

남녀 초등학교 체육영재 학생들의 골연령에 따른 체격, 체력변화에 관한 종단연구

김도윤¹, 김원현², 김영욱^{3*}

¹인천시 체육회 인천스포과학센터 센터장, ²대덕대학교 생활체육과 조교수,

³인하대학교 교육대학원 강의교수

Tracking of Physique and Physical Fitness According to Bone Age in Athletically Gifted Children from age 7 to age 12 years : 3 year Longitudinal Study

Do-Youn Kim¹, Won-Hyun Kim², Young-Wook Kim^{3*}

¹Director of the Center, Incheon Sports Council, ²Assistant Professor, Daeduk College,

³Lecture Professor, Inha University

요 약 본 연구는 초등학교 체육영재 학생들의 골연령이 체격 및 체력에 어떠한 영향을 주는지를 알아보기 위하여 2012년부터 2016년까지 총 3년간 초등학교 남녀 체육영재 103명의 종단적 골연령, 체격, 체력변화 자료를 바탕으로 구조방정식모형 검증을 실시하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다. 첫째, 남녀 저학년(1~3학년)의 골연령은 체격변화에 직접적인 영향을 주지만 체력변화에는 영향을 주지 않았다. 둘째, 남자 고학년(4~6학년)의 골연령은 체격변화 및 50m 달리기, 윗몸일으키기에 직접효과를 주었으며, 팔굽혀펴기, 앉아 농구공던지기, 제자리멀리뛰기에 간접효과를 주었다. 셋째, 여자 고학년(4~6학년)의 골연령은 체격변화 및 윗몸일으키기, 사이드스텝에 직접효과를 주었으며, 50m 달리기, 하프스쿼트 점프, 제자리멀리뛰기에 간접효과를 주었다. 그러므로 이상의 결과를 통해 초등학교 4학년 이상 남녀 학생의 골연령 평가는 근기능과 관련된 학생들의 운동 잠재성 평가에 활용될 수 있다는 결론을 도출할 수 있다.

주제어 : 골연령, 체격, 체력, 초등학생, 체육영재, 평가항목

Abstract The purpose of this study was to investigate the effect of bone age on physique and physical fitness in elementary school students. For this purpose, the structural equation model test was conducted based on the three-year longitudinal study. The results were as follows. First, bone age in boys and girls (1st~3rd grade) has a direct effect on the change of body size, but it does not affect the change of physical strength. Second, the bone age of the senior male students(4~6 grade) gave a direct effect on the change of physique, 50m running, and sit-up. On the other hand, it gave an indirect effect on push-ups, sitting basketball throws, and standing long jump. Third, the bone age of the female students(grades 4~6) affected directly on body size change, sit-up, side step and indirect effect on 50m running, half squat jump, and standing long jump. These results indicated that the evaluation of the bone age of the subjects should be included in the exercise ability evaluation items for the male and female students in elementary school over the fourth grade in relation to the myofunction.

Key Words : bone age, physique, physical fitness, elementary school student, sports talent, evaluation

*This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2014S1A5B5A07041884)

*Corresponding Author : Young-Wook Kim (lexy7@inha.ac.kr)

Received July 2, 2018

Revised August 16, 2018

Accepted September 20, 2018

Published September 28, 2018

1. 서론

스포츠 영재의 발굴과 양성은 미래의 국가대표 선수로 육성, 경기력을 극대화하며, 국제대회에서 우수한 성적을 거둘 수 있는 사업이다. 실제 1970년대부터 동유럽 국가들은 스포츠 영재 발굴 사업을 진행함으로써 올림픽에서 많은 금메달을 획득하는 등 1970~1980년대 국제대회 스포츠 강국으로 발전할 수 있었다[1]. 국내에서는 체육에 소질이 있는 어린 연령대의 학생이나 선수를 조기 발견하기 위한 방안으로써 학생들의 성숙도를 평가하기 위하여 x-ray 사진촬영에 의한 골연령 검사를 실시하고 있다. 골연령은 사춘기 전 아동들의 생물학적 나이를 평가하기에 가장 적절한 관찰변인이 될 수 있으며[2], 이를 통해 잠재적인 신체성장을 예측할 수 있다[3, 4]. 더욱이 성장기 아동의 골연령은 직접적으로 운동수행에 영향을 주며[5, 6], 역연령과 함께 개인의 운동수행능력을 예측하는데 가장 좋은 변인이 될 수 있다[7]. 하지만 Lefevre et al.[8]은 연령에 비해 조기성숙한 학생들이 미성숙 학생들 보다 체중과 신장이 우수하기 때문에 운동수행능력이 뛰어나다고 하였다. 이는 골연령이 높은 학생, 즉 조기성숙한 학생들은 신장과 체중이 더 크기 때문에 운동수행능력이 우수할 수 있으며, 결국 성숙속도의 차이가 체력 측정 결과에 영향을 줄 수 있음을 의미한다. 이와 관련하여 Beunen et al.[9]과 Bouchard et al.[10]은 생물학적인 성숙(골연령)이라는 관점에서 연대기적 연령(역연령)에 따라 개인차이가 존재하기 때문에 역연령을 기준으로 한 운동수행능력의 평가는 골 성숙이 늦은 아동들에게는 적절하지 못하다고 하였다. 또한 Mafulli[11]도 운동수행력의 기준 및 평가를 위해서는 역연령과 함께 생물학적 나이인 골연령에 대한 고려도 함께 필요하다고 하였다.

하지만 현재 체육영재선발에서는 골연령 측정을 통해 성인 예측 신장 정보를 제공하지만 골연령 차이, 즉 개인별 성장속도를 고려한 체력 평가 매뉴얼 및 연령조정공식 등이 마련되어 있지 않기 때문에 선수발굴과정 중 잠재적 변인으로서 골연령 평가 결과를 충분히 반영하지 못하고 있는 실정이다. 예로써 동일한 역연령임에도 불구하고 한 대상자의 골연령은 어리지만 운동수행능력이 높은 경우와 골연령이 높으며 운동수행능력 또한 우수한 대상자간 어느 쪽이 우수한 운동수행능력을 보유했는지에 대한 평가는 쉽지 않다. 더욱이 체육영재센터 대상자인 초등 2학년~6학년 초등학교 학생들의 경우 성인과

달리 개인적인 성장속도의 차이가 다양하기 때문에 체육영재선발과정 중 이러한 골연령 평가에 대한 반영이 필요하다.

윤형기[12]는 중학생을 대상으로 골성숙도별 운동수행능력을 비교한 연구에서 일부 운동수행능력의 차이만을 보고하였다. 또한 김태운[13]도 초등학생을 대상으로 골격성숙도에 따른 운동수행 능력 비교를 통해 몇몇 운동수행능력의 차이만을 보고하는 등 골성숙도 차이에 따라 체력보다는 체격의 차이가 크게 나타나며, 체력의 경우 선행연구별로 체력요인의 종류에서 차이가 있었다. 강동연 등[14]은 초등학교 저학년 학생들의 골연령과 체력간의 상관관계를 비교한 연구에서 체력보다는 체격과 유의한 상관성이 있다고 하였으며, 김도윤 등[15]도 초등학생의 체격과 체력간 관계 연구에서 골연령은 체격과 유의한 관계를 보이지만, 학년 및 성별에 따라 유의한 관계를 보이는 체력요인이 매우 다양하다고 하였다. 그 외 이범기[16], 조용민[17] 및 변재경 등[18]은 체육영재 학생들을 대상으로 골성숙도 수준에 따른 체격과 체력, 운동능력 특성을 비교한 연구에서 앞선 선행연구들의 내용과 유사하게 체력보다는 체격에서 유의한 차이를 보인다고 하는 등 지금까지의 선행연구들은 골연령이나 골성숙도가 체격조건과의 유의한 상관성이 있었지만, 이러한 골연령이나 골성숙도가 직접적으로 요인별 체력과 상관성이 있는지는 명확하지 않다.

일반적으로 연령에 따른 발달적 변화를 파악하기 위해서는 오랜 기간을 두고 아동을 일정기간 반복적으로 관찰, 측정함으로써 시간에 따른 아동의 변화를 연구하는 종단적 연구방법(longitudinal study)이 적합하다[19]. 발육발달 현상은 어느 한 시점에서의 제한적인 자료에 대한 관찰이나 결과만을 문제로 삼지 않고 몇 년간에 걸친 변화가 중요한 과제가 되기 때문에 동일인이나 동일 집단에 대한 긴 기간 동안의 추적 자료가 필요하다[19]. 특히, 종단적 연구방법은 개개인의 발육발달 양상을 정확히 추적해 가면서 파악할 수 있는 좋은 자료 수집방법이 될 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 초등학생 체육영재 학생들을 대상으로 3년간의 종단적 연구방법에 의한 골연령 및 골성숙도와 체격 및 체력과의 관계를 규명함에 있다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자

본 연구의 대상자는 2012년부터 2016년까지 I 광역시의 체육영재 프로그램에 참여하고 있던 초등학생들을 모집단으로 선정하여 프로그램 참여의 목적 및 측정결과의 활용을 설명하고 학부모 및 참여학생들의 동의를 받은 후 대상자들의 측정결과를 수집하였다. 최초 1학년부터 6학년까지 동일한 대상자인 남녀 142명에 대해 다년간의 중단조사를 진행하고자 하였지만 연구시작 후 총 39명이 전학 및 프로그램 미참여 등의 이유로 연구조사에 계속적으로 참여하지 못하게 됨으로써 3년간 103명에 대한 측정결과를 분석하였다. 대상자 103명 중 1~3학년까지 3년간 연속 조사된 남학생 25명, 여학생 20명, 4~6학년까지의 남학생 37명, 여학생 21명에 대해 저학년그룹(1~3학년)과 고학년 그룹(4~6학년)으로 구분하여 3년간의 종단적 측정결과를 수집하였다. 연구대상자들의 저학년, 고학년별 조사 인원수는 다음의 Table 1과 같다.

Table 1. The number of group

Group		male	female
low grade	1st ~ 3th grade	25	20
high grade	4th ~ 6th grade	37	21
total number		62	41

2.2 측정항목

골연령 변화에 따른 체격과 체력요인의 변화를 알아보기 위하여 총 3년동안 모든 대상자의 체격요인, 체력요인, 골연령을 연속적으로 측정하였으며, 구체적인 요인별 측정변인은 다음과 같다.

2.2.1 체격요인

Inbody 3.0(Biospace, Korea)을 이용하여 체중 및 체지방률을 측정하였다. 체질량지수는 체중/신장²(kg/m²)을 계산하여 산출하였다. 그 외 신체적 특징으로써 길이요인은 신장(cm), 좌고(cm)를 측정했으며, 둘레요인으로는 흉위(cm)를 측정하였다.

2.2.2 체력요인

본 연구에서의 기초체력 종목은 근지구력, 근파워, 민첩성 등 기존 초등학생들의 체육영재성 평가를 위해 사용했던 기초체력 종목들로서 앉아 농구공던지기, 제자리멀리뛰기, 50m 달리기, 사이드스텝 테스트, 윗몸일으키기, 하프스쿼트 점프, 앉아 윗몸 앞으로 굽히기, 20m PACER를 측정하였다.

가. 앉아 농구공던지기

엉덩이, 등, 머리를 벽에 기대어 양 다리를 편상대로 앉도록 하였다. 농구공 던지기의 자세는 농구의 체스트 패스의 자세로써 두손을 이용하여 가슴에서부터 공을 멀리 던지도록 하였다. 벽에서부터 농구공이 처음 바운드된 지점까지의 거리를 cm단위로 기록하며 총 2회에 걸쳐 실시하였다.

나. 제자리멀리뛰기

설치된 구름판 위에 선을 넘지 않도록 올라선 후 점프를 위한 상체준비동작과 함께 최대한 멀리 뛰도록 하였다. 기록은 구름판과 가장 가까운 착지지점까지의 거리(cm)를 측정하며 총 2회 실시하였다.

다. 50m 달리기

스탠딩 스타트 자세로 출발신호를 기다린 후 깃발신호에 의해 출발토록 하였다. 기록은 0.01초 단위까지 기록하였으며 1회 실시하였다.

라. 사이드스텝 테스트

전자식 사이드스텝 측정 장비(TAKEI co., Japan)를 이용하여 스텝간 거리를 1m로 줄여 실시하였으며 총 20초 동안의 반복횟수를 기록하였다.

마. 윗몸일으키기

기본자세로써 무릎각도를 90도로 유지, 누운 자세에서 두 손을 목뒤로 마주잡고 실시하였다. 총 1분 동안 실시함을 원칙으로 하였다.

바. 하프스쿼트 점프

점프시 양발이 지면과 떨어져야 하며, 양팔의 사용을 금한다. 착지 시에는 대상자별로 무릎 높이의 고무줄에 엉덩이가 닿아야 하며, 총 1분 동안 실시하며 총 횟수를 기록하였다.

사. 앉아 윗몸 앞으로 굽히기

양발을 편 상태로 양 발바닥이 측정장비의 수직면에 완전히 닿도록 앉은 후 왼손과 오른손이 서로 겹치게 한 후 시작지시에 따라 상체를 천천히 굽히면서 측정장비의 눈금 아래로 손을 뻗도록 하였다. 양손을 최대한 뻗은 지점에서 2초 이상 정지된 후 그 지점의 눈금을 읽어 기록토록 하였다.

아. 왕복오래달리기

출발선에 서서 신호음과 함께 20m 거리의 반대편까지 이동을 하며, 다음 신호음이 울리기 전까지 도달하며, 신

호흡 전까지 도달하지 못하는 횡수가 2회 이상이 될 경우 운동을 정지하고 그 때까지의 횡수를 최대 왕복횡수로 기록하였다.

2.2.3 골연령

본 연구에서는 매년 3월에 I시 소재 J 정형외과에서 모든 대상자에 대해 자주 사용하지 않는 방향의 손 X-ray 사진을 촬영한 후 골연령 측정 프로그램을 통한 대상자별 골연령 판독결과를 획득하였다. 이와 함께 본 연구에서는 골연령 측정결과에 대한 정확성을 확보하기 위하여 매뉴얼적인 방법으로 TWIII 방법을 이용하여 2차 골연령을 판독하였다. TWIII법은 손목과 손가락 뼈인 요골, 척골, 유구골, 유두골, 삼각골, 월상골, 주상골, 대능형골, 소능형골, 중수골, 기절골, 중절골과 말절골의 골화 정도를 골연령 판독 프로그램을 이용하여 점수화(RUS : Radius, Ulna and Short Bone)한 후 대상자의 골연령을 산출하였다. 1차 골연령 판독결과와 2차 골연령 판독결과간 ± 0.5 세 이상의 차이가 나타난 경우 재판독 과정을 통해 최종적인 골연령을 결정하였다.

2.3 자료처리

본 연구의 모든 자료처리는 SPSS 20.0과 AMOS 20.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 골연령, 체격 및 체력 관계에 대한 모형검증을 위하여 AMOS 20.0을 이용하여 구조방정식모형(structural equating model) 분석을 실시하였다. 모형의 적합도는 GFI, CFI, NFI, RMSEA를 통해 모형을 평가하였으며, 모든 통계 자료에 대한 유의수준은 .05로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1 남학생의 골연령과 체격, 및 체력과의 관계

남학생들의 저학년(1~3학년)과 고학년(4~6학년) 학생 62명의 골연령 변화가 체격 및 체력 하위요인에 어떠한 영향을 주는지를 확인하고자 골연령-체격-체력 하위요인별 연구모형을 설정한 후 모형별 적합도 평가를 진행하였으며, 결과는 다음의 Table 2와 같다.

Table 2. Path coefficient of analytic model for male

model	path	low grade			high grade		
		stand coefficient	S.E.	C.R.	stand coefficient	S.E.	C.R.
model a	bone age→physique	.303	.041	4.019***	.684	.326	11.581***
	physique→push-up	-.172	.296	-2.120*	-.533	.220	-5.316***
	bone age→push-up	.072	.157	.904	.366	1.189	3.719***
model b	bone age→physique	.301	.042	3.957***	.687	.324	11.740***
	physique→ball throwing	.539	.989	7.128***	.649	.725	9.640***
	bone age→ball throwing	-.003	.494	-.038	.203	3.896	3.110**
model c	bone age→physique	.302	.041	3.994***	.684	.327	11.558***
	physique→sit-up	.190	.173	2.348*	-.006	.139	-.056
	bone age→sit-up	.031	.092	.389	.374	.752	3.791***
model d	bone age→physique	.303	.041	4.005***	.684	.327	11.553***
	physique→half-squat	.083	.289	1.019	-.077	.175	-.722
	bone age→half-squat	.007	.155	.085	.195	.947	1.863
model e	bone age→physique	.303	.041	4.008***	.685	.326	11.588***
	physique→standing jump	.007	1.010	.081	.226	.226	2.417*
	bone age→standing jump	.018	.546	.226	.325	1.224	3.544***
model f	bone age→physique	.303	.041	4.013***	.685	.327	11.577***
	physique→20m PACER	-.061	.316	-.752	.071	.235	.672
	bone age→20m PACER	.114	.168	1.433	.177	1.273	1.707
model g	bone age→physique	.303	.041	4.005***	.685	.326	11.579***
	physique→50m run	-.077	.012	-.960	-.112	.048	2.121
	bone age→50m run	-.105	.006	-1.323	-.364	.008	-1.162***
model h	bone age→physique	.302	.041	3.992***	.685	.326	11.593***
	physique→side step	.240	.097	2.980**	.136	.072	1.295
	bone age→side step	-.009	.051	-.110	.151	.388	1.475
model i	bone age→physique	.303	.041	4.009***	.684	.327	11.557***
	physique→sit & reach	-.005	.101	-.064	.026	.077	.242
	bone age→sit & reach	.095	.054	1.192	.010	.418	.092

결과 중 저학년 남학생들의 골연령-체격-체력 하위요인별 연구모형을 설정한 후 모형별 적합도를 평가한 결과 중 골연령은 모든 모형에서 체격에 직접효과를 주는 것으로 나타났으며, 체격은 팔굽혀펴기, 농구공던지기, 윗몸일으키기, 사이드스텝에 직접효과를 주고 있었다. 반면, 모든 모형에서 골연령이 부분 매개변인으로서 체력요인에 유의한 효과를 주는 모형은 없는 것으로 나타났다. 즉, 저학년 남학생들의 경우 골연령이 체격에 영향을 주며, 체격은 부분적으로 체력요인에 직접효과를 주지만 체력요인에 대한 골연령의 간접효과는 나타나지 않았다. 반면, 고학년 남학생의 경우 골연령은 모든 체격요인에 대한 직접효과가 나타났으며, 또한 근지구력의 윗몸일으키기와 근파위의 50m달리기에도 유의한 직접효과가 있었다. 반면, 체격은 부분 매개변인으로서 골연령이 근지구력 요인인 팔굽혀펴기와 근파위의 농구공던지기, 제자리멀리뛰기에 영향을 주고 있음을 알 수 있었다.

3.2 여학생의 골연령과 체격, 및 체력과의 관계

Table 3과 같이 여학생들의 저학년(1~3학년)과 고학

년(4~6학년) 학생 62명의 골연령 변화와 체격 및 체력 하위요인에 대한 연구모형 적합도 평가 결과 중 저학년 남학생과 유사하게 모든 모형에서 골연령은 모든 체격에 직접효과를 주고 있었지만 체격을 부분 매개변인으로 골연령이 하위 체력요인에 주는 효과는 없었다. 반면, 고학년 여학생들의 모형적합도 결과에서는 모든 모형에서 골연령은 체격에 유의한 직접효과를 주고 있었으며, 특히 윗몸일으키기(근지구력), 사이드스텝(민첩성)에 유의한 직접효과가 있었다. 또한 골연령은 체격을 부분 매개변인으로 하프스쿼트(파워지구력), 제자리멀리뛰기(근파위), 50m 달리기(근파위)에 간접효과를 주고 있었다.

3.3 남녀학생별 모형적합도 검증

본 연구에서는 골연령이 체격을 매개로 운동기능 변인에 영향을 미치는 경로모형을 설정하고 검증하고자 하였다. 모형검증을 위해 절대적합지수인 GFI와 증분적합지수인 NFI, TLI, CFI 지수를 사용하였으며, 그 결과 연구모형의 모든 지수가 적합기준을 충족하였다.

Table 3. Path coefficient of analytic model for female

model	path	low grade group			high grade group		
		stand coefficient	S.E.	C.R.	stand coefficient	S.E.	C.R.
model a	bone age→physique	.297	.039	4.004***	.670	.414	9.876***
	physique→push-up	-.187	.293	-2.401*	-.300	.206	-2.521*
	bone age→push-up	.149	.156	.959	.081	1.252	.688
model b	bone age→physique	.304	.041	4.026***	.677	.411	10.029***
	physique→ball throwing	.515	1.020	6.728***	.629	7.357	7.357***
	bone age→ball throwing	.003	.500	.045	.157	1.873	1.873
model c	bone age→physique	.301	.040	4.032***	.403	.414	9.902***
	physique→sit-up	.161	.175	2.007*	-.016	.161	-.139
	bone age→sit-up	.040	.092	.500	.299	.985	2.571*
model d	bone age→physique	.300	.040	4.026***	.668	.415	9.834***
	physique→half-squat	.062	.290	.434	-.292	.172	-2.508*
	bone age→half-squat	.013	.155	.869	.406	1.044	3.500***
model e	bone age→physique	.299	.040	4.021***	.670	.414	9.906***
	physique→standing jump	-.003	1.006	-.034	.247	.248	2.333*
	bone age→standing jump	.021	.511	.261	.288	1.519	2.713**
model f	bone age→physique	.298	.039	4.005***	.671	.414	9.913***
	physique→20m PACER	-.094	.317	-1.183	.076	.209	.635
	bone age→20m PACER	.124	.167	.118	.165	1.381	.167
model g	bone age→physique	.300	.040	4.023***	.672	.413	9.962***
	physique→50m run	-.064	.012	-8.16	-.249	.008	-2.449*
	bone age→50m run	-.109	.006	-1.381	-.370	.047	-3.662***
model h	bone age→physique	.302	.040	4.034***	.671	.413	9.928***
	physique→side step	.213	.098	2.660**	.156	.071	1.430
	bone age→side step	.000	.052	-.003	.334	.431	3.073**
model i	bone age→physique	.299	.040	4.021***	.668	.415	9.858***
	physique→sit & reach	-.015	.100	-.197	-.076	.071	-.609
	bone age→sit & reach	.098	.054	1.234	.123	.423	1.004

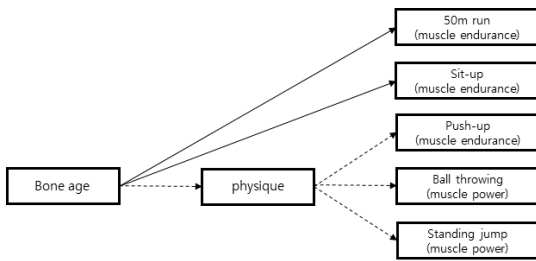


Fig. 1. bone age model of male

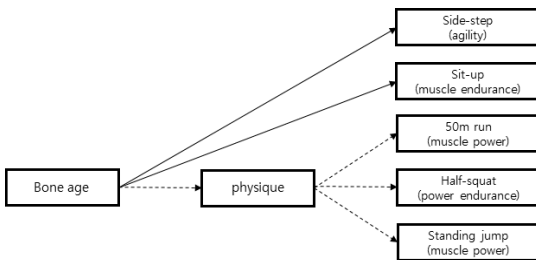


Fig. 2. bone age model of female

4. 논의

지금까지의 선행연구들에서는 성장 중인 아동이나 초등학생의 골연령이 학생들의 체격차이를 유발시키며, 이러한 체격조건 차이는 결국 체력측정 결과에 영향을 줄 수 있다는 가설이 지배적이다. 이를 위한 분석방법으로 대부분의 선행연구에서는 상관분석에 의한 단순 상관 결과를 제시하였으며, 부분적으로 체력요인별 골연령 및 역연령에 의한 회귀분석을 사용하기도 하였다. 하지만 보다 정확한 관계를 규명하기 위해서는 역연령, 체격, 체력간의 관계분석 결과의 제시가 필요하며, 특히, 급속한 성장과정 중인 아동 및 초등학생의 특성을 반영하기 위해서는 횡단연구보다는 장기간 추적조사에 의한 종단연구가 적합할 수 있다.

본 연구의 남녀 학년별 분석모형 결과 중 저학년 남녀 학생의 경우 1학년부터 3년간의 성장과정 중 골연령은 모든 체격발달에 유의한 영향을 주었으며, 이와 함께 체격변화는 부분적으로 체력요인에 직접적인 영향을 준 것으로 나타났다. 하지만 체격과 체력간의 관계 중 체력변화에 대한 골연령의 간접효과는 어떠한 체력요인에서도 나타나지 않았다. 즉, 1학년부터 3학년까지 성장과정 중 역연령에 의한 성장과정 중 골성장과 함께 체격요인인 체중 및 신장, 체지방율의 증가가 관찰되었으며, 이러한

체격의 변화는 남녀 저학년 학생들의 체력요인의 증가에 직접적으로 유의한 효과를 주었지만 골연령의 증가가 체력요인 증가에 직간접적으로 아무런 영향을 주지 않았음을 의미한다.

지금까지의 많은 선행연구들에서는 운동수행능력이 역연령보다 골연령과 유의한 상관성을 가질 수 있기 때문에[6] 역연령과 함께 골연령은 운동수행능력을 예측하는데 가장 좋은 변인이 될 수 있다고 하였다[9]. 하지만 본 연구의 남녀 저학년 학생들의 3년 동안의 성장결과에서는 골연령이 체력변화에 아무런 효과를 주지 않았으며, 다만 체격조건에 의한 체력변화가 직접적인 영향을 받은 것으로 나타나는 등 앞선 선행연구의 결과와 다소 차이가 있었다. 이와 관련하여 조용민[17]은 1~6학년 남녀학생들의 골연령변화율과 체력요인변화율간의 상관결과에서 유의한 상관성이 나타나지 않았으며, 다만 체격조건에 따라 유리한 체력요인의 측정 결과가 반영된 결과라고 하는 등 본 연구의 남녀 저학년 초등학생들의 관계분석 결과와 유사하다. 또한 이범기[16]도 체육영재 학생들을 대상으로 골연령 변화에 따른 체격 및 체력간 상관분석 연구에서 골연령보다는 역연령이 초등학생들의 체격 및 체력에 더 큰 영향을 준다고 함으로써 골연령에 의해 체력증가가 크게 영향을 받지는 않는다고 하였다. 하지만 조용민[17]과 이범기[16]의 연구에서는 대상자들을 2~6학년까지 체육영재 학생들을 대상으로 최대 5년까지의 역연령 차이가 나는 초등학생을 동일집단으로 구성하고 상관 및 회귀분석을 실시함으로써 각 연령대 특히, 저학년과 고학년에서 발생하는 신체성장의 특성에 대한 고려가 이루어지지 않았다. 반면, 강동연 등[14]은 초등학교 저학년 학생들만을 대상으로 골연령과 체력간의 상관분석을 실시하였으며, 그 결과 체력보다는 체격에서 더 큰 상관성을 보고하였다. 이러한 강동연 등[14]의 연구결과는 본 연구의 남녀 저학년 학생들의 관계분석 결과와 유사한 내용으로써 본 연구에서도 체격변화가 체력요인 변화에 직접적인 효과를 주었지만 골연령에 의한 체력요인 변화에는 유의한 효과가 없었다.

하지만 저학년 결과와는 달리 남녀 고학년의 관계모형 검증 결과에서는 골연령에 의한 체력변화에 체력요인 별로 직접효과 및 간접효과가 있었던 것으로 나타났다. 특히, 남학생들의 50m 달리기와 윗몸일으키기는 골연령에 의한 직접적인 영향을 받는 것으로 나타났으며, 여학생들의 골연령은 윗몸일으키기와 사이드스텝에 직접효

과를 주는 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 골연령은 체격에 영향을 주고, 이러한 체격변화는 체력요인에 영향을 주는 간접효과도 체력요인별로 유의하게 나타났다.

저학년에서는 골연령에 의한 체력변화가 아무런 영향을 받지 않은 반면, 고학년 남녀 모두에서 골연령 변화가 체격 및 체력변화에 직간접적으로 영향을 주는 원인으로 우선 4학년 이상부터 골연령에 의한 체격의 급속한 변화가 유발되는 시기으로써[17,20] 최초 4학년의 골연령, 체격, 체력 대비 성장과정 중 급속한 골연령의 변화와 함께 체격과 체력이 유의하게 변화했기 때문으로 판단된다. 즉, 저학년의 경우 골연령의 변화가 유의하게 증가되지 않음에 따라 통계적으로도 체력변화를 유발할 수준의 통계적 유의성이 나타나지 않았던 반면, 4학년 이상 학년에서는 급속한 성장시기에 의해 골연령의 증가가 유의하게 발생되었으며, 그에 따라 체격 및 체력변화도 유의하게 변화함에 따라 관계분석 결과에서도 통계적으로 유의한 결과가 나타난 것으로 사료된다. 이와 관련하여 안나영과 김기진[21]은 골 성숙도가 남학생에서 근력발휘에 긍정적인 영향을 준다고 하였으며, 이는 본 연구의 고학년 남학생 결과 중 골연령 변화가 모든 근력요인(근과워 및 근지구력)에 직간접적인 영향을 주는 결과와 유사하다. 여학생과 관련하여 송종국과 유승희[22]는 청소년기 소녀들의 골격성숙도도 정적근력과 유의한 상관관계를 가지고 있다고 함으로써 본 연구의 고학년 여학생 결과와도 동일함을 알 수 있다. 또한 이미현[23]은 남녀 초등학교 5~6학년 여학생의 골성숙도는 하지근지구력, 하지순발력, 민첩성과 정적 상관성을 보인다고 함으로써 본 연구의 고학년 여학생 결과 중 골연령이 민첩성에 직접적인 영향을 주는 결과와도 유사하다.

골연령이 높을수록 체격조건이 우수하며[24], 이러한 향상된 체격조건 중 체중과 신장의 유의한 발달이 포함됨에 따라 근력발달에 유의한 영향을 줄 수 있다[20]. 그러므로 본 연구의 4학년 남녀 모두 골연령의 유의한 증가가 발생됨에 따라 체력측정결과에 영향을 줄 수 있는 신체조건(신장, 체중) 변화와 함께 근력이 발달됨으로써 근력관련 체력요인의 유의한 기록증가가 나타난 것으로 판단된다.

반면, 측정 학생들 중 동일한 체력측정 결과를 기준으로 할 경우 골연령이 낮은 학생들은 골연령이 낮았음에도 불구하고 유사한 수준의 체력수준을 발현함에 따라 낮은 골연령 대비 근력관련 체력능력 발현 효율성이 우

수하다고 평가할 수 있을 것이다. 본 연구의 결과를 바탕으로 초등학교 학생들의 영재성을 평가하기 위해서는 동일한 체력수준 대비 보다 낮은 골연령의 학생들이 향후 체력향상의 가능성이 높을 수 있음을 예상할 수 있다. 그러므로 어린 연령대의 학생을 대상으로 운동에 대한 재능 혹은 발전가능성을 평가할 경우 골연령에 대한 평가도 함께 진행됨에 바람직할 수 있으며, 이를 위해서는 골연령 대비 근력발현의 효율성(기록/골연령)과 같은 상대적 평가기준을 통한 발전 가능성을 예상할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결론 및 제언

본 연구에서는 1학년부터 3학년까지 남녀 대상자 45명과 4학년부터 6학년까지의 남녀 대상자 58명을 저학년 그룹과 고학년 그룹으로 구분한 후 총 3년 동안의 골연령, 체격, 체력변화를 바탕으로 골연령이 운동수행력에 미치는 영향에 대한 모형분석을 실시하였으며, 다음과 같은 결과를 도출하였다.

첫째, 저학년 남녀학생의 골연령은 모든 체격발달에 유의한 영향을 주었으며, 이와 함께 체격변화는 부분적으로 체력요인에 직접적인 영향을 주었지만 골연령이 체력변화에 직간접적으로 유의한 영향을 주지는 않았다.

둘째, 남자 고학년의 골연령 변화는 체격요인 변화에 직접효과를 주었으며, 이와 함께 50m 달리기, 윗몸일으키기 기록변화에는 직접효과를 주었으며, 팔굽혀펴기, 앉아 농구공던지기, 체자리멀리뛰기는 골연령과 체격간의 관계를 통해 간접효과를 받았다.

셋째, 여자 고학년의 골연령은 체격요인에 직접효과를 주었으며, 윗몸일으키기와 사이드스텝 기록변화에도 직접효과를 주었으며, 50m 달리기, 하프스쿼트 점프, 체자리멀리뛰기에는 간접효과를 주었다.

이상의 연구결과를 종합해 봤을 때 저학년 보다는 초등학교 4학년 이상 학생들의 골연령 변화는 체격 및 근력관련 체력요인에 영향을 주기 때문에 4학년 이상의 남녀 초등학교 고학년 학생들의 운동의 잠재성을 평가하기 위해서는 골연령에 대한 평가도 함께 진행됨이 바람직할 것으로 판단된다.

다만, 본 연구에서는 중단적 연구를 진행함에 따라 학년별 많은 인원에 대한 다년간의 자료수집에 어려움이

있었으며, 그로인해 자료추적 기간이 최대 3년으로 제한된 바 있다. 이에 각 연령대별로 정확한 골연령에 대한 효과분석을 위해서는 1~6학년까지 최대 6년까지의 추적 조사를 통한 종단연구방법이 고려될 필요가 있다.

REFERENCES

- [1] B. G. Ko, H. M. Gu, D. H. Park, J. H. Back, S. W. Yun, M. C. Lee, J. G. Lee, D. S. Chang, & S. Y. Shin. (2003). The construction of sports talent identification models. *Korean Journal of Sport Science*, 14(1), 105-121.
- [2] Katzmarzyk, P. T., Malina, R. M., & Beunen, G. P. (1997). The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Annals of Human Biology*, 24, 493-505.
- [3] Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1970). Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch. Dis. Child*, 45(239), 13-23.
- [4] Kemper, H. C., Post, G. B., & Twisk, J. W. (1997). Rate of maturation during the teenage years: nutrient intake and physical activity between ages 12 and 22. *International Journal of Sport Nutrition*, 7(3), 229-240.
- [5] Malina, R. M. (1994). *Anthropometry, strength and motor fitness*. In *Anthropometry: The individual and the population*, edited by S. J. Ulijaszek and C.G.N. Mascie-Taylor (Cambridge: Cambridge University Press), 160-177.
- [6] Seils, L. R. G. (1951). The relationship between measures of physical growth and gross motor performance of primary-grade school children. *Research Quarterly*, 22, 244-260.
- [7] Beunen, G., Ostyn, M., Simons, J., Renson, R., & Van Gerven, D. (1981). Chronological and biological age as related to physical fitness in boys 12 to 19 years. *Ann. Hum. Biol.*, 8(4), 321-331.
- [8] Lefevre, J., Beunen, G., Steens, G., Claessens, A., & Renson, R. (1990). Motor performance during adolescence and age thirty as related to age at peak height velocity. *Annals of Human Biology*, 5, 423-435.
- [9] Beunen, G. P., Malina, R. M., Lefevre, J., Claessens, A. L., Rensen, R., Vanden Eynde, B., & Simons, J. (1997). Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6-16 years of age. *International Journal of Sports Medicine*, 8.
- [10] Bouchard, C., Malina, R. M., Hollman, W., & Leblanc, C. (1976). Relationships between skeletal maturity and submaximal working capacity in boys 8 to 18 years. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 8, 186-190.
- [11] Mafulli, M. (1996). Children in sport: Towards the year 2000. *Sports Exercise and Injury*, 63, 96-106.
- [12] H. K. Yoon. (2001). An analysis on physical fitness of classified by skeletal maturation in middle school students. *Journal of Physical Growth and Motor Development*, 10(1), 69-80
- [13] T. W. Kim. (2002). The Effect of Skeletal Maturity on Physical Performance in Schoolboys and Girls Aged 9 to 12 Years. *Korean journal of physical education*, 41(2), 573-582.
- [14] D. Y. Kang, S. D. Jung, C. W. Park, & J. H. Yang. (2010). 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*, 18(1), 31-36.
- [15] D. Y. Kim, D. H. Park, B. K. Lee, Y. J. Kim, & K. H. Kim. (2011). The Relationship of Physique and Physical Fitness of Elementary School Student. *Korean Journal of Sport Science*, 22(1), 1645-1656.
- [16] B. K. Lee. (2012). Physical Growth : Variable of Physique and Physical Fitness Correlation According to Bone Age and Chronological Age in Athletically Gifted Children. *Journal of Physical Growth and Motor Development*, 22(3), 133-139.
- [17] Y. M. Choi. (2012). *Relationship between the bone age, physique and physical fitness development in athletically gifted children*. Inha University, master thesis.
- [18] J. K. Byeon, Y. J. Oh, & S. H. Park. (2014). Characteristics of Exercise Capacity, Physique and Physical Fitness according to Skeletal Maturity of Elementary School Girls. *Journal of coaching development*, 16(1), 181-188.
- [19] S. E. Kim et al. (2008). *Growth and development*. Seoul: Daehan media.
- [20] K. J. Park, T. S. Park, & H. S. Park. (1995). *Growth and Maturation of body*. Seoul: Sangjosa.
- [21] N. Y. An & K. J. Kim. (2015). Gender Differences of Body Composition, Physical Fitness and Blood Lipid Profiles Following to Skeletal Age Deviation in Juvenile Subjects. *Journal of coaching development*, 17(2), 83-90.
- [22] J. K. Song, & S. H. Yoo. (2000). Relationship between Skeletal Maturation and Physique, Body composition of Adolescents. *Korean journal of physical education*, 39(4), 534-545.
- [23] M. H. Lee. (2008). *Relationships among physical fitness,*

skeletal maturity, obesity level in elementary schoolers.
Youngkin University, master thesis.

- [24] S. H. Yoo. (1999). Skeletal Maturity and The Prediction of Adult Height Estimated in Children. *Korean journal of physical education*, 38(4), 665-677.

김도윤(Kim, Do Youn)

[정회원]



- 2008년 2월 : 인하대학교 체육학 박사
- 2011년 7월~2014년 6월 : 인하대학교 스포츠과학연구소 학술연구 교수
- 2015년 7월~2017년 8월 : 인하대학교 스포츠아트융합연구소 연구교수

- 2017년 9월~현재 : 인천시체육회 인천스포츠과학센터 센터장
- 관심분야 : 운동생리학, 트레이닝
- E-Mail : youny8@icsports.or.kr

김원현(Kim, Won Hyun)

[정회원]



- 2000년 2월 : 서강대학교 교육학 석사
- 2005년 8월 : 인하대학교 체육학 박사
- 2010년 3월~현재 : 대덕대학교 생활체육과 조교수

- 관심분야 : 운동생리학, 트레이닝
- E-Mail : whkim@ddc.ac.kr

김영욱(Kim, Young Wook)

[정회원]



- 2012년 8월 : 인하대학교 체육학 박사
- 2013년 3월~2015년 2월 : 경인여자대학교 교양과 초빙교수
- 2014년 8월~현재 : 인하대학교 교육대학원 강의교수

- 관심분야 : 체육측정평가, 트레이닝
- E-mail : lexy7@inha.ac.kr