

방과 후 운동프로그램이 여자비만아동의 성장호르몬과 염증인자에 미치는 영향

이경렬 · 백운효[†]
경남대학교(교수)

The Effect of After School Exercise Program on Growth Hormone and Inflammatory Factors in Obese Female Children

Kyoung-Yul LEE · Un-Hyo BAEK[†]
Kyungnam University(professor)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of after school Exercise Program including fun-based aerobic exercise and strength exercise on growth hormone and inflammatory factors as well as exercise effects among obese female children. For the purpose, 10 female children with BMI ranging from 22% to 29% participated in this study. Growth hormone and inflammatory factors were measured and analyzed after 12 weeks of after school sport activities including aerobic exercise and strength exercise. The findings of this study were as follows. First, levels of growth hormone were significantly increased in the exercise group than in the control group. Second, no significant differences of levels of Cortisol and IGF-1 were found between the exercise group and the control group. Third, TNF- α showed a tendency to decrease in the exercise group, but it was significantly increased in the control group. It was thought that after school exercise can help obese children in their growing up period.

Key words : Growth hormone, Inflammatory factors, Cortisol, IGF-1, TNF- α

I. 서론

최근 개인의 생활수준의 향상과 식생활의 개선과 더불어 부모의 유전이나 환경적인 요인 때문에 아동의 신체발육발달이 크게 향상된 반면, 과잉영양섭취와 운동부족으로 인한 아동청소년의 비만 증가는 심각한 사회적 문제로 인식되어 Ministry of Health and Welfare(2018)는 국가 비만관리 종합대책(2018-2022)을 확정하여 영양·식생활·신체활동 등 분야별 정책연계를 통해 범정부 차원의 선제적이고 종합적인 비만 예방·관리대책

을 마련하고 있다. 그 대책으로 학생 주도의 학교스포츠클럽 활성화 및 방과 후 건강증진을 위한 운동프로그램을 학교에 보급하는 등 자체개발할 수 있도록 지원하고 있다.

아동청소년의 비만은 60-80%가 성인기까지 이어지며 비만증 치료에 있어서도 성인기에 와서 발전된 비만증의 경우보다 비만증상 자체도 심하고 치료도 어려워 심각한 문제가 야기된다(Kim and Hyun, 2008). 아동청소년기는 식습관의 개선 및 바람직하지 못한 행동이 고착되기 전에 행동을 개선할 수 있는 최적의 시기일 뿐만 아니라

[†] Corresponding author : 055-249-2039, unhyob@kyungnam.ac.kr

* 이 논문은 2019년도 경남대학교 교내연구비 지원에 의해 연구되었음.

에민한 감수성과 지식 습득능력이 매우 빠른 시기로서(Hochbaum, 1981), 비만관리 프로그램을 적용하기에 적합한 대상이라 할 수 있다. 청소년비만은 그 자체가 외형상에도 좋지 않지만 여러 질병에 원인인 대사성증후인자의 대표적인 요소로써 성인시 합병증을 유발하는 것으로 널리 알려져 있다. 특히 당뇨병이나 심혈관질환의 발병 이후에는 완치가 거의 불가능하고 여러 인자에 의해 합병증이 쉽게 유발되기 때문에 조기에 과학적이고 효과적인 프로그램이 선행되어야 하며 이에 따른 신체활동의 중요성이 강조된다.

규칙적인 운동은 성장호르몬(growth hormone: GH) 분비 활성화에 영향을 미쳐 성장기 아동들의 근 골격계의 성장과 발달을 돕는다(Korean Society for The Study of Obesity, 2012). GH의 분비는 고강도 운동이나 신체내부 환경이 에너지를 급격하게 필요로 하거나 산소섭취량을 증가시키는 에너지를 필요로 하는 신체조건에서 증가하고, 어떠한 시점에서 성장촉진을 필요로 할 때 GH는 증가한다(Barreca et al., 1988). 따라서 적당한 운동은 성장호르몬 분비를 촉진하여 뼈와 근육을 강화시키고, 체지방을 줄여 조기 성장을 예방할 수 있다.

코티솔(Cortisol)은 부신피질에서 분비되는 것으로 혈당상승, 단백질화, 지방분해, 소염작용 등의 작용과 복부비만을 유발하고 생체에서도 농도의 변화가 심한 것으로 알려져 있는 스트레스 호르몬이다(Hewagalamulage et al., 2016; Licinio et al., 1997), 아동의 일상적 생활스트레스는 그 자체만으로는 그다지 심각하지 않지만 이것이 계속 누적되었을 때 복합적인 상승효과가 나타나 개인의 안녕을 위협할 수 있다(kim et al, 2017). 학교와 학원으로 인해 스트레스를 받고 있는 성장기 청소년들은 스트레스해소를 위한 방법이 필요하다.

인슐린유사성장인자-1(insulin-like growth factor-1; IGF-1)은 간에서 혈관을 지나서 다른 조직에 국소적으로 작용하여 세포가 성장하고 증식한다. 그리고 에너지대사에 관여하는 인슐린과

길항작용으로 인해 글리코젠을 분해하고 당 신생등을 증가시켜 전반적인 당 생성을 촉진시킨다. 이에 성장기의 최고 수준을 나타나게 되는 GH와 IGF-1은 비만과의 깊은 연관성을 알 수 있다(Hun et al., 2009). 그리고 높은 농도의 혈장은 종양괴사인자알파(Tumor Necrosis Factor- α ; TNF- α)와 혈청 코티솔 농도 또한 비만과의 관련성이 깊다(Kern et al., 1995). 내장지방의 축적은 높은 TNF- α 와 관련 있으며(Goodpaster et al., 1997), TNF- α 가 부족하면 지질대사가 일어난다는 연구결과(Ventre et al., 1997)와 중등도 운동에서는 TNF- α 가 감소되거나 변화가 나타나지 않았다는 연구결과도 있다(Drenth et al., 1998). 이러한 연구결과를 종합해볼 때 청소년기 비만이 발육발달에 많은 영향을 줄 수 있고, 특히 학령기 운동의 역할이 매우 중요하다는 것을 암시하고 있는데도 불구하고 이에 대한 연구는 부족한 실정이다.

또한 아동청소년기의 신체적 성장과 더불어 체지방 조직이 증가하므로 지방조직을 감소시키거나 유지만 하여도 여러 질환의 위험성을 낮추는데 도움이 된다(Epstein et al., 1995). 식생활 개선과 운동을 통하여 체지방 수가 증가하는 것을 예방하는 것이 시급하다. 이와 같이 아동청소년기의 비만 개선을 위한 운동프로그램은 저항성 운동과 유산소 운동을 겸비한 복합운동프로그램이 권장되고(Hun et al., 2009) 있으나 학생들의 자발적인 참여는 불가능한 실정이다. 그래서 방과후 프로그램을 응용하여 흥미와 관심을 갖게 하고 전문적인 지도자의 타당성 근거를 확보하여 학령기 비만 학생들에게 맞춤형 운동처방을 실시하고자 한다.

이에 본 연구는 여자 비만아동을 대상으로 재미를 겸한 유산소운동과 근력운동을 포함한 방과 후 운동프로그램을 적용하여 성장호르몬과 염증인자에 대한 변화를 분석하는데 목적이 있다. 이러한 연구를 통하여 초등학교 교과 과정에서 신체활동 중요성을 강조하고, 어릴 때부터 운동습관을 형성하는데 도움을 주고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에 참여한 대상자들은 C시에 거주하는 초등학교 4학년 여학생들로서 경도비만(BMI 22-29%)이상인 학생들이며, 이들은 보건교사의 주도하에 가정통신문을 발송하여 부모와 아동이 함께 설명회를 통해 동의서를 받았다. 자발적으로 참여한 학생 총 30명 중, 12주 프로그램에 지속적으로 참여한 10명을 운동집단으로 구분하고, 최초 시작하여 일주일 이내 중도 포기 아동 중 사후 검사를 실시한 10명을 통제집단으로 하였다. 5-10주에 포기한 학생들은 제외하였으며, 일주일 이내에 포기한 통제집단은 특이한 처치를 하지 않았으며, 일상생활을 그대로 진행하도록 하였다. 이들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2. 운동프로그램

본 연구의 방과후 프로그램은 <Table 2>에서 보는 바와 같이 12주간, 주 3회 60분간 운동을 실시하였다. 프로그램은 구성은 준비운동(유연성) 10분, 근력운동으로 10분씩 짐볼 및 밴드운동을

실시하였다. 근력운동은 상체, 체간, 하지를 발달시키는 동작들을 10-15회씩 2-3세트를 실시하였다. 운동강도는 1-4주차에 45-50%HRR, 5-8주차에 50-60%HRR, 9-12주차에 60-65%HRR로 설정하여 점진적으로 증가시켰고, 유산소운동은 2015 개정 체육과 교육과정(초등학교)에 포함된 운동프로그램(Ministry of Education, 2015)을 적용하여 놀이 위주로 구성하였다. 운동자각도는 10-13(Light~Somewhat hard)의 범위 내에서 본인의 운동 강도를 유지할 수 있도록 하였으며, 개인의 목표심박수를 확인할 수 있도록 원격 심박수계인 Polar(sports tester, Finland)를 착용시켰다. 목표 심박수는 [(최대 심박수 - 안정시심박수)×운동 강도 +안정시심박수]로 산출한 것으로 30분씩 실시하였다. 정리운동은 유연성 운동을 위주로 10분간 실시하였다.

<Table 1> Physical characteristics of subjects

Group	height(cm)	weight(kg)	BMI	fat%
	<i>M±SD</i>	<i>M±SD</i>	<i>M±SD</i>	<i>M±SD</i>
Exercise	137.12±8.21	46.03±7.05	24.36±1.25	29.21±1.21
Control	135.28±4.95	43.17±3.55	23.60±0.68	28.05±0.41

<Table 2> Exercise Program

Week	Type(duration)	Intensity (%HRR/RPE)	Item
Early 1-4Week	Warm-up-Cool-down	45-50/10-11	Aerobic exercise with Recreation and arouse interest(Turning the towel, Group jump rope)
	Flexibility exercise-10min Strength training-10min Aerobic exercise-30min		
Improving 5-8Week	Warm-up-Cool-down	50-70/12-13	Aerobic exercise Resistance exercise use Gym ball and Bend *Exercise applying the 2015 revised physical education curriculum(Ministry of Education, 2015).
	Flexibility exercise-10min Strength training-10min Aerobic exercise-30min		
Maintain 9-12Week	Warm-up-Cool-down	60-75/13-16	Aerobic exercise Resistance exercise use Gym ball and Bend Circuit training
	Flexibility exercise-10min Strength training-10min Aerobic exercise-30min		

3. 측정 항목 및 측정방법

가. 신체구성(body composition)

신체구성은 생체전기저항분석(BIA: bioelectrical impedance analysis)장비인 체성분분석기(Inbody 720, biospace Co. Korea)법을 이용하여 InBody 720의 전극판 위에 올라서게 한 후 손 전극을 양손에 각각 잡고 겨드랑이가 몸통과 떨어진 상태에서 엄지손가락으로 전극 스위치를 가볍게 누르게 하여 좌·우 발바닥 및 손의 피부 전기저항을 측정하고, 체중은 kg, 체지방률은 %로 그 값을 기록하였다. 측정오차를 줄이기 위해서 실내온도 20-25℃에서 측정 4시간 전에는 음식물이나 음료수 섭취를 금하였고, 측정 30분전에 배뇨를 하도록 하였다.

나. 채혈 및 분석방법

본 연구에서는 혈중 성장호르몬과 코티졸, IGF-1, TNF- α 의 농도를 측정하기 위해 전완 주정맥에서 약 10ml을 채혈하여 G임상병리센터에 분석을 의뢰하였다. 혈액검사는 프로그램 실시전과 12주 후 2회 실시하였으며, 채혈시간은 12시간 이상의 공복상태를 유지한 후 오전 09시-10시 사이에 이루어졌다. 성장호르몬의 분석은 채취한 혈액을 성장호르몬 측정용 Kit인 In Vitro Radioactive Product for Diagnostic Use GH Kit “Daiichi”(Daiichi Radioisotope Laboratories, Ltd.)와 분석장비(COBRA 5010II, Quantum)를 사용하여 Immunoradiometric assay, Bead method으로 하였으며, 코티졸은 Coat-A-Count Cortisol 시약을 사용하여, Y-counter 분석기 Cobra 5010(Quantum,

USA)에서 Competitive RIA로 측정하였다. IL-6와 TNF- α 의 농도분석은 검사장비 ELx808(Automatic washing system, Co., USA)과 ELx50(USA)을 이용하여 ELISA(enzyme-linked immunosorbent assay)측정방법을 이용하였다.

4. 자료분석

본 연구의 모든 자료는 SPSS/PC 19.0 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하여 도표화 하였다.

처치간 평균차 검정을 위하여 반복 측정에 의한 이원변량분석(Two-way repeated measure ANOVA)을 사용하였으며, 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 성장호르몬의 변화

<Table 3>에서 보는 바와 같이 성장호르몬은 집단과 시점별 차이가 있는 것으로 나타났고(각각 $P < .01$, $P < .001$), 상호작용효과도 있는 것으로 나타났다($P > .05$). 상호작용효과에 대한 사후 검정결과, 시점별 운동집단에는 사전보다 사후에 증가한 것으로 나타났고($P < .01$) 통제집단도 사전보다 사후에 증가한 것으로 나타났고($P < .05$). 집단별 사전에는 차이가 없는 것으로 나타났으나($P > .05$), 사후에는 운동집단이 통제집단보다 높은 것으로 나타났고($P < .001$).

<Table 3> Growth of hormone

Variable	Group	Pre	Post		F	p-value
GH	Exercise	3.42±0.63	5.29±1.23	a	12.123	.01
				b	22.792	.001
	Control	3.03±0.79	3.39±0.84	a×b	10.357	.01

a :group, b: time

<Table 4> Changes of inflammatory factors

Variable	Group	Pre	Post		F	p-value
Cortisol	Exercise	8.09±2.93	6.74±1.99	a	0.695	.416
				b	1.514	.234
	Control	6.24±1.56	6.70±1.59	a×b	2.854	.108
IGF-1	Exercise	249.10±78.32	295.20±72.13	a	2.556	.127
				b	12.548	.002
	Control	212.30±62.41	226.90±88.53	a×b	3.379	.083
TNF-α	Exercise	4.06±1.58	3.60±0.69	a	0.005	.942
				b	0.982	.335
	Control	3.34±1.04	4.39±1.42	a×b	6.360	.021

a :group, b: time

2. 염증인자의 변화

<Table 4>에서 보는 바와 같이 코티졸은 집단과 시점별 차이가 없는 것으로 나타났고(각각 $P>.05$), 상호작용효과도 없는 것으로 나타났다($P>.05$).

IGF-1은 집단에는 차이가 없는 것으로 나타났으나($P>.05$), 시점에서는 차이가 있는 것으로 나타났다($P<.01$). 그러나 상호작용효과는 없는 것으로 나타났다($P>.05$).

TNF-α는 집단과 시점별 차이가 없는 것으로 나타났으나(각각 $P>.05$) 상호작용효과는 있는 것으로 나타났다($P<.05$). 상호작용효과에 대한 사후검정결과, 시점별 운동집단은 사전과 사후에 차이가 없는 것으로 나타났고($P>.05$), 통제집단은 사전보다 사후에 증가한 것으로 나타났다($P<.05$). 집단별 사전과 사후 모두 차이가 없는 것으로 나타났다(각각 $P>.05$).

IV. 논 의

성장호르몬은 단백질을 재료로 하여 체내에서 근골격계의 성장뿐만 아니라 지방분해와 단백질의 합성을 촉진하는 작용을 한다(Rogol, 1989), 그리고 다양한 영향을 받는 호르몬으로서 성장 이

외에도 질병과 상관관계를 보이는 변인이며, 비만에 의해서 성장호르몬 대사 작용이 방해를 받는다(Luque and Kineman, 2006). 정상인에 비해 비만인이 성장호르몬의 분비능력이 떨어지고(Park, 2004), 이러한 원인으로 인해 지방연소가 원활하게 이루어지지 않는 관계로 비만개선에 어려움이 있다. 성장호르몬 분비활성화의 영향을 미치는 요인 중 스트레스, 수면, 영양, 저혈당, 운동 등, 여러 요인에 영향을 미치고(Kanaley et al., 1999), 특히 규칙적인 운동이 분비 활성화에 영향을 미쳐 분비량이 높아지고(Korean Society for The Study of Obesity, 2012), 성인에 비해 아동들이 신체운동 후 성장호르몬의 분비율이 높다고 보고하였다(Cappa et al., 2000). 본 연구에서도 방과 후 프로그램으로 12주간 근력운동과 유산소운동은 2015 개정 체육과 교육과정(초등학교)에 포함된 운동프로그램(Ministry of Education, 2015)을 적용한 놀이운동을 실시하여 성장호르몬은 통제집단보다 더 높게 증가한 것으로 나타났다. Kim(2010)은 일정한 강도로 지속적인 운동을 한 건거나 요가 운동에서는 성장호르몬의 분비를 촉진시키지 못한 반면, 이에 반해 비슷한 강도로 실시한 웨이트트레이닝에서는 성장호르몬의 분비를 자극해 높게 나타났다고 보고하였다. 그리고

Jang(2016)은 16주간의 런닝머신 걷기운동에서 비만아동의 성장호르몬이 유의하게 증가하였다고 하였다. 이러한 연구결과는 지속적인 신체활동에 의한 대사량 증가와 성장호르몬의 증가를 통해 중성지방체로 저장되어 있는 지방을 혈류로 유리한 에너지원의 소모가 성장호르몬의 증가를 이루고 지방의 감소를 가져와 아동들의 성장에 영향을 미쳤다(Jang, 2016). Ha et al.(2017)의 연구에서도 방과 후 체육활동이 비만아동의 성장호르몬에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고하여 본 연구결과를 뒷받침 해 주고 있다. 이러한 선행연구의 결과를 볼 때 운동 강도와 지속시간에 의해 지방질의 이용촉진에 의해 지방량이 감소하게 되고 인슐린 민감도의 개선과 유리지방산의 감소현상이 나타난 결과라고 생각된다.

코티졸은 신체 및 정신적 스트레스에 대해 변화된 생리적 상태를 반영하는 주요지표이며, 스트레스에 의해 코티졸이 상승하고 이 코티졸의 상승은 면역기능의 저하를 초래(Park, 2009)하는 것으로 면역계와 밀접한 연관성을 갖고 이러한 면역 억제성을 통하여 면역글로불린의 감소와 T 임파구, 싸이토카인의 생성을 억제하는 기능에 관여하는 것으로 보고되었다(Shaw et al., 2018). 본 연구에서는 운동집단에서 통제군에 비해 코티졸이 줄어드는 경향은 보였지만, 운동의 효과는 나타나지 않았다. Jung et al.(2009)의 연구에서도 비만초등학생들을 대상으로 신체활동프로그램을 12주간 실시한 결과, 신체활동그룹에서 감소하는 경향을 보였으며, 대조군집단에서는 증가하는 경향이 나타났다. 본 연구와 일치하는 결과이다. 그리고 Kim et al.(2018)의 연구에서 여고생을 대상으로 12주간 복합운동을 실시한 결과 집단내 운동그룹에서 코티졸의 유의하게 감소하였다고 보고하였다. Mooren et al.(2004)은 운동 강도, 기간, 지속시간, 운동 종류 및 개인의 특성에 따라 면역력을 증강시킬 수도 있고 악화시킬 수도 있다고 보고하였다. 이러한 맥락에서 운동은 스트레스와 연관성이 매우 높은 편이다. 운동이 스트

레스를 해소할 수 있는 중요한 매개체 역할을 하기도 하지만 부정적인 스트레스가 생성되기도 한다. Sarbadhikare and Saha(2006)는 스트레스와 운동의 관찰된 비선형 행동을 유도하는데 하나 또는 두 개 이상의 신경전달물질 시스템이 동시에 관련이 있으며, 중등도의 규칙적인 운동으로 가볍고 반복적인 스트레스성의 자극이라 하고 장시간의 과도한 운동과 가볍지만 불규칙적인 운동은 우울증을 증가시키는 요소라고 보고하였다.

일반적으로 성장과정이 가장 왕성한 사춘기에 IGF-1의 분비량이 최고수준에 이르게 되는데 이러한 원인으로 IGF-1은 유사분열에 관여해 생리 기능을 활성화시키는 물질로서 성장호르몬을 통하여 간에서 분비되며(Kim, 2012), 생성된 IGF-1은 뼈의 길이성장과 밀도를 증가시키는 것(Yakar et al., 2002)으로 비만아동의 성장을 예측하는 지표로 제시하고 있다(Kim, 2012). 본 연구에서는 아동들의 비만상태로 인해 낮은 수준을 유지했던 IGF-1이 12주간의 방과 후 프로그램에서 유의한 증가는 나타나지 않았지만 증가하는 경향을 나타냈다. Shin et al.(2006)도 비만청소년을 대상으로 웨이트트레이닝과 유산소운동을 적용한 복합운동을 8주간 중재한 결과, 성장호르몬은 증가하였으나, IGF-1의 농도는 증가하는 경향은 보였으나 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 반면, Park and Yang(2011)은 초등학생을 대상으로 12주간 복합운동을 실시한 결과, 성장호르몬과 IGF-1의 활성이 유의하게 증가하였다고 하였고, Kang(2017)도 등·하교 시 빠르게 걷기운동을 매일 1시간씩 12주간 실시한 결과, 성장호르몬과 IGF-1에서 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 이러한 연구결과를 비추어볼 때 성장호르몬과 IGF-1은 아동기의 성장과 관련이 있다는 것을 알 수 있고 아동기에는 운동과 관계없이 차이는 있지만 수치상 오르는 경향을 보이는 결과는 성장기의 현상이라 할 수 있을 것이다. 분명한건 규칙적인 운동을 한 아동들이 스트레스에도 좋은 영향을 미치고 비만개선에 중요한 역할을 한다는 것은 명명백백

하다.

비만인의 TNF- α 농도가 증가하는 하는 것은 혈관의 염증과 혈전 및 죽상 경화성 플라크의 발생을 초래하며(Packard and Libby, 2004), 골관절염의 질병진행에도 관여하고, 박테리아, 바이러스, 기생충 등, 면역체계에도 영향을 미친다고 한다. 그러나 규칙적인 운동을 통해 체중과 체지방을 감소시킬 경우 TNF- α 의 농도가 감소하여 염증 및 인슐린의 기능과 인슐린 민감도가 개선되어 심혈관질환과 대사성질환의 위험도가 감소한다고 한다(Fischer et al., 2007).

TNF- α 에 관한 운동의 효과에 대해서는 다양한 보고가 있는데, 중등도의 운동에서는 TNF- α 를 감소시키거나 변화가 나타나지 않았다는 보고(Drenth et al., 1998)가 있는 반면, 고강도의 운동에서는 TNF- α 가 증가되었다는 보고가 있다(Pedersen et al., 2001). 또한 7개월의 장기간 비만 여성을 대상으로 조깅, 걷기, 스트레칭, 줄넘기 및 싸이클링 등을 실시한 결과 TNF- α 가 유의한 감소가 나타났다고 보고하였다(Kondo et al., 2006). 일회성 운동의 효과에서도 다양한 보고가 있는데, 일회성 운동으로 달리기 운동에서 운동 중과 회복기 1시간 이내에 TNF- α 가 유의하게 증가되었다는 보고가 있으나(Dufaux and Order, 1989), 일회성 운동으로 TNF- α 의 농도 변화는 나타나지 않은 보고도 있다(Lee, 2008).

본 연구에서는 방과 후 체육활동이 비만아동의 운동집단에서 TNF- α 가 감소하는 경향은 보였으나 유의한 효과는 나타나지 않았다. 그러나 대조군에서 사전보다 사후에 증가하는 것으로 나타났다. Timmons(2007)는 아동이나 청소년의 경우 운동프로그램을 통한 TNF- α 의 변화량은 매우 적으며 심지어 증가할 수 있다고 하였다. 즉 성장기의 다변성이 아닌가 싶다. 특히 청소년이나 아동기에는 비만아동이라도 키 성장과 체중 증가가 같이 이루어짐을 짐작할 수 있다. 여러 국내연구에서 나타나듯이 규칙적인 운동의 효과에서 TNF- α 는 감소하거나 감소하는 경향을 보이는

연구가 많이 있다(Jung et al., 2009; Kang et al., 2011; Kim et al., 2009; Seo et al., 2020) 본 연구 결과처럼 규칙적인 운동을 하지 않고 일상생활만 했던 대조군에서는 TNF- α 의 증가추세가 나타난 것을 보면 충분히 TNF- α 의 감소가 운동에 긍정적인 영향을 미친다고 할 수 있다.

Jang and Baek(2014)은 비만 아동에 대한 운동 교육 프로그램의 필요성을 제기하였다. Kim(2002)은 비만아동들의 운동프로그램을 시행함에 있어 자신이 흥미 있는 프로그램에는 적극적인 반면, 이미 작성된 프로그램에서는 재미없어하며, 부정적인 경향을 보인다고 보고한 바 있다. Lee and Shin(2014)은 성장기의 아동들에게는 강도 높은 운동보다는 다양한 놀이형태의 운동프로그램을 적용해야한다고 강조한 바 있다.

현재 초등학교에서 실시하고 있는 2015 개정 체육과 교육과정(초등학교)에 포함된 운동프로그램 적용(Ministry of Education, 2015)한 방과 후 건강증진을 위한 프로그램으로 비만개선과 스트레스 해소에 효과적인 방과 후 운동프로그램으로 자리매김하며 더욱 권장해야 할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 경도비만(BMI 22-29%)이상인 비만 초등학교 여학생들을 대상으로 유산소운동과 근력운동을 포함한 방과 후 운동프로그램을 12주간 실시 후 성장호르몬과 염증인자를 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 성장호르몬은 운동집단이 통제집단보다 유의하게 증가한 것으로 나타났다.

둘째, 코티졸과 IGF-1은 운동집단과 통제집단 모두 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

셋째, TNF- α 는 운동집단에서 감소한 경향을 보였으나 통제집단에서 유의한 증가가 나타났다.

본 연구는 경도비만 여학생들에게 방과후 신체

활동을 통하여 신체적, 정신적, 사회성을 형성하는데 도움을 줄 뿐만 아니라 운동습관을 형성하여 평생체육으로 나아갈 수 있는 계기가 되길 기대하며, 다양한 방과후 프로그램을 적용하여 청소년기 비만관련 연구가 진행되었으면 한다.

References

- Barreca T, Reggiani E, Franceschini F, Bavastro G, Messina V, Menichetti G, et al.(1988). Serum prolactin, growth hormone and cortisol in athletes and sedentary subjects after submaximal and exhaustive exercises. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 28(1), 89~92.
- Björntorp P and Rosmond, R(2000). Obesity and cortisol. *Nutrition*, 16(10), 924~936.
[https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(00\)00422-6](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00422-6)
- Cappa M, Bizzarri C, Martinez C, Porzio O, Giannone G, Turchetta A and Calzolari A(2000). Neuroregulation of Growth Hormone During Exercise in Children. *International Journal of Sports Medicine*, 21(2), 125~128.
<https://doi.org/10.1055/s-2000-8503>
- Drenth JP, Krebbers RJ, Bijzet J and van der Meer JW(1998). Increased circulating cytokine receptors and ex vivo interleukin-1 receptor antagonist and interleukin-1beta production but decreased tumour necrosis factor-alpha production after a 5-km run. *European Journal of Clinical Investigation*, 28(10), 866~872.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2362.1998.00366>
- Dufaux B and Order U(1989). Plasma Elastase- α 1-Antitrypsin, Neopterin, Tumor Necrosis Factor, and Soluble Interleukin-2 Receptor After Prolonged Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 10(6), 434~438.
<https://doi.org/10.1055/s-2007-1024939>
- Epstein LH, Valoski AM, Kalaarchian MA and McCurley J(1995). Do children lose and maintain weight easier than adults: a comparison of child and parent weight changes from six months to ten years. *The Obesity Society*, 3(5), 411~417.
<https://doi.org/10.1002/j.1550-8528.1995.tb00170>
- Fischer CP, Berntsen A, Perstrup LB, Eskildsen P and Pedersen BK(2007). Plasma levels of interleukin 6 and C reactive protein are associated with physical inactivity independent of obesity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17(5), 580~587.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00602>
- Goodpaster BH, Thaete FL, Simoneau JA and Kelley DE(1997). Subcutaneous abdominal fat and thigh muscle composition predict insulin sensitivity independently of visceral fat. *Diabetes*, 46(10), 1579~1585.
<https://doi.org/10.2337/diacare.46.10.1579>
- Ha MS, Kim JH, Kim DY and Kim JW(2017). Effect of Regular After-School Physical Education on Blood Lipids, Sex Hormone and Growth Hormone in obese elementary school students. *The Korean Journal of the Elementary Physical Education*, 23(2), 163~172.
- Hewagalamulage SD, Lee TK, Clarke IJ and Henry BA(2016). Stress, cortisol, and obesity: a role for cortisol responsiveness in identifying individuals prone to obesity. *Domestic Animal Endocrinology*, 56, 112~120.
<http://dx.doi:10.1016/j.domaniend.2016.03.004>
- Hochbaum GM(1981). Strategies and Their Rationale for Changing People's Eating Habits. *Journal of Nutrition Education*, 13(1), 59~65.
- Huh MD, Lee KY and Jung SL(2009). Effects of 12 Weeks Variety Sport Activities on the %fat, GH, IGF-1 and Metabolic Syndrome Risk Factors of the Obese Primary School Girls. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 37(2), 1091~1099.
- Jang YW(2016). Effect of Walking Exercise of Long Term on Growth Hormone in Obese Children. *Journal of elementary education research*, 27(2), 229~235.
- Jang YW and Baek WS(2014). The Effect of Circulating Training Program on Body Fat%, Growth Hormone and IGF-I in Obese Children. *Journal of Korea Creative Education Institute*, 16, 109~121.
- Jung SL, Kim HK and Huh MD(2009). The Effects of Health Promotion Program on the Blood lipids, TNF- α , and Cortisol density in Obesity Elementary School girls. *The Korea Journal of Sports Science*, 18(3), 1107~1117.

- Kanaley JA, Weatherup-Dentes MM, Jaynes EB and Hartman ML(1999). Obesity Attenuates the Growth Hormone Response to Exercise. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 84(9), 3156~3161.
<https://doi.org/10.1210/jcem.84.9.5997>
- Kang DH, Jeong SB, Hong SJ, Kim YM and Ko SK(2011). The Effects of Aerobic and Resistance Training on Body Composition, Inflammatory Markers and Insulin Resistance in Obese Middle School Boys. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 44(2), 791~801.
- Kern PA, Saghizadeh M, Ong JM, Bosch RJ, Deem R and Simsolo RB(1995). The expression of tumor necrosis factor in human adipose tissue. Regulation by obesity, weight loss, and relationship to lipoprotein lipase. *The Journal of Clinical Investigation*, 95(5), 2111~2119.
<https://doi.org/10.1172/JCI117899>
- Kim IB, Kim MK and Oh DJ(2018). Influence of 12-week combined exercise to health-related fitness, adrenocorticotrophic hormone and cortisol concentration. *The Korea Journal of Sports Science*, 27(3), 973~981.
- Kim JE(2002). Study of physical program for obese children. Unpublished master's thesis, Kyunghee University Graduate School of Education.
- Kim JS, Cho HC and Kang HS(2009). Effects of a 12weeks walking exercise and nutrition education on adiponectin and inflammatory cytokine in obese juveniles. *Exercise science*, 18(3), 381~390.
- Kim KJ(2012). Association of IGF-I Gene Polymorphism with Blood Concentration of IGF-I, Body Composition, Bone Age and Response to Combined Exercise Program in Teen-Aged Children. *The Korean Journal of Sports Medicine*, 30(1), 55~64.
- Kim MK and Hyun HJ(2008). A Study on the Effects of obesity Control program for obese Students in Primary School. *Journal of Korean biological nursing science*, 10(2), 141~146.
- Kim SM(2017). The Effect of Difference of Training Pattern on Immuno Globulin, Growth Hormone and Adiponectin in the Obesity Children . *The Korean Journal of the Elementary Physical Education*, 16(2), 203~214.
- Kim SY, Yoon JD and Lee BK(2017). The effect of cardiorepiratory fitness cognitive function and stress markers on physical activity intervention in childhood.. *The Korean Journal of Sport*, 15(1), 469~478.
- Kondo T, Kobayashi I and Murakami M(2006). Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. *Endocrine journal*, 53(2), 189~195.
<https://doi.org/10.1507/endocrj.53.189>
- Korean Society for The Study of Obesity(2012). *Obesity Treatment Guidelines 2003*. Seoul: Chungwoon Planning.
- Lee HY(2008). Effects of dietary diacylglycerol and aerobic exercise training on the adipocytokines and inflammatory marker levels in obese men. Unpublished doctoral thesis, Yonsei University Graduate School.
- Lee KY and Shin W(2014). Effects of Compound Aerobic Exercises on the Body Composition, IGF-1 and Bone Density of Female Elementary School Students in the Growth Period. *The Korea Journal of Sports Science*, 23(5), 1137~1146.
- Licino J, Mantzoros C, Negrão AB, Cizza G, Wong ML, Bongiorno PB., et al.(1997). Human leptin levels are pulsatile and inversely related to pituitary - ardenal function. *Nature Medicine*, 3(5), 575~579.
<https://doi.org/10.1038/nm0597-575>
- Luque RM and Kineman RD(2006). Impact of Obesity on the Growth Hormone Axis: Evidence for a Direct Inhibitory Effect of Hyperinsulinemia on Pituitary Function. *Endocrinology*, 147, 2754~2763.
<https://doi.org/10.1210/en.2005-1549>
- Ministry of Education(2015). *Physical education curriculum*. Ministry of Education Notice No. 2015-74(Separate Volume 11).
- Ministry of Health and Welfare(2018). *Comprehensive measures for national obesity management (2018. 07)*.
- Moore FC, Lechtermann A and Völker K(2004). Exercise-induced apoptosis of lymphocytes depends on training status. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(9), 1476~1483.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000139897.34521.e9>

- Park CW and Yang JH(2011). Effects of Combined Exercise On GH, IGF-I in Elementary Female Students as follow Menarche Existence and Nonexistence. *Korean journal of physical education*, 50(5), 411~418.
- Park HY(2009). Effects of Massage and Stretching for Infants and Children on Responsive Interaction between Children with Developmental Disorders and Their Mothers, Their Salivary Cortisol and Immunoglobulin A. Unpublished doctoral dissertation, Hanyang University Graduate School.
- Park IK(2004). The Effects of Complex exercise program on Body composition, Growth hormone and IGF-1 of obese girls in middle school. *Korean journal of physical education*, 43(6), 419~427
- Packard RR and Libby P(2008). Inflammation in Atherosclerosis: From Vascular Biology to Biomarker Discovery and Risk Prediction. *Clinical Chemistry*, 54(1), 24~38.
<https://doi.org/10.1373/clinchem.2007.097360>.
- Pedersen BK, Adam S and Peter S(2001). Exercise and interleukin-6. *Current Opinion in Hematology*, 8(3), 137~141.
<https://doi.org/10.1097/00062752-200105000-00002>.
- Rogol AD(1989). Growth hormone: physiology, therapeutic use, and potential for abuse. *Exercise and sport sciences reviews*, 17(1), 353~377.
- Sarbadhikari SN and Saha A(2006). Moderate exercise and chronic stress produce counteractive effects on different areas of the brain by acting through various neurotransmitter receptor subtypes: A hypothesis. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, 23, 3~33.
<http://doi.org/10.1186/1742-4682-3-33>.
- Seo JP, Heo JH, Kim HJ and Park JJ(2020). The Effects of 12 Weeks Combined Exercise on Brain Nerve Growth Factor, Inflammation-Related Factor in Obese High School Girls. *Journal of Korean Society of Integrative Medicine*, 18(1), 159~168.
- Shaw DM, Merien F, Braakhuis A and Dulson D(2018). T-cells and their cytokine production: The anti-inflammatory and immunosuppressive effects of strenuous exercise. *Cytokine*, 104, 136~142.
<https://doi.org/10.1016/j.cyto.2017.10.001>
- Shin YO, Kim JK and Moon HW(2006). Effects of weight training and aerobic exercise on plasma growth hormone and insulin-Like growth factor-1 in obese adolescent. *Korean journal of physical education*, 45(6), 575~582.
- Timmons BW(2007). Exercise and Immune Function in Children. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 1(1), 59~66.
<https://doi.org/10.1177/1559827606294851>
- Valoski AM(1995). Do children lose and maintain weight easier than adults; a comparison of child and parent weight changes from six months to ten years. *Obesity Research*, 3(5), 411~417.
<https://doi.org/10.1002/j.1550-8528.1995.tb00170>
- Ventre J, Doebber T, Wu M, MacNaul K, Stevens K, Pasparakis M, et al.(1997). Targeted disruption of the tumor necrosis factor-alpha gene: metabolic consequences in obese and nonobese mice. *Diabetes*, 46(9), 1526~1531.
<https://doi.org/10.2337/diab.46.9.1526>
- Yakar S, Rosen CJ, Beamer WG, Ackert-Bicknell CL, Wu Y, Liu J, et al.(2002). Circulating levels of IGF-1 directly regulate bone growth and density. *The Journal of Clinical Investigation*, 110(6), 771~781.
<https://doi.org/10.1172/JCI15463>
-
- Received : 06 January, 2021
 - Revised : 01 February, 2021
 - Accepted : 16 February, 2021