12주간 저항성 밴드운동이 비만 청소년의 혈중지질 및 염증지표에 미치는 영향

이수운 · 신원태

인천대학교

Abstract

Lee, S. W., Shin, W. T. Effects of 12 weeks resistance band exercise in obese adolescents on blood lipids and inflammatory markers, *Exercise Science*, 21(4): 465-473, 2012. This study is intended to consider the impacts of the 12-week resistance band exercise program on blood lipids and inflammatory markers of obese adolescents. This study was targeted at 20 male students who had over 25% of body fat and were above the 95 percentile, and ten of them each were randomly assigned to an exercise group or a control group. The exercise group was asked to conduct the resistance band exercise for 12 weeks with repetition maximum using principles of gradual overload. Blood variables of the students were measured before and after the 12-week exercise. According to the findings of two-way ANOVA(group×measurement time), as lipid variables, TG and TC showed interaction effect between group and measurement time, but HDL-C and LDL-C did not. Also, Fibrinogen, as an inflammatory markers, showed a interaction effect between group and measurement time, whereas it wasn't observed from CRP and WBC. From these results, it is thought that the resistance band exercise for obese adolescents positively changes blood lipids and inflammatory markers.

Key words : obesity, blood lipids, CRP, Fibrinogen, WBC

초 록

이수운, 신원태. 12주간 저항성 밴드운동이 비만 청소년의 혈중지질 및 염증지표에 미치는 영향. 운동과학, 운동과학, 제21권 제4호. 465-473, 2012. 본 연구의 목적은 비만 청소년을 대상으로 12주간의 저항성 밴드운동 프로그램에 따른 혈중지질과 염증지표에 미치는 영향을 고찰하는데 그 목적이 있다. 본 연구 대상자는 체지방이 25% 이상이며 백분위수 95이상인 남학생 20명으로서, 운동집단 10명과 통제집단 10명으로 무선배정을 통해 분류하였다. 운동집단은 점증적 과부하의 원리를 이용하여 최대반복횟수로 12주간 저항성 밴드운동을 실시하였다. 혈액 변인 측정은 12주의 운동 전과 운동 후에 실시하였다. 이원분산분석(집단×측정시기) 결과 지질변인에서, TG와 TC는 집단과 측정시기 간 상호교호작용이 나타났으나, HDL-C와 LDL-C는 상호교호작용을 보이지 않았다. 염증지표에서는 Fibrinogen이 집단과 측정시기 간 상호교호작용을 보인 반면 CRP와 WBC에서는 상호교호작용이 나타나지 않았다. 이상의 결과를 종합하면 비만청소년을 대상으로 저항성 밴드운동을 수행하는 것은 혈중지질과 염증지표에 긍정적 변화를 유도하는 것으로 사료된다.

주요어 : 비만, 혈중지질, C 반응성 단백, 피브리노겐, 백혈구

I. 서론

2000년 이후 현대인들은 급속한 경제성장과 간편한 서양식 식생활의 선호로 인해 영양과잉 상태로 변하고 있다. 또한 운동부족과 신체활동이 적은 놀이문화 등의 요인과 맞물려 소아청소년들의 비만 유행률은 꾸준히 증가하는 양상을 보이고 있다(김혜련 등, 2009). 성인 비만증 환자들의 약 30%는 이미 아동기 때부터 과체중이었으며, 과체중이나 비만아였던 청소년의 약 80%는 성인 비만으로 이어진다(Guo et al, 1994)는 연구 결과는 청소년 비만의 치료에 대한 중요성을 일깨워주는 대목이라 할 수 있다.

비만은 외형적인 문제뿐만 아니라 신체적·정신적으로 다양한 문제를 야기시킨다. 주남석 등(2008)은 비만 및 복부 비만 유무에 따른 의료비용과 병원 방문횟수에 대한 비교연구에서 비만 및 복부 비만을 가진 여성과 남성의 의료비용과 병원 방문이 더 높았으며, 비만은 의료비용을 증가시키는 것으로 확인되었다. 또한 비만 스트레스는 학생들의 사회성과 학업성적에 부정적인 영향을 미치는 것으로 확인되어 비만은 적극적으로 예방해야 하며(문재우, 2009), 지속적인 관리가 필요한 질병이다.

특히 비만은 에너지대사 후 남은 잉여 에너지가 지방으로 전환되어 내장이나 피하층에 있는 지방세포 내에 쌓이게 되어 발생하는 것으로, 이러한 지방세포의 축적이 포화상태가 되면 인슐린 과다분비로 인한 혈중지질의 증가를 가져오게 된다. 이는 성인병의 주범이라 할 수 있는 당뇨병과 고지혈증 발생의 원인이 되기도 한다. 또한 지방세포는 adipokine이라는 호르몬을 분비하는데 이 adipokine은 혈압을 상승시키고, 염증을 발생시키며, 혈관에 지방을 축적하는 동맥경화 등을 촉진한다.

비만이나 심혈관계 질환을 개선하기 위한 운동처치 방법으로는 규칙적인 유산소운동과 저항성운동이 추천되고 있다. 유산소운동의 경우 지방분해를 시키는데 효과적인 운동 방법으로 많은 연구들이 진행되어 왔다. 혈중지질과 염증지표인자에 대한 선행연구를 살펴보면 오수일 등(2007)은 비만청소년을 대상으로 12주 동안의 유산소운동을 통해 체지방율이 유의하게 감소하였다고 보고하였으며, 남자중학생을 대상으로 12주간 트레드밀 운동은 혈중지질을 개선시켰다(강설중, 정성림, 2010)고 하였다.

저항성 운동의 경우 1 RM의 50~60%의 12주간 저항성 운동에서 체지방율, BMI는 유의한 차이가 없었으며(김도연, 김태영, 2004), 12주간의 저항성 밴드운동을 통해 TC, LDL-C에서

는 유의한 차이가 있으나, TG, HDL-C에서는 유의한 차이가 없었다(김디균, 2006). 또한 12주간의 저항성운동으로 TC, TG, HDL-C, LDL-C에서는 차이가 없었으나, BMI와 체지방율에서는 차이가 나타났다는 연구도 보고되었다(정원상 등, 2011)

한편 저항성 운동(60~70%RM)으로 체지방률이 감소하였으나, CRP에서는 유의한 차이가 없었으며(Kim et al., 2011), 조완주 등(2009)의 연구에서는 CRP, 피브리노겐의 감소를 보였으나, WBC는 유의하게 증가하였다고 보고하는 등 운동형태와 강도에 따라 다양한 결과를 제시하고 있다. 이에 중학생을 대상으로 저항운동에 따른 혈중지질 및 염증지표인자에 대한 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

저항성운동은 골대사를 촉진하여 골밀도를 증가시키는데 도움을 주고 근력향상을 가져온다. 또한 근육량을 증가시켜 기초대사량을 높임으로써 체지방의 감소를 가져오게 한다(권용일 등, 2006)는 연구결과도 있다. 이처럼 성장기 아동이나 청소년들에게도 적절한 저항성운동이 주목을 받고 있다. 저항성운동은 성장발달과 체중조절에 긍정적인 영향을 미치고, 비만치료에도 효과적이라는 연구가 보고 되고 있다(박상갑 등, 2007; 김현준, 고기준, 2007). 하지만 바벨이나 덤벨과 같은 무거운 기구를 이용한 저항성운동은 성장기 청소년의 부상을 유발 할 수 있으며, 학생을 대상으로 하는 학교현장에서는 안전하게 사용할 수 없다는 단점이 있다.

그렇기 때문에 저항성운동의 효과는 극대화 시키면서 안전하게 사용할 수 있는 저항성 밴드운동의 보급이 더 많이 필요할 것으로 사료된다. 저항성 밴드운동은 각 관절이나 근육에 부담을 주지 않으면서 관절의 유연성을 증가시키며, 근력의 증가와 체력의 증가(김덕중 등, 2010; 장재훈 등, 2007) 등에 효과적인 운동임이 많은 연구에서 보고(박시영, 선우섭, 2003)되고 있다.

따라서 본 연구에서는 비만청소년을 대상으로 상해위험이 적고, 좁은 공간에서의 활용이 가능하며, 운동의 효율성이 높은 저항성 밴드운동을 실시하여 운동전과 운동 12주 후 혈액변인을 측정하고 혈중지질과 염증지표에 미치는 영향을 확인하는데 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구의 대상자는 I광역시 I중학교 학생 중 체지방 25%

이상이며, 동시에 백분위수 95 이상인 남학생으로 선정하였다. 과거 운동 프로그램이나 식이요법에 참여하지 않은 학생으로 의학적 문진을 통하여 특별한 질환이 없고, 본 연구 프로그램의 참여에 동의한 비만 남학생 총 26명을 대상으로 무선배정을 통하여 운동집단 13명과 통제집단 13명으로 분류하였다. 연구기간 중 운동집단에서 중도포기 1명과 혈액 채혈 시 공복상태를 유지하지 못한 2명, 통제집단에서 사후 채혈검사에 거부 의사를 밝힌 3명으로 소계 6명은 분석대상에서 제외하였다. 최종적으로 운동집단 10명과 통제집단 10명 총 20명을 분석대상으로 하였으며, 연구 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of subjects (M±SD)

Variables	Exercise(N=10)	Control(N=10)
Age(years)	14.54±0.48	14.28±0.38
Height(cm)	171.29±6.46	169.55±4.99
Weight(kg)	86.05±9.85	81.48±10.24
BMI(kg/m ²)	29.32±3.05	28.31±3.04
Body fat (%)	32.83±3.00	32.12±6.78

2. 측정항목 및 방법

1) 신체구성

본 연구는 사전 실험과 사후 실험으로 나누어 실시하였다. 실험기간 중 모든 측정은 실험 전·후 동일한 환경과 시간대에 이루어졌다. 체격과 신체구성은 오전 9시 식사 전에 체성분 분석기인 Inbody J-10(Biospace)을 이용하여 신장, 체중, 체질량지수(BMI), 체지방률(%fat)을 측정하였으며, 비만의 분류는 교육인적자원부에서 실시하고 있는 학생건강 체력평가시스템에 제시된 백분위수 95 이상이며, 체지방 25%를 기준으로 하였다(교육인적자원부, 2010).

2) 혈액항목 및 분석방법

혈중지질 변인은 중성지방(triglyceride; TG), 총 콜레스테롤(total cholesterol; TC), 고밀도지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol; HDL-C), 저밀도지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein; LDL-C)이며, 염증지표 변인은 C-반응성 단백질(C-reactive protein; CRP), 피브리노겐(Fibrinogen), 백혈구(white blood cell; WBC)를 검사하였다.

채혈은 운동 전, 운동 12주 후 총 2회 실시하였으며, 피검

자를 검사 전날 20:00부터 물과 음식을 제한하여 10시간 이상 공복상태를 유지하게 한 후 08시~09시 사이에 검사를 실시하였다. 전완정중피정맥에서 15 ml의 혈액을 채혈한 다음 원심분리기(HC-16A Centrifuge, HanShin medical, Korea)에서 3000 rpm으로 10분간 원심 분리를 한 후 혈청을 분리하여 S의료재단에 분석을 의뢰하였다.

혈중지질의 분석은 ADVIA 2004(Joel, Japan)를 이용하여 TG는 유리 Glycerol 소거법으로 측정하였다. TC는 COD-POD 검사법으로 측정하였다. HDL-C는 직접측정법으로 측정하였다. LDL-C는 Friedewald, Levy & Fredrickson(1972)의 공식($LDL-C = TC - HDL-C - TG/5$)을 적용하여 산출하였다.

염증지표의 CRP의 검사방법은 라텍스응집법에 의한 turbidity method로 분석하였다. Fibrinogen은 thrombin 응고시간법으로 분석하였다. WBC는 자동혈구분석기(Sysmex K-4500; Sysmex Co., Japan)를 이용하여 자동 혈구계산법으로 산출하였다.

3. 운동프로그램 방법

운동집단은 저항성 밴드운동을 이용하여 1주간의 사전교육을 마친 후, 12주 동안 주 3회의 빈도로 실시하였다. 1회 운동시간은 50분으로 준비운동, 본운동, 정리운동으로 구성하였다. 준비운동과 정리운동은 제자리 뛰기와 스트레칭을 각각 7~10분 실시하였다. 밴드의 선택은 각 부위별로 10~12회를 최대로 할 수 있는 밴드로 선택하였으며, 한 개의 밴드로 운동부하가 약할 때는 2개 이상의 밴드를 사용하였다. 4주와 8주 후 점진적 과부하의 원리를 적용하여 10~12회 최대 반복횟수의 운동강도로 재설정 하였다. 운동프로그램의 구체적인 내용은 <Table 2>와 같다.

연구대상자들은 일상생활을 유지하면서 개인적인 운동 프로그램을 하지 않도록 지도하고, 1일 권장 칼로리를 초과하지 않도록 주1회 교육하였다.

4. 자료처리 방법

본 자료의 측정 결과는 PASW(Ver. 18.0, SPSS Inc., USA) 통계 package를 이용하여 분석하였다. 모든 측정치에 대하여 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였으며, 저항성 밴드운동의 효과는 이원분산분석(2-way ANOVA with repeated measures)을 통하여 상호교호작용(집단 × 측정시기)의 유무로 판단하였다. 모든 통계적 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

Table 2. Movements of Elastic Band Exercise

Sequence	Time	Stage	Type	Number	Set	Frequency
Worm up	Stretching + Standing Jump	7 ~ 10minute				
Main Exercise	Band Exercise	30 ~ 36minute	period of adaptation (1~4week)	①-⑧	10~12	3
			period of enhancement (5~8week)	①-⑨	10~12	3
			period of keep (9~12week)	①-⑩	10~12	3
Cool down	Stretching + Standing Jump	7 ~ 10minute				

Exercise Type : ① squat ② front raise ③ side lateral raise ④ sit-up ⑤ knee extension ⑥ seated band row ⑦ bent over band row ⑧ side leg raise ⑨ band kick back ⑩ band curl

Table 3. Change of Blood lipids

Items	Group	Pre-Exercise	Post-Exercise	F	Sig.	Effect size
TG (mg/dl)	Control	160.00±32.62	177.70±21.54	3.713	.034*	0.430
	Exercise	155.00±43.85	141.40±46.21			
TC (mg/dl)	Control	170.10±38.16	169.60±31.26	5.253	.010*	2.409
	Exercise	178.60±22.83	155.10±18.22			
HDL-C (mg/dl)	Control	39.26±7.80	41.51±5.65	.856	.429	-
	Exercise	46.78±8.63	49.13±10.57			
LDL-C (mg/dl)	Control	119.70±35.26	106.90±26.61	.488	.585	-
	Exercise	111.60±29.18	91.90±26.32			
Weight (kg)	Control	81.48±10.24	84.21±11.61	3.92	.063	-
	Exercise	86.05±9.85	84.62±11.88			
BMI (kg/m ²)	Control	28.31±3.04	28.79±3.29	3.015	.100	-
	Exercise	29.32±3.05	28.29±4.08			

Values are mean±standard deviation

* $p < .05$: there is interaction effect between group and measurement time.

Ⅲ. 연구 결과

1. 혈중지질의 변화

혈중지질에 대한 저항성 밴드운동의 효과를 검증한 결과는 <Table 3>과 같다. 운동전과 운동12주후 혈중 지질 변인에 대한 효과를 검증하기 위해 집단(운동집단 vs 통제집단)과 측정시기(운동 전 vs 12주 후)를 요인으로 이원분산분석을 실시하였으며, 상호교호작용의 여부를 통해 운동효과를 확인하였다.

1) 중성지방(Triglyceride; TG)

<Table 3>에서 보는바와 같이 TG는 운동집단에서 운동 전

보다 운동 12주 후에 감소하였으며, 통제집단에서는 증가하는 양상으로 나타났다. 집단과 시기에 따른 상호교호작용을 확인한 결과 상호교호작용이 있는 것으로 나타났으며($p < .05$), TG의 효과크기는 0.430으로 나타났다.

2) 총 콜레스테롤(Total Cholesterol; TC)

<Table 3>에서 보는바와 같이 TC는 운동집단에서 운동전보다 운동12주후에 감소하였으며, 통제집단에서는 거의 변화가 없었다. 집단과 시기에 따른 상호교호작용을 확인한 결과 상호교호작용이 있는 것으로 나타났으며($p < .05$), TC의 효과크기는 2.409로 나타났다.

3) 고밀도지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol; HDL-C)

〈Table 3〉에서 보는바와 같이 집단과 시기에 따른 상호교호작용을 확인한 결과, HDL-C는 상호교호작용이 없는 것으로 나타났다.

4) 저밀도지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein; LDL-C)

〈Table 3〉에서 보는바와 같이 집단과 시기에 따른 상호교호작용을 확인한 결과, LDL-C는 상호교호작용이 없는 것으로 나타났다.

5) 체중 및 체질량지수

〈Table 3〉에서 보는바와 같이 집단과 시기에 따른 상호교호작용을 확인한 결과, 체중과 체질량지수는 상호교호작용이 없는 것으로 나타났다.

2. 염증지표의 변화

염증지표에 대한 저항성 밴드운동의 효과를 검증한 결과는 〈Table 4〉와 같다. 운동 전과 운동 12주 후 염증지표에 대한 효과를 검증하기 위해 집단(운동집단 vs 통제집단)과 측정시기(운동 전 vs 12주 후)를 요인으로 이원분산분석을 실시하였으며, 상호교호작용의 여부를 통해 운동효과를 확인하였다.

1) C-반응성 단백(C-reactive protein; CRP)

〈Table 4〉에서 보는바와 같이 집단과 시기에 따른 상호교호작용을 확인한 결과, CRP는 상호교호작용이 없는 것으로

나타났다.

2) 피브리노겐(Fibrinogen)

〈Table 4〉에서 보는바와 같이 Fibrinogen은 운동집단에서 운동전보다 운동12주후에 감소하였으며, 통제집단은 증가한 것으로 나타났다. 집단과 시기에 따른 상호교호작용을 확인한 결과 상호교호작용이 있는 것으로 나타났으며($p < .05$), Fibrinogen의 효과크기는 0.558로 나타났다.

3) 백혈구(white blood cell; WBC)

〈Table 4〉에서 보는바와 같이 집단과 시기에 따른 상호교호작용을 확인한 결과, WBC는 상호교호작용이 없는 것으로 나타났다.

IV. 논의

본 연구에서는 비만청소년을 대상으로 규칙적인 저항성 밴드운동프로그램을 12주간 실시하였다. 혈중지질과 염증반응 인자에 미치는 효과를 구명한 연구 결과를 선행 연구와 비교 검토하였으며, 논의한 결과는 다음과 같다.

혈중 지질의 증가는 심혈관 질환의 주된 위험요인이며, 동맥경화증을 가속시키는 인자로 알려져 있다. 혈중지질 중 TG는 지질 분해 효소에 의해서 글리세롤과 유리지방산 3분자로 분해되며, 분해된 유리지방산은 운동 시 중요한 에너지원으로 작용한다. 하지만 소비하지 못한 지방산은 피하에 축적되어 비만의 원인이 되기도 한다. 이러한 TG는 음식물 섭취에 큰 영향을 받으며, 운동량과 운동시간, 강도에 따라 달라진다(Haskell, 1984). 많은 연구들이 비만인을 대상으로 복합운동이나 유산소성 운동을 통한 지속적인 운동을 했을

Table 4. Change of inflammatory markers

Items	Group	Pre-Exercise	Post-Exercise	F	Sig.	Effect size
CRP (mg/L)	Control	0.118±0.045	0.134±0.049	1.246	.300	-
	Exercise	0.102±0.063	0.078±0.035			
Fibrinogen (mg/dl)	Control	284.40±34.67	307.20±42.67	9.264	.003*	0.558
	Exercise	268.90±30.84	257.40±31.62			
WBC (Thous/ul)	Control	6.36±1.36	8.71±2.67	2.522	.094	-
	Exercise	5.48±0.96	6.54±0.74			

Values are mean±standard deviation

* $p < .05$: there is interaction effect between group and measurement time.

때 TG가 유의하게 감소(김태운 등, 2008; 전재영, 김태운, 2008; 양승원, 2010; 김종원 등, 2010; 정원상 등, 2011)하였다는 연구결과를 제시하고 있다. 저항성운동의 경우, 양승원(2010)은 비만 남자 중학생을 대상으로 50~60%RM의 강도로 12주간 운동을 시킨 결과 TG가 유의하게 감소하였다고 보고하였다. 그 외 비만 여고생을 대상으로 12주간 저항성 운동에 따른 연구에서 김기봉 등(2004)은 운동 후 TG가 유의하게 감소하였음을, 강대관(2003)은 유의한 변화가 없음을 각각 보고하였다. 정원상 등(2011)은 20대 비만 남성을 대상으로 연구한 결과 12주간의 저항성 운동 후 TG가 유의한 변화를 보이지 않았다고 보고하였다. 본 연구에서는 최대반복을 이용한 저항성 밴드운동을 실시한 결과 집단과 시기 간 상호교호작용이 나타나 양승원(2010)의 연구결과와 유사하게 나타났다. 본 연구에서 TG의 효과크기는 0.430으로 나타났으며, 이는 운동에 의해 TG가 다소 개선되었음을 알 수 있다.

동적인 운동을 하는 사람은 비활동적인 사람보다 TC가 다소 낮다고 하였다(Cooper, 1982). 남상남과 안상현(2008)은 비만의 중년 남성을 대상으로 8주간 유산소성 운동과 근저항 트레이닝을 시킨 결과 운동군에서 혈중 TC와 LDL-C가 유의하게 감소하였고, HDL-C는 통계적으로 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 비만 여고생을 대상으로 실시한 8주간 유산소 운동에서 혈중 TC는 유의하게 감소하였으며(장재훈, 2007), 김종원 등(2010)도 12주간 비만 남자 중학생을 대상으로 복합운동을 실시한 결과 TC, LDL-C는 유의하게 감소하였다. 하지만 김정규 등(2007)은 비만청소년을 대상으로 복합운동을 수행한 결과 TC, TG, LDL-C는 다소 떨어졌으나 유의한 차이는 없었고, HDL-C는 다소 상승하였으나 유의한 차이가 없는 것으로 보고하였다. 양승원(2010)의 연구에서는 비만 남자 중학생을 대상으로 12주간 저항성 운동을 실시한 결과 TC에서 상호교호작용이 나타났으며, 이는 저항성 밴드운동을 실시한 본 연구의 결과와 일치하였다. 본 연구에서 TC의 효과크기는 2.409로 나타났으며, 이는 운동에 의해 TC가 개선된 정도가 매우 크다는 것을 알 수 있다. 반면, LDL-C와 HDL-C는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이렇게 연구마다 다소 차이가 나타나는 이유는 혈중 지질이 운동 전 지질 수준이나, 호르몬 상태, 운동형태, 운동강도, 운동빈도, 체지방 축적 정도, 연령과 성별, 식이, 흡연 등 다양한 요인들의 영향을 받을 수 있기 때문이다(DuRant et al., 1993; Morrison et al., 1996)으로 사료된다.

관상동맥질환은 혈관 염증인자들인 CRP, Fibrinogen, WBC에 의해 발병되어 사망률을 증가시키며, 혈중 염증진행과정

의 시작은 관상동맥 질환의 시초라고 할 수 있다(Lindsberg & Grau, 2003).

CRP는 급성기 면역 단백질의 하나로서 전신적 염증반응을 나타내는 민감한 지표가 된다(Visser et al., 1999). 이러한 CRP는 체지방이나 내장지방 및 체력감소와 밀접한 상관이 있는 것으로 알려져 있다(McLaughlin et al., 2002). Heilbronn et al(2002)에 의하면 비만 여성을 대상으로 3개월간 저지방식이섭취와 규칙적인 운동 후 체중 감량에 따라 CRP의 농도가 26% 감소하였다고 보고하였다. 12주간 비만 남자 중학생을 대상으로 주 5일간 유산소운동을 실시한 강설중과 정성립(2010)의 연구에서도 CRP의 상호교호작용이 나타났다. 이처럼 체지방 감소를 수반하는 규칙적인 운동은 지방 감소와 연관되어 CRP의 농도를 감소시킨다(Ryan & Nicklas, 2004; You et al., 2004; Jae et al., 2006; Kondo et al., 2006; Esposito et al., 2003; King et al., 2003). 하지만 CRP의 경우 체질량지수와 심혈관질환 위험요인 수가 증가할수록 유의하게 증가된다(Ouchi et al., 2003). 무리하게 강한 운동은 체지방을 감소시키는데도 불구하고 근 손상이 발생하여 산화스트레스와 활성 산소의 형성으로 CRP 수준을 증가시키기도 한다(Tiidus, 1998; Konig et al., 2001). 저항성 밴드운동을 실시한 본 연구에서 CRP는 상호교호작용이 나타나지 않았다. 이는 체질량지수의 변화가 유의하게 감소하지 못하는데 기인하는 것으로 생각되며, 12주간 비만 남자 중학생을 대상으로 유산소 및 저항운동을 실시한 강동하 등(2011)의 연구 결과와 일치하였다.

Fibrinogen은 심혈관질환의 발병에 대한 잠재성 평가에 도움이 되며(Tracy et al., 1995), 규칙적인 운동을 통하여 Fibrinogen 농도를 감소 또는 증가시켜 심혈관계 질환의 위험을 예측할 수 있다. 류호상 등(2005)은 평소 규칙적인 유산소 운동을 실시해 온 사람들일수록 혈중 염증 반응인자인 CRP, Fibrinogen, WBC의 수준이 낮다고 보고하고 있으며, 8주간 20대 남성을 대상으로 복합운동을 실시한 변재철과 우혜영(2009)의 결과에서도 Fibrinogen이 감소한다고 하였다. 조완주 등(2009)은 12주간의 복합운동프로그램이 비만 중년 여성의 염증지표에 미치는 영향에서 운동집단과 통제집단 간 Fibrinogen의 변화에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 보고하고 있다. 본 연구에서 Fibrinogen은 상호교호작용이 나타나 저항성 밴드운동이 Fibrinogen 감소에 효과가 있음을 알 수 있었으며, 조완주(2009)의 연구에서 사용된 복합운동과 유사한 결과로 나타났다. 본 연구에서 Fibrinogen의 효과크기는 0.558로 나타났으며, 이는 운동에 의해 Fibrinogen이

다소 개선되었음을 알 수 있다.

WBC는 염증반응과 면역반응을 보이는 세포이다. 일반적으로 세균이나 바이러스 등의 감염증이 있거나 염증이 과다하게 발생하는 경우에 증가하는 것으로 알려져 있다. 그러나 활발한 신체활동과 운동은 상승된 WBC 수준을 낮추게 한다(Jerome et al., 2002). 8주간 유산소운동을 실시한 변재철(2006)의 연구에서도 WBC 수준이 유의하게 감소하였다. 이와 반대로 20대 비만 남성을 대상으로 8주간 유산소 운동을 실시한 류호상 등(2005)과 12주간 중년여성을 대상으로 유산소와 저항운동을 실시한 조완주 등(2009)은 WBC에서 유의한 변화가 나타나지 않아 본 연구의 결과와 일치하였다.

이상의 결과를 종합해보면 저항성 밴드를 이용하여 12~15회 최대반복횟수의 강도로 주3회 운동을 했을 때 HDL-C, LDL-C, CRP, WBC는 집단과 측정시기 간 상호교호작용을 보이지 않았으나, TG와 TC, Fibrinogen에서는 상호교호작용이 나타났다. 비만청소년을 대상으로 체육수업과 같은 개인적인 신체활동과 식이는 통제가 충분히 이루어지지 못한 한계점은 있으나, 학교현장에서 좁은 공간을 활용하여 안전하게 접근할 수 있는 저항성밴드운동이 비만 청소년들의 혈중지질과 염증지표에 다소 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

V. 결론

비만 청소년 20명을 대상으로 운동집단 10명, 통제집단 10명으로 분류하였다. 저항성 밴드운동을 12주간 최대반복 횟수의 운동강도로 실시 한 후 혈중지질과 염증지표를 측정 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 혈중지질의 경우 HDL-C와 LDL-C는 집단 간 상호교호작용이 나타나지 않았다. TG와 TC에서 집단과 측정 시기 간 상호교호작용이 나타났으며($p < .05$), 운동집단에서 감소하는 경향을 보였다.

둘째, 염증지표의 경우 CRP와 WBC는 집단 간 상호교호작용이 나타나지 않았다. Fibrinogen에서 집단과 측정 시기 간 상호교호작용이 나타났으며($p < .05$), 운동집단에서 감소하는 경향을 보였다.

이상의 결과를 종합하면 저항성 밴드운동 프로그램은 비만청소년의 혈중지질과 염증지표에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 알 수 있었고, 주 3일, 1시간 이상, 최대반복횟수의 강도로 밴드운동 프로그램을 실시하는 것이 비만청소년들

에게 효과적인 운동 방법으로 생각된다.

참고문헌

- 강대관(2003). 저항성 운동 처방이 고도비만 여고생의 체조 성과 혈중지질에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, 14(3) : 705-714.
- 강동하, 정소봉, 홍세정, 김윤미, 고성경(2011). 12주간 유산소 및 저항운동이 비만 중학생의 신체구성, 염증유발 지표 및 인슐린저항성에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 4 : 791-801.
- 강설중, 정성립(2010). 12주간 유산소 운동이 비만 청소년의 비만 지표, 인슐린저항성, 심혈관질환 위험인자 및 운동능력에 미치는 영향. 운동과학, 19(3) : 277-288.
- 권용일, 박태곤, 박건향, 박찬호, 전재영, 최문기, 이경희, 김태운, 양영옥(2006). 복합운동 트레이닝이 비만 남자 중학생의 체력과 대사증후군에 미치는 효과. 한국체육학회지, 45(6) : 611-621.
- 김기봉, 이재학, 이정아(2004). 저항성 운동이 비만 여고생의 체조성과 혈청지질 및 지단백에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, 15(1) : 1135-1144.
- 김덕중, 이병기, 김주호, 장지훈, 김유진, 서재복, 강지훈, 구봉진(2010). 탄성밴드를 이용한 저항성 운동프로그램 적용이 노인의 체력요인에 미치는 영향. 한국스포츠의학회지, 8(2) : 381-396.
- 김도연, 김태영(2004). 비만 남자 중학생의 운동유형에 따른 신체구성 및 체력 변화의 연구. 발육발달, 12(4) : 101-113.
- 김디균(2006). 탄력밴드 운동이 중년 비만여성의 신체구성 및 혈중지질에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문, 국민대학교 대학원 : 서울.
- 김정규, 신영오, 문희원(2007). 복합운동 수행이 비만청소년의 혈중 C-reactive protein, Interleukin-6, 혈중 지질 및 인슐린 저항성에 미치는 영향. 체육과학연구, 18(2) : 1-9.
- 김종원, 김정수, 정선태, 오광훈, 이미영, 김일형, 인치석, 박근양(2010). 복합운동프로그램 수행이 비만 남자 중학생의 신체조성과 혈중지질에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 18(4) : 279-284.
- 김태운, 김호연, 김현준, 전재영, 최문기, 이경희(2008). 복합운동이 과체중 및 비만 남중생의 골밀도, 신체조성, 혈중지질에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 32 :

- 941-950.
- 김현준, 고기준(2007). 장·단기 복합운동이 과체중 및 비만 아동의 신체조성과 혈중 렵틴 농도에 미치는 영향. 한국체육학회지, 46(1) : 669-679.
- 김혜련, 강영호, 광노성, 강은정, 김어지나(2009). 부문간 협력을 통한 비만의 예방관리체계의 구축 방안. 한국보건사회연구원, 7 : 229-240.
- 남상남, 안상현(2008). 복합운동이 중년 비만남성의 신체조성, 혈중 콜레스테롤 및 심혈관계질환 위험인자에 미치는 영향. 운동과학, 17(1) : 49-58.
- 류호상, 박승환, 변재철(2005). 유산소 트레이닝이 비만남성의 Acute Inflammation Markers, t-PA 및 Cholesterol 농도에 미치는 영향. 한국체육학회지, 44(4) : 325-335.
- 문재우(2009). 초등학교 학생의 비만스트레스, 사회성 및 학업적간의 관련성 연구. 보건과 사회과학, 25 : 79-97.
- 박상갑, 권유찬, 김은희(2007). 12주간의 복합트레이닝이 비만여중생의 신체구성 및 대사증후군 위험인자에 미치는 영향. 한국체육학회지, 46(1) : 813-822.
- 박시영, 선우섭(2003). 10주간의 탄성밴드 운동이 고령여성 고혈압 환자의 혈압, 혈중지질농도 및 생활체력에 미치는 영향. 한국학교체육학회지, 13(2) : 115-127.
- 변재철(2006). 8주간의 규칙적인 신체활동이 혈청 아디포네티논 농도에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 14(4) : 109-119.
- 변재철, 우혜영(2009). 장기간의 복합운동 트레이닝이 비만 및 정상체중 남성의 신체조성, 혈중 지질, 혈중 염증 지표 및 그렐린 농도에 미치는 영향. 체육과학연구, 20(3) : 455-465.
- 양승원(2010). 운동프로그램 유형에 따른 비만 청소년의 신체조성, 체력, 혈중지질 및 렵틴에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 42 : 957-964.
- 오수일, 김세환, 강효민, 김정규(2007). 유산소 운동이 비만 청소년의 인슐린 저항성과 β -세포 기능 및 adipokines에 미치는 영향. 한국체육학회지, 46(6) : 473-485.
- 장재훈(2007). 걷기운동이 비만 여고생의 비만지표와 렵틴, 아디포네티논 및 그렐린 농도에 미치는 영향과 상관성. 한국체육학회지, 46(3) : 419-428.
- 장재훈, 허선, 홍관이(2007). 볼-밴드 복합운동이 중년여성의 신체구성과 체력, 골밀도에 미치는 효과 및 정신 사회적 요인과의 상관관계. 한국체육학회지, 46(5) : 493-501.
- 전재영, 김태운(2008). 12주간 복합운동이 비만 여중생의 심혈관 위험인자와 염증지표에 미치는 효과. 운동과학, 17(2) : 173-182.
- 정원상, 성순창, 이만균(2011). 12주간의 저항성운동 트레이닝이 비만 남자의 근육, 혈중지질, 인슐린 저항성 및 미토콘드리아 DNA양에 미치는 영향. 체육과학연구, 22(3) : 2053-2067.
- 조주완, 원영두, 문현화(2009). 복합운동프로그램이 비만중년여성의 염증지표에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 37 : 1033-1044.
- 주남석, 박용우, 박태수, 신건홍, 박래웅, 김범택(2008). 비만 및 복부비만 유무에 따른 의료비용과 병원 방문 횟수의 비교. 대한비만학회지, 17(2) : 91-98.
- DuRant, R. H., Baranowski, T., Rhodes, T., Gutin, B., Thompson, W. O., Carroll, R., Puhl, J., & Greaves, K. A.(1993). Association among serum lipid and lipoprotein concentrations and physical activity, physical fitness, and body composition in young children. J Pediatr., 123(2) : 185-192.
- Esposito, K., Pontillo, A., Di Palo, C., Giugliano, G., Masella, M., Marfella, R., & Giugliano, D.(2003). Effect of weight loss and lifestyle changes on vascular inflammatory markers in obese woman : a randomized trial. JAMA., 289(14) : 1799-1804.
- Friedewald, W. T., Levy, R. I., & Fredrickson, D. S.(1972). Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clinical Chemistry, 18(6) : 499-502.
- Gill, J.M.(2007). Physical activity, cardiorespiratory fitness and insulin resistance. Current Opinion in Lipidology, 18(1) : 47-52.
- Guo, S. S., Roche, A. F., Chumlea, W. C., Gardner, J. D., Siervogel, R. M.(1994). The predictive value of childhood body mass index values for overweight at age 35 y. Am. J. Clin. Nutr., 59 : 810-819.
- Haskell, W. L.(1984). The influence of exercise on the concentrations of triglyceride and cholesterol in human plasma. Exercise and Sports Science Review, 12 : 175-186.

- Heilbronn, L. K., & Clifton, P. M. (2002). C-reactive protein and coronary artery disease in fluence of obesity, caloric restriction and weight loss. *J. Nutr. Biochem.*, 13(6) : 316-321.
- Jea, S. Y., Fernhall, B., Heffernan, K. S., Jeong, M., Chun, E. M., Sung, J., Lee, S. H., Lim, Y. J., & Park, W. H. (2006). Effects of lifestyle modifications on C-reactive protein : contribution of weight loss and improved aerobic capacity. *Metabolism*, 55(6) : 825-831.
- Jerome, L., & Abramson, & Vaccarino, V. (2002). Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adult. *Arch. Int. Med.*, 162 : 1286-1292.
- Kim, J. Y., Kim, E. S., Jeon, J. Y., Jekal, Y. S. (2011). Improved insulin resistance, adiponectin and liver enzymes without change in plasma vaspin level after 12 Weeks of Exercise Training among Obese Male Adolescents. *The Korean Journal of Obesity*, 20(3).
- King, D. E., Carek, P., Mainous, A. G. 3rd, Pearson, W. S. (2003). Inflammatory markers and exercise : differences related to exercise type. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 35(4) : 575-581.
- Kondo, T., Kobayashi, I., & Murakami, M. (2006). Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. *Endocr. J.*, 53(2) : 189-195.
- Konig, D., Wagner, K. H., Elmadfa, I., & Berg, A. (2001). Exercise and oxidative stress : significance of antioxidants with reference to inflammatory, muscular, and systemic stress. *Exerc. Immunol. Re.*, 7 : 108-133.
- Lindsberg, P. J., Grau, A. J. (2003). Inflammation and infections as risk factors for ischemic stroke. *Stroke*, 34(10) : 2518-2532.
- McLaughlin, T., Abbasi, F., Lamendola, C., Liang, L., Reaven, G., Schaaf, P., & Reaven, P. (2002). Differentiation between obesity and insulin resistance in the association with C-reactive protein. *Circulation*, 106(23) : 2908-2912.
- Morrison, J. A., Sprecher, D., McMahon, R. P., Simon, J., Schreiber, G. B., & Khoury, P. R. (1996). Obesity and high-density lipoprotein cholesterol in black and white 9- and 10-year-old girls : The National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. *Metabolism*, 45(4) : 469-474.
- Ouchi, N., Kihara, S., Funahashi, T., Nakamura, T., Nishida, M., Kumada, M., Okamoto, Y., Ohashi, K., Nagaretani, H., Kishida, K., Nishizawa, H., Maeda, N., Kobayashi, H., Hiraoka, H., & Matsuzawa Y. (2003). Reciprocal association of C-reactive protein with adiponectin in blood stream and sdipose tissue. *Circulation*, 107(5) : 671-674.
- Ryan, A. S., & Nicklas, B. J. (2004). Reductions in plasma cytokine levels with weigh loss improve insulin sensitivity in overweight and obese postmenopausal women. *Diabetes Care*, 27(7) : 1699-1705.
- Tiitus, P. M. (1998). Radical species in inflammation and overtraining. *J. Physiol. Pharmacol.*, 76 : 533-538.
- Tracy, R. P., & Bovill, D., & Yanez, D., & Pasty, B. M., & Fried, L. P., & Heiss, G., & Lee, M., Polak, J. F., & Savage, P. J. (1995). Fibrinogen and factor VIII, But no factor VII, are associated with measures of subclinical cardiovascular disease in the elderly; results from the Cardiovascular Health Study. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 15 : 1269-1279.
- You, T., Berman, D. M., Ryan, A. S., & Nicklas, B. J. (2004). Effects of hypocaloric diet and exercise training on inflammation and adipocyte lipolysis in obese postmenopausal women. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 89(4) : 1739-1746.
- Visser, M., Bouter, L. M., & Harris, T. B. (1999). Elevated C-reactive protein levels in overweight and obese adults. *JAMA*, 282 : 2131-2135.

논문투고일 : 2012. 08. 31
 심사일 : 2012. 10. 15
 심사완료일 : 2012. 11. 08