

골연령 기반 청소년 생물학적 성숙도 빅데이터 분석

배상준^o, 김동호^{*}

^o숭실대학교 미디어학과,

^{*}숭실대학교 미디어학과

e-mail: tkdwns8477@gmail.com^o, dkim@ssu.ac.kr^{*}

Bone age-based big data analysis of the biological maturity of adolescents

Sang-joon Bae^o, Dongho Kim^{*}

^oDept. of Digital Media, Soongsil University,

^{*}Dept. of Digital Media, Soongsil University

● 요약 ●

본 논문에서는 역연령으로 구분되었던 기존 생물학적 성숙도에 기반한 체력 지표가 아닌 골성숙도를 활용한 생물학적 성숙도에 기반하여 청소년의 신체에 맞는 체계적인 운동을 추천하는 기법을 제안한다. 이를 통해 청소년의 성장기에 개인화된 운동능력 발달을 성취하게 함으로써 국민 체력 증진에 기여하고 체육 공교육 활성화 및 청소년 피트니스 관리 산업 발전에 도움이 될 것으로 기대한다.

키워드: 골연령(Bone age), 역연령(Chronological age), 생물학적 성숙도(Biological maturity), 빅데이터 분석(Big data analysis)

I. Introduction

지금까지 청소년들의 발육단계 구분의 척도는 역연령 기준으로 구분되어 생물학적 성숙도를 분류해왔다. 하지만 이는 역연령 동일 그룹 내 여러 단계의 생물학적 성숙도를 가진 대상으로 구성되는 오류가 존재하였다[1]. 또한 코로나19 팬데믹 시기 우리나라 청소년의 20.6%만이 WHO가 권장하는 청소년 신체활동 기준을 충족하는 바[2], 청소년들의 체계적인 체력관리를 위한 지표가 필요하다 할 것이다.

그러므로 본 논문에서는 청소년들의 발육단계 구분의 척도를 세월의 나이인 역연령으로 구분하는 것이 아닌 생물학적 성숙도 평가를 위하여 골격성숙도에 따라 청소년들의 발육단계를 구분함으로써, 이에 따라 체계적인 운동을 진행할 수 있도록 청소년의 골연령에 기반한 빅데이터 분석을 통해 평균 체력 지표를 분석한다.

II. The Proposed Scheme

본 장에서는 골연령 기반 청소년 운동 분석 연구에 대해 설명한다. 청소년 운동 분석을 위하여 개개인의 골격 성숙도, 체격 및 체력을 측정하며, 골격 성숙도는 역연령이 아닌 골연령에 따라 청소년의 발육단계를 구분하기 위해 선정한다. 체격과 체력은 각 역연령별에 따라 골연령을 측정 후 발육단계별로 구분하기 위해 선정한다.

1. 골연령의 평가방법

Fig. 1은 골격 성숙도 측정을 위하여 방사선 촬영 방법을 보이는 것으로 골연령의 평가 방법은 왼손을 구성하는 13개 부위의 골성숙도 정도에 따라 골등급을 매겨 등급에 따른 점수를 통해 골연령을 측정하는 TW3 방법을 사용하였다[3].

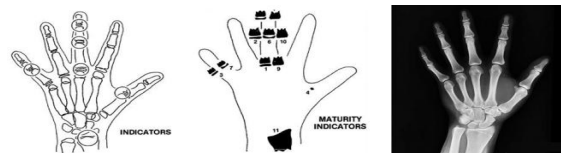


Fig. 1. 골격성숙도 측정을 위한 방사선 촬영 방법

2. 빅데이터 분석을 통한 미성숙도 분석

유소년으로부터 측정된 골연령, 체격, 체력 데이터를 K-Means 클러스터링 학습 기법을 사용하여 빅데이터 분석을 통한 군집화를 진행하였다.

먼저 데이터셋에서 원하는 클러스터의 개수를 결정하고 K개 클러스터의 중심을 무작위로 설정한다.

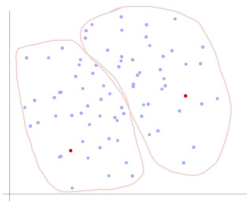


Fig. 2. Expectating

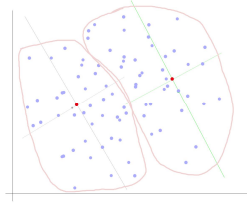


Fig. 3. Maximizing

Fig 2 단계에서 모든 데이터 셋과 각 중심과의 유클리드간 거리를 식 1과 같이 목적함수(J)를 최소화하는 무게 중심 벡터를 계산하여 가장 가까운 중심에 할당한다.

$$J = \sum_{n=1}^k \sum_{n=1}^k r_{nk} \|x_n - u_k\|^2 \quad (1)$$

Fig 3 단계를 통해 각 중심이 클러스터의 중심에 오도록 업데이트를 진행한다. 해당 단계를 학습결과가 바뀌지 않을 때까지 Expectating과 Maximizing을 반복 진행한다.

빅데이터 분석과정을 통해 Fig. 4와 같이 동일 나이 기준 골연령 비교를 통해 상위 25%(조숙), 상위 26~75%(보통), 상위 76~100%(미숙) 분류를 진행하였다.

성별	골 성숙도	약력_좌 (kg)	약력_우 (kg)	외발서기 (초)	플랫풱 (초)	제자리 멀리뛰기 (cm)	좌전굴 (cm)	윗몸 일으키기 (회)	서클런 (회)
남자	조숙	8.964	9.111	11.642	9.039	107.094	8.436	15.861	48.778
	보통	8.026	8.582	12.317	9.471	109.936	8.735	17.292	47.097
	미숙	7.895	8.035	8.178	9.086	112.757	7.392	11.595	30.784
여자	조숙	8.35	8.39	19.19	9.54	101.30	10.66	15.91	41.42
	보통	7.65	7.87	16.57	9.69	102.12	10.96	14.04	46.15
	미숙	7.58	7.78	19.72	10.28	99.84	8.85	10.78	43.49

Fig. 4. 역연령 기준 골연령 미성숙도 군집화

III. Experiments

본 연구에서는 기존에 역연령으로 분류되어 생물학적 성숙도를 정확하게 분류하지 못하는 오류를 골연령을 기반으로 한 빅데이터 분석을 통하여 각 역연령 기준 골격성숙도에 따른 조숙, 미숙, 보통과 같은 분류를 진행하고, 실제 Fig 5와 같이 유소년(6세~16세)의 2890 개 데이터를 대상으로 빅데이터 분석을 진행하였다.

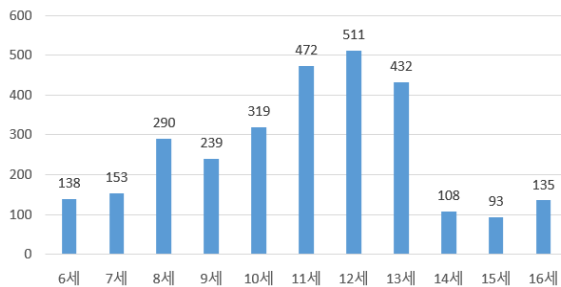


Fig. 5. 빅데이터 분석에 활용된 유소년 데이터

IV. Conclusions

본 논문에서는 역연령이 아닌 골연령 기반으로 유소년 발육단계를 빅데이터로 분석하여 동일 나이별 체력측정의 부족한 요소를 판단한다. 해당 방법을 통하여 COVID-19 사태로 점차 줄어들어 가는 유소년의 신체활동에 대해 부족한 체력 항목에 따라 맞추어 운동을 추천이 가능한 다양한 헬스산업으로 활용될 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGEMENT

위 논문은 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었습니다.

REFERENCES

- [1] D. H. Kim, et al., "The Verification of Physique and Physical Fitness Differences Through Bone Age and Chronological Age Among Adolescents." Journal of the Korean Society of Applied Science and Technology, 38(1), pp. 318-331, 2021
- [2] K. I. Lee, "Analysis of the characteristics of moderate to vigorous physical activity of middle school adolescents according to gender and number of school physical activity in COVID-19.", Journal of the Korean Society for Sports Education, 28(4), pp. 67-80, 2021.
- [3] J. M. Tanner, et al., "Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3 Method)", 3rd Edition London: WB Saunders, 2001.