

청소년들의 골연령과 역연령을 통한 체격과 체력의 차이 검증

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

¹송실대학교 스포츠학부, 교수

²송실대학교 일반대학원 생활체육학과, 학생

³송실대학교 글로벌미래교육원 체육전공, 교수

(2021년 1월 28일 접수: 2021년 2월 27일 수정: 2021년 2월 28일 채택)

The Verification of Physique and Physical Fitness Differences Through Bone Age and Chronological Age Among Adolescents

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†}

¹*School of Sports, Professor, Soongsil University*

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

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

(Received January 28, 2021; Revised February 27, 2021; Accepted February 28, 2021)

요약 : 본 연구는 청소년들의 체격과 체력을 평가하는 데 있어 골연령이 더욱 효과적인 것이라는 점을 가정으로 진행하였으며, 본 연구의 목적은 청소년기의 학생들을 대상으로 골연령과 역연령을 통해 체격과 체력의 차이를 규명하여 청소년들의 체격, 체력의 균형적 발달과 학생들의 건강증진에 기여하는 데 있다. 연구 대상은 6세부터 16세까지의 총 1100명의 모집단 중 PAPS(학생건강체력평가)와 TW3 방법 연령 기준에 따라 총 874명(남자 483명, 여자 391명)의 11세~16세 청소년을 대상으로 하였으며, 생물학적 성숙지표를 나타내는 골격성숙도는 X-ray 촬영 후 TW3(Tanner-Whitehouse 3) 방법을 이용하여 평가하였고 역연령은 출생년월을 사용하였다. 체격은 신장계, InBody270(Biospace, Korea)을 이용하여 2개 항목을 측정하였고 체력측정은 총 7개 항목으로 근력, 평형성, 민첩성, 순발력, 유연성, 근지구력, 심폐지구력을 측정하였다. 자료처리 방법으로는 SPSS 25.0을 사용하여 독립표본 *t*-test를 실시하였고, $p < .05$ 수준에서 유의한 것으로 간주하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 골연령과 역연령을 이용한 체격의 비교에서 11세, 12세 남자는 키와 체중에서 유의한 차이가 나타났으며, 13세 남자는 체중에서 유의한 차이가 나타났다. 11세 여자는 체중과 신장, 12세 여자는 신장에서 유의한 차이가 나타났다. 둘째, 골연령과 역연령을 이용한 체력의 비교에서 11세 남자는 근력, 순발력, 유연성, 심폐지구력에서 유의한 차이가 나타났고 12세 남자는 근력, 순발력, 심폐지구력, 13세 남자는 유연성에서 유의한 차이가 나타났다. 11세 여자는 근력, 순발력,

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

유연성, 근지구력, 심폐지구력, 14세 여자는 유연성에서 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과로 본 연구에서는 급격한 골 성장이 이루어지는 시기에는 골연령을 기준으로 체격과 체력을 평가하는 것이 역연령 기준으로서의 평가보다 정확하다는 결과를 도출하였다.

주제어 : 청소년, 골연령, 역연령, 체격, 체력

Abstract : This study was conducted on the assumption that bone age would be more effective when it comes to physique and physical fitness assessment for adolescents, and the purpose of this study was to identify the differences in physique and physical fitness for students in their adolescence through bone age and chronological age in order to contribute to the well-balanced physique and physical fitness development in adolescents and the health improvement in students. Total 874 adolescents(483 males, 391 females) aged 11~16 were selected as subjects out of the total population of 1100 adolescents aged 6~16 based on the PAPS(Physical Activity Promotion System) and age standards of the TW3 method; and skeletal maturation, which symbolize the indicators of biological maturation, were evaluated by using the TW3(Tanner-Whitehouse 3) method after hand-wrist radiographs, and birth date was used for chronological age. A stadiometer and InBody 270 (Biospace, Korea) were used to measure 2 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. A independent samples *t*-test was conducted for data processing using SPSS 25.0, and the significance level was set at $p < .05$. The study results are as follows. First, bone age and chronological age used for physique comparison in males aged 11 and 12, height and weight showed significant difference; in males aged 13, weight showed significant difference. Weight and height in females aged 11, and height in females aged 12 showed significant difference. Second, bone age and chronological age used for physical fitness comparison in males aged 11, muscular strength, power, flexibility, cardiovascular endurance showed significant difference; in males aged 12, muscular strength, power, cardiovascular endurance; in males aged 13, flexibility showed significant difference. Muscular strength, power, flexibility, muscular endurance, cardiovascular endurance in females aged 11, and flexibility in females aged 14 showed significant difference. As a result, this study concluded that in a period of rapid skeletal growth, evaluating physique and physical fitness based on bone age is more accurate than evaluating based on chronological age.

Keywords : Adolescent, Bone Age, Chronological Age, Physique, Physical Fitness

1. 서론

청소년기에는 지속적인 길이 성장이 나타나며, 성인보다 성장 속도가 빠른 시기이다[1]. 또한 성장에 있어서 신장은 발육, 체격 및 영양을 판정하는 지표가 되는 요소이기도 하며, 지속적인 길이 성장이 나타나는 청소년기에는 신장을 평가하는 것이 중요하다[2,3]. 더불어 최근 우리나라의 청소년들은 체격의 큰 변화는 없는 상황에서 체중은 증가하고 있어[4] 사회적 이슈로 대두되고 있다. 또한 체중은 신체의 건강도를 평가하는 대

표적인 요소이므로[2] 청소년기의 체격에 있어서 신장과 체중을 연구하는 것이 중요하다고 판단된다. 6세~19세 남녀 아동과 청소년을 대상으로 체격 요인과 체력 간 관계에 대해 연구한 Beunen et al.[5]은 연령이 동일하더라도 체격조건에 따라 체력이 영향을 받을 수 있다고 하였고 Jones et al.[6] 또한 체격조건에 의해 체력이 변화할 수 있다고 보고 하는 등 선행연구들에서 청소년들의 체격과 체력은 유의한 관계가 있다고 보고하였다.

청소년기는 강인한 체력과 정신이 중요한 시기

임에도 우리나라의 청소년들은 입시 위주의 교육 정책으로 과도한 스트레스와 체육교과 시간의 축소로 정서적, 체력적 문제가 발생하고 있다[7]. 이에 김준범[8]은 성장기는 사회적, 정서적 발달과 신체적 발달이 일어나는 시기로 정상적이고 건강한 신체발달을 위해 건강 체력을 향상시켜야 된다고 했으며, 윤경희[9]는 청소년의 신체활동은 체력 및 정서 함양에 도움이 되며, 일생에 있어 신체활동이 가장 왕성한 시기이고 가장 중요한 신체적 특성을 나타내기 때문에 심신의 발달과 운동기능의 향상을 조화롭게 유도해야 한다고 하였다. 또한 체력은 신체적 능력을 대표하는 요인으로써 특히 청소년 시기에 가장 현저하게 발달되며, 운동을 통한 체력 향상은 수명을 연장하고 보다 나은 생활을 통해서 긍정적인 생활습관을 형성시킨다[10]. 그렇기에 국가에서는 매년 학생 건강체력평가(Physical Activity Promotion System:PAPS)를 시행하여 학생과 부모 그리고 국가에 체력에 대한 중요성을 인식시키고 체력 증진에 대한 관심을 유도하고 있다[11].

그러나 현재의 체격 및 체력평가는 역연령(Chronological Age) 기준의 평가로 이루어지는데 역연령으로만 비교한다면 조기성숙의 영향으로 역연령이 같다고 하더라도 골연령(Bone Age)이 낮은 아동과 높은 아동의 체력측정 결과는 골연령이 높은 아동에게 결과가 높게 나올 수 있어 역연령이 같다고 하더라도 동일한 조건이 될 수 없기 때문에 골연령을 측정하여 역연령과 비교하여 변인 간 차이가 있는지 알아볼 필요가 있다[12]. 더불어 Lefevre et al.[13] 또한 역연령보다 골연령이 높은 청소년들이 역연령보다 골연령이 낮은 청소년들에 비해 체격 조건이 우수하기 때문에 운동수행능력이 뛰어나다고 하였다. 이는 골연령이 높은 청소년이 체격조건이 우수하기에 운동수행능력이 우수할 수 있으며, 골연령이 운동수행능력에 직접적인 영향을 준다는 것을 의미한다[14],[15],[16].

역연령은 개개인마다 성장의 다양성이 존재해 성숙도를 판단하는데 큰 의미를 갖지 못하는 반면, 생물학적 성숙지표인 골연령은 개개인의 성장 상태를 비교적 정확하게 판단이 가능하다[17]. 생물학적 성숙지표를 판단하는 지표로는 골 성숙도, 치아 성숙도, 성적 성숙도와 신체 성숙도 등이 있으며, 그중 골 성숙도를 통한 골연령으로 판단하는 방법이 가장 좋은 생물학적 성숙 지표라고 제안되고 있다[5],[18],[19],[20].

이처럼 청소년기의 체격과 체력에 있어서 역연령이 아닌 골연령으로 평가를 하는 것이 중요하지만 현재 대부분의 학교와 사설기관에서는 역연령으로 체격과 체력을 평가하고 등급을 분류하고 있다[12]. 이에 본 연구의 목적은 청소년들의 체격과 체력의 평가를 골연령과 역연령의 차이 비교 검증을 통해 기존 방법보다 신뢰도가 높은 측정방법 개발을 위한 기초 자료를 제공하여 궁극적으로 청소년들의 균형적인 발달을 위한 기초 자료를 제공하는데 있다.

2. 연구 방법

2.1. 연구 대상

본 연구의 모집단은 6세부터 16세까지를 대상으로 다단계 유층집락무선표집법을 사용하여 서울, 경기도 소재한 초등학교 1곳과 중학교 1곳, 수도권 소재 스포츠 관련 사설기관 2곳 총 4곳을 선정하여 총 1100명을 표집 하였다. 표집된 학생들 중 PAPS(학생건강체력평가)와 TW3 방법 연령 기준에 따라 본 연구의 대상을 정하였다. PAPS의 체력 측정 연령 기준은 11세~19세이며, TW3(Tanner-Whitehouse) 방법에서 완전한 성숙이라고 판단하는 RUS score인 1000점의 기준을 남자는 16세, 여자는 15세로 보기 때문에 남자 11세~16세, 여자 11세~15세의 청소년을 대상으로 선정하였다. 연구의 대상을 남자 11세~16세, 여자 11세~15세로 설정하였지만, 표집대상을 6세~16세로 선정한 이유는 골연령은 판정하기 전 정확한 골연령을 알 수 없으며, 역연령이 어려도 골연령이 높은 경우가 있기 때문이다.

골연령은 골격성숙도 판정의 TW3(Tanner-Whitehouse)방법, 역연령은 출생년월로 골연령과 역연령을 산출하였다. 이 중 조사 내용의 일부가 누락된 자료를 제외하고 실제 분석에 사용된 자료는 남자 483명, 여자 391명 총 874명의 자료를 바탕으로 측정 및 분석을 실시하였으며, 여자 16세의 경우 골연령이 16세로 분류 및 판정된 대상자가 없어 분석에서 제외되었다. 대상자의 역연령에 따른 골연령 분포는 <Table 1>과 같다.

2.2. 골연령과 역연령

본 연구에서는 골연령을 산출하기 위해 생물학적 성숙지표를 나타내는 지표 중 가장 많이 사용하고 검증된[21] 골격성숙도를 측정 후 골연령을

Table 1. Bone Age Distribution According to the Chronological Age

CA	Sex	CA(n)	BA	BA(n)	CA	Sex	CA(n)	BA	BA(n)
11	Male	100	8	14	14	Male	52	10	1
			9	26				11	1
			10	32				12	5
			11	23				13	9
			12	4				14	19
			13	1				15	12
	Female	96	8	6	54	Female	54	16	5
			9	32				10	1
			10	36				11	1
			11	13				12	8
			12	8				13	7
			13	1				14	14
12	Male	102	8	2	15	Male	50	15	23
			9	7				10	1
			10	20				11	2
			11	42				12	7
			12	14				13	16
			13	13				14	24
	Female	115	10	19	39	Female	39	16	24
			11	40				13	1
			12	37				14	8
			13	15				15	30
			14	4					
13	Male	114	8	1	16	Male	65	13	2
			9	1				14	5
			10	10				15	3
			11	31				16	55
			12	32					
			13	23					
	Female	87	9	1	68	Female	68	16	55
			10	8				14	8
			11	10				15	60
			12	17					
			13	28					
			14	15					
15	8								

CA : Chronological Age, BA : Bone Age

산출하였다. 골격성숙도 측정은 청소년의 TW3 방법의 분석에서 사용되는 왼손과 손목뼈 20개를 X-ray 촬영을 통해 측정하였으며[22], 골연령 산출은 부위별 뼈 성숙도를 반영하기 위해[23], Tanner et al.[24]이 고안한 골격성숙도 판정의 TW3 방법으로 골연령을 산출하였다. 측정된 13개 뼈의 RUS score를 골격성숙도 환산표에 의해 골연령을 산출하였으며, 역연령은 대상자의 출생년월을 대상자의 동의를 구한 후 사용하였다.

2.3. 체격과 체력 측정

대상의 체격 측정에서 신장은 신장계(Samhwa gauge, Korea)를 이용하여 측정하였고, 체중의 측정은 생체 전기 임피던스법(Bioelectrical Impedance Analysis)을 적용하는 InBody270 (Biospace, Korea)을 이용하여 측정하였다.

체력은 7가지 요소 근력(약력), 평형성(외발서기), 민첩성(플랫테핑), 순발력(제자리 멀리뛰기), 유연성(좌전굴), 근지구력(윗몸일으키기), 심폐지구력(셔틀런)을 측정하였다. 체력 측정은 2회 측정을 원칙으로 하였으나, 반복 측정이 어려운 윗몸일으키기와 셔틀런은 1회를 측정하였다.

2.4. 자료처리 방법

본 연구에서 자료처리는 SPSS PC/Program (Version25.0)을 이용하여 분석하였다. 체격과 체력 각각의 항목별 측정 결과는 연령별로 평균과 표준편차를 구하였고 골연령과 역연령에 따른 체격과 체력 차이를 알아보기 위해 독립표본 *t*-test를 이용하여 분석하였다. 또한 통계적 유의수준은 $p < .05$ 수준에서 유의한 것으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 골연령과 역연령에 따른 체격 차이

골연령과 역연령에 따른 체격의 차이를 알아보기 위해 독립표본 *t*-test를 실시하였고 그 결과는 <Table 2>와 같다.

<Table 2>에 따르면 11세 남자의 경우 신장은 골연령(148.66 ± 6.117)이 역연령(142.11 ± 5.938)보다 높게 나타났고 t 값은 7.623으로 $p < .001$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 체중은 골연령(45.01 ± 9.403)이 역연령(40.61 ± 8.954)보다 높게 나타났고 t 값은 3.360으로 $p < .01$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 11세 여자의 신장은 골연

령(148.41 ± 5.592)이 역연령(142.06 ± 6.996)보다 높게 나타났고 t 값은 6.076으로 $p < .001$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 체중은 골연령(41.14 ± 7.304)이 역연령(37.07 ± 8.676)보다 높게 나타났고 t 값은 3.090으로 $p < .01$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 12세 남자의 경우 신장은 골연령(154.51 ± 7.243)이 역연령(147.91 ± 7.280)보다 높게 나타났고 t 값은 5.460으로 $p < .001$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 체중은 골연령(50.00 ± 11.373)이 역연령(44.82 ± 10.759)보다 높게 나타났고 t 값은 2.836으로 $p < .01$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 12세 여자의 신장은 골연령(152.60 ± 5.877)이 역연령(149.51 ± 6.096)보다 높게 나타났고 t 값은 3.389로 $p < .01$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 13세 남자의 경우 체중은 골연령(54.55 ± 10.357)이 역연령(50.82 ± 10.981)보다 높게 나타났고 t 값은 2.036으로 $p < .01$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 하지만 남자의 경우 13세는 신장에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 14세~16세는 모든 변인에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 여자의 경우 12세는 체중에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 13세~15세는 모든 변인에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

세부적으로 살펴보면 남자의 경우 11세, 12세, 13세는 유의한 차이를 보였고, 여자의 경우 11세, 12세의 집단이 유의한 차이를 보였다. 남자 11세, 12세, 13세, 여자 11세, 12세의 경우 전체적으로 골연령 집단이 역연령 집단 보다 높게 나타났다.

이러한 결과는 <Table 1>의 역연령에 따른 골연령의 분포를 보면, 11세~13세 역연령 집단 내에 골연령이 미숙한 인원이 많이 포함되어 있기에 나타난 결과로 생각된다. 이 결과는 기존의 선행연구 강동훈, 윤형기[25], 변재경 등[26], 안나영, 김기진[27]의 연구에서 일괄적으로 보고한 연구결과들과 유사한 것으로, 고진세 등[3]의 연구에서 골연령이 역연령보다 체격 변인들에 영향을 더 많이 미친다고 보고한 결과가 본 연구의 결과를 지지하며, 특히 신장, 체중과 같은 체격 변인을 잘 반영할 수 있음을 시사한다. 또한 유승희[28]의 연구에서는 골연령이 높을수록 체격 조건이 우수하다 하였으며, 박길준 등[29]은 체격 향상의 조건 중 체중과 신장의 유의한 발달이 포함됨에 따라 체격에 영향을 줄 수 있다고 하였

Table 2. The Difference in Physique According to Bone Age and Chronological Age of Males and Females Aged 11 to 16

Sex		Male				Female				
Age		n	M	S.D.	t-value	n	M	S.D.	t-value	
11	H	BA	97	148.66	6.117	7.623***	64	148.41	5.592	6.076***
		CA	100	142.11	5.938		96	142.06	6.996	
	W	BA	97	45.01	9.403	3.360**	64	41.14	7.304	3.090**
		CA	100	40.61	8.954		96	37.07	8.676	
12	H	BA	56	154.51	7.243	5.460***	70	152.60	5.877	3.389**
		CA	102	147.91	7.280		115	149.51	6.096	
	W	BA	56	50.00	11.373	2.836**	70	44.37	7.409	1.633
		CA	102	44.82	10.759		115	42.48	7.820	
13	H	BA	50	158.94	7.025	1.882	52	155.45	5.819	1.288
		CA	114	156.63	7.331		87	154.14	5.825	
	W	BA	50	54.55	10.357	2.036*	52	48.12	8.986	1.380
		CA	114	50.82	10.981		87	45.93	9.092	
14	H	BA	45	165.62	6.348	.268	49	158.30	5.022	.390
		CA	52	165.27	6.435		54	157.92	4.807	
	W	BA	45	61.32	10.673	.729	49	50.84	8.498	1.205
		CA	52	59.56	12.852		54	48.96	7.332	
15	H	BA	35	169.19	4.993	-.094	121	159.06	5.024	-.776
		CA	50	169.30	5.602		39	159.72	3.248	
	W	BA	35	59.53	11.347	-.879	121	52.79	8.519	-.592
		CA	50	61.60	10.215		39	53.77	10.485	
16	H	BA	86	170.59	5.819	-.781				
	W	CA	65	171.32	5.472					

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

BA : Bone Age, CA : Chronological Age, H : Height(cm), W : Weight(kg)

다. 더불어 성장기에는 신체 형태의 일시적인 변화가 나타나는 시기로서 발육 호르몬의 왕성한 분비와 초조 발현 준비를 위한 지속적인 신체발육이 이루어지는 시기라는 점과 골성숙은 유전적 요인뿐만 아니라 내분비 요인에 의해 조절된다는 점[30]을 감안해 볼 때 미숙 청소년에 비해 조숙 청소년이 내분비 및 골발육이 활발하게 촉진된 상태로 설명할 수 있으며, 이러한 골성숙의 차이는 청소년들의 성장발달단계에 있어 매우 중요한 요인으로 볼 수 있을 것이다[18].

한편 남자 14세~16세, 여자 13세~15세의 경우 집단 간 체격에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이와 관련하여 선행연구에서 박길준 등[29], 조용민[31]은 초등학교 저학년의 경우 골연령에 의한 체격 변화가 아무런 영향을 받지 않은 반

면, 초등학교 고학년은 남녀 모두에서 골연령 변화가 체격 변화에 직간접적으로 영향을 주는 원인으로 초등학교 4학년 이상부터 골연령에 의한 체격의 급속한 변화가 유발되는 시기라 하였으며, 총 3년간 초등학교 체육영재 학생들을 대상으로 골연령, 체격, 체력 변화를 종단적으로 연구한 김도운 등[28]의 연구에서는 최초 4학년의 골연령, 체격 대비 성장과정 중 급속한 골연령의 변화와 함께 체격이 유의하게 변화했다고 하였다. 조용민[31]의 연구에 따르면 골연령 상태에 따른 집단에 있어서도 연령이 증가함에 따라 집단 간 체격 발달에 유의한 차이가 나타나지 않았다고 하였다. 이에 선행연구와 본 연구의 결과를 비교하였을 때, 다음과 같이 생각된다. 본 연구의 남녀 청소년들의 골연령 분포를 확인한 결과 통계적으로

유의한 차이가 나타나지 않은 남자 14세~16세, 여자 13세~15세의 대부분이 골연령 기준으로는 남자는 14세~16세, 여자는 14세~15세에 집중되어 있었다. TW3 방법에서는 완전한 성숙을 남자는 16세, 여자는 15세로 판단하고 있으며, 본 연구의 결과 중 유의한 차이가 나타나지 않은 청소년들은 이에 해당하고 있다. 따라서 초등학교 고학년에서는 골연령에 의한 체격이 급속히 변화하는 반면 연령이 높아질수록 골연령과 역연령의 성장의 편차가 크지 않으므로 나온 결과라 판단된다.

3.2. 골연령과 역연령에 따른 체력 차이

골연령과 역연령에 따른 체력의 차이를 알아보기 위해 독립표본 t-test를 실시하였고 그 결과는 <Table 3-1>, <Table 3-2>, <Table 3-3>, <Table 3-4>, <Table 3-5>, <Table 3-6>과 같다.

<Table 3-1>에 따르면 11세 남자의 경우 악력검사(좌)는 골연령(19.11±3.947)이 역연령(16.66±3.093)보다 높게 나타났고 t 값은 4.868로 p<.001 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 악력검사

(우)는 골연령(20.71±4.671)이 역연령(17.78±3.707)보다 높게 나타났고 t 값은 4.885로 p<.001 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 제자리멀리뛰기는 골연령(153.22±21.836)이 역연령(146.98±19.426)보다 높게 나타났고 t 값은 2.119로 p<.05 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 좌전굴은 골연령(8.34±6.813)이 역연령(5.03±6.668)보다 높게 나타났고 t 값은 3.443으로 p<.01 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 셔틀런은 골연령(75.14±26.284)이 역연령(55.44±23.775)보다 높게 나타났고 t 값은 5.521로 p<.001 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 11세 여자의 악력검사(좌)는 골연령(17.84±3.418)이 역연령(15.42±3.097)보다 높게 나타났고 t 값은 4.655로 p<.001 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 악력검사(우)는 골연령(18.28±3.993)이 역연령(16.07±3.564)보다 높게 나타났고 t 값은 3.665로 p<.001 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 제자리멀리뛰기는 골연령(141.02±18.140)이 역연령(131.93±17.481)보다 높게 나타났고 t 값은 3.174로 p<.01 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 좌전굴은 골연령(12.28±6.126)이 역연령

Table 3-1. The Difference in Physical Fitness According to Bone Age and Chronological Age of Males and Females Aged 11

Age	Sex		Male				Female			
			n	M	S.D.	t-value	n	M	S.D.	t-value
11	HGS (Left)	BA	97	19.11	3.947	4.868***	64	17.84	3.418	4.655***
		CA	100	16.66	3.093		96	15.42	3.097	
	HGS (Right)	BA	97	20.71	4.671	4.885***	64	18.28	3.993	3.665***
		CA	100	17.78	3.707		96	16.07	3.564	
	BST	BA	97	20.18	20.935	-1.405	64	28.93	25.307	.411
		CA	100	24.72	24.234		96	27.32	23.602	
	PLT	BA	97	6.69	1.256	.057	64	6.65	1.139	-1.540
		CA	100	6.68	1.154		96	6.92	1.079	
	SLJ	BA	97	153.22	21.836	2.119*	64	141.02	18.140	3.174**
		CA	100	146.98	19.426		96	131.93	17.481	
	S&R	BA	97	8.34	6.813	3.443**	64	12.28	6.126	3.612***
		CA	100	5.03	6.668		96	8.51	6.681	
	S-U	BA	97	55.88	64.007	1.731	64	52.95	52.140	2.545*
		CA	100	42.42	43.438		96	35.75	33.407	
	SR	BA	97	75.14	26.284	5.521***	64	69.70	22.307	6.066***
		CA	100	55.44	23.775		96	49.92	18.694	

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

BA : Bone Age, CA : Chronological Age, HGS : Hand Grip Strength, BST : Bass Stick Test, PLT : Plate Tapping, SLJ : Standing Long Jump, S&R : Sit&Reach, S-U : Sit-Up, SR : Shuttle Run

(8.51 ± 6.681)보다 높게 나타났고 t 값은 3.612로 $p < .001$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 윗몸 일으키기는 골연령(52.95 ± 52.140)이 역연령(35.75 ± 33.407)보다 높게 나타났고 t 값은 2.545로 $p < .05$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 셔틀런은 골연령(69.70 ± 22.307)이 역연령(49.92 ± 18.694)보다 높게 나타났고 t 값은 6.066으로 $p < .001$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다.

〈Table 3-2〉에 따르면 12세 남자의 경우 악력 검사(좌)는 골연령(21.26 ± 4.294)이 역연령(19.76 ± 4.898)보다 높게 나타났고 t 값은 2.003으로 $p < .05$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 제자리멀리뛰기는 골연령(164.73 ± 20.118)이 역연령(156.68 ± 18.756)보다 높게 나타났고 t 값은 2.516으로 $p < .05$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 셔틀런은 골연령(78.51 ± 23.486)이 역연령(88.10 ± 22.143)보다 높게 나타났고 t 값은 -2.546으로 $p < .05$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다.

〈Table 3-3〉에 따르면 13세 남자의 경우 좌전 굴은 역연령(9.91 ± 5.881)이 골연령 ($6.95 \pm$

7.864)보다 높게 나타났고 t 값은 2.666로 $p < .01$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다.

〈Table 3-4〉에 따르면 14세 여자의 경우 좌전 굴은 골연령(14.77 ± 8.035)이 역연령(11.61 ± 7.843)보다 높게 나타났고 t 값은 2.010로 $p < .05$ 수준에서 유의한 차이가 나타났다.

〈Table 3-5〉에 따르면 15세 남자, 여자 모두 모든 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

〈Table 3-6〉에 따르면 16세 남자는 모든 변인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

종합해 보면, 남자는 11세에서 외발서기, 플랫테핑, 윗몸일으키기, 12세는 악력검사(우), 외발서기, 플랫테핑, 좌전굴, 윗몸일으키기, 13세는 악력검사(좌), 악력검사(우), 외발서기, 플랫테핑, 제자리멀리뛰기, 윗몸일으키기, 셔틀런에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고, 14세~16세는 모든 변인에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 여자는 11세에서 외발서기, 플랫테핑은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고, 14세는 악력검사(좌), 악력검사(우), 외발서기, 플랫테핑, 제자리멀리뛰기, 윗몸일으키기, 셔틀런에서

Table 3-2. The Difference in Physical Fitness According to Bone Age and Chronological Age of Males and Females Aged 12

Age	Sex		Male				Female			
	n	M	S.D.	t-value	n	M	S.D.	t-value		
12	HGS (Left)	BA	56	21.26	4.294	2.003*	70	18.77	3.878	1.053
		CA	102	19.76	4.898		115	18.16	3.786	
	HGS (Right)	BA	56	22.33	4.378	1.213	70	19.33	4.110	.836
		CA	102	21.28	5.647		115	18.80	4.198	
	BST	BA	56	22.83	19.875	-.375	70	20.60	22.993	-1.735
		CA	102	24.13	21.257		115	27.21	26.362	
	PLT	BA	56	6.58	.989	.015	70	6.97	1.333	.792
		CA	102	6.58	1.198		115	6.81	1.241	
	SLJ	BA	56	164.73	20.118	2.516*	70	140.15	19.534	-.291
		CA	102	156.68	18.756		115	140.95	17.231	
	S&R	BA	56	10.38	5.686	.823	70	13.55	6.410	-1.014
		CA	102	9.61	5.630		115	14.47	5.751	
	S-U	BA	56	55.98	37.236	.148	70	36.50	31.104	-.645
		CA	102	54.97	43.120		115	39.65	32.888	
	SR	BA	56	78.51	23.486	-2.546*	70	72.48	21.614	-1.675
		CA	102	88.10	22.143		115	77.79	20.443	

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

BA : Bone Age, CA : Chronological Age, HGS : Hand Grip Strength, BST : Bass Stick Test, PLT : Plate Tapping, SLJ : Standing Long Jump, S&R : Sit&Reach, S-U : Sit-Up, SR : Shuttle Run

Table 3-3. The Difference in Physical Fitness According to Bone Age and Chronological Age of Males and Females Aged 13

Age	Sex		Male				Female			
			n	M	S.D.	t-value	n	M	S.D.	t-value
13	HGS (Left)	BA	50	24.02	5.499	1.203	52	20.81	3.750	1.090
		CA	114	22.83	5.912		87	20.05	4.076	
	HGS (Right)	BA	50	26.31	6.223	1.712	52	22.61	3.966	1.165
		CA	114	24.51	6.179		87	21.66	5.021	
	BST	BA	50	21.94	19.465	.666	52	29.68	26.684	.373
		CA	114	19.67	20.331		87	27.95	26.285	
	PLT	BA	50	6.45	1.467	-.391	52	6.69	1.418	.504
		CA	114	6.54	1.239		87	6.57	1.394	
	SLJ	BA	50	166.66	23.411	.676	52	150.31	22.541	.344
		CA	114	163.92	24.102		87	148.98	21.824	
	S&R	BA	50	6.95	7.864	-2.666**	52	15.50	6.755	-1.152
		CA	114	9.91	5.881		87	16.78	6.081	
	S-U	BA	50	71.80	88.534	.345	52	44.44	34.233	-.507
		CA	114	67.34	70.180		87	48.28	47.580	
	SR	BA	50	73.44	24.435	-.656	52	75.04	23.914	.495
		CA	114	76.14	24.209		87	73.03	22.592	

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

BA : Bone Age, CA : Chronological Age, HGS : Hand Grip Strength, BST : Bass Stick Test, PLT : Plate Tapping, SLJ : Standing Long Jump, S&R : Sit&Reach, S-U : Sit-Up, SR : Shuttle Run

Table 3-4. The Difference in Physical Fitness According to Bone Age and Chronological Age of Males and Females Aged 14

Age	Sex		Male				Female			
			n	M	S.D.	t-value	n	M	S.D.	t-value
14	HGS (Left)	BA	45	27.35	5.834	1.143	49	21.22	5.170	1.277
		CA	52	25.85	6.895		54	20.00	4.574	
	HGS (Right)	BA	45	28.47	5.255	1.226	49	22.92	5.693	1.450
		CA	52	26.95	6.717		54	21.48	4.349	
	BST	BA	45	20.68	21.087	-.172	49	27.68	24.936	.460
		CA	52	21.38	18.930		54	25.53	22.594	
	PLT	BA	45	6.34	1.471	-.099	49	6.27	1.015	-1.690
		CA	52	6.37	1.518		54	6.65	1.243	
	SLJ	BA	45	176.96	24.497	-1.333	49	143.65	22.368	.010
		CA	52	183.08	20.744		54	143.61	22.081	
	S&R	BA	45	5.08	8.101	.672	49	14.77	8.035	2.010*
		CA	52	3.88	9.129		54	11.61	7.843	
	S-U	BA	45	67.91	48.533	.467	49	37.80	35.125	.080
		CA	52	63.79	38.243		54	37.30	28.247	
	SR	BA	45	83.27	22.497	-.001	49	63.63	23.750	-.781
		CA	52	83.27	21.660		54	67.06	20.743	

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

BA : Bone Age, CA : Chronological Age, HGS : Hand Grip Strength, BST : Bass Stick Test, PLT : Plate Tapping, SLJ : Standing Long Jump, S&R : Sit&Reach, S-U : Sit-Up, SR : Shuttle Run

Table 3-5. The Difference in Physical Fitness According to Bone Age and Chronological Age of Males and Females Aged 15

Age	Sex		Male				Female			
			n	M	S.D.	t-value	n	M	S.D.	t-value
15	HGS (Left)	BA	35	29.34	6.834	-.693	121	22.56	5.023	1.198
		CA	50	30.45	7.489		39	21.49	4.225	
	HGS (Right)	BA	35	30.93	7.069	-.606	121	23.86	5.089	1.098
		CA	50	31.94	7.854		39	22.87	4.176	
	BST	BA	35	33.78	24.427	1.477	121	32.61	23.609	-.710
		CA	50	26.42	21.251		39	35.77	25.828	
	PLT	BA	35	6.67	2.212	.580	121	6.64	1.526	-.479
		CA	50	6.45	1.278		39	6.78	1.867	
	SLJ	BA	35	183.91	26.515	.265	121	139.25	21.280	1.078
		CA	50	182.26	29.553		39	135.08	20.130	
	S&R	BA	35	5.25	8.080	-.236	121	13.61	8.534	.792
		CA	50	5.68	8.532		39	12.36	8.916	
	S-U	BA	35	78.17	41.118	.786	121	34.91	26.193	.219
		CA	50	71.18	39.819		39	33.85	26.720	
	SR	BA	35	81.94	19.552	-1.458	121	58.53	21.196	-1.353
		CA	50	87.66	16.468		39	63.67	18.692	

BA : Bone Age, CA : Chronological Age, HGS : Hand Grip Strength, BST : Bass Stick Test, PLT : Plate Tapping, SLJ : Standing Long Jump, S&R : Sit&Reach, S-U : Sit-Up, SR : Shuttle Run

Table 3-6. The Difference in Physical Fitness According to Bone Age and Chronological Age of Males Aged 16

Age	Sex		Male			
			n	M	S.D.	t-value
16	HGS (Left)	BA	86	35.79	8.682	-.813
		CA	65	36.19	7.908	
	HGS (Right)	BA	86	37.41	7.871	-.265
		CA	65	37.76	7.927	
	BST	BA	86	24.66	20.869	-1.218
		CA	65	28.94	21.981	
	PLT	BA	86	6.09	1.289	-.265
		CA	65	6.16	1.899	
	SLJ	BA	86	185.37	26.977	-.075
		CA	65	185.04	25.898	
	S&R	BA	86	7.10	7.973	-.094
		CA	65	7.22	7.835	
	S-U	BA	86	66.46	48.026	-.703
		CA	65	73.47	74.218	
	SR	BA	86	71.17	28.512	1.892
		CA	65	62.44	27.461	

BA : Bone Age, CA : Chronological Age, HGS : Hand Grip Strength, BST : Bass Stick Test, PLT : Plate Tapping, SLJ : Standing Long Jump, S&R : Sit&Reach, S-U : Sit-Up, SR : Shuttle Run

통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고, 12세, 13세, 15세는 모든 변인에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

세부적으로 살펴보면 남자의 경우 11세, 12세, 13세의 집단이 체력 요소 중 부분적으로 유의한 차이를 보였고, 여자의 경우 11세, 14세 집단에 부분적으로 유의한 차이를 보였다. 구체적으로 살펴보면 남자 11세, 12세, 13세, 여자 11세, 14세의 경우 전반적으로 골연령 집단이 역연령 집단보다 높게 나타났다.

이러한 결과는 <Table 1>의 역연령에 따른 골연령의 분포를 보면, 11세~13세 역연령 집단 내에 골연령이 미숙한 인원이 많이 포함되어 있기에 나타난 결과로 생각된다. 이 결과는 기존의 선행연구 오영진[2], 강동연 등[33]의 연구에서 일괄적으로 보고한 연구결과들과 유사한 것으로, Seils[34]의 연구에서는 운동수행 능력이 역연령보다 골연령과 유의한 상관성을 가질 수 있다고 하였으며, Beunen[35] 또한 골연령이 운동수행능력을 예측하는데 가장 좋은 변인이라고 하였다. 이렇듯 골연령이 역연령보다 체력 변인들에 영향을 더 많이 미친다는 본 연구의 결과를 지지하며, 특히 근력, 순발력, 유연성, 심폐지구력과 같은 체력 변인을 잘 반영할 수 있음을 시사한다.

한편 근지구력의 경우, 남자는 모든 연령에서 유의하게 나타나지 않았고, 여자는 11세에서만 유의하게 나타났으며, 평형성과 민첩성은 모든 연령에서 유의하지 않게 나타났다. 강동훈, 윤희기[25]의 연구에서는 근력, 순발력, 유연성, 심폐지구력이 조숙한 그룹이 미숙한 그룹에 비해 유의하게 높게 나타났다. 또한 안나영, 김기진[27]의 연구에서는 체력 항목 중 남학생의 경우 근력 및 순발력에서 조숙군이 미숙군에 비해 유의하게 높게 나타났고 여학생의 경우 심폐지구력이 조숙군이 미숙군에 비해 유의하게 높게 나타났으며, 골성속도가 근력 발휘에 긍정적인 영향을 준다고 하여 본 연구의 결과와 일부 동일하다. 더불어 고선혜, 유희란[36]은 유연성은 근, 인대와 환경 온도에 영향을 받는 체력 요인이라고 하였다. 이상의 내용을 종합하면 순발력과 심폐지구력의 경우 골연령이 증가함에 따라 체격이 우수해지는 영향으로 인해 상대적으로 골연령이 높은 집단이 낮은 집단보다 뛰어난 결과가 나타난 것으로 생각되며, 유연성은 골연령과 무관하게 개인의 특성과 환경적 영향으로 차이가 난 것으로 판단된다. 더불어 남녀 모두 연령이 높아질수록 체력에 있

어서 집단 간 차이가 나타나지 않은 이유는 남자는 14세~16세 모두 골연령이 완전한 성숙에 가까워 집단 간 차이가 나타나지 않은 것으로 판단된다. 여자의 경우 한달롱 등[37]에 의하면 여학생들의 출생 연도별 초경 연령이 14년간 감소 추세에 있으며, 조기 초경의 비율이 매년 1.04배 증가하고 있다고 하며, 우옥영[38]의 초, 중, 고 여학생의 초경에 관한 연구에서도 연령이 어릴수록 평균 초경 연령이 빨라지고 있다고 하는 등 초경 시기가 빨라지고 있는 추세라고 보고하였다. 더불어 초경을 경험한 여학생이 경험하지 않은 학생 보다 발육하는 시기가 빠르며, 초경 후 20개월 이후에는 골 성숙이 거의 완료된다는 이성자 등[39]의 연구와 조기 초경이 신장 발육을 일찍 종료 시킨다는 김은경, 이선희[40]의 연구를 토대로 본 연구에서 12세~15세의 여학생들의 골연령 분포가 조숙인 집단이 많이 분포되어 조기 초경 및 조기 성숙의 영향으로 성장이 완료되어 집단 간 차이가 나타나지 않은 것으로 생각된다.

4. 결론

본 연구는 수도권에 소재한 사설기관과 초등학교, 중학교에서 11세부터 16세의 남녀 청소년 874명을 대상으로 골연령과 역연령을 사용하여 청소년들의 체격과 체력의 차이를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 골연령과 역연령의 체격 비교에서 남자 11세~13세, 여자 11세~12세는 유의한 차이가 나타났지만, 남자 14세~16세, 여자 13세~15세는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

둘째, 골연령과 역연령의 체력 비교에서 남자 11세~13세, 여자 11세는 부분적으로 유의한 차이가 나타났지만, 남자의 경우 14세~16세는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 여자의 경우 14세의 유연성을 제외하고 12세~15세는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이상의 연구결과를 종합해보면 본 연구에서는 체격의 평가에 있어서 초등학교 고학년은 골연령이 급속도로 발달하는 시기로, 기존의 역연령으로의 평가는 집단 내 골연령 분포가 고르지 않아 동일 집단으로 볼 수 없기에 골연령으로의 평가가 더욱 정확하다는 결론을 얻었다. 그러므로 초등학교 고학년을 대상으로는 골연령을 기준으로 체격을 측정하여, 각 대상자에게 맞는 효율적인

운동 프로그램을 제시해야 한다고 판단된다.

또한 체력에 있어서도 부분적으로 유의한 차이가 나타난 11세~13세 집단의 특성이 11세~13세 체격 집단과 동일한 특성을 보이며, 체격 조건에 따라 체력이 변화할 수 있다고 보고한 Beunen et al.[5], Jones et al.[6]의 연구를 근거로 체력 또한 초등학교 고학년을 대상으로는 골연령을 기준으로 평가하여 효율적인 운동 프로그램을 제시해야 한다고 판단된다.

위와 같은 결론에 따라 본 연구에서는 학교 및 체육 현장에서 정확한 생물학적 성숙지표인 골연령을 기반으로 성장기인 청소년들의 체격과 체력을 평가하여 대상자에게 맞는 효율적인 운동 프로그램을 처방할 필요가 있다고 보며, 향후 후속 연구에서는 골연령 집단과 역연령 집단에 대한 운동 프로그램의 효과성을 검증하는 연구가 필요하다고 제언한다.

감사의 글

*This research project was supported by Korea Sports Promotion Fund of Korea Sports Promotion Foundation in accordance with Sports Industrial Technology R&D Support of Ministry of Culture, Sports and Tourism.

위 논문은 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었습니다.

References

1. S. E. Kim, K. H. Kim, C. M. Lee, T. H. Choi, I. K. Jung, K. J. Kim, J. I. Choi, Y. S. Kang, J. H. Yang, J. H. Choi, K. S. Koo, T. S. Park, "The Korean Society of Growth & Development", Seoul: Daehanmedia, (2007).
2. Y. J. Oh, "Characteristics of Exercise Capacity Physique and Physical Fitness According to Skeletal Maturity of Elementary School Girls", a master's degree thesis to be unregistered, Graduate School of Education Chungbuk University, (2016).
3. J. S. KO, S. H. Lee, S. J. Kim, D. H. Park, "The Effect of Chronological Age (birth month) and Bone Age on Physique and Physical Performance of Children Involved in Athletic Gifted Children Selection Program", *Journal of Exercise Science*, Vol.25, No.2, pp.110-119, (2016).
4. Ministry of Education, "2018 School Health Examination Survey and Analysis", Daejeon: Statistics, (2019).
5. G. P. Beunen, R. M. Malina, J. Lefevre, A. L. Claessens, R. Renson, E. B. Kanden, "Skeletal Maturation, Somatic Growth and Physical Fitness in Girls 6-16 Years of Age", *International Journal of Sports Medicine*, Vol.18, No.6, pp.413-419, (1997).
6. M. A. Jones, P. J. Hitchen, G. Stratton, "The Importance of Considering Biological Maturity When Assessing Physical Fitness Measures in Girls and Boys Aged 10 to 16 Years", *Annals of Human Biology*, Vol.27, No.1, pp.57-65, (2000).
7. S. B. Kang, "The Trends and Tasks of Sport Pedagogy in Korea", *Korea Journal of Sport Pedagogy*, Vol.10, No.3, pp.1-28, (2003).
8. J. B. Kim, "Effects of 8-Week Combined Exercise on Body Composition and Physical Fitness of Elementary School Students", a master's degree thesis to be unregistered, Gachon Universtiy Graduate School of Professional Therapy, (2019)
9. K. H. Yun, "The Effect of Aerobics on the Health Related Fitness of the Students in Girls High School", a master's degree thesis to be unregistered, Graduate School of Jeonbuk National University, (1996).
10. K. J. Kim, W. J. Lee, S. N. Lee, W. G. Chun, C. M. Jo, N. Y. Ahn, T. H. Lee, C. B. Hong, "Scientific Understanding of Sports and Health", Daegu: Keimyung University Press Mobile, (2010).

11. Ministry of Education & Human Resources Development, "Student Health Examination", (2005).
12. 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).
13. J. Lefevre, G. P. Beunen, G. Steens, A. L. Clasesens, R. Rensin, "Motor performance during adolescence and age thirty as related to age at peak height velocity", *Annals of Human Biology*, Vol.17, No5, pp.423-435, (1990).
14. D. Y. Kim, W. H. Kim, and Y. W. Kim, 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" *Journal of the Korea Convergence Society*, vol. 9, no. 9, pp. 309-317, (2018).
15. R. M. Malina, "Anthropometry, strength and motor fitness", The individual and the population, University of cambridge, (1994).
16. L. R. Seils, "The relationship between measures of physical growth and gross motor performance of primary-grade school children", *Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education, & Recreation*, Vol, 22, No, 2, pp. 244-260, (1951).
17. L. S. Fishman, "Chronologic Versus Skeletal Age, An Evaluation of Craniofacial Growth", *The Angle Orthodontist*, Vol.49, No.3, pp.181-189, (1979).
18. K. C. Grave, T. Brown, "Skeletal Ossification and the Adolescent Growth Spurt", *American Journal of Orthodontics*, Vol.69, No.6, pp.611-619, (1976).
19. R. C Pileski, D. G. Woodside, G. A. James, "Relationship of the Ulnar Sesamoid Bone and Maximum Mandibular Growth Velocity", *The Angle Orthodontist*, Vol.43, No.2, pp.162-70, (1973).
10. P. Cunha, D. C. Moura, M. A. Guevara, C. Guerra, D. Pinto, I. Ramos, "Impact of Ensemble Learning in the Assessment of Skeletal Maturity", *Journal of Medical Systems*, Vol.38, No.9, pp.87, (2014).
21. C. A. Geithner, B. Woyrnarowska, R. M. Malina, "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).
22. H. G. Yoon, "An Analysis on Skeletal Maturaiton and Physical Fitness of Classified by Somatotype in Elemetary School Student", *Korean Journal of Sports Science*, Vol.11, No.1, pp.521-530, (2002).
23. 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", *Clinical and Experimental Pediatrics*, Vol.52, No.3, pp.351-355, (2009).
24. J. M. Tanner, M. J. Healy, H. Goldstein, N. Cameron, "Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3 Method)", *3rd Edition London: WB Saunders*, (2001).
25. D. H. Kang, H. G. Yoon, "The Study of Childhood Taekwondo Practictioners on Skeletal Maturation, Physique, Body Compostion and Physical Fitness by TW3 Method", *Korean Journal of Sports Science*, Vol.16, No.1, pp.581-591, (2007).
26. 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).
27. N. Y. Ahn, K. J. Kim, "Gender Differences of Body Composition, Physical Fitness and Blood Lipid Profiles Following to Skeletal Age Deviation in Juvenile Subjects", *Journal of coaching development*, Vol.17,

- No.2, pp.83-90, (2015).
28. S. H. Yoo, "Skeletal Maturity and The Prediction of Adult Height Estimated in Children", *Korean Journal of Physical Education*, Vol.38, No.4, pp.665-677, (1999)
 29. K. J. Park, T. S. Park, H. S. Park, "Growth and Maturation of Body", Seoul: Sangjosa, (1995).
 30. P. Pludowski, M. Litwin, A. Niemirsk, M. Jaworski, J. Sladowska, E. Kryskiewicz, E. Karczmarewicz, J. NeuhoffMurawska, A. Wierzbiicka, R. S. Lorenc, "Accelerated Skeletal Maturation in Children with Primary Hypertension", *Hypertension*, Vol.54, pp.1204-1205, (2009).
 31. Y. M. Cho, "Relationships Between the Bone Age, Physique and Physical Fitness Development in Athletically Gifted Children", a master's degree thesis to be unregistered, Graduate School of Inha University, (2012).
 32. D. Y. Kim, W. H. Kim, Y. W. Kim, "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", *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol.9, No.9, pp.309-317, (2018).
 33. 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).
 34. L. G. Seils, "The Relationship Between Measures of Physical Growth and Gross Motor Performance of Primary-Grade School Children", *Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education, & Recreation*, Vol.22, No.2, pp.244-260, (1951).
 35. G. P. Beunen, M. Ostyn, J. Simons, R. Renson, G. D. Van, "Chronological Age and Biological Age as Related to Physical Fitness in Boys 12 to 19 Years", *Annals of Human Biology*, Vol.8, No.4, pp.321-331, (1981).
 36. 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).
 37. D. L. Han, J. E. Lee, S. H. Kim, "Secular Trends and Influencing Factors for the Early Menarche Among Korean Middle and High School Girls", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol.16, No.3, pp.319-327, (2015).
 38. O. Y. Woo, "The Study on the Schoolgirls' Menarche -The Change of Beginning Age of Menarche and the Impact Factor, Response of the Early Menarche-", *The Korean Journal of Health Education*, Vol.2, No.1, pp.73-96, (2016).
 39. S. J. Lee, K. L. Chung, Y. G. Park, "The Study of the Changes in Skeletal Maturity According to the Time Passed from Menarche", *The Korean Journal of Orthodontics*, Vol.28, No.3, pp.409-417, (1998).
 40. E. K. Kim, S. H. Lee, "Comparison of Obesity and Growth Development in Menarcheal and Nonmenarcheal Girls", *Journal of the Korean Dietetic Association*, Vol.9, No.2, pp.106-113, (2003).