

융복합을 활용한 지적장애 청소년의 복합트레이닝 운동강도가 렙틴, 성장호르몬, IGF-1 및 신체조성에 미치는 영향

장홍영*, 최승권**

성결대학교 체육교육과*, 용인대학교 특수체육교육과**

The Effect of Exercise Intensity in Complex Training on leptin, growth hormone, IGF-1, body composition in middle school with intellectual disability Through Convergence

Hong-Young Jang** , Seoung-Gweon Choi**

Dept. of Physical Education, Sungkyul University*

Dept. of Special Physical Education, Yongin University**

요 약 본 연구는 8주간의 복합트레이닝 운동 강도가 지적장애 청소년의 렙틴, 성장호르몬, 인슐린유사성장요인-1(IGF-1), 신체조성에 미치는 영향을 비교·분석하기 위한 목적으로 수행되었다. 연구의 대상은 경도 지적장애 청소년 총 26명으로 고강도운동 집단 9명, 중강도 운동 집단 9명, 저강도 운동집단 8명을 선정하였다. 복합 트레이닝 운동 강도에 따른 차이를 비교하기 위해 트레이닝 처치 전 사전 값을 공변인으로 하고 각각의 운동 강도를 독립변인으로 하였으며, 렙틴, 성장호르몬, 인슐린유사성장요인-1, 신체조성에 대한 변화를 종속변인으로 하였다. 자료 분석은 공변량 분석을 실시하였으며, 효과크기 η^2 (eta)를 산출하였다($p < .05$). 분석된 자료를 통하여 얻어진 결론은 다음과 같다. 첫째, 성장기에 있는 지적장애 청소년들에게 동일한 운동량이 주어졌을 때 운동 강도별에 따라 렙틴은 중강도에서 가장 많이 감소하고, 성장호르몬의 증가는 중강도에서 가장 많이 증가하며, IGF-1의 증가는 저강도에서 가장 많이 증가하는 것으로 나타났다. 둘째, 신체조성에 있어 체지방량의 증가는 저강도가 가장 효과적이며, 체지방량의 감소는 중강도에서 가장 효과적이고, 골밀도의 증가는 저강도에서 가장 효과적인 것으로 나타났다. 또한 후속적인 연구에서는 성별, 개인별 운동수행 능력에 따른 구분을 통한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

주제어 : 융복합, 지적장애 청소년, 복합트레이닝, 렙틴, 성장호르몬, 인슐린 유사 성장요인, 신체조성

Abstract Purpose of this study is to compare and analyze effect of exercise intensity in complex training for 8 weeks on leptin, growth hormone, IGF-1, and body composition in middle school with intellectual disability. Subjects of this study were 26 middle school students, 9 in high-intensity group, 9 in middle-intensity group, and 8 in low-intensity group. To compare the difference from different exercise intensity, pre-value before training has been set as covariate and different exercise intensity has been set as independent variable, with changes in leptin, growth hormone, IGF-1, and body composition. Analysis of covariance (ANOVA) has been performed for data analysis and effect size η^2 (eta) has been deduced. Result acquired from analyzed data is as following. First, when equal exercise has been imposed on middle school students with intellectual disability, in regard of exercise intensity, it was shown that leptin most decreased in middle-intensity, growth hormone most increased in middle-intensity, and IGF-1 increased in low-intensity. Second, in regard of body composition, low-intensity was most effective in increase of total body weight without fat. Decrease of body fat was most prominent in middle-intensity and increase of bone density, in low-intensity. Also, in further studies, study that differentiates subjects in gender and individual exercise performance is deemed mandatory.

Key Words : Convergence, middle school with intellectual disability, complex training, leptin, growth hormone, insulin like growth factor-1, body composition

Received 1 September 2016, Revised 3 October 2016
Accepted 20 October 2016, Published 28 October 2016
Corresponding Author: Choi-Seoung-Gweon
(Dept. of Special Physical Education, Yongin University)
Email: sgchoi@yongin.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

1. 서론

신체활동 부족은 단백질 합성 촉진과 지방을 분해하여 성장발달 및 체중조절에 효과적인 성장호르몬(growth hormone: GH)의 분비량 감소와 인슐린유사성장요인-1(insulin like growth factor-1: IGF-1)의 합성을 저해시킨다[1,2]. 이에 따라 비만율이 증가되어 지방세포에 저장된 중성지방 양을 조절하는 에너지균형 센서 역할과 식욕억제조절 및 비만 유전자 산물인 렙틴(leptin)이 증가되고[3,4], 골밀도의 감소로 골다공증의 주요 원인이 된다[5].

지적장애(intellectual disability)인에게 있어 신체활동 부족은 평균 이하의 지적 기능과 적응행동의 결함으로 신경계의 정보처리 기능이 떨어져 새로운 정보와 기술 습득 및 학습능력이 향상이 어렵고[6], 균형감각과 민첩성, 반응시간과 같은 기본운동능력이 낮게 나타나 근력, 지구력, 유연성 등의 낮은 건강관련 체력을 나타낸다[7,8]. 또한 높은 비만 발생률[3,9]과 음식 섭취 욕구를 보이며[10], 연령이 증가할수록 운동기능은 저하되어 효과적인 체중관리 중재가 절실히 요구된다[11].

최근 이러한 비만과 대사증후군 위험을 예방하는 방법으로 유산소 운동과 저항운동을 포함한 복합트레이닝이 성장호르몬 분비 유발로 성장발달과 체중조절에 효과적이며[12,13], 운동으로 인한 식욕억제 효과도 있어 비만 치료에도 긍정적이라는 연구가 제시되고 있다[14,15].

미국대학스포츠의학회[16]는 일반 성인들의 건강한 삶을 위해 유산소운동 형태로 최대산소섭취량의 50~80%의 운동 강도를 권장하고 있으나 신체활동에 자발적으로 참여하는데 제약이 있는 지적장애인에게 적합한지 불명확하며, 장애인을 대상으로 운동프로그램을 계획하고 진행할 경우에 현재 능력과 적절한 운동 강도, 운동 유형, 운동 빈도, 운동시간을 고려해야 하지만[17,18] 대부분의 연구들이 비만의 개선과 치료에 대한 운동 강도를 다르게 적용한 연구들로[15,19] 비장애인 대상의 연구이며, 각각의 운동 상황에 따라 호르몬에 대한 변화도 상이한 결과를 나타내고 있다[1,14,15,20].

지적장애인을 대상으로 한 복합트레이닝을 적용한 연구[20,21], 운동기간에 따른 신체활동과 체력의 효과[22], 신체활동에 따른 호르몬이나 혈중 대사변인에 관한 연구[1,7,20,23]들이 있었으나 운동 강도에 따른 변화는 살펴

보지 않았으며, 성인을 대상으로 중-고강도 운동 강도의 분석만 실시한 경우[24], 중강도에 따른 인지신경과정에 대한 연구[25] 등이 있었으나 성장 발달이 중요한 시기인 지적장애 청소년을 대상으로 비만과 대사증후군 예방차원의 신체조성, 성장호르몬, 식욕억제조절 호르몬과 같은 생리적인 반응을 종합적으로 분석한 자료는 찾아보기 어려운 실정이다. 또한 운동 형태나 개인의 훈련수준 또는 체력수준에 대한 상대적 운동 강도와 지속시간에 의해 결정되는 연구[26]와 같이 복합 트레이닝의 운동 강도에 따라 지적장애 청소년의 비만과 관련된 렙틴, 성장 발달과 관련하여 성장호르몬, IGF-1, 신체조성에 미치는 변화를 종합적으로 살펴본 연구가 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 운동·복합을 활용한 8주간의 복합 트레이닝 운동 강도가 지적장애 청소년의 렙틴, 성장호르몬, IGF-1, 신체조성에 미치는 영향을 비교·분석하는 것이다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

본 연구의 대상은 A시에 소재한 시설 및 특수학급에서 다니는 경도 지적장애 청소년 중 지적장애를 제외한 신체활동에 특별한 문제 없으며, 평소 별다른 신체활동에 참여하지 않으며, 보호자와 담당 교사를 통하여 안재웅 등[27]의 연구에서 사용한 한국어판 국제 신체활동 설문지 IPAQ(International Physical Activity Questionnaire)에서 낮은 신체활동수준(low physical activity)에 속하는 자를 연구대상자로 선정하였다.

실험에 앞서 본 연구의 목적과 실험 내용 및 절차에 대하여 충분한 설명을 실시하였고, 자발적 참여 의사와 학부모 및 대상자에게 서면 동의를 받았다. 선정된 26명을 무선표집(random sampling) 방법으로 고강도와 중강도 운동 집단에 각각 9명과 저강도 운동집단에 8명으로 구성하였으며, Y대학교 연구윤리위원회(2-1040966-AB-N-01-201404-H-MR-007-1)의 심의를 거쳐 최종 연구 승인을 받았다. 연구 대상자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Physical characteristics of the subjects

M±SD

Variables	High Intensity Group(n=9) M±SD	Middle Intensity Group(n=9) M±SD	Low Intensity Group(n=8) M±SD
Sex(male/female)	6 / 3	6 / 3	6 / 2
Age(year)	16.00±0.00	15.78±0.44	15.75±0.46
Height(cm)	164.32±6.05	161.10±7.34	165.01±7.66
Weight(kg)	60.21±10.57	58.14±16.50	60.88±19.65
%Body fat(%)	25.19±14.53	27.10±13.47	23.11±14.53
VO ₂ max(ml/kg/min)	55.44±10.12	54.90±14.99	59.04±8.50
degree of Disability	intellectual disability grade 3	intellectual disability grade 3	intellectual disability grade 3

M: mean, SD: standard deviation

2.2 실험설계

본 연구는 복합 트레이닝 운동 강도가 렙틴, 성장호르몬, IGF-1 및 신체조성에 미치는 반응을 비교 분석하기 위하여 반복측정 실험 설계를 하였다. 또한 복합 트레이닝 운동 강도에 따른 각각의 차이를 비교하기 위하여 트레이닝 처치 전 사전 값을 공변인으로 하고 각각의 운동 강도를 독립변인으로 하였으며, 이에 따른 렙틴, 성장호르몬, IGF-1 및 신체조성에 대한 변화를 종속변인으로 설정하였다.

전체적인 실험 절차로 사전 측정을 통해(운동 강도 결정 검사), 사전 검사(pre-test), 트레이닝 처치 8주 후 사후(post-test) 검사를 무작위 순으로 실시하였으며, 본 연구의 대상자들이 정도의 지적장애를 가지고 있는 청소년임에 따라 보다 효과적으로 트레이닝에 집중할 수 있도록 보조 교사를 활용하여 프로그램을 진행하였다.

트레이닝 처치 시 동일한 운동량을 통제하기 위하여 연구대상자들의 최대산소섭취량과 최대심박수 측정은 점증적 최대운동부하검사(maximal graded exercise testing: GXT)를 통하여 실시하였다. 점증적 최대운동부하검사를 실시한 후 1주일간의 휴식을 취하였으며, 복합 트레이닝 처치 전과 트레이닝 처치 8주 후에 렙틴, 성장호르몬, 인슐린 유사성장요인-1 및 신체조성의 독립변인을 측정하였다.

2.3 측정항목 및 방법

2.3.1 운동부하검사

점증적 최대 운동부하검사는 경기도 소재 S 대학교 트레이닝장에서 실시하였으며, 실내 온도는 22℃ 이하, 습도는 60% 이하에서 실시하였다. 휴대용 무선 호흡 가스 분석기(K4b², Cosmed, Italy)와 무선 심박수 측정기(RS-400, POLAR, Finland)를 착용한 후, 트레드밀 위에

서 3분간 Warm-up과 Cool-down을 1.5mph의 속도와 0%의 경사도로 준비운동 차원의 걷기 운동을 실시하였으며, 검사 전 휴대용 무선 호흡 가스분석기의 calibration을 실시하고 실험 중에도 3명의 피험자의 검사 후에 calibration을 실행하였다.

대상자가 준비운동 후 안정 시 심박수 상태로 회복되었을 때 측정을 실시하였으며, 대상자가 최대로 운동을 할 수 있도록 격려한 후, 휴대용 무선 호흡 가스분석기와 무선 심박수 측정기의 스타트 버튼을 누른 후 측정하였다. 점증적 최대 운동부하검사에 사용한 프로토콜은 속도는 3.3mph로 고정하고, 2%의 경사도로 시작하여 매 1분마다 1%씩의 경사도만 점증부하 하는 Balke-Ware 프로토콜을 이용하였으며, Balke-Ware 프로토콜은 낮은 운동량의 증가율을 나타내는 운동부하 방법으로 만성 질환을 가진 환자들이나 운동이 부족한 개인, 또는 노인에게 적합한 프로토콜[17]로 본 연구의 대상자들에게 적용하였다.

점증적 최대 운동부하검사 시 검사 중단 판정기준으로 호흡교환율 1.15 이상, 예상 최대심박수(220-나이) 이상, 운동자각도가 19 이상, 운동 강도가 증가함에도 불구하고 산소섭취량이 고원상태를 유지하는 상태, 대상자가 더 이상 수행이 어렵다고 판단될 때 운동을 중지하였으며[16], 최대산소섭취량을 판정하는 조건으로는 운동부하검사 중에 호흡교환율이 1.15 이상, 심박수가 예측심박수의 90%이상에 해당했을 경우, 그 외 피험자가 운동 중지를 요구하는 시점으로 체중 1kg 당 1분에 사용되는 산소의 양을 30초 단위로 계측하고 이중 최고값을 최대 산소섭취량으로 판정하였다.

2.3.2 혈액검사

혈액성분에 영향을 미칠 수 있는 조건을 피하기 위하

여 체혈 시에 모든 대상자에게 12시간 전 운동과 약물 복용을 금지하고 금식시킨 상태에서 실시하였다.

체혈 당일 공복상태에서 오전 8~9시에 분석 항목의 목적과 절차에 적합한 진공 채혈관과 바늘을 이용하여 전원 주정맥에서 10ml를 채혈하였으며, 체혈은 트레이닝 처치 전과 트레이닝 처치 8주 후에도 동일한 방법으로 실시하였다. 혈청은 -80℃에 신속 보존하였으며, 검사항목은 렙틴, 성장호르몬, IGF-1을 측정하였다.

렙틴, 성장호르몬, IGF-1의 분석은 방사선면역측정법(radioimmuno assay: RIA)을 이용하였으며, Total protein을 분리하기 위하여 혈청200 μ l에 acid-alcohol 1ml을 첨가한 후 4℃가 유지되는 원심분리기를 이용하여 3,000rpm으로 10분간 원심 분리한 다음 상층액을 Eppendorf tube에 옮긴 후 75% alcohol 500 μ l를 첨가하여 다시 4℃가 유지되는 원심분리기를 이용하여 3,000rpm으로 10분간 원심 분리하였다.

Total protein이 들어있는 상층액을 분리하여 새로운 Eppendorf tube에 옮긴 후 Sep-Pek(3. DW, 100% acetonitrile, 0.1% TFA, 100% acetonitrile + 0.1% TFA)을 실시한 다음 동결 건조시켰으며, 동결 건조된 pellet을 RIA buffer에 녹인 후 Antibody를 첨가한 다음 상온에서 1시간 동안 반응시켰다. 그 다음 Tracer(Isodion)을 첨가한 후 cold room에서 18시간 이상을 반응시킨 후 horse serum 50 μ l와 12% PEG 1ml을 첨가한 다음 vortexing한 후 4℃가 유지되는 원심분리기를 이용하여 3,000rpm으로 30분간 원심분리하고, 마지막으로 radioactivity를 측정하였다. 모든 측정 자료의 분석은 S사 임상병리센터에 의뢰하여 분석하였다.

2.3.3 신체조성과 골밀도

신체조성과 골밀도는 복합 트레이닝 처치 전, 복합 트레이닝 8주 후에도 동일한 방법으로 실시하였다. 측정 시 신장과 체중은 하루 중 편차를 고려하여 오전 10시 전에 실시하였고, 신체조성과 골밀도 측정은 이중 에너지 방사선 측정법(Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Technique: DEXA)으로 체중(kg), 체지방률(percent of body fat, %BF), 체지방량(body fat mass, BFM), 체지방량(fat free mass, FFM), 골밀도(요추, 대퇴, 전완)를 측정하였으며, 측정 장비는 Lunar prodigy(GE medical systems, Waukesha, Wisconsin, USA)를 사용하였다.

정확한 측정을 위하여 검사 전 12시간 동안 심한 운동을 삼가도록 주지하였고, 6시간 전 식·음료를 금하도록 하였다. 가벼운 옷차림으로 다리와 팔을 모으고 편안한 자세로 누워 측정하였다.

2.4 복합트레이닝

복합 트레이닝은 유산소 트레이닝의 걷기운동(walking exercise)과 자신의 신체를 이용한 체력 트레이닝을 [1,13]의 연구에서 사용한 운동 프로그램을 수정·보완하여 주 3회 총 8주간 실시하였다. 구체적인 복합 트레이닝 프로그램은 <Table 2>와 같다.

본 연구의 복합 트레이닝의 운동강도는 ACSM[16]에서 제시한 여유 심박수(heart rate reserve: HRR) 방법으로 설정하였으며, 여유심박수를 산출은 [28]의 예측 최대 심박수공식을 적용하였다. 또한 각 집단의 운동강도는 ACSM[16]에서 제시한 고강도와 중강조 그리고 저강도의 운동 범위를 근거로 하여 각각의 운동 강도의 중간 수준이 되는 HRmax 77%를 고강도, HRmax 62%를 중강도, HRmax 47%를 저강도로 설정하였다. 각각의 운동강도 설정에 대한 산출방식과 예측 최대심박수 산출 공식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \text{고강도 운동집단} &= [(\text{HRmax} - \text{HRrest}) \times (0.77)] + \text{HRrest} \\ \text{중강도 운동집단} &= [(\text{HRmax} - \text{HRrest}) \times (0.62)] + \text{HRrest} \\ \text{저강도 운동집단} &= [(\text{HRmax} - \text{HRrest}) \times (0.47)] + \text{HRrest} \\ \text{예측 최대심박수} &(\text{HRmax}) = 206.9 - (0.67 \times \text{나이}) \end{aligned}$$

각 집단별 운동강도 설정과 유지는 무선심박수 측정기 RS400을 이용하였으며, 안정 시 심박수(HRrest)는 소음이 없는 조용하고 서늘한 실내에서 대상자를 눕힌 상태로 약 10분 이상 안정을 취하게 한 후 심박수가 일정 수준을 유지한 시점부터 5분간의 평균치를 산출하였다. 설정된 운동 강도별 심박수와 운동시간을 Polar에 입력하고 하위 및 상위 수치 측정 시 알람을 울리도록 하여 운동 실시 중에 확인할 수 있도록 하였다.

집단 별 운동 빈도는 주 3회 실시하였으며, 운동기간은 8주간 실시하였다. 대상자들에게 운동량을 동일하게 적용하기 위해 1일 운동량으로 ACSM[16]에서 제시한 기초대사량의 10%와 [29]의 연구에서 제시한 200kcal를 근거로 이에 맞는 적절한 운동시간을 산출한 후 연구 대상

<Table 2> Combine exercise program

Exercise stage	Mode	Time(frequency)	weeks	Contents
warm-up		5 min	Monday wednesday friday	stretching
main-exercise	aerobic	3/weeks		playground walking(side walking, agility walking)
	strength	3/weeks		sit up, vertical jump, Place the knee push-up single leg V up(forward/backward)
cool-down		5 min		stretching

<Table 3> Each groups establishment of exercise Intensity

Group	target VO ₂ (ml/kg/min)	target HR(bpm)	200kcal spend exercise time(min)
High Intensity Group(n=9)	42.69±7.80	196.18±0.25	16.54±4.67
Middle Intensity Group(n=9)	34.04±9.30	196.33±0.30	22.51±6.28
Low Intensity Group(n=8)	27.75±3.99	196.35±0.31	25.66±6.90

자 개개인에게 적용하였다. 또한 ACSM[16]에서 제시한 운동시간 산출공식을 이용하여 집단별 개개인의 운동시간을 적절히 조절하였으며, 구체적인 운동시간의 산출은 아래의 공식을 사용하였다. <Table 3>은 집단별 운동 강도 및 운동처치 평균값을 나타낸 것이다.

$$\begin{aligned} \text{VO}_2\text{max} \times \text{운동강도}(\%) &= \text{Target VO}_2 \\ [\text{Target VO}_2 \times \text{체중}(\text{kg})] / 200 &= (\quad) \text{kcal/min} \\ 200\text{kcal} / (\quad) \text{kcal/min} &= \text{운동시간} \end{aligned}$$

2.5 자료처리

본 연구의 자료처리는 SPSS(statistical packages for social science) version 18.0 program을 사용하여 측정항목의 평균과 표준편차를 산출하였으며, 각 운동강도에 따른 렙틴, 성장호르몬, IGF-1, 신체조성 및 골밀도의 차이를 검증하기 위하여 사전 값을 공변인으로 설정하고 운동강도(3)를 독립변인으로 하는 공변량분석(analysis of covariance: ANCOVA)을 실시하였고 효과크기(effect size) η²(eta)를 산출하였다. 모든 자료처리의 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다. 효과크기는 Cohen(1988)의 효과 해석의 기준에 의거하였으며, 효과크기를 판단하는 값은 η²의 값이 .20 ≤ η² < .50의 효과크기는 ‘작은 효과’, .50 ≤ η² < .80의 효과크기는 ‘보통 효과’, .80 ≤ η² 이상이면 ‘큰 효과’를 의미한다.

3. 연구 결과

3.1 운동강도에 따른 호르몬 및 관련인자

3.1.1 렙틴(Leptin)

지적장애 청소년들의 운동강도별 복합트레이닝이 Leptin(ng/ml)에 미치는 영향을 알아보기 위해 복합트레이닝 실시 전·후의 집단별 Leptin(ng/ml)의 사전 수준, 사후 수준, 사전을 통제된 교정 점수의 평균과 표준편차는 <Table 4>과 같이 복합 트레이닝의 운동 강도별 저강도 집단의 사전 혈중 Leptin(ng/ml)은 8.32±9.90(ng/ml)이었으며, 사후는 5.76±7.97(ng/ml)로 사전보다 감소하였다. 중강도 집단의 사전 혈중 Leptin(ng/ml)은 10.10±18.49(ng/ml)이었으며, 사후는 6.40±11.97로 사전보다 감소하였다. 고강도 집단의 사전 혈중 Leptin(ng/ml)은 7.22±5.48(ng/ml)이었으며, 사후는 7.01±8.50(ng/ml)으로 사전보다 감소하였다. 따라서 복합트레이닝 운동 강도에 따른 Leptin(ng/ml) 수준은 운동 강도별 모든 집단에서 감소하는 것으로 나타났으며, 저강도 집단의 교정평균은 5.93, 중강도 집단의 교정평균은 5.32, 고강도 집단의 교정평균은 7.94로 나타났다. 복합 트레이닝 운동 강도가 교정된 사후 Leptin(ng/ml) 수준에 차이가 나타나는지를 알아보기 위하여 공분산분석을 실시한 결과는 <Table 4>과 같이 복합 트레이닝의 운동 강도별 혈중 Leptin(ng/ml)의 사전 Leptin(ng/ml) 수준의 영향을 통제된 후 교정된 사후 Leptin(ng/ml) 수준의 통계적 유의성을 검증한 결과 F 통계값은 .917, 유의확률은 .414로써 유의수준 .05에서 집단별 운동강도에 따라 교정된 Leptin(ng/ml) 수준에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 운동강도별 혈중 Leptin(ng/ml) 수준의 효과크기(effect size)는 저강도에서는 0.34, 중강도에서는 0.77, 고강도에서는 0.20으로 중강도가 저강도와 고강도 보다 효과가 큰 것으로 나타났다. 비록 공분산분석에서 추정 통계치에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았으나 표본의 크기에 영향을 받지

<Table 4> Each groups establishment of exercise Intensity

Variable	group	pre	post	correction	Source	SS	df	MS	F	p
Leptin (ng/ml)	Low Intensity Group(n=8)	8.32±9.90	5.76±7.97	5.93±1.51	Covariance (pre Leptin)	1770.15	1	1770.15	.917	.414
	Middle Intensity Group(n=9)	10.10±18.49	6.40±11.97	5.32±1.43	groups	33.33	2	16.66		
					error	399.80	22	18.17		
	High Intensity Group(n=9)	7.22±5.48	7.01±8.50	7.94±1.42	Modified Sum	2176.58	25			
GH (ng/ml)	Low Intensity Group(n=8)	3.05±2.11	3.99±2.44	3.86 ±1.06	Covariance (pre GH)	30.83	1	30.83	3.65	.043
	Middle Intensity Group(n=9)	1.76±2.05	4.68±4.17	5.19±1.03	groups	64.97	2	32.48		
					error	195.94	22	8.91		
	High Intensity Group(n=9)	3.60±2.84	1.65±2.41	1.26±1.02	Modified Sum	271.75	25			
IGF-1 (ng/ml)	Low Intensity Group(n=8)	376.25±89.63	403.63±92.69	413.44±21.69	Covariance (pre IGF-1)	68066.99	1	68066.99	2.45	.784
	Middle Intensity Group(n=9)	378.56±94.40	384.44±82.14	392.89±20.43	groups	1826.74	2	913.37		
					error	81853.11	22	3720.60		
	High Intensity Group(n=9)	421.78±90.97	422.33±66.90	405.16±20.73	Modified Sum	156380.5	25			

않고 측정된 운동강도별 간의 차이의 크기를 수량화 하는 방법으로 사용되는 효과크기(effect size)에서 유의미한 결과를 검증하여 혈중 Leptin(ng/ml) 수준이 저강도와 고강도 보다는 중강도에서 더 영향을 미치고 있다.

3.1.2 성장호르몬

지적장애 청소년들의 운동강도별 복합트레이닝이 GH(ng/ml)에 미치는 영향을 알아보기 위해 복합트레이닝 실시 전·후의 집단별 GH(ng/ml)의 사전 수준, 사후 수준, 사전을 통제한 교정 점수의 평균과 표준편차는 <Table 4>과 같이 복합 트레이닝의 운동강도별 저강도 집단의 사전 혈중 GH(ng/ml)은 3.05±2.11(ng/ml)이었으며, 사후는 3.99±2.44(ng/ml)로 사전보다 증가하였다. 중강도 집단의 사전 혈중 GH(ng/ml)은 1.76±2.05(ng/ml)이었으며, 사후는 4.68±4.17(ng/ml)으로 사전보다 증가하였다. 고강도 집단의 사전 혈중 GH(ng/ml)은 3.60±2.84(ng/ml)이었으며, 사후는 1.65±2.41(ng/ml)로 사전 보다 감소하였다.

따라서 복합트레이닝 운동 강도에 따른 GH(ng/ml) 수준은 운동 강도별 저강도와 중강도 집단에서는 증가하는 것으로 나타났으며, 고강도 집단에서는 감소하는 것으로 나타났다. 또한 저강도 집단의 교정평균은 3.86, 중강도 집단의 교정평균은 5.19, 고강도 집단의 교정평균은 1.26으로 나타났다. 복합 트레이닝 운동 강도가 교정된 사후 GH(ng/ml) 수준에 차이가 나타나는지 알아보기 위하여

공분산분석을 실시한 결과는 <Table 4>과 같다.

<Table 4>에 제시된 바와 같이 복합 트레이닝의 운동강도별 혈중 GH(ng/ml)의 사전 GH(ng/ml) 수준의 영향을 통제한 후 교정된 사후 GH(ng/ml) 수준의 통계적 유의성을 검증한 결과 F 통계값은 3.65, 유의확률은 .043로써 유의수준 .05에서 집단별 운동강도에 따라 교정된 GH(ng/ml) 수준에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

운동강도별 혈중 GH(ng/ml) 수준의 효과크기는 저강도에서는 0.08, 중강도에서는 0.38, 고강도에서는 0.01로 중강도가 저강도와 고강도 보다 효과가 큰 것으로 나타났다. 비록 공분산분석에서 추정 통계치가 유의한 차이가 나타났으나 분산분석의 추정 통계치에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았고(F=2.281, p=.125), 표본의 크기에 영향을 받지 않고 측정된 운동강도별 간의 차이의 크기를 수량화 하는 방법으로 사용되는 효과크기에서 유의미한 결과를 검증하여 혈중 GH(ng/ml) 수준이 저강도와 고강도 보다는 중강도에서 더 영향을 미치고 있다.

3.1.3 IGF-1

지적장애 청소년들의 운동강도별 복합트레이닝이 IGF-1(ng/ml)에 미치는 영향을 알아보기 위해 복합트레이닝 실시 전·후의 집단별 IGF-1(ng/ml)의 사전 수준, 사후 수준, 사전을 통제한 교정 점수의 평균과 표준편차는 <Table 4>과 같다.

<Table 4>에서 제시된 바와 같이 복합 트레이닝의 운

동강도별 저강도 집단의 사전 혈중 IGF-1(ng/ml)은 376.25±89.63(ng/ml)이었으며, 사후는 403.63±92.69(ng/ml)로 사전보다 증가하였다. 중강도 집단의 사전 혈중 IGF-1(ng/ml)은 378.56±94.40(ng/ml)이었으며, 사후는 384.44±82.14 (ng/ml)으로 사전보다 증가하였다. 고강도 집단의 사전 혈중 IGF-1(ng/ml)은 421.78±90.97(ng/ml)이었으며, 사후는 422.33±66.90(ng/ml)로 사전보다 증가하였다. 따라서 복합트레이닝 운동 강도에 따른 IGF-1(ng/ml) 수준은 운동 강도별 모든 집단에서 증가하는 것으로 나타났으며, 저강도 집단의 교정평균은 413.44, 중강도 집단의 교정평균은 392.89, 고강도 집단의 교정평균은 405.16으로 나타났다. 복합 트레이닝 운동강도가 교정된 사후 IGF-1(ng/ml) 수준에 차이가 나타나는지를 알아보기 위하여 공분산분석을 실시한 결과는 <Table 4>과 같다.

<Table 4>에 제시된 바와 같이 복합 트레이닝의 운동 강도별 혈중 IGF-1(ng/ml)의 사전 IGF-1(ng/ml) 수준의 영향을 통제한 후 교정된 사후 IGF-1(ng/ml) 수준의 통계적 유의성을 검정한 결과 F 통계값은 .245, 유의확률은 .784로써 유의수준 .05에서 집단별 운동강도에 따라 교정된 IGF-1(ng/ml) 수준에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 운동강도별 혈중 IGF-1(ng/ml) 수준의 효과크기는 저강도에서는 0.78, 중강도에서는 0.49, 고강도에서는 0.68로 중강도가 저강도와 고강도 보다 효과가 낮은 것으로 나타났다. 비록 공분산분석에서 추정 통계치에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았으나 표본의 크기에 영향을 받지 않고 측정된 운동강도별 간의 차이의 크기를 수량화 하는 방법으로 사용되는 효과크기에서 유의미한 결과를 검증하여 혈중 IGF-1(ng/ml) 수준이 저강도가 고강도와 중강도 보다 더 많은 영향을 미치고 있다.

3.2 운동강도에 따른 신체조성

3.2.1 체지방량

지적장애 청소년들의 운동강도별 복합트레이닝이 체지방량(kg)에 미치는 영향을 알아보기 위해 복합트레이닝 실시 전·후의 집단별 체지방량(kg)의 사전 수준, 사후 수준, 사전을 통제한 교정 점수의 평균과 표준편차는 <Table 5>와 같이 복합 트레이닝의 운동 강도별 저강도 집단의 사전 체지방량(kg)은 41.28±6.81(kg)이었으며, 사후는 43.21±8.97(kg)로 사전보다 증가하였다. 중강도 집

단의 사전 체지방량(kg)은 37.07±6.33(kg)이었으며, 사후는 39.48±6.88(kg)로 사전보다 증가하였다. 고강도 집단의 사전 체지방량(kg)은 41.11±5.53(kg)이었으며, 사후는 42.55±6.27(kg)로 사전보다 증가하였다. 따라서 복합트레이닝 운동 강도에 따른 체지방량(kg) 수준은 운동 강도별 모든 집단에서 증가하는 것으로 나타났으며, 저강도 집단의 교정평균은 41.51, 중강도 집단의 교정평균은 42.48, 고강도 집단의 교정평균은 41.04로 나타났다. 복합 트레이닝 운동 강도가 교정된 사후 체지방량(kg) 수준에 차이가 나타나는지를 알아보기 위하여 공분산분석을 실시한 결과는 <Table 5>과 같다.

<Table 5>에 제시된 바와 같이 복합 트레이닝의 운동 강도별 체지방량(g)의 사전 체지방량(kg) 수준의 영향을 통제한 후 교정된 사후 체지방량(kg) 수준의 통계적 유의성을 검정한 결과 F 통계값은 .747, 유의확률은 .485로써 유의수준 .05에서 집단별 운동강도에 따라 교정된 체지방량(kg) 수준에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

운동강도별 체지방량(kg)의 효과크기는 저강도에서는 0.69, 중강도에서는 0.43, 고강도에서는 0.23으로 저강도가 중강도와 고강도 보다 효과가 큰 것으로 나타났다. 비록 공분산분석에서 추정 통계치가 유의한 차이가 나타나지 않았으나 표본의 크기에 영향을 받지 않고 측정된 운동강도별 간의 차이의 크기를 수량화 하는 방법으로 사용되는 효과크기에서 유의미한 결과를 검증하여 체지방량(kg)의 수준이 중강도와 고강도 보다는 저강도에서 더 영향을 미치고 있다.

3.2.2 체지방량

지적장애 청소년들의 운동 강도별 복합트레이닝이 체지방량(kg)에 미치는 영향을 알아보기 위해 복합트레이닝 실시 전·후의 집단별 체지방량(kg)의 사전 수준, 사후 수준, 사전을 통제한 교정 점수의 평균과 표준편차는 <Table 5>과 같이 복합 트레이닝의 운동 강도별 저강도 집단의 사전 체지방량(kg)은 14.84±12.94(kg)이었으며, 사후는 14.50±13.03(kg)로 사전보다 감소하였다. 중강도 집단의 사전 체지방량(kg)은 16.15±11.94(kg)이었으며, 사후는 15.89±12.20(kg)로 사전보다 감소하였다. 고강도 집단의 사전 체지방량(kg)은 15.07±9.62(kg)이었으며, 사후는 14.15±9.19(kg)로 사전보다 감소하였다.

따라서 복합트레이닝 운동 강도에 따른 체지방량(kg)

<Table 5> Each groups establishment of exercise Intensity

Variable	group	pre	post	correction	Source	SS	df	MS	F	p
Fat free mass (kg)	Low Intensity Group(n=8)	41.28 ±6.81	43.21 ±8.97	41.51 ±8.87	Covariance (pre Fat free mass)	1127.09	1	1127.09	.747	.485
	Middle Intensity Group(n=9)	37.07 ±6.33	39.48 ±6.88	42.48 ±8.84	groups	8.80	2	4.40		
	High Intensity Group(n=9)	41.11 ±5.53	42.55 ±6.27	41.09 ±8.2	error	129.45	22	5.88		
					Modified Sum	1327.04	25			
Fat mass (kg)	Low Intensity Group(n=8)	14.84 ±12.94	14.50 ±13.03	15.04 ±2.8	Covariance (pre Fat mass)	3041.86	1	3041.86	1.824	.185
	Middle Intensity Group(n=9)	16.15 ±11.94	15.89 ±12.20	15.11 ±2.6	groups	2.25	2	1.13		
	High Intensity Group(n=9)	15.07 ±9.62	14.15 ±9.19	14.46 ±2.6	error	13.58	22	.62		
					Modified Sum	3070.47	25			
Bone mineral density (g)	Low Intensity Group(n=8)	2213.91 ±393.87	2353.51 ±486.37	2268.48 ±68.65	Covariance (pre Bone mineral density)	4347030	1	4347030	1.354	.279
	Middle Intensity Group(n=9)	2017.62 ±537.15	2276.17 ±557.50	2379.89 ±65.01	groups	100776.0	2	50387.99		
	High Intensity Group(n=9)	2154.74 ±404.21	2262.48 ±357.62	2234.34 ±64.35	error	818451.9	22	37202.36		
					Modified Sum	5205582	25			

수준은 운동 강도별 모든 집단에서 감소하는 것으로 나타났으며, 저강도 집단의 교정평균은 15.04, 중강도 집단의 교정평균은 15.11, 고강도 집단의 교정평균은 14.46로 나타났다. 복합 트레이닝 운동 강도가 교정된 사후 체지방량(kg) 수준에 차이가 나타나는지를 알아보기 위하여 공분산분석을 실시한 결과는 <Table 5>과 같다.

<Table 5>에 제시된 바와 같이 복합 트레이닝의 운동 강도별 체지방량(kg)의 사전 체지방량(kg) 수준의 영향을 통제된 후 교정된 사후 체지방량(kg) 수준의 통계적 유의성을 검정한 결과 F 통계값은 1.824, 유의확률은 .185로써 유의수준 .05에서 집단별 운동강도에 따라 교정된 체지방량(kg) 수준에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

운동 강도별 체지방량(kg)의 효과크기는 저강도에서는 0.14, 중강도에서는 0.85, 고강도에서는 0.09로 중강도가 저강도와 고강도 보다 효과가 큰 것으로 나타났다. 비록 공분산분석에서 추정 통계치가 유의한 차이가 나타나지 않았으나 표본의 크기에 영향을 받지 않고 측정된 운동강도별 간의 차이의 크기를 수량화 하는 방법으로 사용되는 효과크기에서 유의미한 결과를 검증하여 체지방량(kg)의 수준이 저강도와 고강도 보다는 중강도에서 더 영향을 미치고 있다.

3.2.3 골밀도

지적장애 청소년들의 운동 강도별 복합트레이닝이 골밀도(g)에 미치는 영향을 알아보기 위해 복합트레이닝

실시 전·후의 집단별 골밀도(g)의 사전 수준, 사후 수준, 사전을 통제된 교정 점수의 평균과 표준편차는 <Table 5>과 같다.

<Table 5>에서 제시된 바와 같이 복합 트레이닝의 운동 강도별 저강도 집단의 사전 골밀도(g)는 2213.91±393.87(g)이었으며, 사후는 2353.51±486.37(g)로 사전보다 증가하였다. 중강도 집단의 사전 골밀도(g)는 2017.62±537.15(g)이었으며, 사후는 2276.17±557.50(g)로 사전보다 증가하였다. 고강도 집단의 사전 골밀도(g)는 2154.74 ±404.21(g)이었으며, 사후는 2262.48±357.62(g)로 사전보다 증가하였다.

따라서 복합트레이닝 운동 강도에 따른 골밀도(g) 수준은 운동 강도별 모든 집단에서 증가하는 것으로 나타났으며, 저강도 집단의 교정평균은 2268.48, 중강도 집단의 교정평균은 2379.89, 고강도 집단의 교정평균은 2234.34로 나타났다. 복합 트레이닝 운동 강도가 교정된 사후 골밀도(g) 수준에 차이가 나타나는지를 알아보기 위하여 공분산분석을 실시한 결과는 <Table 5>과 같이 복합 트레이닝의 운동 강도별 골밀도(g)의 사전 골밀도(g) 수준의 영향을 통제된 후 교정된 사후 골밀도(g) 수준의 통계적 유의성을 검정한 결과 F 통계값은 1.354, 유의확률은 .279로써 유의수준 .05에서 집단별 운동강도에 따라 교정된 골밀도(g) 수준에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

운동 강도별 골밀도(g)의 효과크기는 저강도에서는 0.72, 중강도에서는 0.25, 고강도에서는 0.12로 저강도가 중강도와 고강도 보다 효과가 큰 것으로 나타났다. 비록 공분산분석에서 추정 통계치가 유의한 차이가 나타나지 않았으나 표본의 크기에 영향을 받지 않고 측정된 운동 강도별 간의 차이의 크기를 수량화 하는 방법으로 사용되는 효과크기에서 유의미한 결과를 검증하여 골밀도(g)의 수준이 중강도와 고강도 보다는 저강도에서 더 영향을 미치고 있다.

4. 논의

시상하부에 작용하여 음식 섭취 증가와 열 발생 감소, 식욕과 체중, 에너지 소비를 조절하는 렙틴은 카테콜라민이나 지방산 등에 의해서는 발현이 저하되며[3,30], 체중, 체지방, 성별과 높은 관련성을 나타내고 있어 지방이 증가 할 때 렙틴 농도도 증가한다[12,31].

본 연구에서도 렙틴의 경우 운동강도별에 따라 차이는 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 권혜영 등[3]과 최춘길 등[32]의 연구에서 렙틴이 장기간 운동에 따라 감소하지만 유의한 차이가 나타나지 않은 선행연구 결과와 유사한 결과를 나타내었으며, 렙틴은 지방조절의 양과 비례하기 때문에 [20] 체지방을 조절하기 위해서는 장기간의 규칙적인 운동을 실시하여야 한다[33]. 이러한 결과를 미루어 볼 때 본 연구의 결과는 지방의 변화와 렙틴이 관련성 있는 것으로 판단된다.

김원중 등[30]의 연구 결과에서 렙틴이 식욕과 체중조절에 밀접한 관계가 있으며, 렙틴의 농도 변화가 대사성 조절의 향상과 글루코스 조절 능력 향상, 중성지방 감소와 밀접한 연관이 있어 평소 식사량에 대한 통제가 필요하다고 하였다. 이러한 측면에서 본 연구에서는 식이 통제를 하지 못한 것이 하나의 원인으로 생각되며, 운동 강도별 차이를 알아보기 위해 각 운동 강도에 따른 집단별 운동 시간을 산출하였고 실제 운동시간이 집단별로 동일하지 않았다. 이러한 결과로 볼 때 렙틴이 운동 강도 보다는 운동시간에 더 많은 영향을 받는 것으로 판단된다.

김재구[34]는 렙틴이 중강도의 유산소 운동에서 효과가 있다는 결과와 비교하였을 때, 본 연구의 실제 운동

강도별 효과 크기에서 통계적인 유의한 차이는 나타나지 않았지만 중강도에서 렙틴이 트레이닝 처치 후 가장 효과가 높은 것으로 나타나 선행연구들의 결과와 일치하고 있다.

성장호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비되며[35], 지방 분해 촉진, 인슐린 활동과 성장조절에 중요한 역할을 한다[36]. 이러한 성장호르몬은 수면, 스트레스, 운동에 영향을 받으며[37], 세포의 유사 분열 촉진으로 세포의 수와 부피를 증가시키고 지방 대사과정에 관련되어 있는 IGF-1, 갑상선 호르몬, 성선호르몬, 당류코티코이드의 효소 합성을 증가시킴으로서 에너지 제공을 위해 지방 연소를 촉진하여 결국 탄수화물과 단백질 절약 효과를 야기한다[38]. 선행연구들에서는 성장호르몬 분비에 관한 연구들이 운동 강도나 운동 형태에 따라 증가되는 것으로 보도되었다[30,35,36,37,39].

본 연구에서 성장호르몬은 운동 강도별 유의한 차이가 나타났으나 트레이닝 시기별에 따른 차이는 나타나지 않았으며, 중강도와 저강도의 순으로 성장호르몬이 증가하였으나 고강도에서는 오히려 감소하는 결과가 나타났다. 이러한 결과는 김원중 등[30]의 연구에서 8주간 남자 청소년에게 복합트레이닝을 실시하여 운동 강도별 차이가 나타났으나 통계적인 유의한 차이가 나타나지 않은 결과와 유사한 결과로 본 연구에서도 성장호르몬이 운동 강도별 효과 크기에서 중강도의 복합트레이닝 집단에 가장 효과가 높은 것으로 나타났다.

김재호[37]는 성장호르몬이 수면, 스트레스, 운동 등에 영향을 받으며, 운동의 젖산 역치 수준을 이끌어 낼 수 있는 중강도의 운동 강도가 성장호르몬 농도에 유의한 차이가 나타난다고 하였고, 이승엽[38]은 일반적으로 성장호르몬의 분비가 증가되는 경우는 운동에 의한 에너지 원 결핍 등이 원인된다고 하였다. 또한 김기현[40]과 김재호[37]는 성장기에 있는 청소년은 운동 강도, 연령, 성별, 체력상태 등 잠재적 요인을 고려한 상태에서 연구가 되어야 한다고 하였으며, 성장호르몬의 변화를 살펴보기 위하여 다양한 개인별 특성을 고려하여 고찰되어야 할 것으로 판단된다. 이처럼 본 연구에서 대상자들이 평상시 신체활동에 참여하지 않는 지적장애 청소년들로 고강도의 운동이 과도한 스트레스로 영향을 미치고, 또한 대상자들의 체력 수준에 비해 운동 강도가 높아 지방대사 과정이 아닌 젖산 역치 수준을 넘어 지방 대사를 촉진하

지 못하여 성장호르몬의 감소가 나타난 것으로 판단된다.

한편 골격근의 성장 및 비대를 유발하는 IGF-1의 합성 및 분비에 영향을 미치는 가장 비 호르몬적인 요인은 영양 및 인슐린(insulin)이며, 결핍될 경우 IGF-1 합성 및 분비의 감소가 유발되어 정상적인 세포분열 및 발육이 일어날 수 없다[41].

백일영[42]에 의하면 IGF-1 수치는 성장호르몬 분비의 지표가 되며, 성장호르몬 분비 증가에 따라 IGF-1 농도 역시 상승한다고 하였다[29]. IGF-1은 규칙적인 운동 후에 약간 증가하는 경향을 보이며, 회복기 동안에는 안정 시 수준보다 약간 높게 나타나는 경향을 보이는데 이는 성장호르몬 증가와 비례하여 매우 높은 관계가 있다[42,43].

본 연구 결과에서 IGF-1은 운동 강도별 통계적인 유의한 차이는 나타나지 않았지만 복합 트레이닝의 사전과 사후에서는 차이가 나타났으며, 운동 강도별 효과 크기 검증에서 저강도가 가장 많이 증가하는 것으로 나타나 박명[35]의 연구와 최재일[44], 김종원 등[45]의 연구결과와는 상반되는 결과로 나타났다. 이러한 결과는 IGF-1은 간에서 IGF-1 합성을 위한 인슐린 작용 증가, 근섬유의 성장 및 비대 현상이 나타날 수 있도록 중강도 이상의 운동에서 증가하지만 IGF-1은 체지방량과 역상관이 있다는 최재일[44]과 김종원 등[45]의 연구와 같이 본 연구에서는 운동 강도별 체지방량의 평균이 중강도, 저강도, 고강도 순으로 높게 나타났고, 그에 따라 IGF-1이 체지방량과 역 상관한다는 결과와 같은 경향이 나타났다.

전용균 등[29]과 백일영[42]은 IGF-1이 성장호르몬의 증가에 따라 IGF-1 농도 역시 상승하여야 한다고 하였지만 본 연구에서는 성장호르몬이 중강도, 저강도, 고강도 순으로 나타났고 IGF-1은 저강도, 고강도, 중강도 순으로 나타나 역상관이 나타났다. 이러한 결과는 IGF-1이 체지방량에 깊은 영향을 받아 나타난 결과로 판단된다.

신체조성은 건강관련 체력의 중요한 요소로 체지방과 지방의 상대적인 양을 의미하며[16,46], 지방은 체지방량 등에 의해 측정되고, 체지방은 체지방을 제외한 체지방량, 골격량 등에 의해 평가될 수 있다. 복합 트레이닝은 체지방을 직접적으로 연소시켜 체지방량과 체지방 체중에 긍정적인 변화를 주며[47], 짧은 시간에 격심한 트레이닝 보다는 지속적으로 트레이닝을 해야 피하지방에 축적된 지방이 분해되어 에너지로 이용되기 때문에 비만

등을 위해서는 지속적인 트레이닝이 요구된다[15,33].

본 연구에서는 운동 강도별 체지방량에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 효과 크기에서 저강도에서 체지방량이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 한남익 등[48]은 저강도의 유산소 운동이 체지방량을 증가시키는 하지만 통계적 유의한 차이가 나타나지 않았다는 결과와 일치하는 것으로 청소년과 청소년을 대상으로 연구한 [32,37]의 연구 결과와도 일치하였다.

하지만 한남익 등[48]은 여자 청소년의 운동 강도별 유산소 운동을 적용한 결과 고강도 유산소 운동이 통계적으로 체지방의 유의한 차이가 나왔다는 결과를 보고하였으며, ACSM[16]에서 1회 900kcal의 에너지 소비가 체지방을 감소시키고 체지방을 증가시킨다는 결과와는 다소 상반되는 결과가 나타났다. 이러한 결과는 운동 강도에 따른 차이를 보기 위하여 운동시간 곧 운동량을 맞추기 위하여 1일 200kcal의 운동량을 설정하여 실시하였으며, [15,33]의 연구와 같이 지속적인 트레이닝을 실시하지 못한 본 연구에서 중강도와 고강도 집단 운동 시간이 저강도에 비해 상대적으로 적어 저강도에서 체지방량이 가장 높게 증가한 것으로 판단된다.

체지방량의 효과 크기를 비교해 본 결과 저강도, 중강도, 고강도 순으로 나타났으며, 중강도 이하의 운동이 성장호르몬의 분비를 유발함으로써 글루코스와 아미노산의 이용을 감소시키고, 지방산의 이용을 증가시키는 물론 세포막을 통한 아미노산의 수송을 촉진하고 핵내 전사 작용에 영향을 주어 단백질의 합성을 촉진한다는 [49,50]의 연구 결과와 같은 경향을 나타내었다.

운동강도별 체지방량의 차이에서 본 연구에서는 중강도, 저강도, 고강도 순으로 나타났으며, 이러한 결과는 [37,44]의 연구에서 중강도 이상의 규칙적인 운동이 체지방량을 감소한다는 연구와 일치하는 경향을 나타냈다. 본 연구에서 중강도와 저강도가 고강도의 운동보다 체지방량에 더 높은 효과를 나타낸 결과는 운동 강도가 증가함에 따라 탄수화물 대사는 점증적으로 증가하지만 지방 대사는 감소한다는 [42]의 연구 결과와 일치하는 것으로 사료된다. 또한 김종원 등[45]은 중강도 이상의 규칙적인 운동이 체지방을 감소시키고, 이러한 생리적인 특성의 원인으로서는 속근 섬유 동원 비율 증가[50], 고강도의 운동보다 중강도의 운동이 호흡교환율이 낮아 지방 산화율이 높기 때문에 낮은 강도로 운동하는 것이 체지방 감소

에 효과적인 것으로[51] 판단된다.

한편 뼈는 신체를 지탱하는 조직으로 외부의 기계적인 자극이나 체내의 대사적 변화에 민감하게 반응하며 [52], 규칙적인 운동은 골밀도 증가뿐만 아니라 제지방량 증가에 매우 긍정적인 영향을 미친다[16]. 뼈에 가해지는 부하가 최소한의 효과적 강도 이하의 경우에는 골 성장을 억제시키고, 이상이면 골 형성과 골 성장을 촉진시키며, 근 수축을 통한 뼈의 성장판과 관절 연골의 자극을 통해 뼈의 길이 성장을 야기 시킨다[36,53].

본 연구에서 골밀도는 운동 강도별 차이가 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 [36]과 [53]의 결과에서 강한 강도의 부하가 골대사를 촉진시키고, 운동 강도는 높고 반복횟수는 적어야 골밀도 향상에 긍정적인 효과가 나타난다는 결과와 [54]의 연구에서 운동 강도와 시간이 중요 변인으로서 강도 높은 최대하 운동으로 장시간 운동하는 것이 성장호르몬 분비가 보다 촉진되고[55], 대근을 사용하는 운동은 백근과 연결된 중추 신경의 자극을 통하여 성장호르몬의 분비 증가와 골 손실을 막아 골밀도를 증가시킨다는 결과와 유사한 경향으로 본 연구에서 저강도, 중강도, 고강도 순으로 골밀도 증가 효과 크기가 나타났으며, 골밀도가 운동 강도보다 운동시간에 더 많은 영향을 받은 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구의 목적은 지적장애 청소년을 대상으로 8주간의 복합트레이닝을 실시하여 운동 강도의 차이가 지적장애 청소년의 렙틴, 성장호르몬, IGF-1, 신체조성에 미치는 영향을 비교·분석하는데 있다. 지적장애 청소년을 대상으로 8주간 운동 강도별 복합트레이닝을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 성장기에 있는 지적장애 청소년들에게 동일한 운동량이 주어졌을 때 운동 강도별에 따라 렙틴은 중강도에서 가장 많이 감소하고, 성장호르몬의 증가는 중강도에서 가장 많이 증가하며, IGF-1의 증가는 저강도에서 가장 많이 증가하는 것으로 나타났다.

둘째, 신체조성에 있어 제지방량의 증가는 저강도가 가장 효과적이며, 체지방량의 감소는 중강도에서 가장

효과적이고, 골밀도의 증가는 저강도에서 가장 효과적인 것으로 나타났다. 이러한 결론을 바탕으로 성장기 지적장애 청소년에게 체중조절에 효과적인 운동강도를 제시할 수 있을 것으로 사료되며, 후속적인 연구에서는 성별, 개인별 운동수행 능력에 따른 구분을 통한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- [1] C. H. Song, "Effect of resistive exercise program on body composition, blood lipid, and growth-related factors in children with mental retardation," *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*, Vol. 21, No. 2, pp. 41-56, 2013.
- [2] J. H. Yang, J. H. Jung, "Effects of Health, Fitness, Growth and Development by Physical Activity in Healthy Lifestyle," *Journal of Physical Growth and Motor Development*, Vol. 21, No. 2, pp. 65-69, 2013.
- [3] H. Y. Kwon, W. J. Lee, S. B. Ju, "The effects of dance program on obesity indices and blood leptin, resistin and adiponectin in obese adolescence of mental retardation," *Journal of Korean Society of Sports Science*, Vol. 18, No. 3, pp. 887-896, 2009.
- [4] Bouassida A, Chamari K, Zaouali M, Feki Y, Zbidi A, Tabka Z, "Review on leptin and adiponectin responses and adaptations to acute and chronic exercise," *British Journal of Sports Medicine*, Vol. 44, No. 9, pp. 620-630, 2010.
- [5] Srikanth, R., Cassidy, G., Joiner, C., & Teeluckdharry, S, "Osteoporosis in people with intellectual disabilities: A review and a brief study of risk factors for osteoporosis in a community sample of people with intellectual disabilities," *Journal of Intellectual Disability Research*, Vol. 55, No. 1, pp. 53-62, 2010.
- [6] Cervantes, C. M., & Porretta, D. L, "Physical activity measurement among individuals with disabilities: A literature review," *Adapted Physical Activity Quarterly*, Vol. 21, pp. 139-152, 2010.
- [7] H. J. Kwon, J. W. Chung, H. N. Yang, Y. S. Kim, "The effects of music jump roping on physical

- activity and physical fitness of obese children with mental retardation," *The Korean Journal of Physical Education*, Vol. 48, No. 3, pp. 529-538, 2009.
- [8] Alyt, O., Thessa, I., Ruud, W., & Heleen, M, "Cardiorespiratory fitness individuals with intellectual disabilities: A review," *Research in Developmental Disabilities*, Vol. 32, pp. 3301-3316, 2013.
- [9] Hsu, S. W., Yen, C. F., Hung, W. J., Lin, L. P., Wu, C. L., & Lin, J. D, "The risk of metabolic syndrome among institutionalized adults with intellectual disabilities," *Research in Developmental Disabilities*, Vol. 33, pp. 615-620, 2011.
- [10] Francisco, J. O., Gabriel, F. G., Alejandra, C., Miguel, A. R., Lgnacio, R., Antonio, J. D., & Manuel, R. R, "Anti-inflammatory effect of exercise, via reduced leptin levels, in obese women with Down Syndrome," *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*, Vol. 23, pp. 239-244, 2013.
- [11] Melville, C. A., Cooper, S. A., Morrison, J., Allan, L., Smiley, E., & Williamson, A, "The prevalence and determinants of obesity in adults with intellectual disabilities," *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, Vol. 21, No. 5, pp. 425-437, 2008.
- [12] S. Y. Kim, S. H. Lee, J. H. Yang, "Effects of Combined Exercise on Dietary Intake Volume, Physique, and Body Composition in Underweight Middle School Girls," *Journal of Physical Growth and Motor Development*, Vol. 21, No. 2, pp. 71-76, 2013.
- [13] E. A. Hwang, S. H. Kim, H. S. Kang, J. S. Kim, "Effect of combined exercise on cytokine in relation to cardiovascular disease in obese adolescents," *Official Journal of the Korea Exercise Science Academy*, Vol. 21, No. 1, pp. 31-40, 2012.
- [14] B. K. You, "The Change of Severely Obese Middle Aged Women's Body Fat, Cardiovascular Strength and Blood Hormone on the Combined Exercise," *Journal of exercise nutrition & biochemistry*, Vol. 9, No. 3, pp. 253-259, 2005.
- [15] S. Y. Choi, J. M. Byeon, "The Effect of Intensity of Aerobic Exercise Program on Metabolic Syndrome Risk Factors in Obese Children," *Journal of Physical Growth and Motor Development*, Vol. 21, No. 1, pp. 15-23, 2013.
- [16] American College of Sports Medicine, "ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (8th ed.)," PA: Baltimore, 2010.
- [17] Jonathan, K. E., Paul, M. G., Paul, S. V., & Steven, J. K, "Clinical exercise physiology (2nd ed.)," Champaign, IL: Human Kinetics, 2009.
- [18] Winnick, J. P, "Adapted physical education and sport (5th ed.)," Champaign, IL: Human Kinetics, 2011.
- [19] S. J. Kang, B. R. Kim, "Effects of aerobic exercise intensity on insulin resistance, rennin-angiotensin 2 and C-reactive protein in patients with metabolic syndrome," *Exercise Science*, Vol. 18, No. 4, pp. 443-454, 2009.
- [20] M. S. Kim, C. H. Song, "Effects of the Combined Exercise Program on Body Composition, Blood Lipid, and Leptin in Obese Women with Intellectual Disabilities," *The Korea Journal of Sport*, Vol. 10 No. 4, pp. 349-359, 2012.
- [21] J. K. Jun, D. S. Yeoum, B. J. Cho, S. K. Lee, H. G. Park, D. S. Han, H. Y. Jang, "Effects of Combined Exercise Program for 20 Weeks on the Body Composition and Physical Fitness of Adults with Mental Retardation," *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*, Vol. 12, No. 3, pp. 55-62, 2004.
- [22] Chia, L. W., Jin, D. L., Jung, H., Chia, F. Y., & Cheng, T. Y, "The effectiveness of healthy physical programs on people with intellectual disabilities living in a disability institution: Six-month short-term effect," *Research in Developmental Disabilities*, Vol. 31, pp. 713-717, 2010.
- [23] S. Y. Kang, J. H. Park, "Study on Physical Activity Level and Blood Lipid in Intellectual Disabled Children," *The Korean Journal of Physical Education*, Vol. 51, No. 1, pp. 487-493, 2012.
- [24] Amy, E. B., Seo, D. C., Georgia, C. F., Marieke, P.,

- & David, K. L., "Correlates of moderate-to-vigorous physical activity participation in adults with intellectual disabilities," *Health Promotion Practice*, Vol. 14, No. 5, pp. 663-670, 2013.
- [25] Tobias, V., Stefan, S., Volker, A., & Heiko, K. S., "Moderate cycling exercise enhances neurocognitive processing in adolescents with intellectual and developmental disabilities," *Research in Developmental Disabilities*, Vol. 34, pp. 2708-2716, 2013.
- [26] Do-Soo Kim, "The Effects of Aerobic and Resistance Exercise on Body Composition, Growth Relation Factors and Biochemical Bone Markers of Elementary Male Students," doctoral dissertation, Graduate School of Chonnam National University, 2005.
- [27] J. W. Ahn, D. Y. Kim, M. K. Han, "Effects of Physical Activity Levels on Obesity Degree and Cardiorespiratory Endurance in Students with Intellectual Disabilities," *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*, Vol. 19, No. 1, pp. 57-67, 2011.
- [28] Gelish, R. L., Goslin, B. R., Olson, R. E., McDonald, A., Russi, G. D., & Moudgil, V. K., "Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate," *Medicine and Science in Sports Exercise*, Vol. 39, No. 5, pp. 822-829, 2007.
- [29] Y. K. Jeon, J. Ho. Kim, J. i. Choi, "The Change of Brain-Derived Neurotrophic Factor(BDNF), Insulin-Like Growth Factor-1(IGF-1) and Working-Memory in Adolescents by Aerobic Exercise Intensity for 12 weeks," *The Korean Journal of Physical Education*, Vol. 52 No. 5, pp. 753-763, 2013.
- [30] W. J. Kim, H. S. Jung, H. J. Jung, "The Effect of 8-Weeks Combined Training on Serum Leptin, Growth hormone, Insulin, and Cholesterol in Middle School Boys," *The Korean Society of Living Environmental System*, Vol. 14, No. 3, pp. 215-221, 2007.
- [31] D. H. Yoo, "Effects of Boxing Program on Blood Lipids, Leptin and Adiponectin in Obese High School Male Students," *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol. 55, No. 2, pp. 549-558, 2014.
- [32] C. K. Choi, N. I. Kim, "The Analysis of Relationships of Exercise Types on Leptin and Body Composition and Blood Lipid Profiles in Obese Middle-School Students Boys," *Journal of Korean Society of Sports Science*, Vol. 13, No. 1, pp. 621-631, 2004.
- [33] S. W. Yang, "Effects of the Exercise Program Types on Body Composition, Physical Strength, Blood Lipids and Leptin in Obese Middle School Students," *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol. 42, No. 2, pp. 957-964, 2010.
- [34] J. G. Kim, "Effects on Leptin and Visceral Fat of the Slight Obesity Women from Aerobic Exercise Intensity Difference," *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*, Vol. 7, No. 2, pp. 137-143, 2013.
- [35] Myung Park, "The effect of Exercise Type on Growth Hormone, IGF-1, Growth Hormone related variables of Girl's Athlete in High School," doctoral dissertation, Graduate School of Changwon National University, 2008.
- [36] Soo-Woon Lee, "The effects of resistance exercise intensity on bone metabolites and growth hormone in adolescents," doctoral dissertation, Graduate School of Incheon National University, 2014.
- [37] J. H. Kim, " Effects of Aerobic Exercise Intensity on Growth Hormone and Serotonin in Adolescent," *Journal of Korean Society of Sports Science*, Vol. 24, No. 1, pp. 1257-1267, 2015.
- [38] Soung-yab Rhi, "The Effects of Therapeutic Riding on Energy Substrates and Hormones Concentration in Mental Retardation," master's thesis, Graduate School of Dankook University, 2007.
- [39] Consitt, L, A., Bloomer, R. J., & Widerman, L, "The effect of exercise type on immunofunctional and traditional growth hormone," *European Journal of Applied Physiology*, Vol. 100, pp. 321-330, 2007.
- [40] Ki-hyun Kim, "Change of the Body Composition and Hormones Related to Growth in Adolescent Student by Aerobic Exercise Intensity," master's thesis, Graduate School of Dankook University,

- 2012.
- [41] Sang-uk Lee, "The Association among Physical Fitness, BDNF and Cognitive Function in Mentally Retarded Adolescents," doctoral dissertation, Graduate School of Sejong University, 2012.
- [42] Il-Young Paik, "Exercise and Energy Metabolism," Seoul: deahammedia, 2006.
- [43] H. J. Kim, E. J. Choi, "The effects of difference exercise intensity on leptin and Insulin mRNA gene expression in colon," *Journal of Korean Society of Sports Science*, Vol. 21, No. 6, pp. 1199-1208, 2012.
- [44] Jae-Il Choi, "A Study on Expression of Brain-Derived Neurotrophic Factor, Insulin-like Growth Factor 1, and Cortisol in Adolescents by Aerobic Exercise Intensity," master's thesis, Graduate School of Dankook University, 2012.
- [45] J. W. Kim, C. H. Park, T. U. Kim, "Effects of 12 Weeks Walking on Metabolic Syndrome Markers, Growth Hormone and IGF-I in Obese Girls," *Journal of Physical Growth and Motor Development*, Vol. 16, No. 1, pp. 9-17, 2008.
- [46] B. J. Lee, "Effects of Participation in an After-School Physical Activity Program on the Body Composition of Students with Intellectual Disability," *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*, Vol. 15, No. 3, pp. 167-181, 2007.
- [47] W. J. Cho, Y. K. Jeon, "Influence of Brain Neuroplasticity Related Factor and Working Memory by Aerobic Exercise in Middle School Students," *The Korean Journal of Physical Education*, Vol. 52, No. 3, pp. 463-473, 2013.
- [48] N. I. Han, Y. R. Wee, Y. H. Son, Y. H. Seo, "The Effect of Aerobic Exercises with Different Intensity on Body Composition and Appetite-Regulating Hormones in Obese Middle School Girls," *Journal of Physical Growth and Motor Development*, Vol. 21, No. 4, pp. 251-256, 2013.
- [49] Brooks, G. A., Fahey, T. D., & Baldwin, K. M, "Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications," New York, NY: McGraw Hill, 2005.
- [50] Ron, M., Michael, G., & Paul, L. G, "Biochemistry of Exercise and Training," Published by Oxford University Press, USA, 1997.
- [51] K. S. Kwon, "The effect of different exercise intensity on blood inflammatory factors and creatinekinase in mentally retarded females," *The Korea Journal of Sport*, Vol. 9, No. 2, pp. 333-346, 2011.
- [52] Chang-Joon Lee, "The Effects of resistance training to health-related fitness: growth hormone-bone metabolism & bone mineral density by grades of male's high school students," doctoral dissertation, Graduate School of Pusan National University, 2005.
- [53] W. T. Shin, S. W. Lee, S. Y. Lee, "The Effect of Resistance Exercise on Bone Turnover Makers of Adolescents in the Period of Growth Depending on the Weight Differences," *Journal of Physical Growth and Motor Development*, Vol. 21, No. 4, pp. 299-305, 2013.
- [54] Do-Soo Kim, "The Effects of Aerobic and Resistance Exercise on Body Composition, Growth Relation Factors and Biochemical Bone Markers of Elementary Male Students," doctoral dissertation, Graduate School of Chonnam National University, 2005.
- [55] Edmund, S. H., & Mark, S. G, "The Neuroscience of Clinical Psychiatry," Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- [56] Dong-Won Kim, "Wheelchair tennis has ever fusion of classroom participation of the physically disabled basic psychological needs and exercise emotional and exercise commitment", *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 6, No. 4, pp. 15-23, 2015.
- [57] Yoon seon-o, kim woo ho, "Convergent research on how golf affects the subjective happiness of mothers who have children with disabilities", *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 6, No. 4, pp. 47-54, 2015.

장 홍 영(Jang, Hong Young)



- 2008년 2월 : 성결대학교 체육교육과(교육학사)
- 2010년 8월 : 용인대학교 교육대학원 특수교육전공(교육학석사)
- 2016년 2월 : 용인대학교 대학원 특수체육전공(체육학박사)
- 2016년 8월 : 성결대학교 대학원 사회복지정책전공(박사수료)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 성결대학교 체육교육학과 겸임교수
- 관심분야 : 특수체육, 운동생리학, 스포츠재활, 스포츠복지
- E-Mail : jhy@sungkyul.ac.kr

최 승 권(Choi, Seoung, Gweon)



- 1979년 2월 : 서울대학교 체육교육과(교육학사)
- 1985년 2월 : 서울대학교 대학원 체육교육전공(교육학석사)
- 1994년 2월 : 서울대학교 대학원 체육교육전공(교육학박사)
- 1990년 3월 ~ 현재 : 용인대학교 특수체육교육과 교수
- 관심분야 : 특수체육, 운동생리학
- E-Mail : sgchoi@yongin.ac.kr