

초등학생의 골성속도에 따른 체력 군집화 : 군집분석 중심으로

김대훈^{1,*} · 윤형기¹ · 오세이¹ · 이영준¹ · 조석연² · 송대식²
서동녘² · 김주원² · 나규민² · 김민준² · 오경아^{1†}

¹송실대학교 스포츠학부, 교수

²송실대학교 일반대학원 생활체육학과, 학생

(2022년 1월 28일 접수: 2022년 2월 24일 수정: 2022년 2월 24일 채택)

A Clustering of Physical Fitness according to the Skeletal Maturation of Elementary School Students : Focused on Cluster Analysis

Dae-Hoon Kim^{1,*} · Hyoung-ki Yoon¹ · Sei-Yi Oh¹ · Young-Jun Lee¹
Seok-Yeon Cho² · Dae-Sik Song² · Dong-Nyeuck Seo² · Ju-Won Kim²
Gyu-Min Na² · Min-Jun Kim² · Kyung-A Oh^{1†}

¹School of Sports, Professor, Soongsil University

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

(Received January 28, 2022; Revised February 24, 2022; Accepted February 24, 2022)

요약 : 본 연구는 초등학생의 골연령에 따라 군집화 시켜 각 군집 그룹의 체격, 체력 및 골성속도를 분석하고 자료 분석을 통해 초등학생들의 균형적인 발달을 위한 기초자료를 제공하는 데 있다. 연구대상은 8세~13세에 해당하는 2243명을 대상으로 하였으며 골성속도 산출을 위해 X-ray 필름을 촬영한 후 TW3 방법 점수 환산표에 적용시켜 골성속도를 산출했다. 신장계(Hanebio, Korea, 2021)와 Inbody 270 (Biospace, Korea, 2019)를 사용하여 총 2개의 체격 요소를 측정하였으며, 체력은 근력(악력), 평형성(외발 서기), 민첩성(플랫테핑), 순발력(제자리멀리뛰기), 유연성(좌전굴), 근지구력(윗몸일으키기), 심폐지구력(셔틀런)으로 총 7개 체력 요소의 종목을 측정하였다. 자료처리 방법은 SPSS PC/Program (Version 26.0)과 Britics Studio Tool을 이용하여 K-Means 클러스터링 기법, 교차분석, 일원변량분석(One-Way ANOVA)을 실시하였으며, $p < .05$ 수준에서 유의한 것으로 간주하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 미숙, 보통, 조숙의 3가지 골성속도를 사용하여 군집화한 결과, 군집 1(미숙)은 근력, 평형성, 민첩성에서 높게 나타났다. 군집 2(보통)는 유연성에서 낮게 나타났으며, 군집 3(조숙)은 근력에서 높게 나타났다. 둘째, 초등학생의 개인특성별 군집화에 따른 체격 차이를 분석한 결과, 신장, 체중, 체지방률 모두 군집 3(조숙)이 높게 나타났다. 셋째, 초등학생의 개인특성별 군집화에 따른 체력 차이를 분석한 결과, 악력검사(좌, 우)는 군집 3(조숙)이 높게 나타났고 외발서기의 경우 군집 1(미숙)이 높게 나타났으며, 제자리멀리뛰기의 경우 군집 3(조숙)이 높게 나타났다.

주제어 : 초등학생, 골성속도, 체력, 군집화, 군집분석

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

Abstract : The aim of this study was to cluster according to the bone age of elementary school students in order to analyze the physique, physical fitness, and skeletal maturation of each cluster group and to provide basic data for the balanced development of elementary school students through data analysis. The subjects of this study were 2243 students aged 8 to 13 years, and the skeletal maturation were calculated by applying them to the TW3 method score conversion table after the X-ray films were taken. A total of 2 components in physique were measured using a stadiometer(Hanebio, Korea, 2021) and the Inbody 270(Biospace, Korea, 2019), and a total of 7 components in physical fitness, which included muscular strength(Hand Grip Strength), balance(Bass Stick Test), agility(Plate Tapping), power(Standing Long Jump), flexibility(Sit&Reach), muscular endurance(Sit-Up), and cardiovascular endurance(Shuttle Run) were measured as well. K-Means clustering method, cross-tabulation analysis, and one-way variable analysis(ANOVA) were conducted for data processing using the SPSS PC/Program(Version 26.0) and Bristics Studio Tool, and it was considered significant at the level of $p < .05$. The results of this study may be summarized as follow. First, as a result of clustering using three components of skeletal maturation: retarded, normal, and advanced, cluster 1(Retarded) showed excellence in muscular strength, balance, and agility. cluster 2(Normal) showed poor flexibility, whereas cluster 3(Advanced) showed excellence in muscular strength. Second, as a result of analyzing the differences in physique according to the clustering of elementary school students by their individual characteristics, cluster 3(Advanced) showed excellence in height, weight, and body fat percentage. Third, as a result of analyzing the differences in physical fitness according to the clustering of elementary school students by their individual characteristics, cluster 3(Advanced) showed excellence in Hand Grip Strength(Left, Right), whereas cluster 1(Retarded) showed excellence in Bass Stick Test, and cluster 3(Advanced) showed excellence in Standing Long Jump.

Keywords : *Elementary School Students, Skeletal Maturation, Physical Fitness, Clustering, Cluster Analysis*

1. 서론

1.1. 연구의 필요성

경제가 성장함에 따라 식생활의 서구화 및 각종 대중매체의 발전으로 인한 운동부족과 영양과잉은 단지 성인에서만 나타나는 현상이 아니다 [1]. 초등학교생들의 비만 문제와 체력저하는 단순히 교육문제를 넘어 사회적인 문제가 되고 있고 학생의 비만과 건강에 대한 심각성은 세월이 흐를수록 증가하고 있다[2]. 2019년도 초등학교생의 학생건강체력평가 결과를 보면 체력평가 1등급과 2등급이 2017년도 6.1%와 42.3%, 2018년도 6.0%와 41.4%, 2019년도 5.9%와 40.3%정도의 수치로 감소하는 반면, 4등급과 5등급은 2017년도 5.7%와 0.4%, 2018년도 6.3%와 0.4%, 2019년도 7.4%와 0.5%로 증가하였다[3]. 2015년 기준 과체중 비만율은 21.8%에서 매년 지속적으로

증가하여 2019년에는 25.8%로 나타났으며[4], 이와 같이 초등학교생들은 과거와 달리 신장 및 체중, 체지방률의 전반적인 증가추세를 보이지만 체력은 저하되는 경향을 보이고 있다[1]. 이 시기는 신체의 성장 및 변화, 발달이 비교적 급격히 일어나는 시기이므로 적당한 신체활동의 기회를 가져야 하며[5], 이 시기에 개선된 체력은 성인이 되어도 평생의 체력증진 및 건강을 유지할 수 있는 기초가 된다[6]. 초등학교생의 발육발달의 패턴과 속도는 모두 다를 뿐 아니라 이에 따라 근력의 발달도 차이가 발생한다[7]. 그렇기 때문에 같은 학년이더라도 골성속도가 빠르면 신장이나 체중과 같은 체격 요소가 발달되며[8], 신체의 수행능력 차이를 유발하는 요소가 될 수 있다 [9,10,11].

인간의 발육발달은 연속적이면서도 복잡하며, 다양한 요인들의 상호작용에 의해 결정되는데 발

육시기에 우리 몸의 모든 뼈 마디에 성장판이 존재한다. 아동, 청소년의 신체 발달이나 골성속도를 평가하기 위하여 골연령을 측정하는 것은 가장 좋은 생물학 성숙의 지표로 제안이 되고 있다 [12]. 골은 근육이 발달함으로써 성장하여 다양한 신체활동을 수행할 수 있도록 하고 [13] 골성속도를 기반으로 체격 및 신체구성에 관련된 평가는 유전적, 환경적 요인과 개인의 운동능력과 체력을 평가하는데 중요한 요소가 된다 [14]. 동일한 연령에서도 골연령에 따른 체력수준과 운동수행능력이 다를 수 있다고 나타났으며, 사춘기전의 골성속도는 근력, 순발력 및 민첩성과 밀접한 관련이 있고 [15], 청소년기 소녀들의 골성속도는 근력에 유의한 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타났다 [13].

군집분석 기법은 빅데이터를 이용한 기계학습의 비지도 학습기법 [16]을 사용하여 목표변수(종속변수)가 없이 관찰변수(독립변수)로 이루어진 데이터에서 비슷한 특성을 지닌 관측 값을 군집화 하는 방법이다 [17].

많은 수의 관측개체를 각각의 군집 그룹으로 나눠서 대상 집단을 이해하는데 목적이 있으며, 군집을 분류하는 방법으로는 각 군집을 하나의 모델이라고 가정 후 주어진 모델에 제일 적합한 개체들을 알아내는 모델기반, 하나의 군집이 다른 군집에 포함이 되지만 군집 간에 중복이 허용되지 않고 브랜치(branch)와 같은 구조를 취하는 계층적 군집방법, 각 개체가 상호 배반적 여러 군집들 중 하나에서만 속하는 비계층적 군집방법이 있다. 각각의 분석방법에는 장점과 단점이 존재한다. 어떤 방식을 선택함에 따라 결과가 달라짐으로 군집화의 목적에 맞게 알맞은 방법을 선택해야 한다 [18].

이처럼 초등학생의 체력군집 분석을 통한 군집의 특성별 운동프로그램을 개발한다면 초등학생 체육 프로그램 작성의 기본 원리인 개별화의 원리를 적용한 운동프로그램을 구성 할 수 있게 된다. 또 불균형한 운동능력을 형성한 군집의 경우 맞춤형 체력관리 및 운동프로그램을 제안할 수 있게 된다 [19].

따라서 본 연구는 초등학생을 대상으로 골성속도를 통해 개인별 체력을 종합적으로 분석할 필요가 있다고 판단된다. 체력요소의 유사성을 이용하여 군집군을 형성하고 각 군집별 체력요소의 종합적 특성을 살펴보고자 한다.

1.2. 연구의 목적 및 가설

본 연구에서는 초등학생의 골성속도에 따른 체력 군집화를 분석하고 초등학생들의 균형적인 성장 및 체력 발달을 위해 기초적인 정보를 제공하는데 그 목적이 있으며 연구 가설은 다음과 같다.

첫째, 초등학생의 골성속도에 따른 군집간 체격의 차이가 있을 것이다.

둘째, 초등학생의 골성속도에 따른 군집간 체력의 차이가 있을 것이다.

2. 연구방법

2.1. 연구 대상

본 연구의 모집단은 8세~13세에 해당하는 초등학생을 대상으로 다단계 유층집락무선표집법을 사용하였으며, 수도권 소재 초등학교 1곳, 스포츠 관련 사설기관 1곳으로 총 2곳을 선정하여 총 2291명을 표집 하였다. 표집 된 자료 중 기록이 누락되거나 측정태도가 불성실하다고 판단된 48명을 제외하여 실제 분석에 사용된 자료는 총 2243명이다. 수집된 2243명의 일반적 특성을 확인한 결과 <Table 1>과 같다.

2.2. 측정방법

2.2.1. 측정기간

본 연구는 2019년 11월 18일부터 12월 14일, 2021년 4월 19일부터 6월 12일까지 약 2년에 걸쳐 골성속도 및 체격, 체력을 측정하였다.

2.2.2. 측정절차 및 방법

본 연구에서 유소년의 골성속도 및 체격, 체력의 측정항목은 <Table 2>와 같다.

(1) 골성속도

본 연구에서 골성속도 산출을 위해 연구 대상자의 좌측 손 및 손목 X-ray 필름을 촬영한 후 부위별 골성속도를 Tanner et al.[20]이 고안한 골성속도 판정의 TW3 방법대입하여 RUS점수를 환산하였고 환산점수를 토대로 골성속도를 측정하였다.

Table 1. General Characteristics of Participants

					<i>n</i> (%)
		Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Total
Sex	M	276(12.3)	570(25.4)	289(12.9)	1135(50.6)
	F	270(12.0)	557(24.8)	281(12.5)	1108(49.4)
Age	8	68(3.0)	146(6.5)	76(3.4)	290(12.9)
	Percentage of Total	(12.4)	(12.9)	(13.3)	
	9	57(2.5)	119(5.3)	63(2.8)	239(10.7)
	Percentage of Total	(10.4)	(10.5)	(11.0)	
	10	77(3.4)	161(7.2)	81(3.6)	319(14.2)
	Percentage of Total	(14.1)	(14.2)	(14.2)	
	11	115(5.1)	233(10.4)	116(5.2)	464(20.7)
	Percentage of Total	(21.0)	(20.6)	(20.3)	
	12	124(5.5)	254(11.3)	127(5.4)	505(22.5)
	Percentage of Total	(22.7)	(22.5)	(22.2)	
13	105(4.7)	214(9.5)	107(4.8)	426(19.0)	
Percentage of Total	(19.2)	(18.9)	(18.7)		
Total		546(24.3)	1127(50.2)	570(25.4)	2243(100)

Table 2. Measuring Components of Bone Age, Physique, Physical Fitness

Factor	Components	Content	Measuring Instrument
Bone Age	Bone Age	X-ray, TW3	Diagnosis Radiation Equipment (DK Medical System, Korea, 2006)
Physique	Height	Measurement of Height	Stadiometer (Hanebio, Korea, 2021)
	Weight	Measurement of Weight	Inbody 270 (Biospace, Korea, 2019)
Physical Fitness	Muscular Strength	Hand Grip Strength	Grip Strength Indicator (Donghwa Athletic Corporation, China, 2019)
	Balance	Bass Stick Test	Custom-Made Stick (Wood Land Furniture Workshop, Korea, 2021)
	Agility	Plate Tapping	Custom-Made Board (Wood Land Furniture Workshop, Korea, 2021)
	Power	Standing Long Jump	Standing Long Jump Mat (Promax, Taiwan, 2006)
	Flexibility	Sit&Reach	Sit & Reach Box (World Sports Industry, Korea, 2019)
	Muscular Endurance	Sit-Up	Sit-Up Board (Everlast, China, 2013)
Cardiovascular Endurance	Shuttle Run	All-In-One CD Player System (INVIO, Korea, 2019)	

(2) 체격 및 체력측정

유소년의 골성속도, 체격 및 체력을 측정하기 위해 골성속도는 X-ray(DK Medical System, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 체격은 신장계, Inbody 270을 사용하여 총 2개의 체격 요소인 신장과 체중을 측정하였다. 체력은 악력 측정기(Donghwa Athletic Corporation, China, 2019)를 사용하여 근력을 측정하였고 자체 제작 평형대(Wood Land Furniture Workshop, Korea, 2021)를 사용하여 평형성을 측정하였으며, 자체 제작 보드(Wood Land Furniture Workshop, Korea, 2021)를 사용하여 민첩성을 측정하였다. 제자리멀리뛰기 매트(Promax, Taiwan, 2006)를 사용하여 순발력을 측정하였고 좌전굴 측정기(World Sports Industry, Korea, 2019)를 사용하여 유연성을 측정하였으며, 잇업보드(Everlast, China, 2013)를 사용하여 근지구력을 측정하였다. 마지막으로 올인원 CD플레이어(INVIO, Korea, 2019)를 사용하여 심폐지구력을 측정하였다. 따라서 총 7개의 체력 요소인 근력(악력), 평형성(외발서기), 민첩성(플랫테핑), 순발력(제자리멀리뛰기), 유연성(좌전굴), 근지구력(윗몸일으키기), 심폐지구력(셔틀런)을 측정하였다. 측정 횟수는 2회를 기준으로 측정한 후 더 좋은 기록을 기록하였고, 반복 측정이 어려운 윗몸일으키기, 셔틀런은 1회 측정하였다.

2.3. 자료처리

자료처리 방법은 SPSS PC/Program(Version 26.0)과 Britics Studio Tool(Version .3.8)을 이용

하여 분석하였다. 구체적인 분석 방법은 다음과 같다. 첫째, 측정된 13개의 뼈의 RUS score를 골성속도 환산표에 대입하여 골연령을 산출하였다. 둘째, 초등학생의 체력값을 군집화하기 위해 K-Means 클러스터링 기법을 이용하였다. 클러스터 개수(K)는 3개로 선정을 하였으며, 7가지의 체력값을 기준으로 군집화를 실시하였다. 셋째, 군집화에 따른 성별, 골성속도, 연령의 분포도를 확인하기 위해 교차분석을 실시하였다. 넷째, 군집화에 따른 체격, 체력의 차이를 분석하기 위해 일원변량분석을 실시하였고, 유의수준은 $p < .05$ 수준에서 유의한 것으로 간주하였다.

3. 결과

3.1. 군집화에 따른 체격의 차이

초등학생의 군집화에 따른 체격 차이 분석 결과는 <Table 3>과 같다. 신장($F=74.389^{***}$), 체중($F=95.204^{***}$), 체지방률($F=17.884^{***}$) 모두 군집 3(조숙)이 높게 나타났으며, 군집 3(조숙), 군집 2(보통), 군집 1(미숙) 순으로 유의한 차이를 보였다.

3.2. 골성속도에 따른 체력 군집화

미숙, 보통, 조숙의 3가지 골성속도를 기반으로 군집화한 결과 7개의 체력, 평형성, 민첩성, 순발력, 유연성, 근지구력, 심폐지구력 특성이 다음과 같이 나타났다(Fig. 1). 군집 1(미숙)은 평형성 및 민첩성이 높게 나타났으며 근력이 다른 체력에

Table 3. Clustering of the Differences in Physique

	Clustering	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	Sheffe
Height (cm)	1 ^a	546	135.620	10.7835	74.389 ^{***}	a<b<c
	2 ^b	1127	139.898	11.6231		
	3 ^c	570	144.198	12.8262		
Weight (kg)	1 ^a	546	33.509	8.8262	95.204 ^{***}	a<b<c
	2 ^b	1127	37.682	11.0098		
	3 ^c	570	42.579	12.7386		
Percent Fat (%fat)	1 ^a	546	25.095	7.6205	17.884 ^{***}	a<b<c
	2 ^b	1127	26.293	7.9759		
	3 ^c	570	27.901	7.9657		

*** $p < .001$

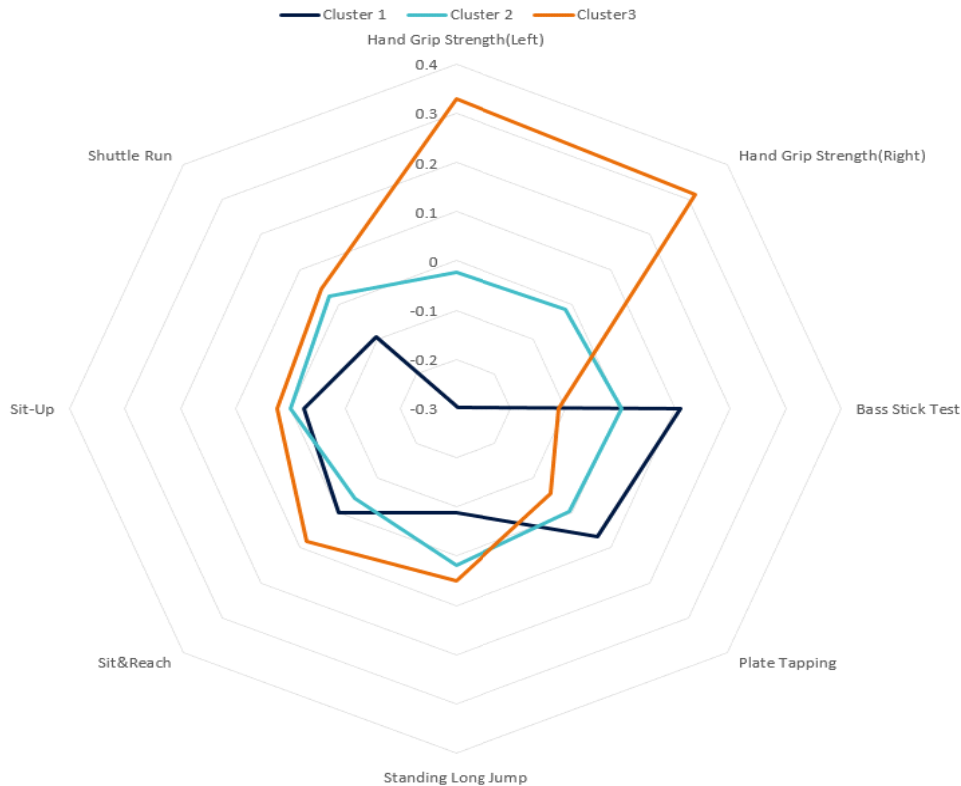


Fig. 1. Clustering of the Physical Fitness.

비해 현저히 낮게 나타났다. 군집 2(보통)는 다른 군에 비해 유연성이 가장 낮게 나타났으나 비교적 7개 체력 요소들이 모두 균형적으로 나타났다. 군집 3(조속)은 근력이 현저히 높게 나타났으며 평형성 및 민첩성이 다른 군에 비해 낮게 나타났다.

3.3. 군집화에 따른 체력의 차이

초등학생의 군집화에 따른 체력 차이 분석 결과는 <Table 4>와 같다. 악력검사(좌)($F=57.883^{***}$)와 악력검사(우)($F=54.910^{***}$)는 군집 3(조속)이 높게 나타났으며, 군집 3(조속), 군집 2(보통), 군집 1(미숙) 순으로 유의한 차이를 보였다. 외발서기의 경우 군집 1(미숙)이 높게 나타났으며 군집 1(미숙)이 군집 3(조속)보다 유의하게 높게 나타났다($F=6.887^{**}$). 제자리멀리뛰기의 경우 군집 3(조속) 높게 나타났으며 군집 3(조속)이 군집 1(미숙)보다 유의하게 높게 나타났다($F=3.029^*$).

4. 고 찰

신체구성은 인간이 출생할 때부터 성장과정에 있어 지속적으로 변화한다. 초등학생 남자 11~13세, 여자 10~12세에 2차 성장에 해당하는 시기로서 골격과 근육이 급격히 성장[21]하기 때문에 이 시기의 신체활동은 매우 중요하다고 할 수 있다. 골성속도를 평가하는 것은 출생 후 성인기까지 가장 정확한 생물학적 성숙지표라고 할 수 있고, 발육시기 어린이들의 성장과정을 이해하는데 매우 중요한 요소라 하였다[22]. 이에 본 연구는 발육발달 과정 중 중요한 시기인 초등학생들의 골성속도, 체격, 체력을 측정하고 군집화를 통해 그룹별 차이를 보았다.

본 연구에서 군집화에 따른 체격요인에서 군집 1(미숙), 군집 2(보통), 군집 3(조속) 세 집단 간 유의한 차이를 보였다. 군집 3(조속)이 군집 1(미숙), 군집 2(보통)보다 전체 요인에서 높은 경향을 나타냈다.

Table 4. Clustering of the Differences in Physical Fitness

	Clustering	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	Sheffe
Hand Grip Strength (Left)	1 ^a	546	12.9925	4.62928	57.883***	a<b<c
	2 ^b	1127	14.5618	5.65426		
	3 ^c	570	16.6101	6.46446		
Hand Grip Strength (Right)	1 ^a	546	13.882	5.0786	54.910***	a<b<c
	2 ^b	1127	15.646	6.0740		
	3 ^c	570	17.726	7.1288		
Bass Stick Test	1 ^a	546	28.5573	32.99071	6.887**	c<a
	2 ^b	1127	25.4930	28.89242		
	3 ^c	570	22.1473	24.24361		
Plate Tapping	1 ^a	546	7.8110	1.88481	2.100	N.S.
	2 ^b	1127	7.6722	1.95927		
	3 ^c	570	7.5772	1.86991		
Standing Long Jump	1 ^a	546	130.785	24.6818	3.029*	a<c
	2 ^b	1127	133.494	24.8091		
	3 ^c	570	134.275	26.8121		
Sit & Reach	1 ^a	546	8.497	6.7357	2.941	N.S.
	2 ^b	1127	8.194	7.1482		
	3 ^c	570	9.080	7.3756		
Sit-Up	1 ^a	546	38.20	51.413	0.303	N.S.
	2 ^b	1127	39.30	44.704		
	3 ^c	570	40.44	50.906		
Shuttle Run	1 ^a	546	46.01	23.904	3.336	N.S.
	2 ^b	1127	49.00	24.569		
	3 ^c	570	49.51	27.299		

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

N.S. : Non-Significance

이러한 결과는 체육영재로 추천받은 여자 초등학생을 대상으로 연구한 변재경 등[23]의 연구에서 신장, 체중, 체지방률 모두 조속집단이 미숙과 보통집단보다 높게 나타나 본 연구를 지지해준다. 초등학교 4학년부터 6학년을 대상으로 연구한 유승희[24]의 연구에서 11세 남자와 9세 여자의 신장과 체중은 조속군과 보통군, 미숙군 간의 유의한 차이가 나타나 본 연구를 부분적으로 지지해준다. 초등학교 저학년을 대상으로 연구한 강동연 등[25]의 연구 결과 남녀 전체 조속 정상 만속

집단 간 체중에서 유의한 차이가 나타났으며, 여아의 경우 조속 정상 만속 집단 간 신장, 체중에서 유의한 차이가 나타나 본 연구결과를 부분적으로 지지해준다. 초등학교 4학년에 재학중인 학생들을 대상으로 연구한 홍창배 등[26]의 연구 결과 LOW그룹에 비해 HIGH그룹이 신장, 체중, 체지방률이 유의하게 높게 나타나 본 연구 결과를 지지해준다. 또한 아동기 태권도 수련생을 대상으로 연구한 강동훈, 윤행기[27]에 따르면 신장과 체중에 있어서 조속군, 보통군, 미숙군 순으로

나타났으며 그룹 간 유의한 차이가 나타나 본 연구를 부분적으로 지지해준다.

골성속도에 따른 체력 특성을 군집화 한 결과 7개 체력 중 근력, 평형성 그리고 순발력에서 그룹 간 유의한 차이가 나타났으며, 근력과 순발력은 모두 조속군이 미속군 보다 높게 나타났고, 평형성의 경우 유일하게 미속군이 조속군보다 높게 나타났다. 근력의 경우 악력검사(좌), 악력검사(우) 모두 매우 유의한 차이가 나타났는데 이는 초등학생이 조속할수록 골 성장과 함께 신체 성장이 더욱 이루어지기 때문에 이러한 결과가 나타났다고 판단된다. Beunen[28]은 근력과 골성속도는 매우 밀접한 관계가 있다고 하였으며, 한국 스포츠개발원[29]에서도 본 연구결과를 뒷받침하고 있다. 순발력의 경우 조속군과 보통군 간에는 유의한 차이는 없었지만 조속군과 미속군 간에는 유의한 차이가 나타났다. 초등학교 1학년부터 6학년을 대상으로 연구한 송종국 등[30]의 연구에서 제자리멀리뛰기(순발력)가 통계적으로 유의하게 높았다는 결과와 같았으며 Freitas et al.[31]의 초등학생 8세와 12세의 체력을 비교한 연구에서 순발력은 12세 때 향상되었다고 나타나 본 연구의 결과를 지지해준다. 본 연구 결과 중 유일하게 미속군이 조속군보다 높았던 평형성의 경우 비교적 유의한 차이가 나타났으며 이는 김태운[32]과는 반대되는 결과 였지만 김대훈 등[33]과는 동일한 결과가 나타났다. 이는 김태운[32]의 경우 20년 전 연구 결과로 세월이 흐름에 따라 초등학생의 신체적 변화가 나타났을 뿐 아니라 연구 대상이 초등학생 고학년을 대상으로 한 연구이기에 상반되는 결과가 나타났다고 생각된다.

이에 본 연구에서는 초등학생 개인별 체력의 특성을 종합적으로 분석할 필요가 있다고 판단되어 체력요소의 유사성을 이용하여 다양한 군집군을 형성하고 각 군집별 체력요소의 종합적 특성을 확인했다. 이와 같이 골성속도에 따른 체력의 특성 분석 방법에 대한 다각적 접근이 필요하며 미속, 보통, 조속군 각각의 부족한 체력요소들에 대한 체계적인 운동프로그램이 연구되어야 한다고 판단된다. 추후 초등학생의 체력 군집별 맞춤형 체력 관리 프로그램을 구성하여 불균형한 운동능력을 형성한 군집의 경우 맞춤형 체력관리 및 운동프로그램을 제안할 수 있는 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 수도권에 소재한 초등학교, 중학교, 스포츠 관련 시설기관에서 총 2291명을 표집 하였다. 표집 된 자료 중 기록이 누락되거나 측정태도가 불성실하다고 판단된 48명을 제외하여 실제 분석에 사용된 자료는 총 2243명이다. 본 연구 대상자는 8세~13세에 해당하는 2243명의 초등학생을 대상으로 골성속도에 따른 체력 군집을 분석하였다.

현재 실시되고 있는 체력분석 방식과는 달리 초등학생의 개인별 체력의 특성을 종합적으로 분석할 필요가 있다고 판단되어 연구를 실시하였으며, 골성속도는 측정된 13개의 뼈의 RUS score를 골성속도 환산표에 의해 산출하였다. 체력 항목으로는 근력(악력), 평형성(외발서기), 민첩성(플랫테핑), 순발력(제자리멀리뛰기), 유연성(좌전굴), 근지구력(윗몸일으키기), 심폐지구력(셔틀런)을 측정하였다. 체력 군집화는 미속, 보통, 조속의 3가지 골성속도를 사용하였으며, 그 결과 체력요소의 유사성을 이용하여 다양한 군집군을 형성하고 각 군집별 체력요소의 종합적 특성을 구형하였고 그 결론은 다음과 같다.

1. 초등학생의 개인특성별 군집화에 따른 체력 차이를 분석한 결과, 신장, 체중, 체지방률 모두 군집 3(조속)이 높게 나타났으며, 군집 3(조속), 군집 2(보통), 군집 1(미속) 순으로 유의한 차이를 보였다.
2. 미속, 보통, 조속의 3가지 골성속도를 사용하여 군집화한 결과 근력, 평형성, 민첩성, 순발력, 유연성, 근지구력, 심폐지구력 7가지 체력 특성이 다음과 같이 나타났다. 군집 1(미속)은 평형성 및 민첩성이 높게 나타났으며, 근력이 다른 체력에 비해 현저히 낮게 나타났다. 군집 2(보통)는 다른 군에 비해 유연성이 가장 낮게 나타났으나, 비교적 7개 체력 요소들이 모두 균형적으로 나타났다. 군집 3(조속)은 근력이 높게 나타났으며, 평형성 및 민첩성이 다른 군에 비해 낮게 나타났다.

3. 초등학생의 개인특성별 군집화에 따른 체력 차이를 분석한 결과, 약력검사(좌, 우)는 군집 3(조속)이 높게 나타났으며, 군집 3(조속), 군집 2(보통), 군집 1(미속) 순으로 유의한 차이를 보였다. 외발서기의 경우 군집 1(미속)이 높게 나타났으며, 군집 1(미속)이 군집 3(조속)보다 유의하게 높게 나타났다. 제자리멀리뛰기의 경우 군집 3(조속)이 높게 나타났으며, 군집 3(조속)이 군집 1(미속)보다 유의하게 높게 나타났다.

연구결과를 종합해 보면 초등학생의 골성속도에 따른 남녀 8세~13세에서는 체력 차이가 나타났으며, 이를 토대로 본 연구에서는 공공기관 및 사설기관에서 골성속도에 따른 개인특성별 군집화된 데이터를 통해 맞춤형 운동프로그램을 구성할 필요가 있으며, 맞춤형 운동프로그램을 통해 체격 및 체력이 불균형한 초등학생들의 체력관리를 함으로서 초등학생의 체격 및 체력을 발달시킬 수 있다고 생각이 된다. 이에 후속 연구에서는 이를 기반으로 군집의 특성별 운동프로그램의 개발이 활발히 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

*This research project was supported by Korean 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. 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' to Boost Physical Activities", *The Korean Journal of Growth and Development*, Vol.18, No.1, pp. 31-36, (2010).
2. S. R. Bae, W. S. Eom, "Physical Self-Concept depending on the PAPS of Elementary School Students", *The Korean Journal of Elementary Physical Education*, Vol.19, No.4, pp. 165-178, (2014).
3. J. Y. Lee. Elementary and Secondary School Students' Physical Fitness is Getting Worse... Decreased in Grade 1-2 and Increased in Grades 4-5 [Internet]. Yonhap News Agency [cited 2019 May 8], Available From: <https://www.yna.co.kr/view/ AKR 20190508044000004>. (accessed Jan., 24, 2022).
4. Ministry of Education, "Student Health Examination in 2019", (2019).
5. E. S Lee, "An Effect of the Integrated Circuit Training Program Upon Basal Metabolism and Body Fat Percentage of Female Elementary School Students", *The Korean Journal of Growth and Development*, Vol.19, No.4, pp. 279-284, (2011).
6. Y. S. Lee, S. I. Kim, "A Similar Longitudinal Study on Kidney Development in Elementary and Secondary School Students", *Seoul: Korean Educational Development Institute*, (1980).
7. G. J. Park, T. S. Park, H. S. Park, "The Growth and Development of the Body", *Seoul: Sangjosa*, (1995).
8. Y. M. Choi, "Relationship 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).
9. R. L. Mirwald, A. D. G. Baxter-Jones, D. A. Bailey, G. P. Beunen, "Peak height velocity as an alternative for maturational classification associated with motor performance", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol.34, No.4, pp. 689-694, (2002).
10. D. R. L. Machado, M. R. Bonfim, L. T.

- Costa, "An Assessment of Maturity from Anthropometric Measurements", *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.*, Vol.11, No.1, pp. 14-21, (2009).
11. M. M. Santos, A. H. S. Ferreira, M. C. Costa, F. J. S. Guimarães, R. M. Ritti-Dias, "Contributions of muscle mass to force production in different maturation stages", *ConScientiae Saúde*, Vol.10, No.3, pp. 487-493, (2011).
 12. J. I. Bae, "Bone Age-related Factor in Children", a master's degree thesis to be unregistered, Graduate School of Public Health Kyungpook National University, (2015).
 13. C. S. Kim, D. H. Park, "Relationship between Bone Mineral Content And Body Composition In Elementary Children", *Korean Journal of Sport Science*, Vol.15, No.2, pp. 32-38, (2004).
 14. R. M. Malina, C. Bouchard, & O. Bar-Or, "Growth Maturation and Physical Activity (2nd Ed.)", *Champaign, IL: Human Kinetics*, (2004).
 15. G. P. Beunen, R. M. Malina, J. Lefevre, A. L. Claessens, R. Renson, J. Simons, "Prediction of Adult Stature and Noninvasive Assessment of Biological Maturation", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol.29, No.2, pp. 225-230, (1997).
 16. S. Y. Kim, C. Y. Joo, "First Time Learning Machine Learning: From Basics to Modeling, Practical Examples, and Problem Solving", *Seoul: Hanbit Media*, (2017).
 17. C. Y. Park, Y. D. Kim, J. W. Song, H. S. Choi, "R Data Mining", *Seoul: Kyowoo*, (2013).
 18. H. O. Heo, Y. J. Park, "Analysis on Clustering Patterns and Characteristics of Computational Thinking Competency of Middle School Students", *The Korean Society for Educational Technology*, Vol.35, No.3, pp. 729-754, (2019).
 19. E. J. Kim, "Multivariate Approach to Children's Physical Strength: Based on Cluster Analysis", *Korean Journal of Sports Science*, Vol.29, No.5, pp. 1293-1302, (2020).
 20. 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).
 21. J. H. Shin, K. J. Kim, "The Association of Serum IGF-I, Growth Velocity, Fat Area and Muscle Area after Growth Hormone Treatment in Growth Hormone Deficient Children", *Clinical and Experimental Pediatrics*, Vol.40, No.1, pp. 97-103, (1997).
 22. N. Armstrong, J. R. Welsman, B. J. Kirby, "Submaximal exercise and maturation in 12-year-olds", *Journal of Sports Sciences*, Vol.17, No.2, pp. 107-114, (1999).
 23. 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).
 24. 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).
 25. 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, Adults", *The Korean Journal of Growth and Development*, Vol.18, No.1, pp. 31-36, (2010).
 26. C. B. Hong, J. H. Park, K. J. Kim, "Differences of Body Composition, Physical Fitness, and Exercise-Mediated Changes Following to Skeletal Age Deviation in Prepubertal Children", *Exercise Science*, Vol.18, No.1, pp. 91-104, (2009).
 27. D. H. Kang, H. K. Yoon, "The study of

- Childhood Taekwondo Practitioners on Skeletal Maturation, Physique, Body Composition and Physical Fitness by TW3 method”, *The Korean Society of Sports Science*, Vol.16, No.1, pp. 581-591, (2007).
28. G. P. Beunen, M. Ostin, 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).
29. Korean Institute of Sport Science, “Guidelines for the Development of Children’s Exercise”, (2014).
30. J. K. Song, J. H. Chai, H. J. Kang, H. C. Jung, M. W. Seo, M. H. Kim, H. B. Kim, “Tracking of Body Composition and Physical Fitness in Elementary School Boys and Girls from age 7 to age 12 years: six-year Longitudinal Study”, *Korean Journal of Sport Science*, Vol.25, No.4, pp. 664-679, (2014).
31. D. Freitas, G. Beunen, J. Maia, A. Claessens, M. Thomis, A. Marques, E. Gouveia, J. Lefevre, “Tracking of fatness during childhood, adolescence and young adulthood: a 7-year follow-up study in Madeira Island, Portugal”, *Annals of Human Biology*, Vol.39, No.1, pp. 59-67, (2012).
32. T. W. Kim, “The Effect of Skeletal Maturity on Physical Performance in Schoolboys and Girls Aged 9 to 12 Years”, *The Korean Journal of Physical Education*, Vol.41, No.2, pp. 573-582, (2002).
- 33.. D. H. Kim, H. K. Yoon, S. Y. Oh, Y. J. Lee, B. J. Kim, Y. M. Choi, D. S. Song, J. H. An, D. N. Seo, J. W. Kim, G. M. Na, K. A. Oh, “The Verification of Physique and Physical Fitness Differences Through Bone Age and Chronological Age Among Adolescents”, *Journal of the Korean Applied Science and Technology*, Vol.38, No.1, pp. 318-331, (2021).