

한국인 시신에서 복장뼈길이를 이용한 키 추정

김디근^{1,5,†}, 최유진^{2,5,†}, 박광락^{3,5}, 조재호^{4,5}, 권형욱^{1,5}, 최윤일^{1,5}, 박정현^{1,5}

¹강원대학교 의과대학 해부학교실, ²경기북부경찰청 형사과 과학수사계, ³상지대학교 한의과대학 해부학교실,
⁴한림대학교 의과대학 춘천성심병원 정형외과학교실, ⁵강원해부연구팀

Stature Estimation from Sternal Length in Korean Cadavers

Digud Kim^{1,5,†}, Yu-Jin Choi^{2,5,†}, Kwang-Rak Park^{3,5}, Jaeho Cho^{4,5}, Hyung-Wook Kwon^{1,5},
Yunil Choe^{1,5}, Jeonghyun Park^{1,5}

¹Department of Anatomy & Cell Biology, College of Medicine, Kangwon National University

²Medical death Investigation Team of the Criminal Investigation Division of the Gyeonggi Northern Police Agency

³Department of Anatomy, College of Korean Medicine, Sangji University

⁴Department of Orthopaedic Surgery, Chuncheon Sacred Heart Hospital, College of Medicine, Hallym University

⁵Kangwon Anatomy Research Team

Abstract : Stature estimation is an important aspect of physical anthropology and forensic science, especially when long bones are missing or fragmented, necessitating alternative skeletal indicators. The sternum, due to its location in the chest, is relatively resistant to damage and may be useful in forensic identification. However, no research for stature estimation using the sternum in Korean population has been reported. Therefore, this study aims to analyze the relationship between sternal length and stature and propose equation of stature estimation in Korean population. 56 formalin-fixed Korean adult cadavers (38 males, 18 females, mean age 79.2 ± 10.3 years) were used for this study. The length of manubrium (M), length of body (B), and combined length of sternum (CL) and the stature were measured. Descriptive statistics for all variables were calculated, and comparisons by sex were analyzed using independent samples t-test. The correlation between sternum length and stature was analyzed using Pearson's correlation analysis. To prove the measurement variables with the highest correlation and their effects on stature, simple linear regression analysis and multiple linear regression analysis were used to derive a regression equation for estimating stature. Both B and CL showed significant positive correlations with stature in males, females, and the total sample ($p < 0.05$). B showed the highest correlation (males $R = 0.748$, females $R = 0.573$, total $R = 0.719$) and showed the lowest standard error of estimate (SEE) in regression analysis, indicating the highest accuracy. Multiple regression analysis demonstrated that combining B and CL increased accuracy in males and in the total sample. This

이 논문은 교육부의 재원으로 한국연구재단 (NRF)의 기초연구사업 (No. RS-2023-00247109)의 지원을 받아 수행된 연구이다.

[†]These authors contributed equally to this work.

저자(들)는 '의학논문 출판윤리 가이드라인'을 준수합니다.

저자(들)는 이 연구와 관련하여 이해관계가 없음을 밝힙니다.

Received: September 28, 2025; **Revised:** December 21, 2025;

Accepted: December 24, 2025

Correspondence to: 박정현 (강원대학교 의과대학 해부학교실)

E-mail: jhpark@kangwon.ac.kr

study proposed the first regression equations for stature estimation from sternal length in Koreans. In particular, B was the most powerful candidate for stature estimation in Koreans. For male, $\text{Stature} = 1218.964 + 5.110 \times B - 0.634 \times CL$, and for female, $\text{Stature} = 1367.617 + 2.232 \times B - 0.202 \times CL$. This formula may be more appropriate and useful in forensic identification and anthropological research for the Korean population.

Keywords : Stature estimation, Sternum, Regression equation, Identification, Koreans

서 론

신원확인 은 체질 인류학 및 법의학 분야에서 매우 중요한 절차이며, 특히 신원 미상의 유골이나 부패된 유해에 대한 개인의 신원을 확인하는 조사에서 중요한 정보를 제공한다. 유골을 통해 사망자의 성별, 나이, 키, 거주지역 등을 확인하는 것은 생물학적 정보의 기초가 되며, 신원을 확인하는 데 도움이 되는 귀중한 자료이다[1]. 특히 신원 미상의 유해에 대한 법의인류학적 조사에서 뼈는 키의 추정뿐만 아니라 생물학적 특성을 규명하는 데 중요한 인체계측학적 지표로 활용되고 있다[2].

사람의 뼈를 계측하여 키를 추정하기 위한 연구는 지속적으로 수행되어 왔다. 키를 추정하는 가장 정확한 방법은 실제 키에 기여하는 모든 뼈들을 측정하는 해부학적 방법이 사용되었다[3,4]. 그러나 이러한 해부학적 방법은 전체 뼈들을 쉽게 구할 수 없기 때문에 종종 측정이 불가능하다. 따라서 단 하나의 뼈만 측정하여 키를 추정하는 회귀 분석법인 수학적 방법이 해부학적 방법의 대안으로 제시되었다[5,6]. 가장 일반적으로 사용되는 수학적 방법은 위팔뼈, 노뼈, 자뼈 등의 팔뼈와 넓다리뼈, 정강뼈, 종아리뼈 등의 다리에 긴 뼈들을 이용하여 키와의 상관관계를 기반으로 키 추정을 위한 회귀방정식을 도출하는 것이다[7-9].

그러나 현장에서 회수되는 유해에서 온전한 뼈를 확보하기에 어려움이 있기 때문에 긴 팔다리뼈[10,11]뿐만 아니라 손허리뼈[12,13], 발허리뼈[14,15], 어깨뼈[16] 및 척추뼈 부분[17-19] 그리고 복장뼈와 같은 작고 짧은 뼈에 대한 회귀방정식도 제시되고 있다. 최근 대형재난이나 강력사건으로 인하여 종종 시신이 심하게 부패하거나, 사지가 절단되거나, 심한 훼손이 있는 경우 가슴 중앙에 위치하여 보호받는 복장뼈가 손상되지 않은 채로 발견되는 예가 있어[20], 신원확인에 활용 가능성이 대두되고 있다.

최근, 복장뼈를 이용하여 성별[21-23], 나이[24,25], 키[26-28]를 추정하는 방법이 지속적으로 연구되고 있다. 또한 복장뼈의 형태학적 특성에 따른 키 추정에 사용되었다[29]. 19세기 후반에 Dwight [30]는 복장뼈의 키 추정

에 대한 활용 가능성에 대해 논의하였다. 이후 인도인[26,31], 포르투갈인[28], 스페인인[32], 터키인[22], 중국인[33], 태국인[34] 등 다양한 인구 집단에서 복장뼈길이를 활용한 키 추정 연구를 진행해 왔다. Menezes 등[35,36]과 Saraf 등[31]의 남인도인, Yonguc 등[22]의 터키인 그리고 Verapat 등[34]의 태국인에서는 복장뼈의 길이와 키는 높은 상관관계가 있다고 보고한 반면, Tumram 등[26]의 인도인, Marinho 등[28]의 포르투갈인, Macaluso 등[32]의 스페인인, Zhang 등[33]의 중국인에서는 복장뼈길이와 키는 상관관계가 낮다고 보고하였다. 이는 인구 집단에 따라 복장뼈 길이와 키의 관계에 차이가 있음을 암시하며, 인구 집단에 따라 키 추정을 위한 복장뼈의 활용 가능성에 대한 연구가 필요하다는 점을 감안해야 한다.

Jeong과 Woo [37]는 유적에서 출토된 뼈와 현대인의 뼈를 비교하여 한국인의 키 추정 공식을 제시하였다. 또한 팔다리뼈의 방사선영상[38,39], 넓다리뼈의 컴퓨터단층촬영 영상[40], 팔다리뼈[41]를 직접 계측하여 키 추정 공식을 제시한 연구들도 있었다. 그러나 아직까지 한국인에서 복장뼈를 이용한 키 추정 방정식에 대한 보고는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 한국인 시신에서 복장뼈길이를 측정하고, 키와의 상관관계를 분석한 후 키 추정 방정식을 도출하여, 한국인의 체질인류학적 특성과 법의인류학적 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에서는 국내 의과대학, 치과대학 그리고 한의과대학 해부학교실에 교육 및 연구용으로 기증된 한국인 시신 중 뼈대의 손상과 수술 이력, 기형 등의 이상 징후가 있는 시신을 제외한 56구(남자 38구, 여자 18구)를 사용하였다. 시신의 평균연령은 79.2 ± 10.3 세였다(Table 1). 본 연구는 한림대학교 춘천성심병원의 기관생명윤리위원회의 승인을 받아 진행되었다(IRB No. CHUNCHEON 2023-06-003).

Table 1. Categorization by age and gender in the Korean population

Age	Male	Female	Total
40~49	1	0	1
50~59	1	1	2
60~69	4	1	5
70~79	17	3	20
80~89	10	7	17
90~99	5	6	11
Total	38	18	56

2. 연구 방법

1) 해부 과정

시신의 가슴우리에 있는 피부를 절개하고 그 아래 근육을 제거한 후, 첫째부터 일곱째 갈비뼈와 복장뼈를 함께 적출하여 복장갈비관절 주위의 조직들을 제거하고 복장뼈자루, 몸통, 칼돌기를 노출시켜 복장뼈를 분리, 적출하였다. 키와 복장뼈의 길이 측정은 Ashley [42] 측정 방법을 사용하였다.

2) 측정 방법

키는 시신을 바로 누운 자세에서 머리의 가장 위쪽 정수리점(Bregma)부터 발꿈치뼈우기(Calcaneal tuberosity)까지의 거리를 측정하였다. 복장뼈에 대한 길이 측정에는 복장뼈자루의 길이(Length of Manubrium, M)와 복장뼈몸통의 길이(Length of Body, B) 그리고 복장뼈전체의 길이(Combined Length of Sternum, CL)를 사용하여 측정하였다(Fig. 1). 복장뼈자루의 길이는 복장뼈자루의 목아래패임(Jugular notch) 정중앙에서 자루몸통결합(Manubriosternal junction) 부위 사이의 거리를 측정하였다. 복장뼈몸통의 길이는 자루몸통결합에서 몸통칼돌기결합(Xiphosternal junction) 사이의 거리를 측정하였다. 복장뼈전체의 길이는 복장뼈자루와 복장뼈몸통을 합친 복장뼈전체의 길이를 측정하였다. 또한 복장뼈는 3차원 구조로 많이 굽은 형태를 나타내는 경우 복장뼈자루와 복장뼈몸통의 길이를 각각 측정하여 측정값을 합하였다. 칼돌기는 모양과 길이가 매우 가변성이 높기 때문에 본 연구에서는 제외하였다[43]. 모든 측정은 두 명의 연구자가 각각 2회씩 측정하였다.

3. 자료 분석

모든 측정 변수의 결과 분석은 IBM SPSS Statistics (Version 25.0, IBM Corporation, Somers, NY, USA)를 사용하였다. 모든 측정값에 대한 신뢰도는 측정자 내 신뢰도(ICC: Intra-class correlation analysis)와 측정자 간 신뢰도(ICC:

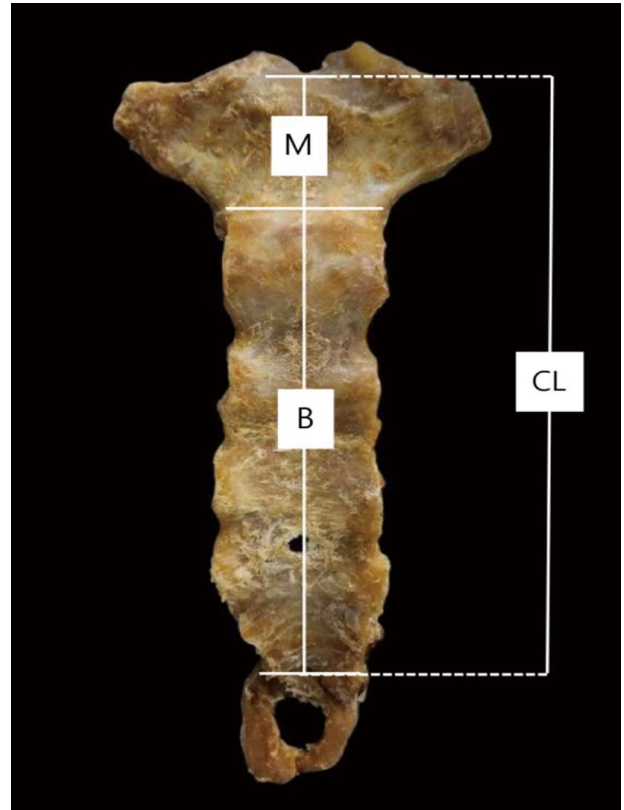


Fig. 1. Measurement points of Sternal Length. M: Length of Manubrium; B: Length of Body; CL: Combined Length of Sternum.

Inter-class correlation analysis)를 사용하였으며, Koo와 Li [44]의 정의에 따라 신뢰도 수준을 분류하였다.

모든 변수의 측정값에 대해서 기술통계를 사용하여 각각의 평균과 표준편차를 산출하였으며, 성별에 따른 변수의 측정값 평균을 비교하기 위하여 독립표본 t검정(Independent samples t-test)을 사용하였다. 복장뼈길이와 키와의 상관관계를 확인하기 위하여 피어슨 상관관계 분석(Pearson's correlation analysis)을 수행하였으며, 가장 높은 상관관계를 나타낸 측정 변수와 키에 미치는 영향을 검증하기 위해 단순선형회귀분석(Simple linear regression analysis)과 다중선형회귀분석(Multiple linear regression analysis)을 사용하여 키 추정을 위한 회귀방정식을 도출하였다. p 값은 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

1. 측정자 내 및 측정자 간 신뢰도 분석

2명의 측정자가 각각 2회씩 측정한 값에 대한 측정자 내

및 측정자 간 신뢰도를 분석한 결과, 키(S)는 측정자 내에서 0.997, 측정자 간에서 0.998, 복장뼈자루의 길이는 측정자 내에서 0.994, 측정자 간에서 0.997, 복장뼈몸통의 길이(B)는 측정자 내에서 0.989, 측정자 간에서 0.994, 복장뼈전체의 길이(CL)는 측정자 내에서 0.998, 측정자 간에서 0.999였다. 모든 측정값에서 우수한 등급(0.81~1.00)의 신뢰도를 보였다.

2. 측정 변수의 기술통계 및 성별에 따른 평균 비교

주요 변수의 기술통계를 실시한 결과는 Table 2에 제시된 바와 같다. 주요 변수의 평균을 살펴보면 키(S)는 전체 표본은 161.60±6.94 cm, 남성은 164.75±5.70 cm, 여성은 154.97±4.07 cm로 나타났으며, 남성의 키가 여성보다 큰 것으로 나타났다($p < 0.001$). 복장뼈자루의 길이(M)는 전체 표본은 47.77±6.16 mm, 남성은 49.15±6.12 mm, 여성은 44.87±5.31 mm였으며, 복장뼈몸통의 길이(B)는 전체 표본은 99.97±10.88 mm, 남성은 102.71±9.60 mm, 여성은 94.16±11.40 mm, 복장뼈전체의 길이(CL)는 전체 표본은 147.72±13.18 mm, 남성은 151.85±11.88 mm, 여성은 139.02±11.71 mm로 나타났다. 복장뼈자루(M) ($p < 0.05$), 복장뼈몸통(B) ($p < 0.01$) 그리고 복장뼈전체(CL)의 길이($p < 0.001$)는 남성이 여성보다 긴 것으로 나타났다(Table 2).

3. 키와 복장뼈 길이의 상관관계

Table 3에 제시된 바와 같이 키에 대하여 복장뼈몸통의 길이(B)와 복장뼈전체의 길이(CL)는 남성과 여성 그리고 전체 표본에서 양(+)의 상관관계를 보였으며, 반면 복장뼈자루의 길이(M)는 남성, 여성 그리고 전체 표본에 대하여 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 키 추정에 고려된 모든 측정 변수 중 복장뼈몸통의 길이(B)에서 남성($R=0.748$), 여성($R=0.573$), 그리고 전체 표본($R=0.719$)이 가장 높은 상관관계를 나타냈다. 복장뼈전체의 길이(CL)에서는 남성($R=0.607$)이 여성($R=0.501$)보다 더 높은 상관관계가 관찰되었으며, 전체 표본($R=0.687$)이 가장 높은 상관관계를 나타냈다(Table 3).

4. 키 추정을 위한 선형 회귀방정식

Table 4에서는 복장뼈의 측정 변수 중 통계적으로 유의한 상관성을 나타내는 변수에서 키 추정을 위해 도출된 선형 회귀방정식을 보여준다(Table 4). 키 추정을 위해 도출된 다양한 방정식의 정확도와 신뢰도는 추정값의 표준오차(SEE)를 기준으로 비교되었으며, SEE가 낮을수록 방정식의 신뢰도가 높다. 복장뼈몸통의 길이(B)를 기반으로 키 추정을 위해 도출된 방정식은 복장뼈전체의 길이(CL)를 기반으로 추정된 방정식에 비해 최상의 결과를 제공할 가

Table 2. Descriptive statistics for the study sample (N = 56)

Variable	Total sample (N = 56)		Male (N = 38)		Female (N = 18)		T-value	p-value
	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD		
Age	48~99	79.23 ± 10.38	48~92	77.16 ± 9.10	50~99	83.61 ± 11.75		
S (cm)	148.2~176.0	161.60 ± 6.94	148.2~176.0	164.75 ± 5.70	148.7~163.0	154.97 ± 4.07	6.517	<0.001
M (mm)	36.2~59.8	47.77 ± 6.16	36.5~59.8	49.15 ± 6.12	36.2~54.2	44.87 ± 5.31	2.544	.014*
B (mm)	77.8~124.9	99.97 ± 10.88	84.3~124.9	102.71 ± 9.60	77.8~117.0	94.16 ± 11.40	2.928	.005**
CL (mm)	122.4~171.2	147.72 ± 13.18	127.4~171.2	151.85 ± 11.88	122.4~164.5	139.02 ± 11.71	3.791	<0.001

S: Stature; M: Length of Manubrium; B: Length of Body; CL: Combined length of Sternum.
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Table 3. Pearson's correlation for stature and sternal measurements

Correlation of stature with Variable	Males		Females		Total sample	
	R	p-value	R	p-value	R	p-value
M (mm)	0.005	.978	-0.124	.623	0.200	.139
B (mm)	0.748	<0.001	0.573	.013*	0.719	<0.001
CL (mm)	0.607	<0.001	0.501	.034*	0.687	<0.001

M: Length of Manubrium; B: Length of Body, CL: Combined Length of Sternum.
* $p < 0.05$

Table 4. Linear Regression models for stature estimation

Sample	Linear Regression model	R	R ²	SEE
Males	Stature = 1191.827 + 4.436 × B	0.748	0.559	38.38
	Stature = 1205.293 + 2.912 × CL	0.607	0.368	45.92
Females	Stature = 1357.022 + 2.046 × B	0.573	0.328	34.45
	Stature = 1307.501 + 1.742 × CL	0.501	0.251	36.38
Total sample	Stature = 1157.790 + 4.584 × B	0.719	0.516	48.73
	Stature = 1081.806 + 3.617 × CL	0.687	0.472	50.94

B: Length of Body; CL: Combined length of Sternum; SEE: Standard Error of Estimate.

Table 5. Multiple linear regression analysis that suggested increased accuracy in stature estimation

Sample	Multiple Linear Regression model	R	R ²	SEE
Males	Stature = 1218.964 + 5.110 × B - 0.634 × CL	0.751	0.564	38.72
Females	Stature = 1367.617 + 2.232 × B - 0.202 × CL	0.573	0.328	35.57
Total sample	Stature = 1108.236 + 3.269 × B + 1.226 × CL	0.727	0.528	48.60

B: Length of Body; CL: Combined length of Sternum; SEE: Standard Error of Estimate.

능성이 높은 것으로 관찰되었다. 복장뼈몸통의 길이(B)와 복장뼈전체의 길이(CL)를 기반으로 키 추정을 위해 도출된 방정식은 여성보다 남성의 키를 더 정확하게 추정할 것으로 나타났으며, 성별이 불분명한 경우인 전체 표본을 기반으로 도출된 방정식은 복장뼈몸통의 길이(B)를 통하여 합리적인 정확도로 키 추정에 사용될 수 있을 것으로 관찰되었다(Table 4).

5. 키 추정을 위한 다중회귀분석

Table 5의 다중회귀분석은 남성과 전체 표본에서 복장뼈몸통의 길이(B)와 복장뼈전체의 길이(CL)를 합한 방정식을 사용할 때 단순회귀분석 방정식에 비해 키 추정 정확도가 증가함을 나타냈다. 반면 여성의 다중회귀분석 방정식은 단순회귀분석 방정식에 비해 키 추정 정확도가 향상되지 않았다(Table 5).

고찰

본 연구는 한국인 시신 56구를 대상으로 복장뼈길이를 이용하여 키와의 상관관계를 입증하고, 이를 기반으로 키 추정 회귀방정식을 제시한 한국인 최초의 보고라는 점에서 의의가 있다. 기존의 키 추정 연구들은 주로 긴 뼈(넙다리뼈, 정강뼈, 위팔뼈 등)를 활용하였으나[7-9], 대형재난이나 살인사건, 고고학적 발굴 등에서 긴 뼈가 결손된 경우가 적

지 않다. 따라서 작거나 짧은 뼈를 이용한 키 추정은 여전히 필요하다. 특히 복장뼈는 해부학적 위치상 비교적 보존 가능성이 높기 때문에[20], 다양한 상황에서 유용한 대안이 될 수 있다. 또한 30세 이후부터 100세까지 복장뼈전체 길이나 형태는 노화에 따른 변화가 크지 않다는 보고[45]를 하였으며, 본 연구의 표본 특성에 따라 키 추정 회귀방정식이 적용 가능한 대상은 40대 이상의 현대 한국인으로 한정되는 것에 대한 연구의 설득력이 강화될 수 있다.

본 연구에서 복장뼈자루의 길이(M)는 키와 유의한 상관관계를 나타내지 않았으나, 복장뼈몸통의 길이(B)와 복장뼈전체의 길이(CL)는 남녀 모두에서 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 나타냈다. 특히 복장뼈몸통의 길이(B)는 남성(R=0.748)과 여성(R=0.573) 그리고 전체 표본(R=0.719) 모두에서 가장 높은 상관관계를 보여, 한국인의 복장뼈에서 키 추정을 위한 핵심 지표임을 확인하였다. 그러나 키와 복장뼈 측정값 사이의 상관관계 정도는 이전 연구에서 인구 집단마다 다르게 나타났다. 남인도(R=0.894)[31], 터키(R=0.740)[22], 태국(R=0.719)[34] 인구 집단에서 보고된 높은 상관성은 본 연구의 결과와 유사하였으나, 반면, 중앙 인도(R=0.550)[26], 포르투갈(R=0.329)[28], 스페인(R=0.461)[32], 서부 중국(R=0.541)[33] 인구 집단에서는 낮은 상관성을 보고하여 대조적으로 나타났다. 복장뼈길이의 측정 변수 중 이전 연구의 인구 집단[28,31,34]에서는 복장뼈전체의 길이(CL)에서 가장 높은 상관관계를 나타냈다. 그러나 한국인을 대상으로 한 본 연구에서는

복장뼈몸통의 길이(B)에서 가장 높은 상관관계를 나타냈다. 이러한 차이는 연구 표본 수와 연구 방법의 차이로 인한 것으로 사료되며, 또한 인구 집단 간 몸매 및 뼈의 비율 차이에서 기인할 가능성이 있다. 몸매 및 뼈의 비율은 인구 집단 및 지리적 위치를 포함한 다양한 요인의 영향을 받는다[37]. 이는 인구 집단과 지리적 위치와 같은 요인이 키 추정 방정식에 직접적인 영향을 미친다는 것을 의미한다. 결과적으로 복장뼈길이를 이용하여 키 추정의 정확도를 높이기 위해서는 각 인구 집단에 맞는 방정식을 개발하는 것이 합리적일 것이다.

본 연구에서는 키와 복장뼈 측정값에서 유의미한 성별의 차이가 관찰되었다. 성별에 따른 키와 복장뼈 측정값 사이의 상관관계를 살펴보면 복장뼈몸통의 길이(B)와 키의 상관관계에서 남성($R=0.748$)이 여성($R=0.680$)보다 더 높은 상관관계를 나타냈으며, 복장뼈전체의 길이(CL)는 남성($R=0.607$)이 여성($R=0.501$)보다 더 높은 상관관계를 나타냈다. 이는 남성과 여성 간에 차이가 있으며, 이전 연구 결과[31,34]와 유사하였다. 따라서 성별에 따라 키와 복장뼈 측정값 사이의 상관관계를 분석하여 각 성별에 대한 회귀방정식을 별도로 계산하여 표현할 필요가 있음을 알 수 있다.

다양한 인구 집단에서 실제 복장뼈길이를 이용하여 키를 추정하는 방정식이 보고되었다[26,31,34]. 본 연구에서도 출된 한국인 고유의 키 추정 회귀방정식을 검증하기 위해 검증 분석을 수행하였다. 본 방정식에서 추정값의 표준오차(SSE)는 단순회귀분석 결과, 복장뼈몸통의 길이(B)를 이용한 추정식이 복장뼈전체의 길이(CL)를 이용한 추정식보다 표준오차(SEE)가 낮아 더 높은 예측력을 보였다. 특히 남성에서는 SEE가 3.83 cm로 전체 표본에서도 합리적인 정확도를 나타냈다. 이는 터키(SEE 3.14 cm) [22] 및 남인도(SEE 4.11 cm) [35,36] 인구 집단의 연구에서 복장뼈전체의 길이(CL)보다는 특정 부위 길이가 더 우수한 예측 변수가 될 수 있다는 보고와 일치한다. 반면 남인도[31] 인구 집단에서는 SEE 2 cm 미만으로 보고됐으며, 태국[34]은 SEE 5.37 cm, 중앙 인도[26]는 SEE 7.40 cm, 포르투갈[28]은 SEE 6.59 cm, 스페인[32]은 SEE 5.56 cm 및 서부 중국[33]은 SEE 4.76 cm로 인구 집단마다 다른 수준의 정확도가 나타났다. 이처럼 인구 집단마다 결과의 불일치는 인구, 유전학, 영양, 인구 통계 등의 차이에서 비롯될 수 있으며, 이러한 요인은 각 인구 집단의 뼈의 형태와 키에 영향을 미친다[10,11]. 따라서 본 연구에서 제시한 회귀방정식은 한국인 집단에 특화된 모델이며, 다른 인구 집단에 그대로 적용하기 어렵다[28,32].

다중회귀분석에서는 남성과 전체 표본에서 복장뼈몸통

의 길이(B)와 복장뼈전체의 길이(CL)를 합한 방정식을 사용할 때 단순회귀분석 방정식에 비해 키 추정 정확도가 증가함을 보였으나, 여성에서는 개선 효과가 나타나지 않았다. 이는 여성 표본 수가 적고(18명), 연령이 상대적으로 높아(평균 83.6세) 노화에 따른 척추 압박, 자세 변화 등이 키 감소를 유발했을 가능성이 있다[3]. 결과적으로, 본 연구는 복장뼈길이를 이용한 키 추정을 위한 한국인에게 적용 가능한 한국인 고유의 회귀방정식을 제시했다는 점에서 의의가 있다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 존재한다. 첫째, 표본이 56구로 제한적이며, 특히 여성 표본 수보다 남성 표본 수가 2배나 많기 때문에 성별에 따른 회귀방정식과 성별이 불분명한 경우인 전체 표본을 기반으로 도출된 회귀방정식의 일반화에 제약이 있을 것이며, 향후 성별이 동일한 수의 대규모 추가 연구를 통하여 개선된 회귀방정식의 제안이 필요하다. 둘째, 시신의 평균 연령이 79.2세로 높았으며, 노화로 인한 키 감소가 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다[3]. 셋째, 본 연구는 시신의 생전 키가 아닌 사후 측정치를 사용하였으므로, 사망 전·후 키 차이에 대한 보정이 필요할 것이다[3,37].

본 연구는 한국인에서 복장뼈길이를 이용한 최초의 키 추정 회귀방정식을 제시하였으며, 긴 뼈가 결손된 상황에서 신원확인뿐만 아닌 체질인류학과 법의학적 연구에 유용하게 활용될 수 있는 기초자료가 될 것으로 사료된다. 특히 복장뼈몸통의 길이(B)와 복장뼈전체의 길이(CL)를 합한 키 추정 방정식을 사용할 때 키 추정 정확도가 증가함을 나타냈다. 따라서 복장뼈길이를 이용한 한국인의 고유한 회귀방정식은 다음과 같다: 남성의 경우는 $Stature = 1218.964 + 5.110 \times B - 0.634 \times CL$, 여성의 경우는 $Stature = 1367.617 + 2.232 \times B - 0.202 \times CL$. 향후에는 다양한 연령대와 지역을 포함한 대규모 표본 연구와, CT·3D 스캔 자료를 이용한 측정법 개발이 병행된다면[32,33], 보다 정밀하고 보편적인 추정식 확립이 가능할 것이다.

REFERENCES

1. Cunha E, Cattaneo C. Forensic pathology and forensic anthropology: the state of art. In: Schmitt A, Cunha E, Pinheiro J, editors. Forensic Anthropology and Medicine. Totowa, New Jersey: Humana Press; 2006. p. 39-53.
2. Cordeiro C, Muñoz-Barús JJ. Predicting adult stature from metatarsal length in a Portuguese population. Forensic Sci Int. 2009;193:131.e1-4.
3. Raxtor MH, Auerbach BM, Ruff CB. Revision of the Fully

- technique for estimating statures. *Am J Phys Anthropol.* 2006; 130:374-84.
4. Raxtor MH, Ruff CB, Auerbach BM. Technical note: revised fully stature estimation technique. *Am J Phys Anthropol.* 2007; 133:817-8.
 5. Ozaslan A, Iscan MY, Ozaslan I, Tuğcu H, Koç S. Estimation of stature from body parts. *Forensic Sci Int.* 2003;132:40-5.
 6. Celbis O, Agritmis H. Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample. *Forensic Sci Int.* 2006;158:135-9.
 7. De Mendonca MC. Estimation of height from the length of long bones in a Portuguese adult population. *Am J Phys Anthropol.* 2000;112:39-48.
 8. Dayal MR, Steyn M, Kuykendall KL. Stature estimation from bones of South African whites. *S Afr J Sci.* 2008;104:124-8.
 9. Agnihotri AK, Kachhwaha S, Jowaheer V, Singh AP. Estimating stature from percutaneous length of tibia and ulna in Indo-Mauritian population. *Forensic Sci Int.* 2009;187:109.e1-3.
 10. Chibba K, Bidmos MA. Using tibia fragments from South Africans of European descent to estimate maximum tibia length and stature. *Forensic Sci Int.* 2007;169:145-51.
 11. Bidmos MA. Estimation of stature using fragmentary femora in indigenous South Africans. *Int J Legal Med.* 2008;122:293-9.
 12. Meadows L, Jantz RL. Estimation of stature from metacarpal length. *J Forensic Sci.* 1992;37:147-54.
 13. Zaher JF, El-Ameen NFM, Seedhom AE. Stature estimation using anthropometric measurements from computed tomography of metacarpal bones among Egyptian population. *Egypt J Forensic Sci.* 2011;1:103-8.
 14. Bidmos MA. Metatarsals in the estimation of stature in South Africans. *J Forensic Leg Med.* 2008;15:505-9.
 15. Cordeiro C, Muñoz-Barús JI, Wasterlain S, Cunha E, Vieira DN. Predicting adult stature from metatarsal length in a Portuguese population. *Forensic Sci Int.* 2009;193:e1-4.
 16. Giurazza F, Del Vescovo R, Schena E, Cazzato RL, D'Agostino F, Grasso RF, et al. Stature estimation from scapular measurements by CT scan evaluation in an Italian population. *Leg Med.* 2013;15:202-8.
 17. Jason DR, Taylor K. Estimation of stature from the length of the cervical, thoracic and lumbar segments of the spine in American whites and blacks. *J Forensic Sci.* 1995;40:59-62.
 18. Pelin I, Duyar EM, Kayahan R, Zağyapan AM, Ağukdere A, Erar B. Body height estimation based on dimensions of sacral and coccygeal vertebrae. *J Forensic Sci.* 2005;50:294-7.
 19. Nagesh KR, Kumar GP. Estimation of stature from vertebral column length in South Indians. *Leg Med.* 2006; 8:269-72.
 20. Williams PL. *Gray's Anatomy-the Anatomical Basis of Medicine and Surgery.* 38th ed. London: ELBS with Churchill Livingstone; 1995.
 21. Chandrakanth H, Kanchan T, Krishan K. Osteometric analysis for sexing of modern sternum - an autopsy study from South India. *Leg Med.* 2014;16:350-6.
 22. Yonguc GN, Kurtulus A, Bayazit O, Adiguzel E, Unal I, Demir S, et al. Estimation of stature and sex from sternal lengths: an autopsy study. *Anat Sci Int.* 2015;90:89-96.
 23. García-Parra P, Pérez Fernández Á, Djorojevic M, Botella M, Alemán I. Sexual dimorphism of human sternum in a contemporary Spanish population. *Forensic Sci Int.* 2014;244:313.e1-9.
 24. Oldrini G, Harter V, Witte Y, Martrille L, Blum A. Age estimation in living adults using 3D volume rendered CT images of the sternal plastron and lower chest. *J Forensic Sci.* 2016;61:127-33.
 25. Chandrakanth H, Kanchan T, Krishan K, Arun M, Pramod Kumar G. Estimation of age from human sternum: an autopsy study on a sample from South India. *Int J Leg Med.* 2012;126:863-8.
 26. Tumram N, Parchake S, Bardale R, Dixit P. Estimation of height from the length of the sternum in an adult Indian population. *Med Sci Law.* 2016;56:46-52.
 27. Chandrakanth H, Kanchan T, Krishan K. Effect of fusion status of sternum in stature estimation - a study from South India. *J Forensic Leg Med.* 2015;36:90-5.
 28. Marinho L, Almeida D, Santos A, Cardoso H. Is the length of the sternum reliable for estimating adult stature? A pilot study using fresh sterna and a test of two methods using dry sterna. *Forensic Sci Int.* 2012;220:292.e1-4.
 29. Verna E, Piercecchi-Marti M, Chaumoitre K, Bartoli C, Leonetti G, Adalian P. Discrete traits of the sternum and ribs: a useful contribution to identification in forensic anthropology and medicine. *J Forensic Sci.* 2013;58:571-7.
 30. Dwight T. The sternum as an index of sex, age and height. *J Anat.* 1881;15:327-30.
 31. Saraf A, Kanchan T, Krishan K, Ateriya N, Setia P. Estimation of stature from sternum-exploring the quadratic models. *J Forensic Leg Med.* 2018;58:9-13.
 32. Macaluso PJ Jr, Lucena J. Stature estimation from radiographic sternum length in a contemporary Spanish population. *Int J Legal Med.* 2014;128:845-51.
 33. Zhang K, Luo YZ, Fan F, Zheng JQ, Yang M, Li T, et al. Stature estimation from sternum length using computed tomography-volume rendering technique images of western Chinese. *J Forensic Leg Med.* 2015;35:40-4.
 34. Jeamamornrat V, Monum T, Keereewan W, Mahakkanukrauh P. Stature estimation using the sternum in a Thai population. *Anat Cell Biol.* 2022;55:170-8.
 35. Menezes R, Kanchan T, Kumar G, Jagadish Rao PP, Lobo SW, Uysal S, et al. Stature estimation from the length of the sternum in South Indian males: a preliminary study. *J Forensic*

- Leg Med. 2009;16:441-3.
36. Menezes R, Nagesh K, Monteiro F, Kumar GP, Kanchan T, Uysal S, et al. Estimation of stature from the length of the sternum in South Indian females. *J Forensic Leg Med.* 2011;18: 242-5.
 37. Jeong Y, Woo EJ. Estimation of stature in archaeological human skeletal remains. *J Korean Field Archaeology.* 2019; 35:129-54. Korean.
 38. Kim KW, Kim SL, Ko HS, Oh WJ, Kim DH, Kim DY, et al. A study for the correlation between the body height and the maximum femoral length in the normal adult Korean. *J Kor Orthop Assoc.* 1986;21:197-201. Korean.
 39. Lim HH, Kim JW, Hong DW, Lee HK, Choi DL, Kim DH, et al. A study of individual identification by roentgenographic characteristics of long bones in human. *J Korean Soc Radiol.* 1993;29:820-5. Korean.
 40. Lee S, Gong H, Hyun J, Koo H, Lee H, Chung N, et al. Estimation of stature from femur length measured using computed tomography after the analysis of three-dimensional characteristics of femur bone in Korean cadavers. *Int J Legal Med.* 2017;131:1355-62.
 41. Choi B, Chae Y, Chung I, Kang H. Correlation between the postmortem stature and the dried limb-bone lengths of Korean adult males. *Yonsei Med J.* 1997;38:79-85.
 42. Ashley GT. The relationship between the pattern of ossification and the definitive shape of the mesosternum in man. *J Anat.* 1956;90:87e105.
 43. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. *Gray's anatomy for students*, Fourth ed. Elsevier. 2019; Chapter 3: 149.
 44. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med.* 2016;15:155-63.
 45. Weaver AA, Schoell SL, Nguyen CM, Lynch SK, Stitzel JD. Morphometric analysis of variation in the sternum with sex and age. *J Morphol* 2014;275:1284-99.

간추림 : 키 추정은 체질인류학 및 법의학 연구에서 중요한 요소이며, 특히 긴 뼈가 결손되거나 파편화된 경우 대체 뼈의 지표가 필요하다. 복장뼈는 해부학적 위치 특성상 손상에 강해 법의학적 신원확인에 유용할 수 있다. 그러나 한국인을 대상으로 복장뼈를 이용한 키 추정 연구는 보고된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 한국인 시신에서 복장뼈길이와 키의 상관관계를 분석하고, 이를 기반으로 한국인 고유의 키 추정 방정식을 제시하고자 하였다. 국내 의과대학 및 치과대학, 한의과대학에 기증된 한국인 성인 시신 56구(남자 38구, 여자 18구, 평균연령 79.2 ± 10.3 세)를 대상으로 하였다. Ashley 방법에 따라 복장뼈자루의 길이(Length of Manubrium, M), 복장뼈몸통의 길이(Length of Body, B), 복장뼈전체의 길이(Combined Length of Sternum, CL)를 측정하였으며, 키는 바로 누운 자세에서 머리 가장 위쪽부터 발뒤꿈치 끝까지 측정하였다. SPSS 25.0을 이용하여 기술통계를 실시하여 모든 변수의 측정값 평균을 독립표본 t검정으로 성별을 비교하였으며, 피어슨 상관분석을 실시하여 가장 높은 상관관계를 이용하여 단순선형회귀분석 및 다중회귀분석을 시행하였다. B와 CL은 남녀 및 전체 표본에서 키와 유의한 양의 상관관계를 보였으며($p < 0.05$), M은 유의하지 않았다. B는 가장 높은 상관관계를 보였으며(남성 $R = 0.748$, 여성 $R = 0.573$, 전체 $R = 0.719$), 회귀분석에서도 가장 낮은 표준오차(SEE)를 나타내어 정확도가 가장 높았다. 다중회귀분석에서는 남성과 전체 표본에서 B와 CL을 함께 사용할 때 정확도가 증가하였다. 본 연구는 한국인을 대상으로 복장뼈길이를 이용한 최초의 키 추정 회귀방정식을 제시하였다. 특히 B는 한국인에서 키 추정의 가장 유용한 지표임을 확인하였다. 한국인의 고유한 회귀방정식은 B와 CL을 합하여 사용할 때 키 추정 정확도가 증가함을 나타냈다. 따라서 복장뼈길이를 이용한 한국인의 고유한 회귀방정식은 다음과 같다: 남성의 경우는 $Stature = 1218.964 + 5.110 \times B - 0.634 \times CL$, 여성의 경우는 $Stature = 1367.617 + 2.232 \times B - 0.202 \times CL$. 본 연구 결과는 법의학적 신원확인 및 체질인류학적 연구에 유용하게 활용될 수 있는 기초자료가 될 것으로 사료된다.

찾아보기 낱말 : 키 추정, 복장뼈, 회귀방정식, 신원확인, 한국인