

한국인 정강뼈를 이용한 성별판별

이제훈, 한승호, 정인혁¹

가톨릭대학교 의과대학 해부학교실 · 가톨릭응용해부연구소, ¹연세대학교 의과대학 해부학교실
(2010년 4월 19일 접수, 2010년 6월 17일 수정접수, 2010년 6월 18일 게재승인)

간추림 : 남녀를 판별하는데 사용되는 뼈 중의 하나는 정강뼈이다. 이 연구는 한국인의 정강뼈에서 9개의 부분 항목을 측정하여 성별판별의 기준 값을 제시하고자 하였다. 남자 55구, 여자 30구의 정강뼈 170개(남자 110개, 여자 60개, 연령범위 18세~91세)를 디지털딜리미터(Absolute Digimetric, Mitutoyo Corp, Japan), 뼈계측상자(Osteometric table, GPM Corp, Swiss)와 줄자(Ruler, Peace Corp, Korea)를 사용하여 계측하였고 통계프로그램 SPSS 15.0을 이용하여 각 항목별 평균값, 표준편차 및 성별판별의 기준 값을 만들었다.

성별판별의 정확도가 가장 높은 항목은 가쪽관절용기최대가로너비(LAB)였고(정확도 80.5%) 가장 낮은 항목은 영양구멍부위에서 정강뼈둘레(CNF)였다(정확도 68.4%). CNF를 제외한 대부분의 항목들은 75.0% 이상의 정확도를 보였다. 또한 단계분석방법을 사용하여 몸쪽관절용기최대가로너비(PAB)와 가쪽관절용기최대길이(LAL)를 변수로 하는 성별판별 식을 만들었다(정확도 84.8%).

뼈가 발견되는 현장에서 비록 일부분의 정강뼈가 발견되더라도 이 연구의 결과로 성별 추정에 도움이 될 것으로 생각한다.

찾아보기 낱말 : 한국인, 정강뼈, 성별판별

서 론

사람의 긴뼈는 성별 판별에 유용한 것으로 알려져 있는데(İşcan과 Shaivits 1984) 이 중, 정강뼈가 많이 사용된다(Holland 1991). 이러한 이유로 Holland(1991)가 미국인, Kieser 등(1992)이 남아프리카 흑인, Steyn과 İşcan(1997)이 남아프리카 백인, Reimers 등(2000)이 스페인 사람 그리고 Šlaus와 Tomičić(2005)은 크로아티아인을 대상으로 정강뼈를 이용한 성별판별 연구를 하였다. 아시아에서는 İşcan 등(1994)이 일본인의 정강뼈를 이용하여 성별판별에 관한 연구를 한 바 있다.

그러나 각 인구집단마다 신체 구성 비율의 차이가 존재 함으로(Holland 1991, Steyn과 İşcan 1997) 다른 인구집단을 대상으로 한 연구결과를 한국인에 적용하기 어려우며 따라서 우리나라만의 고유한 성별판별의 기준이 필요하다. 또한 같은 인구집단을 대상으로 연구되었다 할지라도 시대의 흐름에 따른 영양상태, 질병, 신

체 활동 등의 변화에 의해 계속적으로 연구되어야 한다(İşcan과 Steyn 1997, Reimers 등 2000).

한국인을 대상으로 뼈를 이용한 성별 판별 연구는 Choi와 Chung(1999)이 골반뼈, Park 등(2003)이 방패연골, Hu 등(2006)이 아래턱뼈, Kim 등(2006)이 목뼈를 이용한 연구가 있으며 최근들어 갈비뼈(Kim 등 2009), 고리뼈(Park 등 2009)와 아래턱뼈(Kim 등 2009)를 이용한 연구가 있다. 그러나 정강뼈를 이용한 성별판별 연구는 없었다.

현장에서 발견되는 뼈들은 온전한 상태가 아닌 파손된 상태로 발견되는 경우도 있어(Lee 등 2005) 오래 보존되어 현장에서 비교적 쉽게 발견되는 정강뼈에서 부분계측에 대한 성별판별의 기준 값이 필요하다.

이 연구의 목적은 한국인 정강뼈의 최대길기와 부분 항목을 이용하여 성별판별의 기준 값을 만드는 것이다.

재료 및 방법

1. 재 료

가톨릭대학교 의과대학 해부학교실과 연세대학교 의

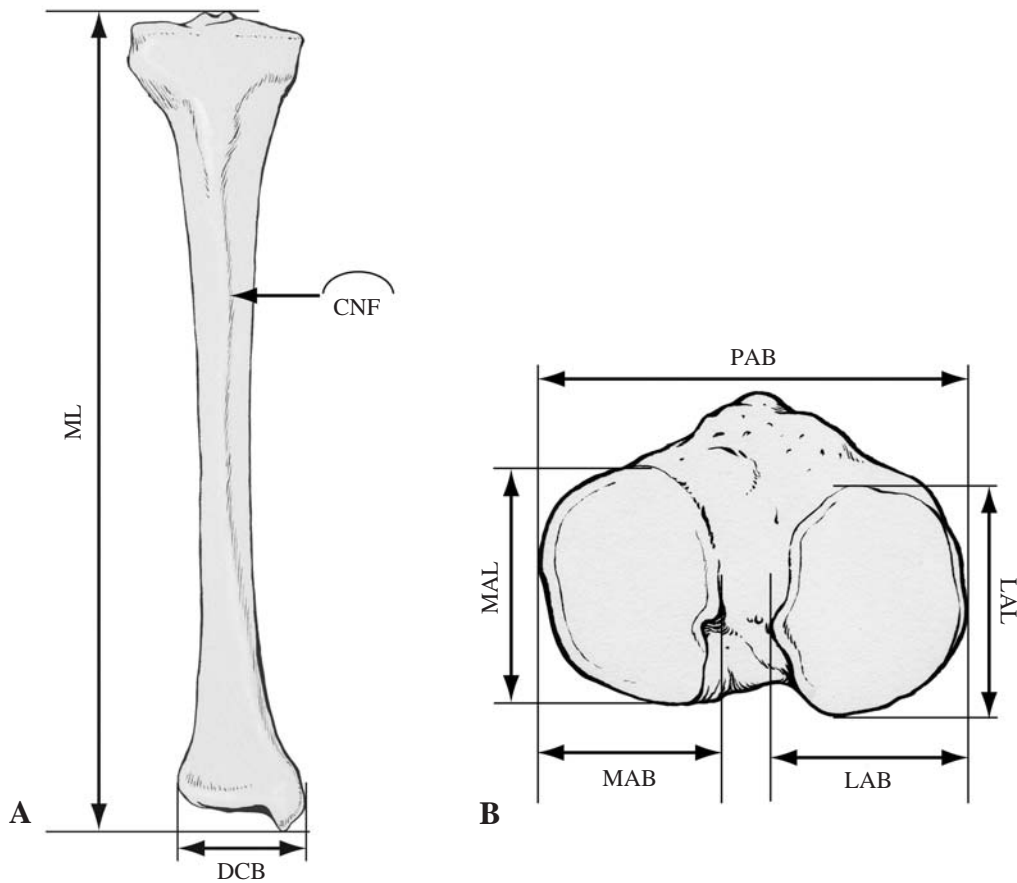


Fig. 1. Measurements of the tibia. (A) anterior view, (B) posterior view. CNF: Circumference measured at the level of the nutrient foramen, PAB: Maximum transverse breadth of the proximal tibia as measured from the lateral edge of the lateral condyle to the medial edge of the medial condyle, MAL: Maximum length of medial condyle as measured from most posterior to anterior edges, MAB: Maximum transverse width of the medial condyle as measured from most lateral to medial edges, LAB: Maximum transverse breadth of lateral condyle as measured in the same manner as that for medial condyle articular width, LAL: Maximum length of lateral condyle as measured in a manner similar to that for medial condyle articular length, DCB: Maximum transverse breadth between two most laterally projecting points on the medial malleolus and the lateral surface of the distal articular region, ML: Maximum tibia length

과대학 해부학교실에 보관중인 정강뼈 중 골절의 흔적과 측정부위에 뼈 손상 또는 퇴행성 변화를 포함한 뼈 질환이 의심되는 것을 제외한 170개 (남자 55구, 여자 30구, 연령범위 18세~91세)를 대상으로 측정하였다.

2. 방법

정강뼈의 측정은 디지털미터(Absolute Digimetric, Mitutoyo Corp, Japan), 뼈계측상자(Osteometric table, GPM Corp, Swiss)와 줄자(Ruler, Peace Corp, Korea)를 이용하였다(Fig. 1). 측정항목은 법의인류학 분야에서 현장에 적용하기 위한 지침서(Cox 등 2008)를 참고하여 정강뼈의 최대길이를 포함한 전체 8항목을 측정하였으

며 각 항목은 다음과 같다.

- (1) 최대길이 (Maximum tibia length, ML) - 정강뼈의 최대길이
- (2) 영양구멍부위에서정강뼈둘레 (Circumference measured at the level of the nutrient foramen, CNF) - 영양구멍이 위치한 부위에서 정강뼈 몸통 둘레의 길이
- (3) 몸쪽관절용기최대가로너비 (Maximum transverse breadth of the proximal tibia as measured from the lateral edge of the lateral condyle to the medial edge of the medial condyle, PAB) - 몸쪽관절용기 안쪽선에서 가쪽선까지의 최대가로너비

- (4) 먼쪽최대가로너비 (Maximum transverse breadth between two most laterally projecting points on the medial malleolus and the lateral surface of the distal articular region, DCB) - 먼쪽관절융기의 가쪽부위와 안쪽복사의 가장 안쪽지점 사이의 최대너비
- (5) 안쪽관절융기최대가로너비 (Maximum transverse width of the medial condyle as measured from most lateral to medial edges, MAB) - 안쪽관절융기의 최대가로너비
- (6) 안쪽관절융기최대길이 (Maximum length of medial condyle as measured from most posterior to anterior edges, MAL) - 안쪽관절융기의 최대길이
- (7) 가쪽관절융기최대가로너비 (Maximum transverse breadth of lateral condyle as measured from most posterior to anterior edge, LAB) - 가쪽관절융기의 최대가로너비
- (8) 가쪽관절융기최대길이 (Maximum length of lateral condyle as measured from most posterior to anterior edge, LAL) - 가쪽관절융기의 최대길이

3. 분석

계측한 항목에 대하여 통계프로그램 SPSS 15.0을 이용하여 각 항목에 대한 평균, 표준편차와 정강뼈의 성별판별의 기준값을 만들었다.

결 과

한국인 정강뼈에서 8가지 항목을 계측하여 계측값의 평균값과 표준편차값을 얻었다. 모든 항목의 절대값은 남자가 여자보다 컸다(Table 1).

전반적으로 몸쪽 관절면의 계측항목들인 몸쪽관절융기최대가로너비 (PAB), 가쪽관절융기최대가로너비 (LAB), 가쪽관절융기최대길이 (LAL), 안쪽관절융기최대가로너비 (MAB), 안쪽관절융기최대길이 (MAL)의 계측항목들이 높은 성별판별의 정확도를 보였다. 전체 항목 중에서 성별판별에 있어 가장 정확도가 높은 항목은 가쪽관절융기최대가로너비 (LAB) (정확도 80.5%)이고, 가장 낮은 항목은 영양구멍부위에서정강뼈둘레 (CNF) (정확도 68.4%)이었다 (Table 2).

단계분석방법으로 몸쪽관절융기최대가로너비 (PAB)와 가쪽관절융기최대길이 (LAL)를 변수로 하는 성별판별의 기준식을 만들었으며 기준식의 정확도는 84.8%이었다 (Table 3).

Table 1. Means (with standard deviation: S.D.) of measured variables (unit: mm)

	Male (N=110)		Female (N=60)	
	Mean (S.D.)		Mean (S.D.)	
CNF	10.1 (0.7)		8.3 (0.6)	
PAB	73.5 (3.4)		66.1 (4.3)	
MAB	31.3 (2.1)		28.6 (2.1)	
MAL	47.8 (3.9)		42.5 (2.9)	
LAB	33.0 (2.1)		29.1 (2.5)	
LAL	41.2 (2.6)		36.0 (3.0)	
DCB	50.6 (3.1)		45.2 (3.2)	
ML	347.4 (21.3)		324.1 (18.4)	

N: Sample size

CNF: Circumference measured at the level of the nutrient foramen, PAB: Maximum transverse breadth of the proximal tibia as measured from the lateral edge of the lateral condyle to the medial edge of the medial condyle, MAL: Maximum length of medial condyle as measured from most posterior to anterior edges, MAB: Maximum transverse width of the medial condyle as measured from most lateral to medial edges, LAB: Maximum transverse breadth of lateral condyle as measured in the same manner as that for medial condyle articular width, LAL: Maximum length of lateral condyle as measured in a manner similar to that for medial condyle articular length, DCB: Maximum transverse breadth between two most laterally projecting points on the medial malleolus and the lateral surface of the distal articular region, ML: Maximum tibia length

Table 2. Discriminant function score of the variables of tibia

	Coefficients (mm)	Accuracy (%)	Significance
CNF	F < 9.6 < M	68.4	0.000
PAB	F < 71.4 < M	78.2	0.000
MAB	F < 30.8 < M	73.6	0.000
MAL	F < 46.2 < M	79.3	0.000
LAB	F < 31.9 < M	80.5	0.000
LAL	F < 39.6 < M	77.6	0.000
DCB	F < 48.6 < M	74.7	0.000
ML	F < 339.8 < M	75.9	0.000

CNF: Circumference measured at the level of the nutrient foramen, PAB: Maximum transverse breadth of the proximal tibia as measured from the lateral edge of the lateral condyle to the medial edge of the medial condyle, MAL: Maximum length of medial condyle as measured from most posterior to anterior edges, MAB: Maximum transverse width of the medial condyle as measured from most lateral to medial edges, LAB: Maximum transverse breadth of lateral condyle as measured in the same manner as that for medial condyle articular width, LAL: Maximum length of lateral condyle as measured in a manner similar to that for medial condyle articular length, DCB: Maximum transverse breadth between two most laterally projecting points on the medial malleolus and the lateral surface of the distal articular region, ML: Maximum tibia length

고 찰

정강뼈를 이용한 성별판별 연구는 다양한 인구집단을 대상으로 이루어 졌고 그들의 성별에측 정확도는 인구집단에 따라 달랐다 (İşcan과 Shaivitz 1984, Holland 1991, Kieser과 Cecchi 1992, İşcan 등 1994, Steyn과 İşcan

Table 3. Sex discriminant functions using stepwise logistic regression of tibia

Coefficient (mm)	Significance	Sectioning point	Accuracy (%)
0.18*PAB+0.152*LAL-18.921	0.000	0	84.8

PAB: Maximum transverse breadth of the proximal tibia as measured from the lateral edge of the lateral condyle to the medial edge of the medial condyle, LAL: Maximum length of lateral condyle as measured in a manner similar to that for medial condyle articular length

Table 4. Comparison the accuracy of tibia with other studies

(unit: %)

	N	CNF	PAB	MAB	MAL	LAB	LAL	DCB	ML
Korean ¹	85	68.4	78.2	73.6	79.3	80.5	77.6	74.7	75.9
American ²	(White) 79 (Black) 80	77.2 80							65.8 81.3
American ³	120		95 95	88 85	86 95	89 95	86 95		
South African ⁴	(Caucasoid) 100 (Negro) 102		88 93	89 93	90 95	89 94	88 93		
Japanese ⁵	90	80	88.6						
South African white ⁶	106		86.8					88.7	

N: Sample size

CNF: Circumference measured at the level of the nutrient foramen, PAB: Maximum transverse breadth of the proximal tibia as measured from the lateral edge of the lateral condyle to the medial edge of the medial condyle, MAL: Maximum length of medial condyle as measured from most posterior to anterior edges, MAB: Maximum transverse width of the medial condyle as measured from most lateral to medial edges, LAB: Maximum transverse breadth of lateral condyle as measured in the same manner as that for medial condyle articular width, LAL: Maximum length of lateral condyle as measured in a manner similar to that for medial condyle articular length, DCB: Maximum transverse breadth between two most laterally projecting points on the medial malleolus and the lateral surface of the distal articular regionn, ML: Maximum tibia length

1: This study (2010), 2: İşcan and Shaivits (1984), 3: Holland (1991), 4: Kieser et al. (1992), 5: İşcan et al. (1994), 6: Steyn and İşcan (1997)

1997, Reimer 등 2000, Slaus과 Tomičić 2005). 이 연구에서 정강뼈 최대길이를 이용한 성별판별의 정확도는 75.9%이었다. 1984년 미국인을 대상으로 한 연구에서는 백인이 65.8%, 흑인이 81.3%로 흑인에서 더욱 유의한 결과를 보여 정강뼈 최대길이를 이용한 성별판별의 정확도는 인구집단마다의 차이가 있음을 정강뼈 최대길이를 통해서 알 수 있었다(Table 4).

Holland (1991)는 정강뼈의 몸쪽 관절면이 성별판별력이 높을 뿐만 아니라 뼈가 발견되는 현장에서 조각난 몸쪽 부분의 정강뼈가 많이 발견된다고 하였다. 이를 근거로 그는 정강뼈의 몸쪽 관절면의 최대너비, 안쪽과 가쪽 관절융기의 길이와 너비 항목의 계측을 통하여 85.0%에서 95.0%의 정확성을 얻었다. Kieser 등(1992)은 Holland (1991)와 동일한 항목을 계측하여 88.0%에서 95.0%의 정확도를 얻었으나 위의 두 연구들은 최대길이 또는 먼쪽에 포함된 항목과 둘레의 길이 등은 계측하지 않았기 때문에 이러한 항목들보다 상대적으로 몸쪽 부위의 항목이 성별추정에 더욱 유의한지는 비교할 수 없었다(Table 4). 그러나 이번 연구에서는 몸쪽 관절면의 항목들뿐만 아니라 먼쪽 또는 최대길이 항목들도 측정 을 하여 정확도를 비교한 결과 몸쪽 관절면의 항목들

Table 5. Comparison discriminant function coefficients with other studies

(unit: mm)

Population	PAB	DCB
Korean ¹	Female < 71.4 < Male	Female < 48.6 < Male
Japanese ²	Female < 69.5 < Male	
South African ³	Female < 74.5 < Male	Female < 47.3 < Male

PAB: Maximum transverse breadth of the proximal tibia as measured from the lateral edge of the lateral condyle to the medial edge of the medial condyle, DCB: Maximum transverse breadth between two most laterally projecting points on the medial malleolus and the lateral surface of the distal articular regionn

1: This study (2010), 2: İşcan et al. (1994), 3: Steyn and İşcan (1997)

이 둘레의 길이 또는 먼쪽 항목들보다 성별판별에 유의함을 보여 Holland (1991)의 주장과 일치하였다 (Table 4). 발굴현장에서 정강뼈의 몸쪽부분이 발견된다면 이 연구의 결과를 토대로 성별추정이 보다 정확하게 이루어질 것으로 기대한다.

İşcan과 Shaivitz (1984)는 정강뼈에서 길이의 항목보다 몸통 둘레길이가 성별판별에 더욱 유의하다고 보고 하였다. 미국인을 대상으로 한 연구를 살펴보면 길이항목 보다 둘레의 길이 항목이 근소한 차이지만 성별판별에 있어 높은 정확도를 보였다(Table 4). 그러나 이번

연구에서는 최대길이(ML)항목이 영양구멍부위에서 정강뼈돌레(CNF)항목보다 성별판별에 더욱 높은 정확도를 보여 위의 주장과는 일치하지 않아 인구집단마다의 특성이 있음을 알 수 있었다(Table 4).

국내에는 골반뼈(Choi과 Chung 1999), 방패연골(Park 등 2003), 목뼈(Kim 등 2006), 고리뼈(Park 등 2009)와 아래턱뼈(Kim 등 2009)가 성별판별에 유의하다는 결과가 있었고 가장 높은 성별판별의 정확도를 보인 것은 아래턱뼈였다(Hu 등 2006). 갈비뼈는 이번 연구에서 가장 높은 정확도를 보인 LAB(80.5%)보다 높은 성별예측 정확도를 보였다.

몸쪽관절용기최대가로너비(PAB)의 성별판별 기준값은 한국인이 근소하게 일본인보다 컸으나 남아프리카인보다는 작았다. 또한 먼쪽최대가로너비(DCB)는 남아프리카인보다 오히려 한국인이 더 큰 것으로 보아, 정강뼈의 몸쪽 관절면의 너비는 남아프리카인이 큰 반면 상대적으로 먼쪽 부위의 너비는 한국인이 더욱 크다는 것을 알 수 있었다(Table 5).

각 나라의 인구집단마다 성별판별의 기준이 다르다. 이번 연구에서도 알 수 있듯이 같은 아시아 인구집단인 일본인의 성별판별의 기준을 한국인에게 적용하기에 어려움이 있었다. 현재까지 국내에 동일한 연구가 없으므로 이 연구의 결과로 신원 불명의 정강뼈가 부러진 상태에서 발견되더라도 성별 추정에 도움이 될 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- Choi BY : Correlation between the postmortem stature and the dried limb-bone length of Korean adult males. Thesis of Graduate School, Yonsei University 1993. (in Korean)
- Choi BY, Chung IH : Sex discrimination with the metric measurements of the Korean dried pelvic bones by discriminant function analysis. Korean J Phys Anthropol 12: 151-157, 1999. (in Korean)
- Cox M, Flavel A, Hanson I, Laver J, Wessling R : Mortuary procedures, The scientific investigation of mass graves: towards protocols and standard operating procedures. 1st ed., America, Cambridge, pp 453-454, 2008.
- Holland TD : Sex assessment using the proximal tibia. Am J Phys Anthropol 85: 221-227, 1991.
- Hu KS, Koh KS, Han SH, Shin KJ, Kim HJ : Sex determination using nonmetric characteristics of the mandible in Koreans. J Forensic Sci 51: 1376-1382, 2006.
- İşcan MY, Shaivits PM : Determination of sex from the tibia. Am J Phys Anthropol 64: 53-57, 1984.
- İşcan MY, Yoshino M, Kato S : Sex determination from the tibia: standards for contemporary Japan. J Forensic Sci 39: 785-792, 1994.
- Kieser JA, Cecchi JM, Groeneveld HT : Sex allocation of skeletal material by analysis of the proximal tibia. Forensic Sci Int 56: 29-36, 1992.
- Kim YR, Lee JY, Song WC, Koh KS : Sex determination of the mandible focusing on the ramus. Korean J Phys Anthropol 22: 269-277, 2009. (in Korean)
- Kim DI, Lee UY, Park DK, Kim YS, Han KH, Kim KH, Han SH : Morphometrics of the hyoid bone for human sex determination from digital photographs. J Forensic Sci 51: 979-984, 2006.
- Kim DI, Han SH, Kim YS, Park DK, Lee UY, Chung IH : Evaluation of the rib seriation using analysis of quantitative methods in Koreans. Korean J Phys Anthropol 22: 127-137, 2009.
- Lee JH, Kim DI, Kwak DS, Lee UY, Kim IS, Park DK, Han KH, Han SH : Estimation of maximum femoral length from fragmentary femur. Korean J Phys Anthropol 18: 247-254, 2005. (in Korean)
- Park DK, Kim DI, Lee UY, Han KH, Kim KH, Han SH : Morphometric analysis of the Korean thyroid cartilage for identification of sex : metric study. Korean J Phys Anthropol 16: 129-136, 2003. (in Korean)
- Park DK, Ra JJ, Park KH, Ko JS, Kim DI, Kim YS, Lee UY, Chung IH, Han SH : Determination of sex in Koreans using atlas. Korean J Phys Anthropol 22: 205-212, 2009. (in Korean)
- Reimer EG, Vazquez JV, Rosa MA, Fernandez FS : Sex determination by discriminant function analysis of the right tibia in the prehispanic population of the Canary Islands. Forensic Sci Int 108: 165-172, 2000.
- Slaus M, Tomičić Z : Discriminant function sexing of fragmentary and complete tibiae from medieval Croatian sites. Forensic Sci Int 147: 147-152, 2005.
- Steyn M, İşcan MY : Sex determination from the femur and tibia in South African whites. Forensic Sci Int 90: 111-119, 1997.

Sex Determination from the Tibia in Korean Population

Je-Hun Lee, Seung-Ho Han, In-Hyuk Chung¹

Department of Anatomy · Catholic Institute for Applied Anatomy, College of Medicine, Catholic University, Seoul, Korea

¹*Department of Anatomy, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea*

Abstract : There are a number of studies in the world that uses tibia for sex determination, however there are no such studies in Korea. Eight variables were used to determine sex of tibia. The sample consisted of 170 tibiae (from 55 males and 30 females). The ages for these specimens ranged from 18 and 91 years. Vernier caliper (Absolute Digimetric, Mitutoyo Corp, Japan), osteometric table (Osteometric table, GPM Corp, Swiss) and Ruler (Ruler, Peace Corp, Korea) were used to measure these variables and statistical analysis was performed. Result showed that the accuracy of maximum breadth of lateral articular surface of proximal condyle (LAB) was highest to reach 80.5%; on the contrary, circumference of the body that the point found nutrient foramen (CNF) was lowest correlation variable to reach only 68.4%. Other variables except for CNF showed higher than 75.0% accuracy. Equation of sex determining function was made by the stepwise logistic regression using maximum breadth between lateral and medial condyle on the superior aspect (PAB) and maximum length of lateral articular surface of proximal condyle (LAL). The accuracy of the equation showed 84.8%. This study showed that certain parameters of the tibia useful for sex determination in the case of fragment of tibia are found.

Keywords : Korean, Tibia, Sex determination