

골연령과 역연령(출생월)이 체육영재선발에 참여한 아동들의 체격 및 신체수행력에 미치는 영향

고진세, 이상현, 김수진, 박동호

인하대학교 스포츠과학과

The Effect of Chronological Age (Birth Month) and Bone Age on Physique and Physical Performance of Children Involved in Athletic Gifted Children Selection Program

Jin-sea Ko, Sang-Hyun Lee, Su-Jin Kim, Dong-Ho Park

Department of kinesiology, Inha University, Incheon, Korea

PURPOSE: The importance of chronological age (CA, birth month) and bone age (BA) in explaining variation in physique, and also CA, BA and physique to variability in physical fitness (PF) were investigated in a sample of 513 elementary school children 2nd-6th grade.

METHODS: The data collection period lasted 7 years (1,085 cases from 2009 to 2015). BA was assessed according to the Tanner-Whitehouse III technique. Physique included weight (BW), height (HT), chest girth (CG), BMI, and percentage of body fat (%fat), while physical performance tests included measure of muscle endurance, power, speed, agility, cardiovascular endurance and flexibility. Grade-specific stepwise multiple regressions were used to investigate both the relative importance of BA and CA in explaining physique and the relative importance of BA, CA and physique in explaining physical performance.

RESULTS: BA is the best predictor of BW ($R^2 = .110-.852$), HT ($R^2 = .120-.445$), BMI ($R^2 = .047-.232$), %fat ($R^2 = .034-.053$) in this order. CA per se is the only partially significant predictor of physique. However, CA, %fat, CA, CG, HT, BW, BA, BMI were the significant predictors of physical performance, explaining between 6% and 65% of the variance in this study. Especially, CA and %fat were the primary predictors of physical performance except flexibility in both boys and girls of 2nd-6th grade.

CONCLUSIONS: It showed that the strongest predictor of physique was BA, while CA and %fat were the best predictors of physical performance with the exception of flexibility in children involved in elementary athletic gifted children selection program.

Key words: Bone age, Chronological age, Physique, Physical performance, Children

서론

그동안 엘리트 선수 육성의 한계를 느낀 정부에서는 선수 수급의 문제를 해결하기 위한 방안으로 2009년부터 현재까지 스포츠 잠재력을 지닌 어린 체육영재를 조기 발굴하기 위해 과학적이고 효율적인 방법으로 우수선수 발굴 및 육성 시스템을 구축해오고 있다. 체육영재

선발은 근지구력, 순발력, 심폐지구력, 민첩성, 유연성 항목 등과 같은 체력 항목뿐만 아니라 아동들의 신장, 체중과 같은 체격에 대한 측정도 함께 진행함으로써 체격조건을 바탕으로 한 체력의 평가가 이루어질 수 있도록 하고 있다[1]. 그러나 아동기의 발육과 발달의 패턴과 속도는 개인마다 차이가 있으며, 그에 따른 신체조성 및 신체수행력의 차이가 발생하게 된다[2-4]. 즉, 같은 학년이더라도 골격의 발달 정도나 성

Corresponding author: Dong-Ho Park Tel +82-32-860-8182 Fax +82-32-860-8188 E-mail dparkosu@inha.ac.kr

*이 연구는 2015년도 인하대학교 교내연구비로 수행되었음.

Keywords 골연령, 역연령, 체격, 신체수행력, 아동

Received 29 Mar 2016 Revised 22 Apr 2016 Accepted 25 Apr 2016

© 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.

속 수준(bone age or biological age)에 따라 신장이나 체중을 포함한 신체 조성 등의 발달에서 차이가 있을 수 있으며, 종종 신체 수행력의 차이를 유발하는 요인이 될 수 있다[5,6]. 이와 같이 성장기 아동의 신체 발달이나 골격의 성숙도를 평가하는 척도로 골연령(skeletal age, bone maturity or bone age, BA)을 측정하는 것은 세월이 흐름에 따라 자연스럽게 증가하는 역연령(chronological age, CA)보다 더욱 타당하며, 비록 골연령이 성별, 인종, 지역 간에 차이가 나타나지만 출생부터 성장이 종료될 때까지 가장 좋은 생물학적 성숙의 지표로 제안되고 있다[7,8].

한편, 골은 근육의 발달과 함께 이루어지며, 이러한 근육의 발달은 여러 신체 수행력을 개선시킬 수 있지만[4,9], 조기 성숙의 경우 동연령의 아동에 비해 높은 체질량지수(body mass index, BMI)를 지니며 장기적으로는 체지방의 증가를 유발[10]하여 신체 수행력에 부정적 영향을 미칠 수 있다. 기존의 선행 연구들을 살펴보면, 사춘기 이전의 골연령은 순발력과 민첩성, 정적근력 등과 정적 상관관이 있었으며[3,7,11], Helsen et al. [12]의 연구에서는 유소년 축구선수로 선발된 아동의 출생 월(birth month)이 유의하게 빨랐으며(예: 1-3월), 이들은 동연령의 늦게 태어난 아동(9-12월)에 비해 골연령이 높아 신체적 조건에서 이점을 얻었고, 이로 인하여 신체 수행력 평가에서 높은 점수를 받아 선발되었다고 제안하고 있다. 이와는 달리 일부 연구[11,13]에서는 골연령보다 동연령 아동의 출생시기가 중요한 지표가 될 수 있다고 제안하고 있다. Hirose [13]의 연구에서는 비록 축구 클럽에 선발된 아동의 출생 월이 달랐으나 골연령의 차이가 없었고, 이는 골연령보다는 동연령 아동의 출생 월이 신체 수행력의 중요한 지표가 될 수 있다고 제안하고 있다. 실제로 체육영재 선발에 있어서 아동의 체격과 체력은 중요한 지표이지만 이러한 정보는 아동의 생물학적 연령(bone age)뿐만 아니라 아동의 출생시기와 같은 역연령의 출생 월이 고려되어야만 한다. 국내의 경우, 골연령과 신체수행력의 관련성에 대한 연구[14-16]가 진행되어 왔지만 대부분 연령의 범위가 좁거나 연구에 참여하는 대상자의 수(96-194명)가 작아 그 결과를 해석하는 데 한계가 존재함에도 불구하고, 일부 체육영재센터에서는 골연령을 고려한 체육영재 선발을 실시하고 있다. 그러나 아직까지 골연령이 체육영재 선발을 위해 중요한 지표가 될 수 있는지에 대한 명확한 근거가 제시되어 있지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 2009년부터 2015년까지 체육영재 프로그램에 지원한 초등학교 학생(2-6학년)을 대상으로 첫째, 성별(남녀) 및 학년별(2-6학년)에 따른 골연령과 역연령이 체격 변인(신장, 체중, 흉위, 체지방률, BMI 등)에 미치는 상대적 중요도를 알아보고, 둘째 성별(남녀) 및 학년별(2-6학년)에 따른 골연령, 역연령 및 체격변인들이 신체수행력(근지구력, 파워, 스피드, 민첩성, 심폐지구력, 유연성)에 미치는 상대적 중요도를 규명하는 데 있다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2009년부터 2015년까지 인천지역 소재의 초등학교에 재학 중인 2-6학년(7-12세) 학생들 중 I 대학교 체육영재 프로그램에 지원하여 선발된 아동과 탈락된 아동 513명을 대상으로 하였으나 매년 선발 과정이 진행(일부 아동들이 반복적인 측정에 참여함)됨으로 반복 측정에 입한 자료를 포함하여 총 1,085개의 자료를 바탕으로 분석을 실시하였다.

2. 연구방법

1) 골연령 측정 및 역연령 산출

본 연구에서 사용된 골연령의 측정 방법은 Tanner et al. [17]이 고안한 TWⅢ 법을 이용하였다. X-ray로 좌측 손을 촬영하고 이를 TWⅢ 법을 이용하여 Radius, Ulna and Short Bone (RUS) 값을 구하였다. RUS 값은 척골, 유두골, 요골, 유구골, 삼각골, 주상골, 대능형골, 소능형골, 월상골, 기절골, 중수골, 중절골, 말절골의 골화 정도를 통하여 등급을 매기고, 이를 컴퓨터 프로그램에 대입하여 산출하였다. 이 RUS 값으로 동성, 동일 연령과 비교하여 Z-score를 구하고, 이 값을 통해 컴퓨터 프로그램을 이용하여 산출하였다. 이때 BA는 소수점 두 자리 수까지 기록하였고, 마찬가지로 역연령도 BA의 기준에 맞추기 위하여 소수점 두 자리 수까지 산출하였다(예: 2005년 4월 출생은 만 10.33세로 전환함).

2) 체격 측정

참여자들의 신장과 체중은 반바지와 티셔츠를 입은 상태에서 측정 기기(TBF-202, Tanita Co., Japan)를 이용하여 측정하였고, 각각 0.1 cm와 0.1 kg 단위까지 계측하였다. 이를 바탕으로 신체질량지수[BMI=체중(kg)÷신장(meter²)]가 산출되었다. 흉위 둘레는 선 자세에서 줄자를 이용하여 줄자가 견갑골 직하부와 유두부 직상부에 위치하게 하고 호기가 끝나갈 무렵에 계측하였다. 체지방률 측정은 피지후계(skinfold caliper)를 이용하였으며, 남자는 가슴과 복부, 대퇴부위를 측정하였고 여자는 상완삼두근, 상장굴곡, 대퇴부위의 피하지방 두께를 측정하여 체지방률 추정식[18]을 이용하여 산출하였다.

3) 신체수행력 측정

신체수행력 측정 항목은 우선 근지구력과 관련하여 윗몸일으키기(sit-up, 회/분), 팔굽혀펴기(남, push-up, 회/분)/오래매달리기(여, Bent arm hang, 초)와 하프스쿼트 점프(half squat jump, 회/분)를 측정하였다[19]. 하프스쿼트 점프(half squat jump, 회/분)는 두 기둥 사이에 고무줄을 연결하고 대상자의 무릎이 접히는 높이에 맞추었으며, 측정 시

팔은 허리에 얹고 시작하며 무릎을 굽혀 엉덩이가 고무줄에 닿고, 이후 다시 일어나서 두 발이 지면에서 떨어지는 것이 확인되어야만 정상적인 1회 실시로 인정하였다. 파워와 관련해서는 제자리멀리뛰기(standing long jump, cm)와 농구공 던지기(basketball throw, cm)를 실시하였다. 농구공던지기는 엉덩이, 등, 어깨를 벽에 기대어 앉고, 다리는 어깨 넓이보다 약간 더 넓게 벌려준 상태로 가능한 한 멀리 체스트 패스를 실시하여 얻은 거리로 2회 측정을 원칙으로 하였다. 제자리 멀리뛰기(standing long jump, cm) 역시 총 2회 실시하여 더 좋은 기록을 측정하였다. 심폐지구력과 관련해서는 왕복 오래달리기(20 m shuttle run, 횟수)를 측정하였고, 이는 20 m 구간을 점증부하 방식의 정해진 음악신호를 통해 대상자가 신호 안에 20 m 거리를 걷거나 뛰어서 들어 오게 되는 횟수를 측정하였다. 측정 방법은 Leger et al. [20]가 제시한 방법에 따랐다. 스피드 측정항목은 50 m 달리기(50 m run, 초)를 측정하였으며, 대상자의 몸통이 50 m 도착점을 통과할 때까지의 기록을 측정하여 1/10초 단위로 기록하였다. 민첩성은 사이드스텝(side step, 회/20초)을 측정하였다. 사이드스텝은 중앙의 선을 기준으로 좌·우 양쪽 1 m 간격으로 끝 선을 만든 후 각각의 선에 센서를 설치하여 측정하였다. 유연성 측정으로는 윗몸 앞으로 굽히기(trunk forward flexion, cm)를 측정하였고, 측정 시 0.1 cm 단위로 기록하였다. 총 2회 측정하여 더 좋은 기록을 이용하였다.

3. 자료처리방법

본 연구의 자료처리 방법은 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 남녀

학년별 아동의 체격 및 신체수행력 관련 항목들의 평균, 표준편차를 산출하였다. 또한 역연령과 골연령의 상관은 Pearson's correlation을 이용하였고, 나머지 모든 분석은 남녀 학년별로 구분하여 기술하였다. 그 이유는 신체 성장이나 신체수행력은 역연령과 골연령(생물학적 성숙)에 영향을 받을 수 있고 성별에 따라 차이가 있을 수 있으며, 이들 변인(체격 및 신체수행력 변인)에 미치는 역연령과 골연령의 영향력을 알아보기 위한 것이기 때문이다. 우선, 성별(남녀) 및 학년별(2-6학년)에 따른 골연령과 역연령이 체격 변인(신장, 체중, 흉위, 체지방률, BMI 등)에 미치는 상대적 중요성을 알아보기 위하여 단계적 회귀분석(stepwise multiple regression)을 실시하였다. 이를 위해 성별 및 학년별 각각의 체격 변인은 골연령과 역연령을 예측변인(predictors)으로 사용하였고, 회귀식에 들어가는 예측변인의 순서는 F-value와 중요도에 의하여 결정되었다. 또한, 성별(남녀) 및 학년별(2-6학년) 골연령, 역연령 및 체격변인들이 신체수행력(근지구력, 파워, 스피드, 민첩성, 심폐지구력, 유연성)에 미치는 상대적 중요성도 단계적 회귀분석(stepwise multiple regression)을 이용하였다. 우선 성별 및 학년별 각각의 신체수행력은 골연령, 역연령 및 체격변인을 예측변인(predictors)으로 사용하였고, 마찬가지로 회귀식에 들어가는 예측변인의 순서는 F-value와 중요도에 의하여 결정되었다. 모든 통계적 유의수준(α) = .05로 설정하였다.

연구결과

본 연구에서는 초등학교 학생 513명(7-12세, 2-6학년)을 대상으로

Table 1. Mean values (standard deviation) for chronological age (CA), bone age (BA), difference between CA and BA (CA-BA), body size, estimated percent body fat of participants

Sex	Boys					Girls					
	Grades	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
n		193	172	169	96	44	104	92	113	66	36
Chronological age (yr)	Mean	8.13	9.14	10.15	11.23	11.91	8.07	9.16	10.06	11.27	11.98
	SD	.42	.61	.49	.76	1.26	.43	.43	.68	.48	.53
Bone age (yr)	Mean	8.45	9.14	9.03	11.15	12.33	8.02	9.03	9.96	11.08	11.82
	SD	1.19	0.89	0.97	1.19	1.37	1.08	0.97	1.18	0.97	1.27
CA-BA (yr)	Mean	.32	.01	-.02	-.08	.47	-.05	-.11	-.10	-.19	-.14
	SD	1.14	0.93	1.08	1.2	1.92	1.13	1.03	1.27	0.95	1.34
Height (m)	Mean	1.27	1.34	1.4	1.46	1.55	1.27	1.33	1.38	1.45	1.5
	SD	.05	.05	.06	.07	.07	.06	.06	.07	.06	.06
Weight (kg)	Mean	26.82	30.69	34.55	38.1	44.76	26.82	29.17	32.77	37.08	40.68
	SD	4.30	4.71	5.32	7.49	8.05	4.3	4.61	5.22	7.09	7.09
Body mass index (BMI, kg/m ²)	Mean	16.49	16.97	17.37	17.8	18.59	16.49	16.35	17.1	17.63	17.95
	SD	1.85	1.71	1.94	2.51	2.23	1.85	1.75	1.61	2.64	1.94
Chest girth (cm)	Mean	63.09	64.39	66.39	69.95	72.77	60.95	62.6	65.15	68.89	72.6
	SD	3.97	4.26	4.58	12.18	5.43	4.74	4.32	4.62	5.73	5.3
Body fat (%)	Mean	15.43	9.78	9.05	8.22	9.54	15.43	16.19	15.97	15.01	16.36
	SD	5.76	6.04	5.54	4.58	4.77	5.76	6.24	5.37	4.37	3.77

CA-BA, chronological age-bone age.

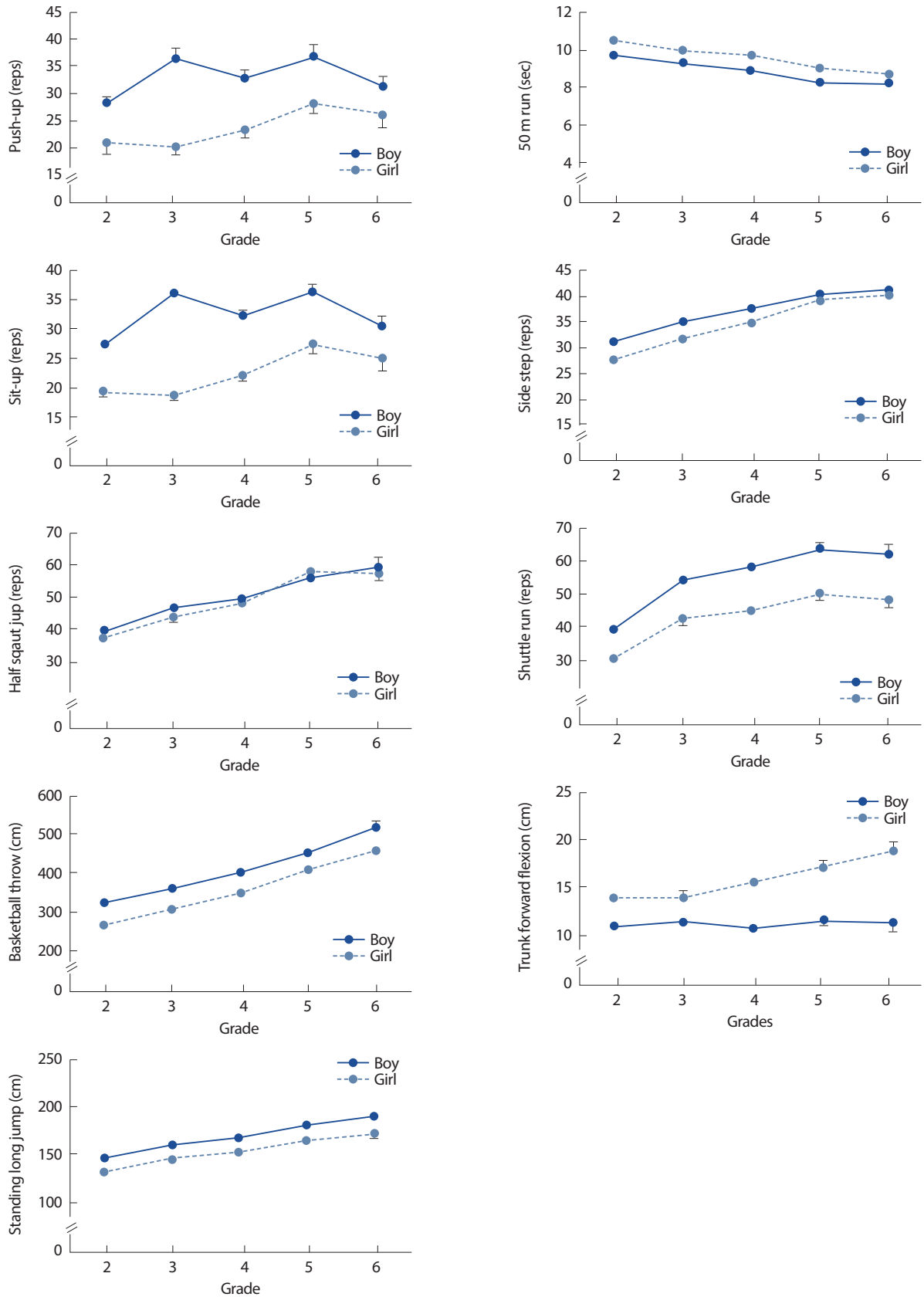


Fig. 1. Mean values (standard error) for physical performance characteristics of participants.

Table 2. Results of multiple regression analysis (stepwise regression analysis) of physique

Group (grades)	Height		Weight		%fat		Chest girth		BMI	
	R ²	Variables	R ²	Variables	R ²	Variables	R ²	Variables	R ²	Variables
Boys										
2	.146	BA (.243) CA (.231)	.128	BA (.357)	.034	BA (.184)	.050	BA (.224)	.131	BA (.361)
3	.190	BA (.436)	.144	BA (.379)			.048	BA (.219)	.072	BA (.269)
4	.347	BA (.423) CA (.405)	.218	BA (.387) CA (.214)			.061	BA (.258)	.145	BA (.381)
5	.120	BA (.347)	.110	BA (.331)					.127	BA (.357)
6	.445	BA (.667)	.305	BA (.552)			.104	BA (.323)	.232	BA (.482)
Girls										
2	.130	BA (.257) CA (.246)	.852	BA (.222)	.053	BA (.231)			.051	BA (.225)
3	.289	CA (.358) BA (.434)	.130	CA (.264) BA (.247)					.047	CA (.216)
4	.209	BA (.457)	.147	BA (.384)	.041	BA (.202)	.036	BA (.189)	.086	BA (.293)
5	.346	BA (.441) CA (.335)	.194	BA (.440)			.078	BA (.279)	.214	BA (.463)
6	.365	BA (.503) CA (.483)	.198	BA (.445)			.190	BA (.436)		

R², coefficient of multiple determination; CA, chronological age; BA, bone age; (), partial correlation of the independent variables.

Table 3. Predictors and the order of entered predictors of stepwise regressions for physique

Predictors ⁵	The order of entered predictors		Effectiveness		Total # of times
	1st	2nd	Positive	Negative	
Boys					
Bone age (BA)	20	0	20	0	20
Chronological age (CA)	0	3	3	0	26
Girls					
Bone age (BA)	16	2	18	0	18
Chronological age (CA)	3	3	6	0	6

⁵: Criterion of entered variable is probability of *F* to enter $p \leq .05$. There are 20 and 19 significant regression for the physique items in boys and girls, respectively.

2009년부터 2015년까지 얻은 1,085개의 자료(일부 아동들이 반복적인 측정에 참여함)를 바탕으로 골연령과 역연령을 포함한 체격변인 및 신체수행력 변인의 평균과 표준편차를 산출하였다. Table 1은 연령별 남녀 아동의 역연령, 골연령, 역연령과 골연령(CA-BA)의 차 그리고 일부 인체계측 변인에 대한 결과를 보여주고 있다. Table 1의 결과에 따르면, 남녀 아동의 경우는 골연령과 역연령의 차이가 .19세에서 .47세로 각 연령마다 좁은 범위 내에서의 편차가 있었으나 특별한 경향은 나타나지 않았다.

한편, 신장, 체중, 체질량지수 모두 연령이 증가하면서 증가하는 경향이 나타난 반면 체지방률은 9-12세에서 일정하게 유지되었으나 7, 8세에 비해 다소 낮게 나타났다. 여아의 경우는 7세를 제외하고 8-12세까지 골연령보다 역연령이 미미하게 높은 것으로 나타났다. 신장, 체중, 체질량지수 모두 남아와 유사하게 연령이 증가하면서 증가하는 경향이 나타난 반면 체지방률은 7세에서 12세까지 거의 일정하게 유지되었다.

Fig. 1은 7세에서 12세의 연령에 따른 신체수행력 결과를 제시한 것으로, 남아의 경우 윗몸일으키기, 하프스쿼트점프, 농구공던지기, 제자리멀리뛰기, 50 m 달리기, 사이드스텝은 연령이 증가함에 따라 개선되는 경향을 보였으나, 팔굽혀펴기와 윗몸일으키기는 7세에서 9세까지 증가하다가 11세까지 유지되다가 12세에 감소하였고, 왕복달리기는 11세까지 증가하다가 12세에 유지되는 경향을 보였다.

반면, 윗몸앞으로굽히기는 모든 연령에서 거의 일정하게 유지되는 것으로 나타났다(10.2-11.6 cm). 한편, 여아의 경우는 하프스쿼트점프, 농구공던지기, 제자리멀리뛰기, 사이드스텝, 50 m 달리기, 윗몸앞으로굽히기는 연령이 증가함에 따라 개선되었으나, 윗몸일으키기, 오래매달리기, 왕복달리기는 7세에서 11세까지는 연령증가와 함께 개선되다가 12세까지 유지되는 것으로 나타났다.

Table 4. Results of multiple regression analysis (stepwise regression analysis) of physical performance

Group (grade)	Muscle endurance		Power		Speed		Agility		Cardiovascular endurance		Flexibility				
	R ²	Variables	R ²	Variables	R ²	Variables	R ²	Variables	R ²	Variables	R ²	Variables			
Boys	2	.067	CA (.202)	.210	CA (.373)	.169	CA (.340)	.148	CA (-.316)	.033	CA (.180)	.085	BMI (.279)		
		%fat (-.185)	CC (.246)	CG (.270)	HT (-.203)	HT (.208)	%fat (.260)	BW (.238)					BA (-.152)		
	3	.218	%fat (-.313)	.098	%fat (-.299)	.059	%fat (-.242)	.314	HT (.343)	.264	%fat (.481)	.171	%fat (-.331)	.146	BMI (-.354)
		CA (.313)	CG (.239)	CG (.262)	%fat (-.184)	HT (.289)	HT (-.278)	CG (.207)	CG (.236)	CG (.207)	CG (.207)	CG (.236)	CG (.207)	CG (.236)	CG (.207)
	4	.233	CA (.418)	.213	%fat (-.353)	.366	%fat (-.460)	.495	CA (.453)	.422	%fat (.545)	.236	CA (.420)	.178	%fat (-.331)
		BW (-.352)	CA (.318)	CA (.442)	CA (.344)	BW (.518)	CA (.344)	BA (.159)	CA (.344)	CA (-.225)	%fat (-.268)	%fat (-.268)	CA (.295)	CA (.295)	CA (.295)
5	.422	CA (.375)	.214	CA (.416)	.290	CA (.447)	.438	HT (.481)	.262	HT (-.304)	.211	CA (.460)	.369	CA (.471)	
	HT (-.456)	%fat (-.223)	%fat (-.344)	CG (.339)	CG (.339)	CG (.339)	HT (.282)	CG (.339)	CG (.265)	%fat (-.418)	%fat (-.418)	%fat (-.418)	%fat (-.418)	%fat (-.418)	
6	.435	%fat (-.406)	.281	.333	BW (-.577)	.665	%fat (-.815)	.516	%fat (.712)	.234	CG (-.483)	.599	%fat (-.731)	.298	CG (-.561)
	CG (.236)	BMI (-.341)	BW (-.591)	BW (-.591)	BW (-.591)	BW (-.591)	BW (-.591)	BW (-.591)	BW (-.591)	BW (-.591)	BW (-.591)	BW (-.591)	BW (-.591)	BW (-.591)	
Girls	2	.087	%fat (-.294)	.110	CA (.280)	.152	BW (.265)	.292	HT (.365)	.125	%fat (-.289)	.306	CA (-.378)	.111	CA (.298)
		%fat (-.221)	%fat (-.221)	BA (-.246)	CG (.362)	CG (.362)	CG (.362)	CG (.362)	CG (.362)	CG (.362)	CG (.362)	CG (.362)	CG (.362)	%fat (-.195)	%fat (-.195)
	3	.248	%fat (-.286)	.140	CA (.347)	.140	CA (.347)	.452	BW (.547)	.252	CA (.405)	.178	CA (.422)	.189	BW (-.435)
		BMI (-.251)	HT (-.290)	HT (-.290)	CG (.395)	CG (.395)	CG (.395)	CG (.395)	CG (.395)	CG (.395)	CG (.395)	CG (.395)	CG (.395)	%fat (.278)	BA (-.268)
	4	.105	BW (-.323)	.243	%fat (-.366)	.348	%fat (-.320)	.266	BW (.498)	.317	%fat (.534)	.129	CA (.359)	.131	%fat (-.362)
		BMI (.345)	BW (-.314)	BMI (.345)	BW (.239)	BW (.239)	BW (.239)	CG (.178)	BW (.239)	BW (.239)	BMI (-.492)	BMI (-.492)	BMI (-.492)	BMI (-.492)	BMI (-.492)
5	.067	%fat (-.290)	.357	CA (.556)	.400	CA (.615)	.616	HT (.377)	.272	CA (.521)	.420	CA (.648)	.300	CA (.523)	
	CG (-.032)	CG (-.032)	HT (-.473)	CG (.365)	CG (.365)	CG (.365)	BW (.362)	CG (.365)	CG (.365)	CG (.365)	CG (.365)	CG (.365)	BMI (-.370)	CG (.365)	
6	.435	HT (-.659)	.282	HT (-.530)	.383	BMI (.619)	.195	%fat (-.442)	.249	BW (-.499)	.565	HT (-.637)	.565	HT (-.637)	
	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	BMI (.361)	

R², coefficient of multiple determination; CA, chronological age; BA, bone age; HT, height; BW, body weight; BMI, body mass index; CG, chest girth; (), partial correlation of the independent variables.

Table 5. Predictors and the order of entered predictors of stepwise regressions for physical performance⁵

Predictors*	The order of entered predictors					Effectiveness		Total # of times
	1st	2nd	3rd	4th	5th	Positive	Negative	
Boys	15	6	6	3	0	0	30	30
%fat								
Chronological age (CA)	15	9	2	0	0	26	0	26
Chest girth (CG)	2	7	2	1	0	11	1	12
Height (HT)	3	5	3	0	0	7	4	11
Body weight (BW)	2	5	0	1	0	6	2	8
Bone age (BA)	0	2	3	1	0	3	3	6
BMI	2	0	2	1	1	3	3	6
Girls	14	4	0	1	0	19	0	19
Chronological age								
%fat	10	6	0	0	0	15	1	16
Body weight	6	1	2	0	0	6	3	9
BMI	2	5	1	0	0	4	4	8
Height	5	2	0	0	0	2	5	7
Chest girth	0	3	2	0	0	4	1	5
Bone age	1	1	1	1	0	2	2	4

*: cri-terion of entered variable is probability of F to enter $p \leq .05$; ⁵: There are 41 and 39 significant regression for the physical performance items in boys and girls, respectively.

1. 남녀 학년별 골연령, 역연령과 체격과의 관계

남녀 초등학교 2-6학년까지 골연령과 역연령이라는 예측변인이 체격변인에 미치는 영향력을 알아보기 위하여 단계적 회귀분석(stepwise multiple regression)을 실시하였고, 그 결과를 Table 2에 제시하였다. Table 2의 결과에 따르면, 우선 남아 2-6학년까지 골연령과 역연령(총생 월)이 체격변인(신장, 체중, %fat, 흉위 및 BMI)에 유의한 영향을 미치는 회귀식은 총 20개로, 이들 회귀식은 신장의 경우 12-45%, 체중은 11-31%, %fat는 2학년에서만 약 3%, 흉위는 5-10% 그리고 BMI는 7-23%의 설명력($R^2 = \text{correlation of coefficients}$)을 보였다. 또한 단계적회귀분석에 들어가는 독립변인 중 체격변인들을 가장 잘 대변하는 것은 골연령으로 총 21개의 회귀식 중 20회나 가장 유의한 예측변인(첫 번째)으로 포함되었으나 역연령은 총 20개의 회귀식 중 3회만 두 번째 예측변인으로 포함되었다(Table 3).

여아의 경우는 2-6학년까지 체격변인과 관련된 유의한 회귀식은 총 19개로, 이들 회귀식은 신장의 경우 13-37%, 체중은 13-85%, %fat은 2학년과 4학년에서만 각각 5%와 4%, 흉위는 4, 5, 6학년에서만 각각 4%, 8% 그리고 19%, BMI는 5%에서 21%의 설명력(R^2)을 보였다. 따라서 남아와 마찬가지로 단계적회귀분석에 들어가는 독립변인 중 체격변인들을 가장 잘 대변하는 것은 골연령으로 총 19개의 회귀식 중 16회나 가장 유의한 예측변인(첫 번째)으로 포함되었고, 이와는 달리 역연령은 총 19개의 회귀식 중 3회만 첫 번째 예측변인으로 포함되었다(Table 3).

2. 남녀 학년별 골연령, 역연령 및 체격변인이 신체수행력에 미치는 영향

남아 2-6학년까지 신체수행력 변인과 관련된 유의한 회귀식은 총 41개로, 이들 회귀식은 각각 3-67%의 설명력(R^2)을 보였다(Table 4). 단계적 회귀분석에 들어가는 예측변인 중 신체수행력을 가장 잘 대변하는 것은 %fat, CA, CG, HT, BW, BA, BMI 순으로 각각 30회, 26회, 12회, 11회, 8회, 6회, 6회 포함되었다(Table 5). 특히, %fat과 CA는 총 41개의 회귀식에 각각 15회나 가장 유의한 예측변인(첫 번째)으로 포함되었고, CG, HT, BW, BMI는 각각 2회에서 3회 포함되었으나 BA는 한 번도 가장 유의한 예측변인(첫 번째)으로 포함되지 않았다. 특히, 총 41개의 회귀식에서 BA는 총 6회 포함되었으나 주로 세 번째와 네 번째의 예측변인으로 포함되었고, 낮은 상관($r = .144-.289$, partial correlation)을 보여 설명력이 매우 낮았다(Table 4).

여아의 경우는 2-6학년까지 신체수행력 변인과 관련된 유의한 회귀식은 총 39개로, 이들 회귀식은 각각 4-62%의 설명력(R^2)을 보였다(Table 4). 단계적 회귀분석에 들어가는 예측변인 중 신체수행력을 가장 잘 대변하는 것은 CA, %fat, BW, BMI, HT, CG, BA 순으로 각각 19회, 16회, 9회, 8회, 7회, 5회, 4회 포함되었다. 특히, 여아의 경우 CA와 %fat는 39개의 회귀식에서 각각 14회와 10회나 가장 유의한 예측변인(첫 번째)으로 포함되었고, 나머지 변인 중 BW, HT, BMI, BA 순으로 각각 6회, 5회, 2회, 1회 포함되었다(Table 5). 또한 BA는 남아의 경우와는 달리 $r = .23-.46$ (partial correlation) 수준에서 신체수행력 관련 변인에 모두 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(Table 4).

특히, 신체수행력과 관련하여 남녀 모두 유연성을 제외하고 모든 변인에서(근지구력, 파워, 스피드, 민첩성, 심폐지구력) 그리고 거의 모든 학년에 걸쳐서 CA와 %fat이 가장 강력한 예측변인으로 나타났다. 즉, 역연령이 높으면서 체지방률이 낮을수록 유리한 것으로 나타났다. 우선 남아 2-6학년의 경우, 항목별로 CA와의 부분 상관관계(partial correlation)를 살펴보면, 근지구력 항목(팔굽혀펴기, 윗몸일으키기와 하프스쿼트 점프)의 경우 $r=.202-.447$ 범위에서, 파워와는 $r=.171-.453$ 범위, 스피드는 $r=-.225-.316$ 범위, 민첩성은 $r=.236-.460$ 범위, 심폐지구력에서는 $r=.180-.471$ 범위의 부분 상관을 보였다. 또한 %fat 역시도 근지구력 항목(팔굽혀펴기, 윗몸일으키기와 하프스쿼트 점프)의 경우 $r=-.185-.460$ 범위에서, 파워와는 $r=-.184-.672$ 범위, 스피드는 $r=-.159-.712$ 범위, 민첩성은 $r=-.268-.331$ 범위, 지구력에서는 $r=-.331-.418$ 범위의 부분 상관을 보였다. 여아는 근지구력과 관련하여 상체 근지구력(철봉오래매달리기)을 제외하고 복근과 하지 근지구력과 관련하여 $r=.211-.615$ 범위에서, 파워와는 $r=.250-.521$ 범위, 스피드는 $r=-.378-.529$ 범위, 민첩성은 $r=.298-.648$ 범위, 심폐지구력과 유연성은 5학년 특정 학년에서만 각각 $r=.523$ 그리고 $r=.435$ 의 부분 상관을 보였다 (Table 4).

논의

1. 남녀 학년별 골연령, 역연령과 체격과의 관계

본 연구의 다중회귀분석 결과에 따르면(Table 2), 역연령보다는 골연령이 체격변인들에 영향을 더 많이 미치는 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면, 단계적회귀분석에 들어가는 예측변인 중 체격변인들을 가장 잘 대변하는 것은 골연령으로 남녀 각각 총 20개와 19개의 회귀식 중 20회와 16회나 가장 유의한 예측변인(첫 번째)으로 포함되었으나 역연령은 남녀 각각 총 20개와 19개의 회귀식 중 각각 0회와 3회만 첫 번째 예측변인으로 포함되었고(Table 3) 성별차이는 나타나지 않았다.

이러한 결과는 기존의 선행연구[6,7,10,14]에서 일관적으로 보고한 연구 결과들과 유사한 것으로, 골연령이 역연령보다 체격과의 상관성이 높다는 것을 지지하는 것으로, 특히 신장, 체중, 흉위, BMI와 같은 체격 변인을 잘 반영할 수 있음을 시사하는 것이다. 반면, 체지방률(%)의 경우, 남녀 모두 특정 학년에서만 골연령이 주요 예측변인으로 나타났고, 설명력(R^2) 역시 20% 내외로 나타났다. 이러한 결과는 6세부터 16세의 여자 아동청소년 9,414명을 대상으로 피지후 두점법으로 체지방률을 측정한 Beunen et al. [7]의 연구 결과와 유사한 것으로, 이 연구에서는 본 연구보다도 체지방률(%)과 골연령의 상관성($r=.30$)이 낮게 나타났다. 일반적으로 과체중과 비만 아동의 생물학적 성숙(골연령)이 정상체중을 지닌 아동보다 빠르게 나타나는 반면 체격은 청소년과 같은 낮은 연령대에서 관련성이 높다고 제안하였으며[21-23], Beunen et

al. [21]의 연구에서는 극단적으로 살이 찌거나 마른 경우에 골연령과 체지방률(%)과의 상관성이 높다고 제안하였다. 본 연구에서도 체지방률(%)을 제외한 신장, 체중, 흉위, BMI는 학년이 올라갈수록 골연령의 설명력(R^2)은 증가(Table 2)하였고, 이것은 이들의 결과를 지지하는 것이다. 본 연구에서 체지방률의 경우, 골연령이 체지방률을 예측하는 주요 변인으로 많이 포함되지 않은 이유는 아마도 체육영재 선발에 참여한 아동의 연령대가 7세에서 12세로, 이들 모두 성장과정에는 해당하나 선행연구들에 비해 연령대가 낮고, 또한 대부분의 체육영재 선발에 참여한 아동의 경우, 일반 아동들보다 신체활동량이 많은 아동들로 극단적으로 살이 찌거나 마른 아동이 상대적으로 적다는 점에서 이러한 결과가 도출된 것으로 판단된다.

2. 남녀 학년별 골연령, 역연령 및 체격변인이 신체수행력에 미치는 영향

본 연구에서는 신체수행력에 미치는 역연령과 골연령의 중요도를 판단하기 위하여 남녀 각각 학년(2-6학년)을 구분하여 다중회귀분석(stepwise multiple regression)을 실시하였다. 특히, 기존의 연구와는 다르게 신체수행력에 미치는 역연령과 골연령의 성별 차이와 역연령과 골연령이 신체수행력에 미치는 영향력을 판단하기 위하여 학년을 기준으로 그 영향력을 살펴보았다. 흥미로운 것은 본 연구에서의 역연령과 골연령이 신체수행력 변인에 미치는 중요도는 체격 변인들과는 다소 다른 결과가 나타났다. 즉, 신체수행력과 관련하여 남녀 모두 유연성을 제외하고 모든 변인에서(근지구력, 파워, 스피드, 민첩성, 심폐지구력) 그리고 거의 모든 학년에 걸쳐서 역연령과 체지방률(%)이 가장 강력한 예측변인으로 나타났다(Tables 4, 5). 다시 말해, 유연성을 제외하고 나머지 신체수행력 관련 항목 모두 역연령이 높으면서 체지방률이 낮을수록 유리한 것으로 나타났으며, 골연령의 영향력은 매우 미미한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 동연령 아동의 경우, 골연령이 많은 아동보다 출생시기가 빨라(동연령에서 1월에 가까울수록) 역연령이 많은 아동이 더 좋은 신체수행력을 지닐 수 있음을 시사하는 것이다.

이러한 결과는 골연령이 신체수행력을 대변하는 주요한 예측변인이 될 수 있다는 기존의 일부 선행연구들[2-4,7,11,24]과는 차이가 있는 것이었지만 Helsen et al. [12]의 유럽국가의 유소년 축구 선수 2,175명을 대상으로 한 연구에서와 같이 선발된 아동들의 경우 동연령에서 1월에서 3월생의 아동이 많았다는 연구결과와는 유사한 것이었다. 하지만 기존의 선행 연구들은 역연령 또는 골연령이 신체수행력에 미치는 영향력을 명확히 구분하여 판단하는 데는 한계를 지니고 있다. 예를 들어, Carling et al. [24]의 연구에서는 역연령을 기준으로 골연령의 성숙정도(1-2년)를 기준으로 집단을 분류하여 신체수행력에 미치는 골연령의 영향력을 평가하였기 때문에 신체수행력이 역연령이 배재된 순수한 골연령의 영향이라고 판단하기 어렵고 또한 Helsen et al. [12]의

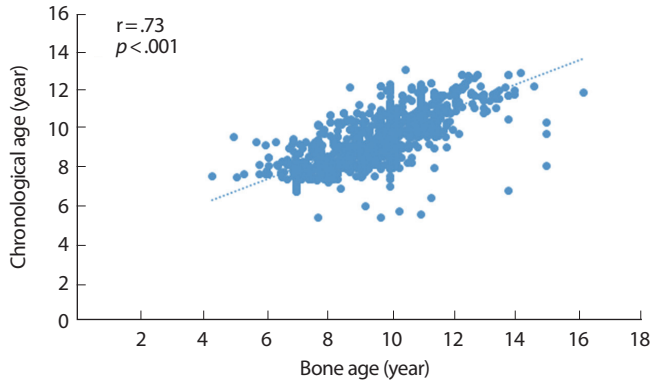


Fig. 2. Correlation between chronological age and bone age of participants.

연구조차도 비록 동연령대의 1월에서 3월생이 유소년 축구선수로 선발된 이유로 동연령의 출생 월이 빠른 아동이 골연령 역시 높았기 때문이라고 제안하고 있기 때문이다. 둘째, 대부분 단순 기초체력을 평가 기준으로 하였기 때문에 동연령 아동의 경우 골연령이 높을수록 체격 조건(신장 및 체중 등)이 우수할 수밖에 없고, 특히 운동기술보다는 악력과 같은 기초 체력 항목에서는 골연령으로 인한 공헌도가 더 크게 나타날 수밖에 없다. 셋째, 본 연구에서 신체수행력 변인으로 관찰한 기초 운동기술은 평균적으로 10세 전후의 어린 연령대에서 습득할 수 있는 것으로 알려져 있다[25]. 하지만 이러한 기초 운동기술은 연령 증가에 따라 점차적으로 개선되거나 능숙하게 되며, 보통 약 6-12세에서 경험하는 것으로[26], 골연령과 함께 개선될 수 있으나[13,25,26] 역연령과도 밀접한 관계가 있을 수 있다. 즉, 본 연구에서처럼 골연령은 역연령과 밀접한 상관성($r = .73$)이 있으며, 특히 본 연구에서는 낮은 역연령대에서 골연령이 비교적 높은 경우가 많았다는 점에서 이러한 결과도 출현한 것으로 판단된다(Fig. 2). 이러한 결과는 기초적인 운동기술이라 하더라도 기술을 익히기 위해서는 단순히 골연령이 성숙되기보다는 운동기술이라는 학습 환경에 노출되는 시기(출생 월)가 더 중요하다는 것을 의미한다.

넷째, 본 연구에 참여한 집단의 특성으로 기존의 일반 아동을 대상으로 한 연구와는 달리 본 연구에 참여한 대상은 체육영재 선발 검사에 참여한 아동과 체육영재에 선발된 아동으로 일반 아동에 비해 운동기술을 익힐 수 있는 학습 환경에 더 일찍 노출된 아동으로 기초 운동기술이 일반 아동보다 우수한 아동이라는 점에서 기존의 연구와 차이가 있을 수 있다. 그 예로, Fragoso et al. [11]의 연구에서는 15세 이하 최우수 축구아카데미 클럽에 선발된 아동의 경우, 동연령이라 하더라도 출생 월이 빠른 아동이 선발될 가능성이 높았고, 이는 출생 월이 빠를수록 골연령이 높기 때문에 신체적 조건에서 이점을 얻었기 때문이라 제안하였다. 반면에 Delorme et al. [27]은 동연령이라 하더라도 출생 월이 늦을 경우, 동연령에서 성취해야 할 특정 능력을 익힐 학습 시기가

상대적으로 늦고, 이로 인하여 일반적으로 기술 수준이 낮을 수밖에 없으며, 자신감뿐만 아니라 경쟁적인 경험 역시 적기 때문에 포기하는 비율이 높다고 제안하였다. 즉, 역연령이 높을수록 또는 동연령이라도 출생 월이 빠를수록 일반적인 기초 운동기술을 경험할 수 있는 기회가 더 많다는 것이고 이는 신체수행력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

결론

본 연구에서는 2009년부터 2015년까지 체육영재 선발 프로그램에 지원한 초등학교 513명의 학생(2-6학년) 1,085개의 자료를 바탕으로 성별(남녀) 및 학년별(2-6학년)에 따른 골연령, 역연령, 체격 및 신체수행력의 관계를 단계적 회귀분석을 통해 알아보았다. 본 연구를 통해 얻은 결론은 첫째, 체육영재 선발과정에 참여한 2-6학년의 남녀 아동의 경우, 체격 변인은 역연령보다는 골연령이 더 주요한 예측변인으로 나타났다고, 이는 역연령보다 골연령이 체격변인을 더 잘 반영할 수 있음을 의미하는 것이다. 둘째, 신체수행력은 골연령보다는 역연령과 체지방률(%)이 주요한 예측변인으로 나타났다. 이러한 결과는 동연령대 아동의 경우, 골연령이 많은 아동보다 출생 월이 빠른 아동이 더 우수한 신체수행력을 지닐 수 있음을 시사하는 것이며, 또한 체지방률(%)이 낮을수록 신체수행력을 발휘하는 데 유리할 수 있음을 의미하는 것이다. 그러나 이러한 결과를 일반화하기 위해서는 몇 가지 조건이 선행되어야 한다. 우선, 역연령이 빠르다(예: 3월생)의 의미는 역연령이 느린 아동(예: 12월생)에 비해 기초 운동기술을 익힐 수 있는 환경에 노출될 시기가 빠르다는 전제 조건이 성립되어야 한다. 체지방률의 경우는 동일한 운동기능을 소유하고 있다는 전제 조건에서 체지방률이 높은 아동에 비해 낮은 아동이 유리할 수 있음을 의미하는 것이다. 마지막으로, 이상의 결과를 종합해 볼 때 성장기 아동들을 대상으로 한 체육영재선발에 있어서 골연령을 고려하여 선발하는 것은 다소 무리가 있다고 판단된다. 특히, 본 연구결과에서는 골연령보다는 오히려 역연령 즉, 동연령 아동의 출생 시기(월)가 주요한 예측변인으로 나타났다는 점에서 가능하면 어린 나이에 기초 운동기술을 익힐 수 있도록 환경을 조성해 주는 것이 체육영재 선발뿐 아니라 향후 성공적인 선수생활을 유지하는데도 유리할 수 있음을 시사하는 것이다.

REFERENCES

- Kim DY, Park DH, Lee BK, Kim YJ, Kim KH. The relationship of physique and physical fitness of elementary school student. *Korean Journal of Sport Science* 2011;15(2):32-38.
- Cumming SB, Standage M, Gillison F, Malina RM. Sex differences in exercise behavior during adolescence: is biological maturation a con-

- founding factor?. *The Journal of Adolescent Health* 2008;42(5):480-485.
3. Malina RM, Eisenmann JC, Cumming SP, Ribeiro B, Aroso J. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. *European Journal of Applied Physiology* 2004;91(5-6):555-562.
 4. Vidal-Linhares R, De Oliveira-Matta M, Perrout-Lima J, Barros-Costa M, Fernandes-Filho J. The relationship between adolescents' dermatoglyphic characteristics and skeletal maturation. *Revista De Salud Publica* 2010;12(6):929-937.
 5. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2002;34(4):689-694.
 6. Vieira F, Veiga V, Carita AI, Petroski EL. Morphological and physical fitness characteristics of under-16 Portuguese male handball players with different levels of practice. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2013;53(2):169-176.
 7. Beunen GP, Malina RM, Lefevre J, Claessens AL, Renson R, et al. Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6-16 years of age. *International Journal of Sports Medicine* 1997;18(6):413-419.
 8. Cunha P, Moura DC, Guevara Lopez MA, Guerra C, Pinto D, et al. Impact of ensemble learning in the assessment of skeletal maturity. *Journal of Medical Systems* 2014;38(9):87.
 9. Kim CS, Park HD. Relationship between bone mineral content and body composition in elementary children. *Korean Journal of Sport Science* 2004;15(2):32-38.
 10. Freitas AS, Figueiredo AJ, de Freitas AL, Rodrigues VD, da Cunha AA, et al. Biological Maturation, Body Morphology and Physical Performance in 8-16 year-old obese girls from Montes Claros - MG. *Journal of Human Kinetics* 2014;43(1):169-176.
 11. Fragoso I, Massuca LM, Ferreira J. Effect of birth month on physical fitness of soccer players (Under-15) according to biological maturity. *International Journal of Sports Medicine* 2015;36(1):16-21.
 12. Helsen WF, van Winckel J, Williams AM. The relative age effect in youth soccer across Europe. *Journal of Sports Sciences* 2005;23(6):629-636.
 13. Hirose N. Relationships among birth-month distribution, skeletal age and anthropometric characteristics in adolescent elite soccer players. *Journal of Sports Sciences* 2009;27(11):1159-1166.
 14. Kang DY, Yoon HK. The study of childhood Taekwondo practice on skeletal maturation, physique, body composition and physical fitness by TW3 method. *The Korean Society of Sports Science* 2007;16(1):581-591.
 15. Kang DH, Jung SD, Park CW, Yang JH. The relationships between bone age physique and health related physical fitness in 7-9 years old elementary school students. *Korean Society of Growth and Development* 2010;18(1):31-36.
 16. Park JS. Comparison of physical fitness and bone strengths of preschool children. *Journal of Sport and Leisure Studies* 2007;31:1071-1077.
 17. Tanner JM, Cameron N, Healy M, Goldenstatin H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 Method). London, UK: W.B Saunders 2001.
 18. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *The British Journal of Nutrition* 1978;40(3):497-504.
 19. Johnson BL, Nelson JK. Practical measurement for evaluation in physical education. New York: Macmillan Publishing Company 1969.
 20. Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences* 1988;6(2):93-101.
 21. Beunen GP, Malina RM, Lefevre JA, Claessens AL, Renson R, et al. Adiposity and biological maturity in girls 6-16 years of age. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* 1994;18(8):542-546.
 22. de Moraes AM, Goncalves EM, Barbata VJ, Guerra-Junior G. Cross-sectional study of the association of body composition and physical fitness with bone status in children and adolescents from 11 to 16 years old. *BMC Pediatrics* 2013;13(1):117.
 23. McNeil D, Livson N. Maturation rate and body build in women. *Child Development* 1963 Mar;34:25-32.
 24. Carling C, Le Gall F, Malina RM. Body size, skeletal maturity, and functional characteristics of elite academy soccer players on entry between 1992 and 2003. *Journal of Sports Sciences* 2012;30(15):1683-1693.
 25. Malina RM, Bouchard C. Growth, maturation, and physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics 1991;231-302.
 26. Katzmarzyk PT, Malina RM, Beunen GP. The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Annals of Human Biology* 1997;24(6):493-505.
 27. Delorme N, Boiche J, Raspaud M. Relative age and dropout in French male soccer. *Journal of Sports Sciences* 2010;28(7):717-722.