

비만 아동의 골격성숙도에 따른 체격, 체력에 관한 연구

김대훈^{1,*} · 윤형기¹ · 오세이¹ · 이영준¹ · 김범준² · 최영민²
송대식² · 안주호² · 서동택² · 김주원² · 나규민² · 오경아^{3†}

¹승실대학교 스포츠학부, 교수

²승실대학교 일반대학원 생활체육학과

³승실대학교 글로벌미래교육원 체육전공, 교수

(2020년 6월 7일 접수: 2020년 6월 29일 수정: 2020년 6월 30일 채택)

A Study on the Physique and Physical Fitness According to Skeletal Maturation of Obese Children

Dae-Hoon Kim^{1,*} · Hyoung-ki Yoon¹ · Sei-Yi Oh¹ · Young-Jun Lee¹
Buem-Jun Kim² · Young-Min Choi² · Dae-Sik Song² · Ju-Ho An²
Dong-Nyeuck Seo² · Ju-Won Kim² · Gyu-Min Na² · Kyung-A Oh^{3†}

¹Department of Sports Studies, Professor, Soongsil University

²Department of Sports for All, Graduate School, Soongsil University

³Future Education Institute for Globalization, P.E. Professor, Soongsil University

(Received June 7, 2020; Revised June 29, 2020; Accepted June 30, 2020)

요 약 : 본 연구는 비만아동의 골격성숙도가 정상 아동들 보다 높고 성조숙증으로 이어질 확률이 높은 것을 문제점으로 삼아 비만아동의 골격성숙도에 따른 체격 및 체력의 관계를 규명함으로써 비만아동의 건강증진에 기여하는 것을 목적으로 하였다. 연구대상은 10세부터 13세의 비만아동 총 243명을 대상으로 생물학적 성숙지표를 나타내는 골격성숙도는 X-ray 촬영 후 TW3 방법을 이용하여 평가하였고, 골격성숙도에 따른 미숙집단($n=70$), 보통집단($n=128$), 조숙집단($n=45$)으로 나누었다. 체격은 신장계, InBody 270(Biospace, Korea)을 이용하여 3개 항목을 측정하였다. 체력측정은 총 7개 항목으로 근력, 근지구력, 유연성, 순발력, 심폐지구력, 평형성, 민첩성을 측정하였다. 자료처리는 SPSS 25.0을 사용하여 기술통계, 일원 변량분석(ANOVA)을 실시하였고, 사후검정은 Duncan's multiple range 방법을 이용하였으며, $P < .05$ 수준에서 유의한 것으로 간주하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 골격성숙도에 따른 신장과 체중의 체격 요인에서 남자와 여자 미숙집단, 보통집단, 조숙집단 간 통계적으로 매우 유의한 차이를 보였다. 둘째, 골격성숙도에 따른 체력 비교에서 남자의 경우 근력, 순발력, 민첩성에서 유의한 차이가 나타났으며, 여자의 경우 근력, 평형성에서 유의한 차이가 나타났다.

주제어 : 비만아동, 골격성숙도, 체격, 체력, TW3

†Corresponding author

(E-mail: oka99@ssu.ac.kr)

Abstract : The aim of this study was to investigate the issue in obese children with a high probability of leading to precocious puberty for they have more advanced skeletal maturation compared to normal children in order to contribute to the health of obese children by identifying the relationship between physique and physical fitness according to their skeletal maturation. A total of 243 obese children between the ages of 10–13 were enrolled as subjects, and the skeletal maturation, which symbolize indicators of biological maturation, were evaluated by using the TW3 method after hand–wrist radiographs, thus classified the skeletal maturation level into retarded group($n=70$), normal group($n=128$), and advanced group($n=45$). A stadiometer and InBody 270 (Biospace, Korea) were used to measure 3 components in physique. A total of 7 components in physical fitness, which included muscular strength, muscular endurance, flexibility, power, cardiovascular endurance, balance, agility, were measured as well. Descriptive statistics and one–way variable analysis (ANOVA) were conducted for data processing using SPSS 25.0, and Duncan's multiple–range method was used for post hoc analysis; and it was considered significant at the level of $P < .05$. Analysis results of this study may be summarized as follow. First, height and weight in physique factors according to the skeletal maturation between the retarded, normal, and advanced groups in males and females were highly significant. Second, physical fitness comparison according to the skeletal maturation in males were statistically significant in muscular strength, power, and agility whereas muscular strength and balance were statistically significant in females.

Keywords : *Obese Children, Skeletal Maturation, Physique, Physical Fitness, TW3*

1. 서론

세계보건기구(WHO)에 따르면 최근 비만율이 이전에 비해 세배 가까이 증가했으며, 비만 인구가 전 세계적으로 빠르게 증가하고 있다. 이에 따라 세계보건기구(WHO)에서는 비만을 전 세계적인 건강 문제로 치료가 필요한 질병이라 규정하고 있다[1]. 최근 우리나라 또한 경제수준의 향상과 생활양식의 변화 등으로 비만 인구의 비율이 지속적으로 증가하고 있다[2]. 비만의 원인이 되는 요인들은 크게 유전적 요인, 내분비 질환, 환경적 요인의 3가지로 나뉜다. 유전적 요인이 비만 발생에 가장 큰 영향인 것으로 알려져 있으나 대부분 복합적인 이유로 비만이 나타나게 되며 비만에 있어서 환경적 요인 70%, 유전적 요인이 약 30%라고 볼 수 있으므로 유전적 요인과 사회 환경적 요인이 서로 상호작용하여 비만의 원인이 된다고 보고되고 있다[3].

한편, 최근 아동의 비만 문제가 사회적 관심이 되고 있다. 학생 건강검사 표본 통계에 따르면 비만학생의 비율이 2008년 11.2%에서 2017년 17.3%로 증가하고 있으며[4], 아동기의 비만이 성인 비만으로 지속되어 이어질 확률을 약 80%

라고 보고되었다[5]. 이러한 심각성에 따른 아동기 비만은 비정상적인 체형을 형성시키며 그에 따른 사회적, 정신적 스트레스를 경험하게 한다[6]. 또한 비만 아동일수록 성조숙증 발생 확률이 높고 성조숙증 아동의 70% 이상이 비만이라고 한다[7]. 아동기 중 아동 후기는 사춘기가 오는 시기로서 정상적인 사춘기는 남아인 경우 13~14세, 여아는 10~11세 정도에 오는데, 남아는 9세, 여아는 8세 이전에 고환이나 유방이 커지는 등 2차 성징을 일찍 경험하는 것을 성조숙증이라고 한다[8]. 성조숙증이 진행되고 있는 시기에는 같은 연령대 보다 신체 성장이 빠르나, 성장이 빠르게 오는 만큼 성장판이 일찍 닫혀 성장 기간이 짧음으로 최종적인 성인 시 신장은 작을 확률이 매우 높다[9]. 그러므로 나이에 따라 신체의 성장이 적절히 이루어지고 있는지 분석하는 것이 매우 중요하다[10]. 성장을 분석하기 위해 역연령 보다 정확한 생물학적 성숙지표를 분석하는 것이 중요하며[11], 아동의 실제 나이보다 확실한 생물학적 성숙지표를 제시할 수 있는 골격 성숙, 신체적 성숙, 치아 성숙, 성적 성숙[12] 중 출생부터 성인이 될 때까지 가장 좋은 생물학적 성숙지표로 인정받고 있는 골격 성숙을 사용하여 생물

학적 성숙도를 평가해야 한다[13].

이와 관련하여 체격의 성장은 성장판과 밀접한 관련이 있는데, 성장판의 구성은 골격성숙도와 관련이 있다고 할 수 있으며[10], 골격성숙도에 따른 체격 및 신체 조성의 평가는 환경적, 유전적 요인과 더불어 개인의 운동능력 및 체력을 평가하는 데 있어 중요한 요소이다[14]. 아동기의 체격 발달은 신체 건강 상태, 운동수행능력 등을 평가하는 데 있어 중요한 자료가 되며 아동기 신체발달 상태의 정확도를 평가하는 것은 성인기의 건강증진 및 유지를 위해 필요한 조건이다[15].

아동기는 신체적 성장과 정신적 성숙과정에서 매우 중요한 시기이다[16]. 최근 아동의 식생활 수준이 향상되면서 영양 상태는 좋아져 체격은 증대하였지만, 체력이 저하되는 현상이 발생되고 있다[17]. 체력이 심각한 수준으로 저하됨에 따라 성인들에게 주로 발생하는 심혈관 질환이 아동에게도 비만, 당뇨병, 요통 등 여러 가지 질환을 발생시키는 결과를 초래하고 있다[18]. 또한 정신적인 스트레스의 증가와 신체활동 부족으로 인하여 신체기능의 저하를 초래하였고, 더욱더 아동의 체력 및 신체활동이 극도로 감소한 것으로 나타나 아동에게 적절한 체력 요인을 평가하고, 체력 향상을 위한 필요성이 제시되고 있다[19]. 따라서 아동의 비만도와 체격, 체력의 비교는 생물학적 성숙지표를 나타내는 골격성숙도를 통해 변인 간의 차이를 알아볼 필요가 있다. 이는 역연령이 같더라도 골격성숙도가 높은 아동과 골격성숙도가 낮은 아동의 체격 측정 결과는 조기성숙으로 인해 골격성숙도가 높은 아동에게 체격 측정 결과가 높게 나올 수 있으므로 역연령이 같은 대상이라 하여도 동일한 조건이 될 수 없다고 판단된다[20].

아동, 청소년을 대상으로 골격성숙도에 따른 체격, 체력 등을 분석한 선행연구[19,21,22,23,24]들은 있으나, 비만아동으로 비교 분석한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 비만아동이 대부분 골격성숙도가 높고 성조숙증으로 이어질 확률이 높은 것을 문제점으로 삼아 비만아동의 골격성숙도에 따른 체격, 체력의 관계를 규명함으로써 비만아동의 체격과 체력의 정확한 표준지표 개발의 기초연구로서 건강증진에 기여하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

본 연구의 모집단은 아동 후기에 해당하는 10세부터 13세까지의 비만아동을 대상으로 다단계 유층집락무선표집법을 사용하여 수도권 소재 스포츠 관련 시설기관 1곳과 초등학교 1곳 총 2곳을 선정하여 비만아동 총 249명을 표집 하였다. 비만아동의 기준은 학생건강체력평가(PAPS) 기준에 따라 남자는 체지방률 25% 이상, 여자는 32% 이상으로 정하여 비만아동으로 선정하였다[25]. 표집된 249명의 자료는 조사 내용의 일부가 누락되고 측정 태도가 불성실하다고 판단된 6명을 제외하여 실제 분석에 사용된 자료는 총 243명이다. 비만아동의 생물학적 성숙지표의 골격성숙도에 따른 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2.2. 측정방법

2.2.1. 측정기간

본 연구는 2019년 11월 6일부터 12월 14일까지 약 6주 동안에 걸쳐 연령별로 구분하여 골격성숙도, 체격, 체력 세 가지 항목을 측정하였다.

2.2.2. 측정항목 및 방법

본 연구에서 비만아동의 골격성숙도, 체격, 체력의 측정항목은 <Table 2>와 같다.

(1) 생물학적 성숙지표

본 연구에서는 생물학적 성숙지표로 가장 많이 사용하고 검증된[11] 골격성숙도로 측정하였다. 골격성숙도 측정은 비만아동의 왼손과 손목뼈를 X-ray 통하여 측정하였으며[19], 골격성숙도 산출은 부위별 뼈 성숙도를 반영하기 위해 TW3 방법[26]으로 골연령을 산출하였다.

TW3 방법으로 측정된 13개 뼈의 RUS score를 골격성숙도 환산표에 의해 골연령을 산출하고 역연령과의 차이에 따라 정상(-1세 < 골연령-역연령 < 1세), 조숙(골연령-역연령 ≥1세) 그리고 미숙(골연령-역연령 ≤ -1세)으로 분류하였다[27].

Table 1. Physical Characteristics of Obese Children According to the Skeletal Maturation of Indicators of Biological Maturation

| | Sex | Retarded (n= 70) | Normal (n= 128) | Advanced (n= 45) |
|------------------------|--------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Chronological Age(yrs) | Male | 11.83±0.86 | 11.91±0.82 | 11.95±0.66 |
| | Female | 11.33±0.99 | 11.63±0.85 | 12.17±0.96 |
| Bone Age(yrs) | Male | 10.04±1.00 | 11.71±0.91 | 13.74±1.12 |
| | Female | 9.78±0.88 | 11.57±1.04 | 13.73±1.10 |
| Height(cm) | Male | 144.27±6.93 | 149.34±7.87 | 155.02±9.35 |
| | Female | 139.18±5.05 | 147.52±8.30 | 153.71±6.17 |
| Weight(kg) | Male | 45.15±8.85 | 51.63±11.29 | 58.76±10.85 |
| | Female | 40.59±4.03 | 49.07±8.58 | 54.95±9.32 |
| Percent Fat(%fat) | Male | 33.21±5.59 | 33.02±5.32 | 32.91±5.02 |
| | Female | 35.51±3.14 | 36.16±2.92 | 35.50±2.90 |

Table 2. Measuring Components of Skeletal Maturation, Physique, Physical Fitness

| Factor | Components | Content |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|
| Skeletal Maturation | Bone Age | X-ray |
| | Height | Height |
| Physique | Weight | Weight |
| | Body Fat Percentage | Subcutaneous Fat (%fat) |
| | Cardiovascular Endurance | Shuttle Run |
| Physical Fitness | Muscular Strength | Hand Grip Strength |
| | Muscular Endurance | Sit-Up |
| | Flexibility | Sit&Reach |
| | Power | Standing Long Jump |
| | Agility | Plate Tapping |
| | Balance | Bass Stick Test |

(2) 체격과 체력 측정

비만아동의 체격과 체력을 측정하기 위해 체격은 신장, 체중, 체지방률을 측정하였으며, 체력은 근력(약력), 근지구력(윗몸일으키기), 유연성(좌전굴), 순발력(제자리멀리뛰기), 심폐지구력(셔틀런), 평형성(외발서기), 민첩성(플랫테핑)으로 총 7개 체력 요소의 종목을 측정하였다. 측정횟수로는 2회를 기준으로 측정하였으며, 반복 측정이 어려운 셔틀런, 윗몸일으키기는 1회 측정 후 더 좋은 기록을 기입하였다.

2.3. 측정도구

골격성숙도, 체격, 체력의 측정도구는 <Table 3>과 같다.

비만아동의 골격성숙도, 체격, 체력을 측정하기 위해 골격성숙도에서 골연령은 X-ray (DK Medical System, Korea)을 이용하여 측정하였다. 체격 중 신장은 신장계(Samhwa gauge, Korea), 체중 및 체지방률 측정은 생체 전기 임피던스법(Bioelectrical Impedance Analysis)을 적용하는 InBody 270(Biospace, Korea)을 이용하여 측정하였다.

2.4. 자료처리

자료처리 방법은 SPSS PC/Program(Version 25.0)을 이용하여 분석하였다. 각 항목별 측정 결과는 평균과 표준편차를 구했다. 골격성숙도에 따른 대상자의 신체적 특성은 기술통계로 분석하였

Table 3. Measuring Instrument

| Measurement | Measuring Components | Measuring Instrument |
|---------------------|----------------------------|---|
| Skeletal Maturation | Bone Age | Diagnosis Radiation Equipment (DK Medical System, Korea, 2006) |
| Physique | Height | Human Measuring Instrument (Samhwa gauge, Korea, 2019) |
| | Body Weight Percent Fat | Inbody 270 (Biospace, Korea, 2019) |
| Physical fitness | Muscular Strength | Grip Strength Indicator (Donghwa Athletic Corporation, China, 2019) |
| | Muscular Endurance | Sit-Up Board (Everlast, China, 2013) |
| | Flexibility | Sit & Reach Box (World Sports Industry, Korea, 2019) |
| | Power | Standing Long Jump Mat (Promax, Taiwan, 2006) |
| | Cardiovascular Endurance | All-In-One CD Player System (INVIO, Korea, 2019) |
| | Balance | Custom-Made Stick (Kate Home Craft Shop, Korea, 2019) |
| | Agility | Custom-Made Board (Soongsil Univ., Korea, 2019) |

다. 골격성숙도에 따른 체격과 체력의 비교는 일원변량분석(ANOVA), 사후검증은 Duncan's multiple range 방법을 이용하여 $P < .05$ 수준에서 유의한 것으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 골격성숙도에 따른 체격의 비교

비만 아동들의 체격을 골격성숙도에 따라서 비교한 결과 <Table 4>와 같다.

남자의 경우 신장은 미숙집단에서 144.27 ± 6.93 , 보통집단은 149.34 ± 7.87 , 조숙집단은 155.02 ± 9.35 로 세 집단 간 통계적으로 매우 유의한 차이가 나타났다. 체중은 미숙집단에서 45.15 ± 8.85 , 보통집단은 51.63 ± 11.29 , 조숙집단은 58.76 ± 10.85 로 세 집단 간 통계적으로 매우 유의한 차이가 나타났으며, 체지방률은 미숙집단

에서 33.21 ± 5.59 , 보통집단은 33.02 ± 5.32 , 조숙집단은 32.91 ± 5.02 로 나타났다.

여자의 경우 신장은 미숙집단에서 139.18 ± 5.05 , 보통집단은 147.52 ± 8.30 , 조숙집단은 153.71 ± 6.17 로 세 집단 간 통계적으로 매우 유의하게 나타났다. 체중은 미숙집단에서 40.59 ± 4.03 , 보통집단은 49.07 ± 8.58 , 조숙집단은 54.95 ± 9.32 로 세 집단 간 통계적으로 매우 유의한 차이가 나타났으며, 체지방률은 미숙집단에서 35.51 ± 3.14 , 보통집단은 36.16 ± 2.92 , 조숙집단은 35.50 ± 2.90 로 나타났다.

본 연구에서는 골격성숙도에 따른 체격 요인에서 남녀 모두 미숙집단, 보통집단, 조숙집단 간 통계적으로 매우 유의한 차이를 보였지만, 체지방률에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 TW3방법에 의한 7세에서 12세까지의 초등학생 태권도 수련생의 골격성숙도 및 체격, 신체구성, 체력에 관한 연구를 한 강동훈, 윤행기

Table 4. Comparison of Physique According to Skeletal Maturation

| | Sex | Retarded (n= 70) | Normal (n=128) | Advanced (n= 45) | F-value |
|-----------------------|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Height (cm) | Male | 144.27±6.93 ^A | 149.34±7.87 ^B | 155.02±9.35 ^C | 16.432 ^{***} |
| | Female | 139.18±5.05 ^A | 147.52±8.30 ^B | 153.71±6.17 ^C | 16.192 ^{***} |
| Weight (kg) | Male | 45.15±8.85 ^A | 51.63±11.29 ^B | 58.76±10.85 ^C | 14.653 ^{***} |
| | Female | 40.59±4.03 ^A | 49.07±8.58 ^B | 54.95±9.32 ^C | 12.061 ^{***} |
| Percent Fat (%fat) | Male | 33.21±5.59 | 33.02±5.32 | 32.91±5.02 | 0.031 |
| | Female | 35.51±3.14 | 36.16±2.92 | 35.50±2.90 | 0.489 |

*** $P < .001$

A, B, C : Duncan's multiple range

[28]의 연구에서 신장, 체중, 체지방률은 미숙집단, 보통집단, 조숙집단 간 유의한 차이가 나타나, 본 연구와 일부 유사한 결과를 나타내었다. 송중국, 유승희[29]가 남녀 청소년들을 골격성숙도를 통하여 조숙, 보통, 미숙군으로 분류 후 체격, 신체유형, 신체구성의 차이를 평가한 결과 남자의 경우 조숙군이 체격과 체지방률 등에서 보통군보다 유의하게 높은 것으로 나타나 본 연구의 결과와 일부 동일한 것으로 나타났다. 또한 Guo, Chumlea, Roche, Siervogel[30]은 미국 오하이오주 남서지역의 남자 130명을 대상으로 골격성숙도와 체지방량, 체지방률, 체지방량과의 관계를 종단적으로 연구한 결과 체지방률은 골격성숙도가 증가함에 따라 함께 증가한다고 하였다. So[31]는 11.9세~12.3세 홍콩 소녀 117명을 대상으로 골격성숙도를 평가한 후 조숙군과 미숙군을 비교한 결과 조숙군이 신장과 체중에서 유의하게 높았다고 보고하여 본 연구의 결과를 일부 지지해 주고 있다. 선행연구들을 살펴보면 신장과 체중에서는 조숙집단으로 갈수록 신장과 체중에서 유의한 차이가 나타나 본 연구의 결과와 동일하였다. 하지만 체지방률은 선행연구들에서 미숙, 보통, 조숙 집단 간 유의한 차이가 나타난 반면 본 연구는 나타나지 않았는데, 이는 본 연구는 비만 아동을 대상으로 미숙, 보통, 조숙의 집단으로 분류했기 때문에, 비만의 기준인 체지방률이 기본적으로 높아 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 생각된다.

3.2. 골격성숙도에 따른 체력의 비교

아동들의 체력을 골격성숙도에 따라서 구분하여 비교한 결과 <Table 5>와 같다.

남자의 경우 셔틀런은 미숙집단에서 61.10 ± 29.07 , 보통집단은 61.98 ± 25.43 , 조숙집단은 70.04 ± 23.10 으로 나타났다. 악력검사(좌)는 미숙집단에서 16.89 ± 3.67 , 보통집단은 20.41 ± 5.05 , 조숙집단은 23.57 ± 6.70 으로 세 집단 간 통계적으로 매우 유의한 차이가 나타났다. 악력검사(우)는 미숙집단에서 17.80 ± 4.14 , 보통집단은 21.50 ± 4.82 , 조숙집단은 25.54 ± 5.66 으로 세 집단 간 통계적으로 매우 유의한 차이가 나타났다. 윗몸일으키기는 미숙집단에서 41.60 ± 45.87 , 보통집단은 40.09 ± 22.75 , 조숙집단은 50.23 ± 24.16 으로 나타났다. 좌전굴은 미숙집단에서 6.65 ± 7.01 , 보통집단은 7.96 ± 6.39 , 조숙집단은 6.38 ± 6.00 으로 나타났다. 제자리멀리뛰기는 미숙집단에서 143.08 ± 21.01 , 보통집단은 149.44 ± 18.66 , 조숙집단은 158.57 ± 24.36 으로 미숙집단, 보통집단은 조숙집단과 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 플랫폼핑은 미숙집단에서 6.99 ± 1.47 , 보통집단은 6.76 ± 1.03 , 조숙집단은 6.05 ± 0.90 으로 미숙집단, 보통집단은 조숙집단과 통계적으로 비교적 유의한 차이가 나타났다. 외발서기는 미숙집단에서 17.34 ± 18.37 , 보통집단은 20.90 ± 21.00 , 조숙집단은 18.85 ± 17.19 로 나타났다.

Table 5. Comparison of Physical Fitness According to Skeletal Maturation

| | Sex | Retarded (n= 70) | Normal (n= 128) | Advanced (n= 45) | F-value |
|-------------------------------------|--------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Shuttle Run (Reps) | Male | 61.10±29.07 | 61.98±25.43 | 70.04±23.10 | 0.942 |
| | Female | 38.42±22.98 | 54.95±20.18 | 54.71±24.24 | 2.873 |
| Left Hand Grip Strength (kg) | Male | 16.89±3.67 ^A | 20.41±5.05 ^B | 23.57±6.70 ^C | 17.168 ^{***} |
| | Female | 13.82±3.34 ^A | 17.05±3.24 ^B | 21.81±4.77 ^C | 20.886 ^{***} |
| Right Hand Grip Strength (kg) | Male | 17.80±4.14 ^A | 21.50±4.82 ^B | 25.54±5.66 ^C | 23.259 ^{***} |
| | Female | 15.11±2.41 ^A | 17.51±3.85 ^A | 22.83±4.77 ^B | 19.584 ^{***} |
| Sit-Up (Reps) | Male | 41.60±45.87 | 40.09±22.75 | 50.23±24.16 | 0.801 |
| | Female | 24.92±37.53 | 27.93±22.58 | 29.38±14.84 | 0.144 |
| Sit&Reach (cm) | Male | 6.65±7.01 | 7.96±6.39 | 6.38±6.00 | 0.911 |
| | Female | 12.69±5.97 | 11.91±6.56 | 15.60±8.00 | 2.211 |
| Standing Long Jump (cm) | Male | 143.08±21.01 ^A | 149.44±18.66 ^A | 158.57±24.36 ^B | 4.739 [*] |
| | Female | 120.42±14.98 | 127.05±17.10 | 133.92±21.56 | 2.343 |
| Plate Tapping (Sec) | Male | 6.99±1.47 ^B | 6.76±1.03 ^B | 6.05±0.90 ^A | 4.803 ^{**} |
| | Female | 7.08±0.62 | 7.00±1.21 | 6.65±1.14 | 0.908 |
| Bass Stick Test (Sec) | Male | 17.34±18.37 | 20.90±21.00 | 18.85±17.19 | 0.574 |
| | Female | 41.39±23.25 ^B | 23.97±21.54 ^A | 18.88±21.43 ^A | 4.397 [*] |

* $P < .05$ ** $P < .01$ *** $P < .001$

A, B, C : Duncan's multiple range

여자의 경우 셔틀런은 미숙집단에서 38.42±22.98, 보통집단은 54.95±20.18, 조숙집단은 54.71±24.24로 나타났다. 악력검사(좌)는 미숙집단에서 13.82±3.34, 보통집단은 17.05±3.24, 조숙집단은 21.81±4.77로 세 집단 간 통계적으로 매우 유의한 차이가 나타났다. 악력검사(우)는 미숙집단에서 15.11±2.41, 보통집단은 17.51±3.85, 조숙집단은 22.83±4.77로 미숙집단, 보통집단은 조숙집단과 통계적으로 매우 유의한 차이가 나타났다. 윗몸일으키기는 미숙집단에서 24.92±37.53, 보통집단은 27.93±22.58, 조숙집단은 29.38±14.84로 나타났다. 좌전굴은 미숙집단에서 12.69±5.97, 보통집단은 11.91±6.56, 조숙집단은 15.60±8.00으로 나타났다. 제자리멀리 뛰기는 미숙집단에서 120.42±14.98, 보통집단은

127.05±17.10, 조숙집단은 133.92±21.56으로 나타났다. 플랫테핑은 미숙집단에서 7.08±0.62, 보통집단은 7.00±1.21, 조숙집단은 6.65±1.14로 나타났다. 외발서기는 미숙집단에서 41.39±23.25, 보통집단은 23.97±21.54, 조숙집단은 18.88±21.43으로 보통집단, 조숙집단은 미숙집단과 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

본 연구에서는 남자의 경우 근력, 순발력, 민첩성이 유의하게 나타났으며, 여자의 경우 근력, 평형성에서 유의하게 나타났다. 이러한 결과는 초등학교 4학년에서 6학년까지를 대상으로 골격성숙도에 따른 체력의 인과관계를 검증한 윤행기[19]의 연구에서 골격성숙도 따른 체력에서 유연성과 악력요인은 미숙, 보통, 조숙 집단 간 차이가 유의하게 나타난 결과와 일부 동일하다. 또한 강동

훈, 윤행기[28]의 초등학교 1학년~6학년의 태권도 수련 어린이를 대상으로 골격성속도와 체격과 신체구성, 체력을 비교한 연구에서 순발력, 악력, 심폐지구력이 세 집단 간 유의한 차이를 나타낸 결과와도 부분적으로 동일하게 나타났다. 이처럼 기존 선행연구들과 본 연구의 결과가 서로 상이하게 나타난 것은 골격성속도가 인종이나 성별, 지역에 따라 차이가 나타날 수 있다고 하며[32], 특히나 본 연구는 비만 아동만을 대상으로 한 특수성 때문에 정상 아동들의 체력과 다른 결과가 나타났다고 생각된다.

4. 결론

본 연구는 수도권에 소재한 사설기관과 초등학교에서 10세부터 13세의 비만아동 243명을 대상으로 생물학적 성숙지표의 골격성속도에 따른 체격 및 체력의 차이를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 체격은 미숙집단에서 조숙집단으로 갈수록 신장과 체중이 유의하게 큰 것으로 나타났으며, 세 집단 간 유의한 차이가 나타났다. 하지만 체지방률에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.
2. 체력에서 남자는 근력과 순발력은 조숙집단이 높게 나타났고 민첩성에서는 미숙집단이 높게 나타났으며, 근력, 순발력, 민첩성에서 유의한 차이가 나타났다. 여자에서 근력은 조숙집단이 높게 나타났고 평형성은 미숙집단이 높게 나타났으며, 근력과 평형성에서 유의한 차이가 나타났다.

이상의 연구결과를 종합하면 비만아동의 골격성속도에 따른 미숙집단, 보통집단, 조숙집단 간 차이는 체격과 체력 모두에서 나타났으며, 체격은 남녀 모두 신장과 체중에서 유의한 차이가 있었다. 체력에서 남자는 근력, 순발력, 민첩성이 차이가 나타났고 여자는 근력, 평형성에서 차이가 나타난 걸 확인할 수 있었다. 또한 연구 결과 심폐지구력, 근지구력, 순발력, 민첩성, 유연성에서 측정값은 조숙한 집단이 미숙, 보통의 집단보다 뛰어난 결과가 나타났다. 이는 심폐지구력과 근지구력은 조숙집단이 체격 요인 중 신장과 체중은 크지만, 체지방률은 낮아 다른 집단에 비해 건강한 체격이기 때문에 나타

난 결과라고 생각된다. 순발력과 민첩성의 측정 종목은 제자리멀리뛰기와 플랫폼핑이며, 두 종목 모두 신장에 영향을 받고 조숙집단이 상대적으로 체지방률이 적어 더욱 높은 결과가 나타났다고 생각된다. 여자에서 유연성은 근, 인대의 탄성에 의해서 영향을 받거나 환경온도에는 큰 영향을 받지만 체중을 이동하지 않는 체력인자이기에[33] 조숙집단이 탄성이 좋아 나타난 결과라고 생각된다. 평형성에서 비만 아동 여자는 미숙집단이 가장 높고 조숙집단이 가장 낮게 나타났는데, 그 이유는 체조에 있어서 신장이 작고 체중이 가벼운 선수가 유리하다는 것을 근거[34]로 미숙집단 아동들의 신장과 체중이 다른 집단에 비해 작으며, 골격성속도 또한 실제 나이 보다 어리기 때문이라고 생각된다.

이처럼 본 연구의 결과는 선행연구들의 결과와 다소 차이가 있었는데, 이는 수도권에 거주 중인 비만아동들을 대상으로 하였기 때문이라고 생각된다. 따라서 후속 연구에서는 다양한 지역의 비만아동과 정상 체중인 아동을 표집 하여 연구하기를 제안한다. 또한 사회적으로 문제가 되고 있는 성조숙증의 위험이 높은 비만아동의 골격성속도에 따른 체격과 체력의 비교를 통해 비만아동의 체격과 체력의 정확한 표준지표를 제시하여 비만아동의 건강증진에 기여할 수 있는 연구가 진행된다면 현장에서 유용하게 사용될 것이다.

감사의 글

위 논문은 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었습니다.

This research project was supported by Sports Promotion Fund of Seoul Olympic Sports Promotion Foundation from Ministry of Culture, Sports and Tourism.

References

1. D. J. Oh, "The Roles of School Health Education in Resolving the Obesity of the Korean Adolescence", *Korea sport research*, Vol.16, No.3, pp. 935-944, (2005).
2. Y. H. Jo, "Development of Group Counseling Program based on Individual

- Psychology to Improve Self-Efficacy and Decrease in Body Mass Index (BMI) of Overweight Children”, a master’s degree thesis to be unregistered, Graduate School of Education Korea National University of Education, (2016).
3. Wellman Nancy S, Friedberg B, “Cause and consequences of adult obesity : health, social and economic impacts in the United States”, *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, Vol.11, pp. 705-709, (2002).
 4. The Ministry of Education, “Student Health Examination in 2017”, (2017).
 5. Statistics Korea, “Social Indicators of Korea”, (2011).
 6. B. S. Oh, “The study of primary school children’s obesity by the change aspect of body mass index from the first year in primary school days to the second year in high school days”, *Korean Journal of Physical Education*, Vol.40, No.4, pp. 895-906, (2001).
 7. Health Insurance Review & Assessment Service, “Precocious puberty in which early detection is important”, (2011).
 8. Adair LS, GordonLarsen P, "Maturation-timing and overweight prevalence in US adolescent girls", *American Journal of Public Health*, Vol.91, No.4, pp. 642-644, (2001).
 9. Korean Society of Pediatric Endocrinology, “Guidelines for treating precocious puberty”, (2011).
 10. Y. S. Kang, J. H. Park, K. H. Kim, S. H. Kim, S. G. Kim, “New Measurement Standards of Bone Age Assessment in Childhood”, *The Korean Journal of Growth and Development*, Vol.8, No1, pp.73-84, (2000).
 11. Geithner CA, Woynarowska B, Malina RM, “The adolescent spurt and sexual maturation in girls active and not active in sport”, *Annals of Human Biology*, Vol.25, No.5, pp. 415-423, (1998).
 12. Tanner JM, Landt K, Carmeron N, Carter BS, Patel J, “Prediction of adult height from height and bone age in childhood”, *Archives of Disease in Childhood*, Vol.58, No.10, pp. 767-776, (1983).
 13. Armstrong N, Welsman JR, Kirdy BJ, “Submaximal exercise and maturation in 12-year-olds”, *Journal of Sports Sciences*, Vol.17, No.2, pp. 107-114, (1999).
 14. Malina RM, Bouchard C, Bar-or C, “Growth, Maturation and Physical Activity”, *Champaign, Illinois : Human kinetic*, (2004).
 15. Malina R, “Secular trends in growth, maturation and physical performance: a review”, *Anthropological Review*, Vol.67, pp. 3-31, (2004).
 16. Y. G. Lee, “A Study on Relevance between Health-related Physical Fitness and Obesity in 'Working-out Elementary Students' to Boost Physical Activities”, *The Korean Society for the Study of Elementary Education*, Vol.18, No.2, pp. 223-234. (2012).
 17. Ministry of Education, Science and Technology, “Announcement of 2009 School Health Examination Sample Results”, (2010).
 18. Maffei C, Corciulo N, Livieri C, Rabbone L, Trifiro G, Falomi A, Guerraggio L, Peverelli P, Cuccarolo G, Ber-gamaschi G, Di Pietro M, Grezzani A, “Waist circumference as a predictor of cardiovascular and metabolic risk factors in obese girls”, *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol.57, No.4, pp. 566-572, (2003).
 19. H. G. Yoon, "An analysis on Skeletal maturation and Physical fitness of classified by somatotype in elementary school student", *Korean Journal of Sports Science*, Vol.11, No.1, pp. 521-530, (2002).
 20. B. K. Lee, “Variable of Physique and Physical Fitness Correlation According to Bone Age and Chronological Age in Athletically Gifted Children”, *The Korean Journal of Growth and Development*.

- Vol.20, No.3, pp. 133-139, (2012).
21. D. H. Park, K. H. Kim, S. K. Kim, "Does A Regular Basketball Exercise Affect On A Predicted Adult Height In Adolescent Boys?", *Korean journal of physical education*, Vol.42 No.4, pp.783-792, (2003).
 22. J. K. Byeon, Y. J. Oh, S. H. Park, "Characteristics of Exercise Capacity, Physique and Physical Fitness according to Skeletal Maturity of Elementary School Girls", *Journal of coaching development*, Vol.16, No.1, pp.181-188, (2014).
 23. J. K. Song, S. Y. Chae, J. H. Chae, H. B. Kim, H. J. Kang, "Comparison of Physique, Skeletal Maturation and Physical Fitness in Korean Adolescents between 1998 and 2007", *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol.34, No.2, pp. 1135-1146, (2008).
 24. D. Y. Kang, S. D. Jung, C. W. Park, J. H. Yang, "The Relationships Between Bone Age Physique and Health Related Physical Fitness in 7-9 Years Old Elementary School Students", *The Korean Journal of Growth and Development*, Vol.18, No.1, pp.31-36, (2010).
 25. Seoul National University Institute of Sport Science, "Physical Activity Promotion System"(PAPS)
 26. Y. J. Oh, B. K. Yu, J. Y. Shin, K. H. Lee, S. H. Park, K. C. Lee, C. S. Son, "Comparison of predicted adult heights measured by Bayley-Pinneau and Tanner-Whitehouse 3 methods in normal children, those with precocious puberty and with constitutional growth delay", *Korean Journal of Pediatrics*, Vol.52, No.3, pp. 351-355, (2009).
 27. Tanner JM, Healy MJR., Goldstein H, Cameron N, "Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method)", *3rd Edition. London: WB Saunders*, (2001).
 28. D. H. Kang, H. G. Yoon, "The study of Childhood Taekwondo Practitioners on Skeletal Maturation, Physique, Body Composition and Physical Fitness by TW3 method", *Korean Journal of Sports Science*, Vol.16, No.1, pp. 581-591, (2007).
 29. J. K. Song, S. H. Yoo, "Relationship between Skeletal Maturation and Physique, Body composition of Adolescents", *Korean journal of physical education*, Vol.39, No.4, pp. 534-545, (2000).
 30. Guo SS, Chumlea WC, Roche AF, Siervogel RM, "Age-and maturity-related changes in body composition during adolescence into adulthood: the Fels Longitudinal Study", *International Journal of Obesity*, Vol.21, No.12, pp. 1167-1175, (1997).
 31. So LL, "Correlation of skeletal maturation with stature and body weight of southern Chinese girls in Hong Kong", *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, Vol.78, No.3, pp. 307-312, (1991).
 32. Cox LA, "The biology of bone maturation and ageing", *Acta. Paediatrica*, Vol.-, No.423, pp. 107-108, (1997).
 33. S. H. Ko, H. R. Yu, "The Influences of Energy Consumption on Obesity and Physical Fitness", *Korean Journal of Physical Education*, Vol.37, No.1, pp. 161-172, (1998).
 34. I. H. Chun, "A study on the born mineral density and height development of middle school gymnasts in growing period", a master's degree thesis to be unregistered, Graduate School of Education Chonnam National University, (2000).