

크로스핏 트레이닝이 여자 아동의 체력, 혈중지질 및 골대사 지표에 미치는 영향

유동훈¹, 허유섭²

¹경남대학교 교육문제연구소, ²경남대학교 체육교육과

Effects of CrossFit Training on Physical Fitness, Blood Lipids, and Bone Metabolism Index of Prepubescent Girls

Dong-Hoon Yoo¹, Yu-Sub Huh²

¹Institute for Educational Research, Kyungnam University, Changwon; ²Department of Physical Education, Kyungnam University, Changwon, Korea

PURPOSE: The purpose of this study was to investigate the effects of crossFit training on physical fitness, blood lipids and bone metabolism index of prepubescent girls.

METHODS: Eighteen elementary school girls were assigned to either crossFit training group (CTG: n=9, Height: 148.08±5.80 cm, Weight: 58.26±3.29 kg, Age: 11.44±0.73 year) or control group (CON: n=9, Height: 147.49±5.41 cm, Weight: 56.83±3.72 kg, Age: 11.22±0.83 year). crossFit training program consisted of workout of the day (WOD) with 3-4 items for 10 weeks (3 day per week).

RESULTS: The results were as follows: 1) The hand grip, back strength, sit-up, sargent jump, eyes-closed one-leg standing and trunk flexion were increased significantly in the CTG. 2) The TC, TG, LDL-C were decreased significantly, and the HDL-C was increased significantly in the CTG. 3) The osteocalcin was increased significantly in the CTG, but there were no significant difference in the alkaline phosphatase and calcitonin.

CONCLUSIONS: CrossFit training was effective for physical fitness and blood lipids but there was no significant difference in bone metabolism index. Long-term exercise may be effective for positive changes in bone metabolism index and further study on crossFit training consisting of different exercise intensity, period, and frequency should be performed on prepubescent girls.

Key words: CrossFit training, Physical fitness, Blood lipids, Bone metabolism index, Prepubescent girls

서론

아동기의 활발한 신체활동은 신체적, 심리적, 사회적 및 인지능의 발달에 매우 중요한 요인으로 알려져 있다[1]. 그러나 우리나라의 경우 서구식 생활패턴, 스마트폰 사용, 인터넷 게임 등 좌식생활의 증가로 신체활동량이 감소하고 있으며, 아동기에 85% 이상이 신체활동 부족으로 보고되고 있다[2]. 이러한 신체활동의 부족은 체력저하, 소아 성인병 및 골밀도를 저하시키는 가장 큰 요인으로 보고하였으며, 감소된

골량, 뼈의 불안전성과 근력의 감소 등은 성인기의 골절 위험에 중요한 원인이 되는 것으로 보고되고 있다[3,4]. 특히 여성은 폐경 이후에 호르몬의 변화로 골밀도의 감소가 급격히 일어나며, 이는 통계적으로도 여성이 남성보다 더 높은 골다공증 유병률을 나타낸다[5]. 우리나라의 골다공증 진료 통계를 살펴보면, 2007년 535,000명에서 2011년 773,000명으로 44.3%로 증가하였으며, 성별 분석의 결과 여성의 점유율은 약 92.5-93.6%로 남성에 비해 압도적으로 높게 나타났다[6].

아동기에서 초기 성인기 동안 최대 골질량이 평균 수준보다 낮으면

Corresponding author: Yu-Sub Huh Tel +82-55-249-2238 Fax +82-55-999-2151 E-mail yshuh@kyungnam.ac.kr

Keywords 크로스핏 트레이닝, 체력, 혈중 지질, 골 대사 지표, 여자아동

Received 12 Sep 2018 Revised 23 Nov 2018 Accepted 29 Nov 2018

© 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.

골다공증 발생 가능성이 증가하며, 여성의 경우 최대 골질량이 형성되는 시기는 약 12.5세 전후에 최대비율에 도달하는 것으로 보고되고 있다[7]. Hansen et al. [8]은 아동기에 골밀도 형성과 최대 골질량 획득이 폐경 이후 여성의 골다공증 예방을 위한 최선책으로 보고하였다. 2015년 National Osteoporosis Foundation에서는 생애 골밀도 발달에 영향을 줄 수 있는 요인에 대하여 발표를 하였다[7]. 발표 결과, 가장 직접적인 요인은 개인의 유전자가 60-80%의 영향을 주며, 나머지 20-40%는 영양소, 건강에 해로운 습관(흡연, 음주 등)과 고강도 신체활동이 포함되었다. 이 중 수년간의 연구에서 골 건강에 강력한 효과를 가지는 요인은 고강도의 신체활동과 칼슘의 섭취라고 보고하였다.

규칙적인 운동은 인체의 조골세포에서 골을 자극하여 골 생성을 촉진하며, 골밀도는 운동강도와 긍정적인 관계를 가진다[9]. 골밀도의 향상을 위해서는 낮은 운동강도보다 높은 운동강도의 트레이닝이 효과가 있으며[10], 체중 및 중량부하 운동은 골 건강에 필수적인 운동으로 기계적인 부하의 자극은 골의 발달 및 재형성에 가장 중요한 인자이다[11]. Mitchell et al. [12]도 아동기의 골무기질량과 골밀도의 증가는 고강도 신체활동의 수행 시간과 긍정적인 관계가 있는 것으로 보고하였다. 10대 초반 아동들을 위한 신체활동 지침에 의하면 30분 이상의 운동시간에 10분 이상은 고강도의 운동이 포함되어야 한다고 권장하였다[13]. Jung et al. [14]은 비만 여자 초등학생을 대상으로 유산소 운동의 하나인 스텝 박스 운동을 12주간 실시하여 골밀도의 향상을 보고하였으며, MacKelvie et al. [15]은 사춘기 전의 여자아동을 대상으로 7개월 동안 다양한 점프 운동 프로그램을 주 3회, 10분간 중재하여 요추, 대퇴골의 골밀도 향상을 보고하였다. 여자 아동을 대상으로 골대사와 관련한 연구는 주로 줄넘기와 같은 점핑(jumping) 동작의 유산소 운동 프로그램으로 이루어져 있으며[16,17], 저항성 운동 프로그램을 적용한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 최근 유행하는 고강도 저항성 운동종목 중의 하나인 크로스핏을 여자 아동에게 적용하여 그 효과를 알아보고자 시도하였다.

크로스핏은 1996년에 미국의 체조 및 피트니스 코치인 Greg Glassman에 의해 만들어졌으며, 신체활동 중 가장 좋은 운동유형으로 소개하였다. 크로스핏 관련 지도자들은 주로 체조, 올림픽 역도 및 파워 리프팅(power lifting)과 같은 다양한 동작들을 운동 프로그램에 포함하고 있다[18]. 크로스핏 프로그램은 주로 성인을 대상으로 만든 것으로 여겨지지만, Bakshi [19]는 지난 10년간 아동들을 대상으로 한 크로스핏 운동으로 “CrossFit Kids”를 언급하였다. CrossFit Kids는 모든 동작들을 적절하게 조정할 수 있기 때문에 운동경험에 관계없이 모든 아동들에게 적용할 수 있는 운동 프로그램으로 체조, 맨몸운동과 웨이트 리프팅 요소들을 결합하여 실시하며, 10가지 영역의 신체능력(심폐지구력, 최대근력, 유연성, 협응력, 민첩성, 균형감각, 정확성, 파워, 스테미너, 속도)을 개발하고, 특히 골밀도 및 전정기관의 개발을 촉진하는

데 중점을 두고 있다[20]. 또한, 크로스핏의 특징은 저항성 운동처럼 특정 근육이 아닌 전신의 근육을 동시에 자극하는 운동으로 구성되어 운동량이 크며, 운동수행 방법에 경쟁적인 요소가 포함되어 흥미유발과 동기부여가 가능하다[21].

크로스핏과 관련된 선행연구를 살펴보면, Kang et al. [22]은 남자 초등학생을 대상으로 12주간 크로스핏 운동을 실시하여 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력, 체지방률과 골밀도에서 T-score의 유의한 향상을 보고하였다. Bakshi [19]는 20명의 초등학생(남 13명, 여 7명)을 대상으로 매일 30분씩 크로스핏 운동을 진행하여 학업성취도에 관련한 연구를 수행하였다. Yu [23]는 중년남성을 대상으로 12주간 크로스핏 운동집단과 웨이트 트레이닝 운동집단으로 구분하여 실시한 결과, 건강 및 기능관련체력에서는 최대산소섭취량과 사이드 스텝에서 크로스핏 운동집단이 높은 효과를 보였다. 혈중지질은 두 집단 모두 총콜레스테롤(total cholesterol, TC), 중성지방(triglyceride, TG)과 저밀도 지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)은 감소하였으며, 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)은 증가하였으며, 크로스핏 프로그램의 경우 웨이트 트레이닝 프로그램보다 짧은 운동시간에 효과를 보여 효율적인 운동 프로그램으로 보고하였다. Kim [24]은 비만중년여성을 대상으로 12주간 크로스핏을 실시하여 건강관련체력은 심폐지구력, 근력, 유연성, 근지구력은 유의한 증가를 보고하였으며, 혈중지질성분은 TC, TG와 LDL-C는 감소, HDL-C는 증가를 보고하였다. Yoo & Huh [25]의 연구에서 12주간 크로스핏 운동을 실시하여 TG, LDL-C는 감소하였고, HDL-C의 증가를 보고하였다. 크로스핏과 관련된 대부분의 연구들이 성인 남녀들을 대상으로 이루어지고 있으며, 아동들을 대상으로 한 연구는 매우 부족한 실정이다. 특히 여자 아동을 대상으로 골대사 지표와 관련된 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 여자 아동을 대상으로 10주간 크로스핏 트레이닝을 실시하여 체력, 혈중지질 및 골대사 지표를 분석하고, 크로스핏 트레이닝의 효과에 대한 객관적인 기초자료를 제공하기 위해 시도하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 C시에 거주하는 여자 초등학생 18명으로 무선배정을 통하여 크로스핏 트레이닝 집단(crossFit training group, CTG) 9명, 통제집단(control group, CON) 9명으로 구분하였다. CTG는 10주간 운동 프로그램을 적용하였으며, CON은 동일 기간 동안 운동수행 없이 일상적으로 생활하였다. 실험 전 연구의 취지와 방법에 대하여 설명을 들은 후 실험 참여에 대한 학부모 동의를 제출하고, 자발적 참여의사를 밝힌 학생들 중 의학적 특별한 질환과 초경 경험이 없는 학생들을

Table 1. Subject characteristics

Variables	CTG (n=9)	CON (n=9)
Age (yr)	10.78±0.67	11.00±0.71
Height (cm)	141.34±8.80	142.90±8.69
Weight (kg)	37.04±6.40	36.43±6.21
BMI (kg/m ²)	18.43±2.51	17.74±1.65

Values = means ± SD.

CTG, crossFit training group; CON, control group; BMI, body mass index.

대상자로 선정하였다. 피험자들의 신체적 특징은 Table 1과 같다.

2. 측정항목 및 방법

1) 체력

본 연구에서 체력 측정은 선행연구를 참고로 하여 근력, 유연성, 순발력, 민첩성, 평형성을 선택하였으며[23,26], 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램 적용 전후 2회에 걸쳐 측정하였다. 악력은 악력계를 이용하여 좌우 모두 팔과 몸통이 붙지 않게 하여 측정하며 평균값을 0.01 kg 단위로 기록하였으며, 배근력은 배근력계를 사용하여 0.01 kg단위로 기록하였으며, 발판 위에서 양발 끝을 15 cm 정도 벌려 서서 손잡이를 바로 잡게 하며, 피험자는 등을 펴면서 상체를 30° 전방으로 기울인 다음 손잡이를 힘껏 끌어당기도록 측정하여, 2회 실시한 뒤 우수한 기록을 0.01 kg 단위로 기록하였다. 유연성 검사는 체전굴을 2회 실시하여 기록을 0.01 cm 단위로 측정하여 좋은 기록을 택하였다. 순발력 검사는 서전트 점프를 2회 실시하여 최고치를 0.01 cm 단위로 기록하였다. 민첩성 검사는 전신반응시간 검사로 전방에 빛이 발산되어 그 빛을 보고 제자리에서 뛰는 시간을 0.01 second로 기록하였으며, 2회 실시하여 더 우수한 기록을 선택하였다. 평형성 검사는 눈감고 외발서기를 2회 실시하여 오래 걷는 시간을 0.01 second 단위로 측정하였다.

2) 혈중지질 및 골대사 지표

본 연구에서 혈중지질 및 골대사 지표는 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램 적용 전후 2회에 걸쳐 검사하였으며, 혈액채취는 24시간 충분한 휴식을 취한 다음 12시간 금식 후 상완정맥을 통하여 10 mL를 채취하였다. 채취한 혈액은 혈액응고를 방지하기 위해 헤파린 처리하여 원심분리 후 혈장만을 분석 전까지 -70°C 냉동 보관하였다. TC, TG와 HDL-C는 측정용 시약(Asanpharm, Korea)을 이용하여 효소 분석법으로 분석하였고[27], LDL-C는 방정식[LDL-C=TC-(HDL-C-TG/5)]을 적용하여 산출하였다[28].

알칼리성 포스파타제(alkaline phosphatase, ALP)는 알칼리성 포스파타제 측정용 시약(Asanpharm, Korea)으로 Sequoia-Turner model 340 spectrophotometer (Sequoia-Turner Co., USA) 기기를 사용하여 Kind-King법으로 분석하였으며, 소아 참고치는 성인의 3배인 198-660 IU/L

이다[27]. 오스테오칼신(osteocalcin, OC)은 Competitive법에 의하여 OSCA test osteocalcin kit (Brahms, Germany)를 사용하여 γ -Counter (COBRA 5010 Quantumn, USA)에서 측정하였으며, 혈중 정상 오스테오칼신의 수치는 10-20세 사이는 10-100 ng/mL이다[29]. 칼시토닌(calcitonin, CT)은 1470 wizard γ -Counter (Amersham Pharmacia Biotech, Japan) 기기를 사용하여 면역방사계수측정법(immunoradiometric assay: IRMA)으로 분석하였으며, 소아 참고치는 0-10 pg/mL이다[30].

3. 운동프로그램

본 연구에서는 Kloeris [31]의 연구에서 제시하는 아동 대상의 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램을 응용하였으며, 운동빈도 주 3회, 1일 운동시간은 준비운동 5-7분, 주 운동(workout of the day, WOD) 5-7분, 정리운동 5분으로 진행하였다. 준비운동은 3-4가지의 크로스핏 관련 동작으로 구성하였으며, HRmax 30-40%의 운동강도로 진행하였다. 주 운동은 3-4가지 동작을 제한시간 내에 최대한 많은 라운드(round)를 하는 방식(as many rounds as possible, AMARP)의 형태로 운동을 진행하였으며, 초등학교생들의 부상 방지와 운동강도의 적응을 위해서 1-4주는 HRmax 40-50%, 4-8주는 HRmax 50-60%, 9-10주는 HRmax 60-70%로 점진적 트레이닝을 실시하였다. 운동강도는 카르보넨 공식(Karvonen formula)의 [목표심박수=(최대심박수-안정시 심박수)×운동강도+안정시 심박수]를 이용하여 설정하였고[32], 목표심박수의 유지는 심박측정기 Polar (POLAR, Finland)를 이용하여 운동강도의 유지를 확인하였다. 또한, 주 운동의 제한시간 내에 개인별 시행한 라운드 횟수와 신체상태를 체크하여 차후 운동수행 시 개인별 운동량을 조절하여 실시하였다. 전체 운동시간은 30분 미만이며, 10주간의 크로스핏 트레이닝 프로그램은 Table 2와 같다.

4. 자료처리방법

본 연구의 모든 자료는 SPSS version 20 통계프로그램을 이용하여 항목별로 평균과 표준편차를 산출하였으며, 모집단의 사례수가 적어 정규분포를 이루지 않으므로, 비모수 통계기법을 이용하였다. 체력, 혈중지질 및 골대사 지표의 변인에 대하여 크로스핏 프로그램을 적용한 실험집단과 적용하지 않은 통제집단 간의 차이를 검증하기 위해 비모수 Mann-Whitney test를 실시하였고, 운동처치 효과에 대한 집단 내 전후의 차이 검증을 위해 Wilcoxon signed rank test를 실시하였다. 모든 통계적 유의수준(α)은 0.05%로 설정하였다.

연구 결과

1. 체력

여성 아동의 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램 적용에 따른 체력

Table 2. CrossFit training program

Weeks	Classification	Item	Method
1-2	Warm-up	30 seconds of Jump rope, 30 seconds of jumping jacks, 30 seconds of tuck jumps	3 minutes, 2 Rounds, HR _{max} 30-40%
	WOD	5 × air squat, 5 × burpees, 10 × sit-ups	5 minutes ARAMP, HR _{max} 40-50%
	Cool-down	500 m walks, Stretching	10 minutes, HR _{max} 30-40%
3-4	Warm-up	100 m run, 5 × sit-ups, 10 × burpees	5 minutes, 3 Rounds, HR _{max} 30-40%
	WOD	3 × push-ups, 7 × air squats, 100 m run	6 minutes, 6 Rounds, HR _{max} 40-50%
	Cool-down	500 m walks, Stretching	10 minutes, HR _{max} 30-40%
5-6	Warm-up	10 × jumping jacks, 10 × air squats, 10 × mountain climbers, 5 × sit-ups	4 minutes, 2 Rounds, HR _{max} 30-40%
	WOD	100 m run, 6 × front squat, 4 × push-ups	5 minutes ARAMP, HR _{max} 50-60%
	Cool-down	500 m walks, Stretching	10 minutes, HR _{max} 30-40%
7-8	Warm-up	10 × high knees, 10 × butt kickers, 10 × broad jumps, 10 × burpees	5 minutes, 3 Rounds, HR _{max} 30-40%
	WOD	5 × push press, 100 m run, 5 × front squat, 100 m run	7 minutes, 5 Rounds, HR _{max} 50-60%
	Cool-down	500 m walks, Stretching	10 minutes, HR _{max} 30-40%
9-10	Warm-up	10 × mountain climbers, 10 × burpees, 10 × jumping jacks, 10 × tuck jumps	5 minutes, 3 Rounds, HR _{max} 30-40%
	WOD	5 × push-ups, 10 × thrusters, 15 × mountain climbers	6 minutes ARAMP, HR _{max} 60-70%
	Cool-down	500 m walks, Stretching	10 minutes, HR _{max} 30-40%

WOD, wo9rkout of the day; ARAMP, as many rounds as possible.

Table 3. Change of physical fitness after 10 weeks

Variables	Group	Pre	Post	diff	Z	p-value
Hand grip (kg)	CTG	14.83 ± 3.06	17.44 ± 3.12*	2.61 ± 2.25	-0.883	.377
	CON	14.34 ± 5.05	16.46 ± 5.14*	2.11 ± 1.71		
Back strength (kg)	CTG	36.22 ± 11.66	53.33 ± 18.30**	17.11 ± 10.04	-3.199	.001**
	CON	45.22 ± 16.00	46.44 ± 13.26	1.22 ± 7.41		
Sit-up (Frequency/30 sec)	CTG	15.67 ± 1.66	24.00 ± 2.74**	8.33 ± 3.00	-3.589	.000***
	CON	13.89 ± 3.14	13.00 ± 4.61	-0.89 ± 2.15		
Sargent jump (cm)	CTG	27.56 ± 4.16	31.56 ± 5.73*	4.00 ± 3.87	-3.064	.002**
	CON	23.56 ± 2.01	21.33 ± 2.92*	-2.22 ± 2.86		
Reaction time (sec)	CTG	0.34 ± 0.05	0.27 ± 0.10	-0.06 ± 0.09	-0.751	.453
	CON	0.32 ± 0.11	0.32 ± 0.11	0.00 ± 0.15		
Eyes one leg standing (sec)	CTG	17.33 ± 9.34	44.44 ± 40.90*	27.11 ± 32.16	-2.740	.006**
	CON	13.78 ± 11.23	10.89 ± 13.31	-2.89 ± 19.92		
Trunk flexion (cm)	CTG	13.06 ± 3.12	18.46 ± 2.87*	5.40 ± 3.09	-2.693	.007**
	CON	13.39 ± 5.59	13.10 ± 5.71	-0.29 ± 4.02		

Values = means ± SD.

CTG, crossFit training group; CON, control group.

****p* < .001, ***p* < .01, **p* < .05.

의 변화는 Table 3과 같다. 각 집단 내 크로스핏 프로그램 적용 전후 체력 변인에 대한 차이의 결과, CTG는 악력($Z = -2.310, p = .021$), 배근력 ($Z = -2.677, p = .007$), 윗몸 일으키기($Z = -2.673, p = .008$), 제자리 높이뛰기($Z = -2.314, p = .021$), 눈 감고 외발서기($Z = -2.549, p = .011$), 체전굴($Z = -2.547, p = .011$)에서 유의한 차이가 나타났다. CON은 악력($Z = -2.310, p = .021$)과 제자리 높이뛰기($Z = -2.257, p = .024$)에서 유의한 차이가 나

타났다.

그리고 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램 적용 전후 체력 변인의 변화에 대한 두 집단 간 비교에서 배근력($Z = -3.199, p = .001$), 윗몸 일으키기($Z = -3.589, p = .000$), 제자리 높이뛰기($Z = -3.064, p = .002$), 눈 감고 외발서기($Z = -2.740, p = .006$), 체전굴($Z = -2.693, p = .007$)에서 유의한 차이가 나타났다.

Table 4. Change of blood lipids after 10 weeks

Variables	Group	Pre	Post	diff	Z	p-value
TC (mg/dL)	CTG	164.22 ± 19.35	154.00 ± 14.95**	-10.11 ± 6.11	-3.062	.002**
	CON	169.67 ± 19.85	170.78 ± 18.48	1.11 ± 4.14		
TG (mg/dL)	CTG	99.56 ± 23.55	90.78 ± 24.74**	-8.78 ± 3.80	-2.484	.013
	CON	101.11 ± 20.49	99.11 ± 22.51	-2.00 ± 5.22		
HDL-C (mg/dL)	CTG	49.92 ± 9.59	52.71 ± 9.73**	2.79 ± 1.45	-2.563	.010
	CON	51.03 ± 8.26	48.76 ± 5.22	-2.28 ± 4.62		
LDL-C (mg/dL)	CTG	97.44 ± 17.41	83.78 ± 10.43**	-13.67 ± 7.26	-3.616	.000***
	CON	100.67 ± 20.76	102.22 ± 19.36*	1.56 ± 9.13		

Values = means ± SD.

CTG, crossFit training group; CON, control group.

***p < .001, **p < .01.

Table 5. Change of bone metabolism after 10 weeks

Variables	Group	Pre	Post	diff	Z	p-value
Alkaline phosphatase (IU/L)	CTG	293.44 ± 94.82	300.44 ± 98.56	7.00 ± 47.90	-0.884	.377
	CON	260.78 ± 69.90	247.78 ± 67.75	-13.00 ± 29.49		
Osteocalcin (ng/mL)	CTG	77.87 ± 30.70	89.31 ± 30.40	11.43 ± 18.40	-0.397	.691
	CON	61.80 ± 17.08	65.97 ± 19.11	4.17 ± 16.14		
Calcitonin (pg/mL)	CTG	3.13 ± 0.89	3.26 ± 1.00	0.13 ± 0.57	-1.811	.070
	CON	2.89 ± 0.61	2.52 ± 0.74	-0.37 ± 0.52		

Values = means ± SD.

CTG, crossFit training group; CON, control group.

2. 혈중지질

여성 아동의 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램 적용에 따른 혈중 지질의 변화는 Table 4와 같다. 각 집단 내 크로스핏 프로그램 적용 전후 혈중지질 변인에 대한 차이의 결과, CTG는 TC (Z = -2.670, p = .008), TG (Z = -2.668, p = .008), HDL-C (Z = -2.668, p = .008), LDL-C (Z = -2.666, p = .008)에서 유의한 차이가 나타났다. CON은 LDL-C (Z = -2.481, p = .013)에서 유의한 차이가 나타났다.

그리고 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램 적용 전후 혈중지질 변인의 변화에 대한 두 집단 간 비교에서 TC (Z = -3.062, p = .002), TG (Z = -2.484, p = .013), HDL-C (Z = -2.563, p = .010), LDL-C (Z = -3.616, p = .000)에서 유의한 차이가 나타났다.

3. 골대사 지표

여성 아동의 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램 적용에 따른 골대사 지표의 변화는 Table 5와 같다. 각 집단 내 크로스핏 프로그램 적용 전후 골대사 지표 변인에 대한 차이의 결과, CTG는 OC (Z = -2.192, p = .028)에서 유의한 차이가 나타났다. CON은 모든 변인에서 유의한 차이는 나타나지 않았다. 그리고 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램 적용 전후 골대사 지표 변인의 변화에 대한 두 집단 간 비교는 모든 변인에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

논 의

아동기의 규칙적인 신체활동은 균형 잡힌 신체조성과 체력증진에 도움을 주며, 건강한 체력의 유지로 인하여 질병예방에도 긍정적인 효과가 있는 것으로 알려져 있다[33]. 크로스핏 트레이닝은 신체의 힘과 컨디셔닝을 가장 잘 반영할 수 있는 신체활동유형이며, 모든 연령대에 확장 가능한 보편적 운동프로그램으로 전면적인 체력향상에 효과적인 운동으로 소개되고 있다[18]. 또한, 크로스핏 트레이닝의 운동 범위 내에서 활용되는 모든 운동 동작들은 적절하게 조절할 수 있기 때문에 모든 아동들에게 적용할 수 있는 운동 프로그램으로 보고되고 있다[19].

본 연구에서 전면적 체력 향상을 소개한 크로스핏 트레이닝 프로그램을 10주간 수행한 결과, 전신반응을 제외한 배근력, 윗몸 일으키기, 서전트 점프, 눈 감고 외발서기, 체전굴에서 유의한 향상을 나타내었다. Kang et al. [22]은 남자 초등학교를 대상으로 12주간 크로스핏 운동을 주 3회, 주 운동시간 30분을 실시하여 근력, 근지구력, 심폐지구력, 유연성 및 체지방률의 개선을 보고하였다. Kim [34]은 여자 초등학교 32명을 대상으로 12주간 음악줄넘기 운동을 주 4회, 주 운동 40분간을 실시하여 윗몸 일으키기, 제자리 멀리뛰기, 오래달리기, 유연성에서 향상을 보고하였다. 본 연구에서 주목할 부분은 여러 선행연구에서 주 운동시간의 경우 대부분이 최소 30분 이상으로 진행되었으며, 본 연구

에서는 주 운동시간이 7분 미만의 짧은 운동시간에 향상된 결과를 보였다는 것이다. 이러한 결과는 크로스핏 트레이닝의 특성으로 특정 근육보다는 전신의 근육을 동시에 자극하는 프로그램으로 구성되어 운동량이 크며, 모든 체력 요소를 한 번에 획득하여 일반적인 운동 프로그램보다 시간이 단축되는 것으로 보고하였다[35]. 따라서 여성 아동들에게 크로스핏 트레이닝은 짧은 시간에 다양한 체력 변인의 향상 및 개선효과가 있는 것으로 나타났으며, 추후 다양한 크로스핏 트레이닝 프로그램의 적용 연구가 이루어져야 할 것이다.

규칙적인 신체활동은 지방대사를 활성화시켜 TC, TG, HDL-C 및 LDL-C 등의 혈중지질 성분에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[25,36]. 본 연구에서 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램 적용 후 TC, TG, LDL-C는 유의하게 감소하였으며, HDL-C는 유의하게 증가하였다. 이는 크로스핏 트레이닝이 에너지 소비를 증가시켜 TC, TG 및 LDL-C의 낮은 농도를 유도하였으며[37], HDL-C 농도의 증가는 운동으로 인해 활성화된 지질대사 및 HDL-C의 혈장 내 유입이 증가한 것으로 생각된다[38]. Yoo & Huh [25]는 12주간 남자대학생을 대상으로 크로스핏 운동 프로그램을 실시하여 TG, LDL-C의 유의한 감소와 HDL-C의 유의한 증가를 보고하였다. 그러나 TC의 경우 감소하는 경향은 보였지만, 운동 전후 유의한 차이가 나타나지 않았다. Kim [24]은 비만 중년여성을 대상으로 12주간 크로스핏을 실시한 후 TC, TG, LDL-C는 감소하였고, HDL-C는 증가를 보고하여 본 연구와 일치하는 결과를 보여주었다. 반면, Lee [39]는 9주간 중년여성들을 대상으로 크로스핏을 실시하여 TC, TG, HDL-C는 운동 전후 통계적 유의한 차이가 나타나지 않았다고 보고하여 상반된 결과를 보였으며, 이는 운동 기간, 운동형태, 연령 및 식이습관 등에 따라 혈중지질의 변화는 다른 양상을 보일 수 있다[40]. 그러나 본 연구에서 TC, TG, HDL-C 및 LDL-C의 사전·사후 변화의 결과는 크로스핏 트레이닝 집단이 통제 집단과 비교 시 모든 변인에서 유의한 차이를 보여 혈중지질에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 신체 전신을 사용하는 운동일 수록 TC, TG, LDL-C는 감소하며, HDL-C는 증가하는 것으로 알려져 있다[41].

아동기에는 왕성한 골대사 활동을 통하여 뼈의 길이가 성장하며, 골무기질량과 골밀도가 증가하는 시기이다[42]. 이 시기에 칼슘을 포함한 적절한 식이섭취와 더불어 다양한 체중부하를 이용한 신체활동은 골밀도를 증가시키며, 노년기의 골다공증을 예방할 수 있다[43]. 일반적으로 골형성에 흔히 사용되는 지표로는 ALP, OC를 들 수 있으며, ALP는 조골세포에서 분비되는 당 단백질로 임상에서 골대사 지표로 유용하게 이용되고 있다. ALP와 운동과의 관련 연구에서 Lee et al. [44]은 유아들을 대상으로 12주간 복합운동프로그램을 실시하여 집단과 시기 간의 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타났으며, 운동집단은 운동 전 502.13 IU/L에서 운동 후 553.79 IU/L로 10.3% 증가를 보

고하였다. Back & Oh [45]는 비만 남자중학생을 대상으로 12주간 배드민턴 프로그램을 실시하여 운동군에서 유의한 증가를 보고하였다. 반면, Lee et al. [46]은 학년별 남자고교생에게 8주간 웨이트 트레이닝을 실시한 결과, 3학년에서만 유의한 차이가 나타났으며 1, 2학년에서 다소 증가하였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. 본 연구에서도 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램의 적용 후 ALP의 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 연령, 성별, 폐경 상태 등에 따라 ALP의 농도는 변화하며, 발육기에는 보다 개인차가 많이 나타나는 것으로 보고되고 있다[47]. ALP 농도는 소아의 참고치 198-660 IU/L로 성인의 참고치 66-220 IU/L보다 2-3배가량 높게 나타난다[27]. 본 연구에서 운동 전 ALP의 농도는 운동집단 283.44 IU/L, 통제집단 260.78 IU/L로 성인의 참고치보다 높게 나타나 골대사가 활발한 시기임을 알 수가 있다.

OC는 조골세포에서 합성된 후 골기질 속에서 침착되며, 새롭게 합성된 것 중 약 30%가 혈중으로 방출되며 이를 측정하면 골형성 정도를 예측할 수 있다[48]. 본 연구에서 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램의 적용 후 OC 농도의 결과는 14.7% 유의하게 증가하였다. Kim et al. [49]은 초등학교 남학생 42명을 대상으로 10주간 유산소 운동과 무산소 운동을 실시하여 OC의 비율이 각각 10.8%, 18.7%의 유의한 증가를 나타내었으며, Byun [50]의 연구에서도 초등학교를 대상으로 12주간 태권도 운동을 실시하여 OC의 유의한 증가를 보고한 연구와 유사하게 나타났다. 이와는 반대로 Lee [51]는 여중생에게 체중부하운동을 실시한 결과 OC의 유의한 차이가 없었다고 보고하여 선행연구들 간에 상이한 결과들을 보이고 있다. 이러한 연구결과들의 차이는 참가자의 연령, 운동종류와 기간의 차이로 인한 결과라고 할 수 있다.

CT는 조골세포의 활성화 및 파골세포의 활동억제에 효과적인 호르몬으로 골밀도에 영향을 주며, 세포내의 칼슘의 이동을 조절하며, 신경전달물질로 작용하여 뼈와 신장에서 칼슘의 대사를 제어하는 역할을 한다[52]. Kim et al. [53]은 남자 중학생을 대상으로 12주간 태권도 트레이닝을 실시하여 운동집단은 감소하는 경향을 보였으며, 통제집단에서 유의한 변화가 나타나지 않았다고 보고하였다. Lee et al. [44]의 연구에서도 유아들을 대상으로 12주간 복합 운동을 실시한 결과, 운동집단에서 CT의 유의한 감소를 보고하였다. 이와는 반대로 Kim et al. [54]은 여대생을 대상으로 태권도 운동을 실시하여 운동 전후에 CT의 변화가 없었다고 보고한 연구와 본 연구는 동일한 결과를 나타내었다. 고강도 운동에 대한 CT 농도는 감소하고, 단시간 운동에는 증가되고, 지속적인 운동에 대해서는 변화가 없다는 여러 선행연구들이 보고되고 있다[55]. 따라서 이러한 연구들의 결과로 미루어 보면 운동에 따른 CT 농도의 변화는 운동강도, 시간 및 빈도에 따라 다르게 영향을 받는 것으로 생각된다.

본 연구에서 여자 아동에게 10주간의 크로스핏 트레이닝 프로그램

은 체력과 혈중지질 변인에는 긍정적인 효과를 가지는 것으로 나타났다. 그러나 골대사 지표는 OC는 증가하였지만, ALP와 CT는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 더욱이 크로스핏 트레이닝 집단은 통제집단과의 골대사 지표의 변화량 차이는 모든 변인에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 최근에 사춘기가 늦어지는 소년들에게서 골밀도가 낮은 것으로 보고되어[56], 성호르몬의 분비 변화는 골대사와 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다. 초경 후 2-3년에 가장 골대사 활동이 활발한 것으로 보고되고 있으며[57], 본 연구 대상자들은 초경 경험이 없는 자들로 골대사 지표의 결과와 성호르몬의 관련성은 낮은 것으로 생각된다. 따라서 운동 프로그램의 유형, 운동기간 및 강도, 운동량에 영향을 받은 것으로 생각되며, 추후 이를 검증하기 위해 초경의 경험 유무, 성호르몬과 다양한 운동 프로그램을 반영한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

결론

본 연구는 여자 초등학생을 대상으로 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램을 실시하여 체력, 혈중지질 및 골대사 지표에 미치는 효과를 알아보고자 시도하였으며 결론은 다음과 같다. 첫째, 체력은 전신반응을 제외한 모든 변인에서 유의한 향상이 나타났다. 둘째, 혈중지질은 TC, TG, LDL-C는 감소하였고, HDL-C는 증가하였다. 셋째, 골대사 지표에서 OC는 증가하였지만, ATL와 CT는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이상의 결과 10주간 크로스핏 트레이닝 프로그램은 체력과 혈중지질에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 여러 선행연구에서 주 운동시간보다 상대적으로 짧은 주 운동시간에 체력과 혈중지질이 개선된 결과를 보여 효율적인 운동 프로그램인 것을 확인할 수 있었다. 아울러 골대사의 긍정적인 변화를 위해서는 적절한 운동 강도와 장기간 운동 프로그램의 적용이 필요한 것으로 생각되며, 추후연구에서 초, 중, 고 여학생들을 대상으로 다양한 크로스핏 트레이닝 프로그램의 적용에 대한 심층적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

CONFLICT OF INTEREST

이 논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며, 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

REFERENCES

- Janssen I, LeBlanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010;7:40.
- Craig CL, Shields M, Leblanc AG, Tremblay MS. Trends in aerobic fitness among Canadians, 1981 to 2007–2009. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012;37(3):511-9.
- Tremblay MS, LeBlanc AG, Kho ME, Saunders TJ, Larouche R, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;8:98.
- Lee SN, Lee WJ, Son JE, Seo HJ, Jung YS, et al. Comparison by inline-skate and swimming exercise of BMD, physical features and physical fitness among elementary school students. *The Korean Journal of Exercise Nutrition.* 2002;6(3):277-83.
- Van der Sluis IM, De Ridder MAJ, Boot AM, Krenning EP, de Muinck Keizer-Schrama SMPF. Reference data for bone density and body composition measured with dual energy x ray absorptiometry in white children and young adults. *Arch Dis Child.* 2002;87(4):341-7.
- KCDC. The 8th Korea Youth Risk Behavior Web-based Survey System for students, ISSN 2005-2456, Seoul: Department of Preventive Medicine 2012.
- Weaver CM, Gordon CM, Janz KF, Kalkwarf HJ, Lappe JM, et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporos Int.* 2016;27(4):1281-386.
- Hansen MA, Overgaard K, Riis BJ, Christiansen C. Role of peak bone mass and bone loss in postmenopausal osteoporosis: 12 year study. *BMJ.* 1991;303(6808):961-4.
- Pocock N, Eisman J, Gwinn T, Sambrook P, Kelly P, et al. Muscle strength, physical fitness, and weight but not age predict femoral neck bone mass. *J Bone Miner Res.* 1989;4(3):441-8.
- Booth FW, Gould EW. Effects of training and disuse on connective tissue. *Exercise and Sport Sciences Reviews.* 1975;3(1):83-112.
- Andon MB, Smith KT, Bracker M, Sartoris D, Saltman P, et al. Spinal bone density and calcium intake in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr.* 1991;54(5):927-9.
- Mitchell JA, Chesni A, Elci O, McCormack SE, Roy SM, et al. Physical activity benefits the skeleton of children genetically predisposed to lower bone density in adulthood. *J Bone Miner Res.* 2016;31(8):1504-12.
- Pate R, Corbin C, Pangrazi B. Physical Activity for Young People. President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest 1998;(3):1-8.
- Jung JS, Kim KL, Han YS. Effects of 12-week step box exercise training on physical fitness and bone mineral density in obese elementary

- school girl students. *The Korean Journal of Elementary Physical Education*. 2014;20(3):83-92.
15. MacKelvie KJ, McKay HA, Khan KM, Crocker PR. A school-based exercise intervention augments bone mineral accrual in early pubertal girls. *J Pediatr*. 2001;139(4):501-8.
16. Fuchs RK, Bauer JJ, Snow CM. Jumping improves hip and lumbar spine bone mass in prepubescent children: a randomized controlled trial. *J Bone Miner Res*. 2001;16(1):148-56.
17. Weeks BK, Young CM, Beck BR. Eight months of regular in-school jumping improves indices of bone strength in adolescent boys and girls: the POWER PE study. *J Bone Miner Res*. 2008;23(7):1002-11.
18. Glassman G. CrossFit training guide. Retrieved from https://assets.crossfit.com/pdfs/seminars/CertRefs/CF_Manual_v4.pdf 2010.
19. Bakshi L. Will CrossFit Make American Kids Smarter?. *CrossFit Journal* 2008;1-4.
20. Moran K. The effects of using the CrossFit kids program on academics and fitness. Doctoral dissertation, Virginia: George Mason University 2014.
21. Park JS, Jung SR, Kim KJ. The concept and effect of crossfit exercise. *Journal of Coaching Development*. 2014;16(1):173-9.
22. Kang MS, Kim KL, An MJ, Rhyu HS. Effects of crossfit training program on health related physical fitness and bone Mineral Density in Children. *The Journal of Korea Elementary Education*. 2016;27(4): 527-42.
23. Yu DH. The effects of CrossFit-based training and weight training on health-related physical fitness, functional fitness and blood lipids in middle-aged men. *Exercise Science*. 2015;24(2):109-16.
24. Kim WK. Crossfit training is the effect that I reach the change of the blood lipids and health related physical fitness of the obesity middle aged women and subcutaneous fat thickness. Master thesis, Gwangju: Chosun University 2013.
25. Yoo DH, Huh YS. Comparison of somatotype, physical fitness and blood lipids between crossfit training and weight training. *The Korean Society of Living Environmental System*. 2014;21(2):176-86.
26. Lim SG, Bae YC. Effect of taekwondo training on body composition and physical performance in elementary students. *Institute of Martial Arts Yongin University*. 2003;14(2):239-50.
27. Izmi K. The editorial department of Komoonsa. *The manual about clinical tests*. Seoul: Komoonsa 1993:432-42.
28. 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(6):499-502.
29. Garnero P, Grimaux M, Demiaux B, Preaudat C, Seguin P, et al. Measurement of serum osteocalcin with a human-specific two-site immunoradiometric assay. *J Bone Miner Res*. 1992;7(12):1389-98.
30. Pagana KD, Pagana TJ. *Mosby's diagnostic and laboratory test reference 8th edition*. Mosby, Inc., Saint Louis, Mo 2007:220-1.
31. Kloeris M. CrossFit for kids: An academic well-being program for middle school children. Doctoral dissertation, Northridge: California State University 2017.
32. Karvonen MJ. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*. 1957;35:307-15.
33. Son CT. Development of standard Taekwondo curriculum and problems to be overcome. *Taekwondo Journal of Kukkiwon*. 2013;4(2):1-17.
34. Kim MI. The effects of 12-week music jump rope exercise on the body composition, physical fitness & blood lipids of female elementary school students. *Korean Entertainment Industry Association* 2011; 5(3):131-7.
35. Kuhn S. The culture of crossfit: A lifestyle prescription for optimal health and fitness. 2013 september 8: Retrieved from <http://ir.library.illinoisstate.edu/sta/1>
36. Lee SW, Shin WT. Effects of 12 weeks resistance band exercise in obese adolescents on blood Lipids and inflammatory markers. *Exercise Science*. 2012;21(4):465-73.
37. Yun SJ. Effects of 12-week music rope-skipping exercise on blood lipids, growth-related factors and body composition of elementary school students. *The Korea Journal of Sports Science*. 2015;24(2):1269-78.
38. Goldberg L, Elliot DL, Schutz RW, Kloster FE. Changes in lipid and lipoprotein levels after weight training. *JAMA*. 1984;252(4):504-6.
39. Lee KS. The effect of CrossFit training on body composition and blood lipids of middle-aged women. Master thesis, Incheon: Incheon University 2014.
40. Haskell WL. The influence of exercise on the concentrations of triglyceride and cholesterol in human plasma. *Exercise and Sports Science Review*. 1984;12(1):175-86.
41. Steiner G, Urowitz MB. Lipid profiles in patients with rheumatoid arthritis: mechanisms and the impact of treatment. *Semin Arthritis Rheum*. 2009;38(5):372-81.
42. Song JG, Kang HJ, Jeong HC, Kim HB. Changes of skeletal maturity, bone mineral density and physical fitness on obese female adolescents:

- 3 year longitudinal study. *KJPE*. 2011;50(6):475-85.
43. Park SY, Song JG. The effect of Taekwondo training on body composition and bone mineral density in female collegiate students. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2006;28:293-300.
44. Lee KH, Kim TW, Shin SG, Lim CG, Kim JW, et al. The effects of combined exercise program on young children's physical fitness and ALP, CT, PTH. *Journal of sport and Leisure Studies*. 2009;38(2):799-808.
45. Back SW, Oh DJ. The effects of participation in badminton programs after school on the physical fitness and blood bone metabolic indexes of obese male middle school students. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2015;59(2):833-41.
46. Lee CJ, Yang JH, Park WI. Effects of 60-70%RM weight training on bone mineral density and bone metabolism of high school male students by grades. *The Korean Journal of Physical Education*. 2005;44(5): 883-96.
47. Jang SD, Hong MY, Moon SJ, Kim JH, Kim YJ. The effect of 10km running for a long term on the bone metabolism. *KJPE*. 2004;43(1):559-65.
48. Calvo MS, Eyre DR, Gundberg CM. Molecular basis and clinical application of biological markers of bone turnover. *Endocr Rev*. 1996; 17(4):333-68.
49. Kim DH, Kim DS, Lee HY, Kim HW, Shin SH, et al. The effects of aerobic and resistance exercise on body composition, height development, and biochemical bone markers of elementary male students. *Exercise Science*. 2008;17(1):59-68.
50. Byun JC. Effects of body composition, cholesterol, lumber and femur BMD and bone maker hormones by Taekwondo training in children. *Journal of Physical Growth and Motor Development*. 2005;13(3):41-51.
51. Lee CH. Effects of weight-bearing exercise type on bone mineral density & biochemical bone markers in middle school female students. Doctoral dissertation, Gyeongbuk: Yeungnam University 2007.
52. Zaidi M. Skeletal remodeling in health and disease. *Nat Med*. 2007; 13(7):791-801.
53. Kim MH, Jung HC, Kang HJ, Kim HB, Song JG. Effects of 12 weeks Taekwondo training on bone mineral density and calcemic hormones in male adolescents. *Korean Journal of Sport Science*. 2012;23(4):740-52.
54. Kim YS, Jun TW, Park ST, Kang HJ, Chung JW, et al. The effects of bone mineral density and hormones related bone mineral density in practicing Taekwondo. *Korean Journal of Sport Science*. 2003;14(1): 25-35.
55. Constantini N, Hackney AC. *Endocrinology of physical activity and sport*. New York: Humana Press 2013.
56. Ott SM. Attainment of peak bone mass. *J Clin Endocrinol Metab*. 1990;71(5):1082.
57. Lee NH, Lim SK, Chung YS, Song YD, Ahn KJ, et al. Peak bone mass and affecting factors in adolescent Korean females. *The Korean Journal of Medicine*. 1993;44(2):248-55.