antioxidant vitamin mixture on lipid peroxidation at rest and post exercise. *J. Appl. Physiol.*, 74(2) : 965-969.
- Kok, P., Buijs, M. M., Kok, S. W., Van Ierssel, I. H., Frolich, M., Roelfsema, F., Voshol, P. J., Meinders, A. E., & Pijl, H. (2004). Acipimox enhances spontaneous growth hormone secretion in obese women. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 286(4) : 693-698.
- Kraemer, W. J., Marchitelli, L., Gordon, S. E., Harman, E., Dziados, J. E., Mello, R., Frykman, P., McCurry, D., & Fleck, S. J. (1990). Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *J. Appl. Physiol.*, 69(4) : 1442-1450.
- Lanfranco, F., Giordano, R., Pellegrino, M., Gianotti, L., Ramunni, J., Picu, A., Baldi, M., Ghigo, E., & Arvat, E. (2004). Free fatty acids exert an inhibitory effect on adrenocorticotropin and cortisol secretion in humans. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 89(3) : 1385-1390.
- Lovlin, R., Cottle, W., Pyke, I., Kavangh, M., & Belcastro, A. N. (1987). Are indices of free radical damage related to exercise intensity. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 56(3) : 313-316.
- Maccario, M., Procopio, M., Loche, S., Cappa, M., Martina, V., Camanni, F., & Ghigo, E. (1994). Interaction of free fatty acids and arginine on growth hormone secretion in man. *Metabolism*, 43(2) : 223-226.
- Mccall, G. E., Byrnes, W. C., Fleck, S. J., Dickinson, A., & Kraemer, W. J. (1999). Acute and chronic hormonal responses to resistance training designed to promote muscle hypertrophy. *Can. J. Appl. Physiol.*, 24(1) : 96-107.
- Melessa, C. (2005). Cortisol-Stress Management. Retrieved from [http : //stress.about.com](http://stress.about.com).
- Mena, P., Maynar, M., Gutierrez, J. M., Maynar, J., Timon, J., & Campillo, J. E. (1991). Erythrocyte free radical scavenger enzymes in bicycle professional racers. Adaptation to training. *Int. J. Sports Med.*, 12(6) : 563-566.
- Meikle, A. W., Benson, S. J., Liu, X. H., Boam, W. D., & Stringham, J. D. (1989). Nonesterified fatty acids modulate steroidogenesis in mouse Leydig cells. *Am. J. Physiol.*, 257(6 PT 1) : E937-942.

- Patel, L., Buckels, A. C., Kinghorn, I. J., Murdock, P. R., Holbrook, J. D., Plumptre, C., Macphie, C. H., & Smith, S. A. (2003). Resistin is expressed in human macrophages and directly regulated by PPAR gamma activators. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 300(2) : 472-476.
- Polidori, M. C., Mecocci, P., Cherubini, A., & Senin, U. (2000). Physical activity and oxidative stress during aging. *Int. J. Sports Med.*, 21(3) : 154-157.
- Radak, Z. (2000). Free radicals in exercise and aging. *Champaign : Human kinetics.*
- Ravi Kiran, T., Subramanyam, M. V., & Asha, Devi, S. (2004). Swim exercise training and adaptations in the antioxidant defense system of myocardium of old rats : relationship to swim intensity and duration. *Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol.*, 137(2) : 187-196.
- Singh, M. A., Ding, W., Manfredi, T. J., Solares, G. S., O'Neill, E. F., Clements, K. M., Ryan, N. D., Kehayias, J. J., Fielding, R. A., & Evans, W. J. (1999). Insulin-like growth factor I in skeletal muscle after weight-lifting exercise in frail elders. *Am. J. Physiol.*, 277(1 PT 1) : E135-143.
- Vuori, I. (1995). Exercise and physical health : Musculoskeletal health and functional capabilities. *Res. Q. Exerc. Sport*, 66(4) : 276-285.
- Yudkin, J. S., Kumari, M., Humphries, S. E., & Mohammedi, A. V. (2000). Inflammation, obesity, stress and coronary heart disease : is interleukin-6 the link? *Atherosclerosis*, 148(2) : 209-214.

K C I

논문투고일 : 2013. 02. 28
심사일 : 2013. 03. 24
심사완료일 : 2013. 05. 15