

한국인의 머리뼈지수와 바위능선-정중선각을 이용한 머리뼈 형태의 분류: 사후컴퓨터단층촬영 영상을 기반으로

박광락¹, 조재호², 김디근³, 권형욱³, 최유진³, 이미정³, 이수경⁴, 최인석⁴, 박정현³

¹계명대학교 의과대학 해부학교실, ²한림대학교 의과대학 춘천성심병원 정형외과학교실, ³강원대학교 의학전문대학원 해부학교실, ⁴국립과학수사연구원 법의검사과

Craniometric Analysis Using Cranial Index (CI) and Petrous Ridge-midline Angle (PMA) in the Korean Population: Postmortem Computed Tomography-based Study

Kwang-Rak Park¹, Jaeho Cho², Digud Kim³, Hyung-Wook Kwon³, Yu-Jin Choi³, Mijeong Lee³, Sookyoung Lee⁴, Inseok Choi⁴, Jeonghyun Park³

¹Department of Anatomy, Keimyung University School of Medicine

²Department of Orthopedic Surgery, Chuncheon Sacred Heart Hospital, Hallym University of Medicine

³Department of Anatomy & Cell Biology, Graduate School of Medicine, Kangwon National University

⁴Division of Forensic Medical Examination, National Forensic Service

Abstract : The human skull has a very complex and diverse structure, and morphological characteristics are distinct by race. The purpose of this study is to classify the skull shape of the Korean population by applying two classification methods using post-mortem computed tomography (PMCT) images, and to obtain anatomical data by comparing characteristics by gender and age group. 146 PMCT cross-sectional images (72 males, 74 females) provided by the National Forensic Service were analyzed, and the average age was 54.7 ± 18.8 years. The maximum cranial length was divided by the maximum cranial width and multiplied by 100 to calculate the cranial index (CI). Petrous ridge-midline angle (PMA) was measured as the angle between the petrous ridge and the midline. In CI cranial morphology classification, brachycranial was found in 129 (88.4%) and mesocranial 17 (11.6%) cases, and brachycranial showed the highest frequency. There was no significant difference in the frequency of skull morphology by gender and age group. In the skull morphology classification

본 연구는 행정안전부 국립과학수사연구원에서 시행한 위탁연구과제의 일환으로 지원받아 수행된 연구(NFS2022MED01)이다.

저자(들)는 '의학논문 출판윤리 가이드라인'을 준수합니다.

저자(들)는 이 연구와 관련하여 이해관계가 없음을 밝힙니다.

Received: September 6, 2022; **Revised:** September 14, 2022;

Accepted: September 15, 2022

Correspondence to: 박정현 (강원대학교 의학전문대학원 해부학교실)

E-mail: jhpark@kangwon.ac.kr

of PMA, brachyranic was identified in 86 (58.9%), mesocranic in 57 (39.0%), and doliocranic in 3 (2.1%), and brachyranic showed the highest frequency. In the frequency analysis by gender, male brachyranic showed higher frequency than female ($p=0.010$). In the frequency analysis for age groups, the frequency of brachyranic in the middle and old age groups was higher than in the young age group ($p=0.047$). In conclusion, Brachyranic showed the highest frequency in both CI and PMA cranial morphology classification, which is considered to be useful basic data that can be used clinically and forensic anthropology.

Keywords : Cranial morphology, Cranial index, Petrous ridge-midline angle, Post-mortem computed tomography

서 론

사람의 머리뼈 형태는 매우 복잡하고 다양한 구조를 가지고 있으며, 인종에 따라 그 형태학적인 특성의 차이가 뚜렷하다. 또한, 환경적인 요인보다는 유전적 요인에 더 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있다[1,2]. 머리뼈 형태의 특성에 관한 정보들은 체질인류학적 측면뿐만 아니라 대형 참사, 화재와 같은 대형 재해로 인한 희생자의 신원을 확보하거나, 긴 시간 동안 매장되어 있는 유골 발굴 현장에서의 감식활동 등에서 개인 식별을 위한 자료로 매우 유용하게 활용될 수 있기 때문에 보다 상세하고 고도화된 분류법이 요구되고 있다[3].

현대에는 인체의 질병을 진단하거나 입체적인 해부학적 형태를 측정하기 위한 첨단 의료영상 기술이 발달하였고, 그 중 컴퓨터단층영상(Computed tomography, CT)이 중요한 도구로써 활용되고 있다. CT는 비침습적이며 해상도가 높고, 감도가 뛰어나 특정 조직을 구별할 수 있는 높은 분해능을 가지고 있으며, 특히 뼈를 집중적으로 관찰할 수 있는 뼈 보기 설정(Bone setting)이 가능하여 임상 및 연구에 활용되고 있다[4,5]. 또한, 국립과학수사연구원에서는 사망자의 사인 판단을 위한 자료로 활용하기 위해 사후컴퓨터단층촬영(Post-mortem computed tomography, PMCT) 장비를 도입하기도 하였다[6].

본 연구에서는 국립과학수사연구원에서 촬영된 PMCT 영상을 활용하여 머리뼈 형태 분류를 하였다. Eskandary 등[7]은 병원의 CT 영상을 활용한 머리뼈 형태 분류 연구에서 남자와 여자의 성비가 8:2였으며, 젊은 남자에서 가장 높은 CT검사 빈도를 보였는데, 이는 성별, 연령별 질병의 발생 빈도가 다르기 때문일 수 있다고 논하였다. 일반적으로 병원에서 촬영된 CT 영상을 연구목적으로 활용하기 위해서는 환자와 의료진의 동의가 있어야 하며, 머리부위에 이상이 있는 환자를 대상으로 검사한 CT 영상에서 이상이 없는 대상자를 선택하기 위한 의무기록지 검토가 요구되고 있지만 개인

정보활용에 대한 규제로 충분한 영상자료 확보에 제한이 따른다. 그러나, PMCT 영상은 사인이 머리부위에 있는 경우가 아니라도 모든 검사를 시행하였고, PMCT 영상을 활용한 연구의 사전 동의와 생명윤리위원회의 승인을 얻은 상태로 대규모 자료를 활용하기에 용이한 장점이 있다.

가장 보편화되어 있는 머리뼈 형태의 연구 방법에는 최대 머리뼈길이(Maximum cranial length, MCL)와 최대머리뼈너비(Maximum cranial width, MCW)를 이용하여 산정한 머리뼈지수(Cranial index, CI) 방법이 있다. 이 방법은 외국뿐만 아니라 국내에서도 널리 활용되고 있으며, CI를 활용한 다양한 이전 연구들이 있으나, 머리뼈 형태는 매우 복잡하고 다양한 형태를 보이고 있기 때문에 보다 정확하게 머리뼈 형태를 표현하기에는 한계가 있으며 보다 고도화되고 상세화할 수 있는 수단이 요구되고 있다[2,8-10]. 따라서 본 연구에서는 바위능선과 정중선이 이루는 각도를 측정하여 머리뼈 형태를 분류하는 바위능선-정중선각(Petrous ridge-midline angle, PMA) 방법을 추가로 활용하여, CI와 PMA의 방법을 모두 적용한다면 보다 고도화되고 복합적인 머리뼈 형태 분류를 할 수 있을 것으로 판단하였다.

본 연구의 목적은 사후컴퓨터단층촬영 영상을 활용한 한국인의 머리뼈 형태를 분류하기 위해 두 가지 분류방법을 복합적으로 활용하여 교차분석하고, 각 분류방법에 대한 성별, 인종별 특성을 비교함으로써 한국인의 해부학적, 체질인류학적 기초자료를 확보하고 임상에 활용할 수 있도록 하기 위함이다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

이 연구는 2020년 1월부터 2021년 12월까지 국립과학수사연구원에서 PMCT로 촬영된 단면영상 146장(남성 72, 여성 74)을 분석하였으며, 국립과학수사연구원의 기관생명윤

리위원회 승인을 받아 진행되었다(IRB No. 906-211116-HR-003-02). 촬영 당시 사망자의 평균나이는 54.7 ± 18.8 세였으며, 나이에 따라 청년층(20~39세), 중장년층(40~64세), 고령층(65~90세)의 3개의 집단으로 분류하였다(Table 1). 영상은 머리부위에 골절, 기형, 손상, 질환 및 수술 등의 이상 징후가 없고 직·간접적인 사인이 머리부위와 관계없는 시신의 영상을 활용하였다. 또한 정자세로 촬영된 영상의 판정은 양쪽 눈확아래모서리, 눈확위모서리 및 양쪽 바깥귀길이 각각의 단면영상에 동시에 나와지는 것으로 하였다.

2. 방법

1) PMCT 영상 및 데이터 획득

본 연구에서는 국립과학수사연구원 본원에 보유 중인 PMCT(Aquilion PRIME TSX-303A, CANON Medical Systems Corp., Tokyo, Japan) 장비를 이용하여 검사하였다. 촬

Table 1. Distribution of gender and age group in the Korean population

Age group	Male	Female	Total
Young age groups (20~39 years old)	19	19	38
Middle age groups (40~64 years old)	33	28	61
Old age groups (65~90 years old)	20	27	47
Total	72	74	146

영조건은 tube voltage 120 kVp, pitch factor 0.637, slice thickness 1.0 mm, increment 0.8 mm, rotation time 0.6 sec였으며, 모든 영상에서 뼈의 대조도와 선예도를 최적화하기 위하여 뼈보기 설정(Window width 1500, window level 500)의 조건에서 측정이 수행되었다. 수집된 PMCT 영상의 길이와 각도의 측정은 DICOM viewer(MicroDicom DICOM viewer ver. 0.9.1, MicroDicom Ltd., Sofia, Bulgaria)를 통하여 측정되었다.

2) 머리뼈 계측 및 형태 분류

DICOM viewer를 활용하여 최대머리뼈길이(Maximum cranial length, MCL)는 머리뼈 앞·뒤 길이가 가장 긴 부분, 최대머리뼈너비(Maximum cranial width, MCW)는 머리뼈 좌·우 길이가 가장 긴 부분을 측정하였으며, MCW를 MCL로 나누고 100을 곱하여 머리뼈지수(Cranial index, CI)를 산정하였다. 바위능선-정중선각(Petrous ridge-midline angle, PMA)은 바위능선과 정중선이 이루는 각도를 측정하였다(Fig. 1). 머리뼈 형태에 대한 분류는 각각의 분류기준에 따라 3개의 유형으로 분류하였다. CI에서 긴머리형(Dolico-cranic)은 $CI \leq 74.9\%$, 중간머리형(Mesocranic)은 $75.0\% \leq CI \leq 79.9\%$, 짧은머리형(Brachycranic)은 $CI \geq 80\%$ 로 분류하였고, PMA에서 긴머리형(Dolico-cranic)은 $PMA \leq 46.9^\circ$, 중간머리형(Mesocranic)은 $47^\circ \leq PMA \leq 53.9^\circ$, 짧은머리형(Brachycranic)은 $PMA \geq 54^\circ$ 로 분류하였다[7,8]. 모든 측정은 2명의 연구자가 독립적으로 측정위치를 식별하여 길이와 각도를 측정하였으며, 한 연구자가 각 2회씩 측정하여 그 평균값을 산정하여 활용하였다.

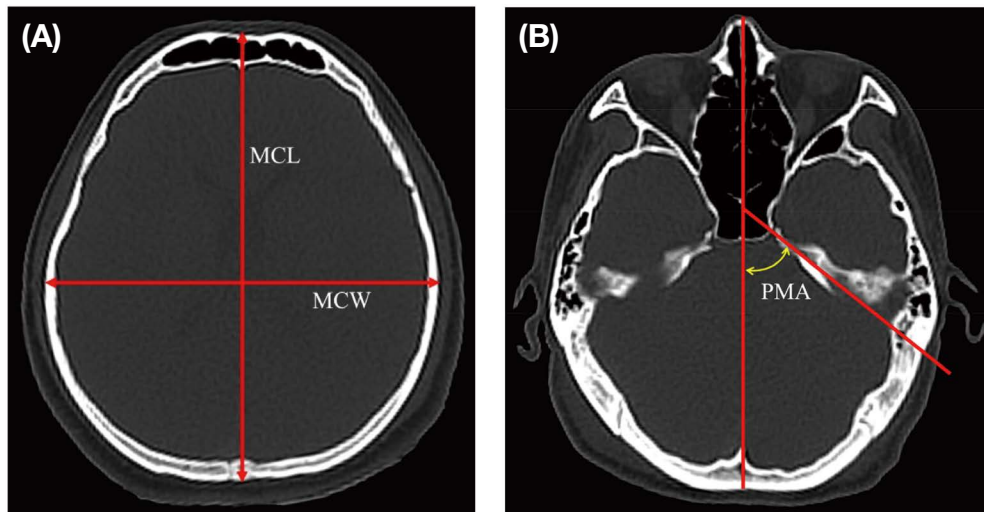


Fig. 1. Two Craniometric Methods. (A) maximum cranial length (MCL) and maximum cranial width (MCW) for cranial index calculation, (B) Petrous ridge-midline angle (PMA) measurement.

3) 자료분석

모든 측정변수에 대한 자료분석은 SPSS 통계 패키지 프로그램(IBM SPSS Statistics ver. 23.0, IBM Co., NY, USA)을 이용하여 수행하였다. 성별에 따른 평균비교는 독립표본 T 검정(Student's T-test)을 통하여 분석하였으며, CI와 PMA의 머리뼈 형태 분류에 대한 성별, 연령대별 빈도분석, CI와 PMA 간의 빈도분석은 Fisher의 정확한 검정(Fisher's exact test)을 통하여 분석하였다. 연구자 간 신뢰도(Interclass correlation coefficient)는 2명의 연구자가 독립적으로 측정한 값들을 이용하여 분석하였으며, 분류기준은 빈약(0.00~0.21), 공정(0.21~0.40), 보통(0.41~0.60), 양호(0.61~0.80), 우수(0.81~1.00)로 분류한 Landis와 Koch의 정의를 적용하였다 [11].

결 과

1. 연구자 간 신뢰도분석

2명의 연구자가 독립적으로 측정위치를 식별하여 측정한 MCL, MCW, PMA 값에 대한 신뢰도를 분석하였으며, 그 결과 신뢰도값(Cronbach's α)은 MCL에서 0.988, MCW에서 0.993, PMA에서 0.795였다. Landis와 Koch [11]의 정의에

따라 MCL과 MCW는 우수(0.81~1.00)등급, PMA는 양호(0.61~0.80)등급의 신뢰도를 보였다.

2. 성별에 따른 머리뼈 측정값의 비교

머리뼈의 MCL, MCW, CI 및 PMA의 측정값을 성별에 따라 비교해본 결과, MCL은 남자는 170.3 ± 7.9 mm, 여자는 167.8 ± 6.6 mm였으며, 남자의 MCL이 여자보다 유의하게 길었다($p=0.42$). MCW는 남자에서 145.6 ± 8.7 mm, 여자에서 144.5 ± 6.2 mm였으며, CI는 남자에서 85.6 ± 5.0 mm, 여자에서 86.2 ± 5.1 mm였다. MCW와 CI에서는 성별에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. PMA는 남자가 55.0 ± 2.7 mm, 여자가 53.3 ± 3.6 mm였으며, 남자의 PMA의 각도가 여자보다 유의하게 컸다($p<0.001$) (Table 2).

3. 성별에 따른 CI의 머리뼈 형태별 빈도

CI의 머리뼈 형태별 빈도를 성별에 따라 분석해본 결과, 남자는 짧은머리형이 64명(88.9%)으로 가장 높은 빈도를 보였고, 중간머리형이 8명(11.1%)으로 두 번째 높은 빈도를 보였으며 긴머리형은 없었다. 여자는 짧은머리형이 65명(87.8%), 중간머리형이 9명(12.2%)으로 성별에 따른 머리뼈 형태의 빈도 차이는 없었다(Table 3).

Table 2. Comparison of craniometric parameters by gender

Parameter		Young age group	Middle age group	Old age group	Total	<i>p</i>
MCL (mm)	Male	172.7 ± 8.7	168.8 ± 6.8	170.3 ± 8.7	170.3 ± 7.9	.042*
	Female	169.1 ± 7.3	167.0 ± 7.2	167.6 ± 5.6	167.8 ± 6.6	
MCW (mm)	Male	144.0 ± 8.3	148.2 ± 8.8	142.7 ± 8.1	145.6 ± 8.7	.357
	Female	145.8 ± 7.2	144.1 ± 6.8	143.8 ± 4.5	144.5 ± 6.2	
CI (%)	Male	83.4 ± 3.5	87.9 ± 4.5	83.9 ± 5.4	85.6 ± 5.0	.448
	Female	86.4 ± 5.2	86.5 ± 6.0	85.9 ± 4.1	86.2 ± 5.1	
PMA (°)	Male	54.0 ± 3.1	55.4 ± 2.1	55.1 ± 3.0	55.0 ± 2.7	.001**
	Female	51.8 ± 4.5	53.5 ± 3.5	54.2 ± 2.5	53.3 ± 3.6	

The data are presented as mean ± SD, * $p<0.05$, ** $p<0.01$

Table 3. Frequency analysis of cranial index by gender

Parameters	Male	Female	Total	<i>p</i>
Brachycranial ($CI \geq 80\%$)	64 (88.9%)	65 (87.8%)	129 (88.4%)	.843
Mesocranial ($75\% \leq CI \leq 79\%$)	8 (11.1%)	9 (12.2%)	17 (11.6%)	
Total	72 (100.0%)	74 (100.0%)	146 (100.0%)	

The data are presented as number (percent).

4. 연령에 따른 CI의 머리뼈 형태별 빈도

CI의 머리뼈 형태별 빈도를 연령별로 비교해본 결과, 청년층은 짧은머리형이 31명(81.6%), 중간머리형이 7명(18.4%)이었고, 중장년층은 짧은머리형이 57명(93.4%), 중간머리형이 4명(6.6%)이었으며, 고령층은 짧은머리형이 41명(87.2%), 중간머리형이 6명(12.8%)이었다. 모든 연령에서 짧은머리형이 가장 빈도가 높았고, 중간머리형은 두 번째로 높은 빈도를 보였으나, 긴머리형은 없었으며, 연령에 따른 CI의 머리뼈 형태별 빈도는 유의한 차이가 없었다(Table 4).

5. 성별에 따른 PMA의 머리뼈 형태별 빈도

PMA의 머리뼈 형태별 빈도를 성별에 따라 분석한 결과, 남자는 짧은머리형이 50명(69.4%)으로 가장 높은 빈도를 보였고, 중간머리형이 22명(30.6%)으로 두 번째 높은 빈도를 보였고, 긴머리형은 없었다. 여자는 짧은머리형이 36명(48.6%)으로 가장 높은 빈도를 보였고, 중간머리형이 35명

(47.3%)으로 두 번째 높은 빈도를 보였고, 긴머리형이 3명(4.1%)으로 가장 낮은 빈도를 보였다. 성별에 따른 PMA의 머리뼈 형태별 빈도는 남자의 짧은머리형이 여자보다 유의하게 높은 빈도를 보였다($p=0.010$)(Table 5).

6. 연령에 따른 PMA의 머리뼈 형태별 빈도

PMA의 머리뼈 형태별 빈도를 연령별로 비교해본 결과, 청년층은 짧은머리형이 17명(44.7%), 중간머리형이 18명(47.4%), 긴머리형이 3명(7.9%)이었다. 중장년층은 짧은머리형이 39명(63.9%), 중간머리형이 22명(36.1%), 긴머리형은 없었다. 고령층은 짧은머리형이 30명(63.8%), 중간머리형이 17명(36.2%), 긴머리형은 없었다. 청년층에서는 짧은머리형과 중간머리형의 빈도가 유사하게 나타났으나, 중장년층과 고령층에서는 짧은머리형이 가장 높은 빈도를 보였다. 연령에 따른 머리뼈 형태는 청년층에서 중장년층과 고령층보다 중간머리형의 비율이 더 높게 나타났다($p=0.047$)(Table 6).

Table 4. Frequency analysis of cranial index by age group

Parameters	Young age groups	Middle age groups	Old age groups	Total	<i>p</i>
Brachycranic ($CI \geq 80\%$)	31 (81.6%)	57 (93.4%)	41 (87.2%)	129 (88.4%)	.193
Mesocranic ($75\% \leq CI \leq 79\%$)	7 (18.4%)	4 (6.6%)	6 (12.8%)	17 (11.6%)	
Total	38 (100.0%)	61 (100.0%)	47 (100.0%)	146 (100.0%)	

The data are presented as number (percent).

Table 5. Frequency analysis of petrous ridge–midline angle by gender

Parameters	Male	Female	Total	<i>p</i>
Brachycranic ($PMA \geq 54^\circ$)	50 (69.4%)	36 (48.6%)	86 (58.9%)	.010*
Mesocranic ($46^\circ \leq PMA \leq 53^\circ$)	22 (30.6%)	35 (47.3%)	57 (39.0%)	
Dolico-cranic ($PMA \leq 45^\circ$)	0 (0.0%)	3 (4.1%)	3 (2.1%)	
Total	72 (100.0%)	74 (100.0%)	146 (100.0%)	

The data are presented as number (percent), * $p < 0.05$

Table 6. Frequency analysis of petrous ridge–midline angle by age group

Parameters	Young age groups	Middle age groups	Old age groups	Total	<i>p</i>
Brachycranic ($PMA \geq 54^\circ$)	17 (44.7%)	39 (63.9%)	30 (63.8%)	86 (58.9%)	.047*
Mesocranic ($46^\circ \leq PMA \leq 53^\circ$)	18 (47.4%)	22 (36.1%)	17 (36.2%)	57 (39.0%)	
Dolico-cranic ($PMA \leq 45^\circ$)	3 (7.9%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (2.1%)	
Total	38 (100.0%)	61 (100.0%)	47 (100.0%)	146 (100.0%)	

The data are presented as number (percent), * $p < 0.05$

Table 7. Cross tabulation of two grouping methods to classify cranial shapes

Cranial Shape by CI		Cranial Shape by PMA			Total
		Brachycranial (PMA ≥ 54°)	Mesocranial (46° ≤ PMA ≤ 53°)	Dolicocranial (PMA ≤ 45°)	
Brachycranial (CI ≥ 80%)	Count	81	48	0	129
	% within rows	62.8%	37.2%	0.0%	100.0%
	% within columns	94.2%	84.2%	0.0%	88.4%
Mesocranial (75% ≤ CI ≤ 79%)	Count	5	9	3	17
	% within rows	29.4%	52.9%	17.6%	100.0%
	% within columns	5.8%	15.8%	100.0%	11.6%
Total	Count	86	57	3	146
	% within rows	58.9%	39.0%	2.1%	100.0%
	% within columns	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

7. 2가지 머리뼈 형태 분류에 대한 교차분석

CI와 PMA의 머리뼈 형태 분류에 대하여 교차분석 결과, CI와 PMA 모두에서 짧은머리형이 146명 중 81명으로 가장 빈도가 높았으며, CI에서 짧은머리형이면서 PMA에서 중간머리형인 경우가 146명 중 48명으로 두 번째로 높은 빈도를 보였다. 다음으로 CI와 PMA 모두에서 중간머리형인 경우가 146명 중 9명이었으며, CI에서 중간머리형이면서 PMA에서 짧은머리형인 경우는 146명 중 5명이었고, CI에서 중간머리형이면서 PMA에서 긴머리형인 경우가 146명 중 3명인 것으로 나타났다(Table 7).

고 찰

본 연구는 한국인을 대상으로 머리뼈의 형태를 확인하기 위하여 국립과학수사연구원에서 사망자를 대상으로 촬영한 PMCT의 단면영상을 활용하여 수행되었으며, 남자(72명)와 여자(74명)로 대상자의 성비는 서로 유사하였고 연령분포도 20대에서 80대까지 고르게 분포하였다. 머리뼈 형태의 연구에 있어 과거에는 백골이나 살아있는 사람을 대상으로 하거나, 일반방사선 촬영영상을 활용하여 진행되었고, 최근에는 주로 병원에서 진단의 목적으로 촬영된 단면영상을 활용하고 있다. 임상에서 촬영된 CT 영상은 자료활용에 대한 동의와 의무기록지 검토 등의 절차가 필수적으로 수행되어야 하기 때문에 대규모 자료 확보의 어려움이 있을 수 있다. 이에 본 연구에서는 한국인을 대상으로 성비와 연령비가 고르게 분포하고 비교적 대규모 자료 확보가 가능한 PMCT 영상을 활용하는 것이 용이하다고 판단하였다.

본 연구에서 성별에 따른 측정값의 평균값을 비교하였는

데 MCL은 남자가 여자보다 더 길었으나, CI에서는 성별에 따라 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. Choi 등[12]도 MCL에서 남자가 여자보다 유의하게 길고, CI에서는 성별에 따른 유의한 차이는 없다고 보고하여 본 결과와 유사하였다. Koh [9]는 CI가 유의한 차이는 없었지만 여자가 남자보다 높다고 하였는데 본 연구 결과에서도 CI가 성별에 따른 유의한 차이는 없었지만 여자의 CI 지수가 높아 이전 연구와 유사한 결과를 보였다.

본 연구에서 CI의 분류에서 짧은머리형의 빈도가 88.4% (146명 중 129명)로 가장 높았다. Han 등[2]과 Koh [9]는 구체적인 빈도를 제시하지는 않았지만 한국인의 머리뼈 형태는 모두 짧은머리형에 속한다고 논하였으며, Choi 등[12]은 짧은머리형이 87.7%, Hur 등[13]도 짧은머리형이 85.5%로 한국인에서 가장 많은 빈도를 보인다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 연구 결과와 매우 유사한 결과를 보인 것으로 한국인의 머리뼈 형태가 짧은머리형이라는 사실을 더욱 강화할 수 있는 결과라 할 수 있다. 그러나 이란인을 대상으로 한 연구[7]에서는 긴머리형이 전체의 48.8%로 가장 빈도가 높았으며, 브라질인을 대상으로 한 연구에서는 중간머리형이 전체의 47.4%로 가장 빈도가 높은 것으로 보아 인종에 따라서는 머리뼈 형태가 다양하게 나타나는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서는 머리뼈 형태 분류에서 2가지의 분류방법을 활용하였다. 한국인을 대상으로 한 이전 연구에서는 대부분 CI를 활용한 분류법에 대한 연구만 제시되어 PMA와 복합적으로 분류한 이전 연구는 전무한 상황이다[2,9]. Eskandary 등[7]은 머리뼈 형태가 인종별로 다양하고, CI와 PMA에 대한 측정방법의 빈도분석에서 하나의 머리뼈가 서로 다른 등급으로 분류될 수 있다고 논하면서 CI를 이용한 분류법을 표준 분류방법으로, PMA의 분류법을 보완적인 분류방법으로 활

용한다면 머리뼈 분류를 더욱 상세하고 세분화할 수 있다고 논하였다. 이에 본 연구에서도 세밀한 분류법을 활용하는 것이 한국인에 대한 분류뿐만 아니라 인종별로 다양하고 복잡한 머리뼈 형태를 설명하는 데 더욱 유용할 것으로 판단하였다.

본 연구에서는 CI와 PMA의 방법을 활용하여 복합적인 머리뼈 형태 분류를 위하여 교차분석을 시행하였다. 그 결과 CI와 PMA 모두에서 가장 빈도가 높은 경우는 짧은머리형이었고, 전체 146명에서 81명으로 55.5%였다. 두 번째로 빈도가 높은 머리뼈 형태는 CI는 짧은머리형이면서 PMA는 중간머리형인 경우로, 전체 146명 중 48명으로 32.9%를 차지하였다. 이란인[7]을 대상으로 한 이전 연구에서는 CI와 PMA 모두에서 가장 빈도가 높은 경우는 긴머리형이었으며, 전체에서 32.8%의 빈도를 보였다. 두 번째로 빈도가 높은 머리뼈 형태는 CI는 중간머리형이면서 PMA는 긴머리형인 경우로, 전체의 22.4%의 빈도를 보였다. 이와 같이 두 가지 머리뼈 형태를 복합적으로 활용한다면 인종에 대한 비교에서도 보다 고도화되고 상세화된 비교가 가능하며, 추후 머리뼈 분류에 있어 두 가지 방법을 복합적으로 적용한 대규모의 후속 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서 성별 및 연령에 따른 머리뼈 형태의 빈도를 분석하였다. CI에서는 성별과 연령에 따른 빈도의 차이는 없었으나, PMA에서는 성별에 따른 분류에서 남자가 69.4%, 여자가 48.6%로 남자의 짧은머리형 빈도가 유의하게 높았으며, 연령에 따른 분류에서도 청년층이 44.7%, 중장년층이 63.9%, 고령층이 63.8%로 중장년층과 고령층의 짧은머리형 빈도가 유의하게 높았다. 이는 임상적으로 성별 또는 연령별로 머리뼈 형태를 분류하기 위한 경우(부검, 검시 등)에는 빈도의 유의한 차이가 있는 PMA 측정법을 주로 활용하고, 실무현장에서 성별과 연령에 따른 구분없이 적용이 필요한 경우에는 빈도 차이가 없는 CI 측정법을 주로 적용하는 것이 유용할 것으로 생각된다.

본 연구의 머리뼈 형태 분류에서 가장 높은 빈도를 보인 형태는 짧은머리형이었다. 꼭지돌기와 턱관절을 촬영하기 위한 일반방사선촬영법(LAW 법)에서 촬영 시 환자의 자세가 머리의 정중면이 바닥과 수평인 상태에서 바닥쪽(앞쪽)으로 15° 기울여 검사하여야 한다[14]. 그러나 이러한 자세의 기준은 서양인을 대상으로 중간머리형인 경우에 적용하는 방법으로, 짧은머리형이 많은 한국인의 꼭지돌기와 턱관절 검사에서는 기존자세의 각도인 15°보다 더 적은 각도로 환자를 회전하여 검사하는 것이 한국인의 체형에 맞는 정확한 검사법이 될 것이다.

이 연구에서는 다음 몇 가지의 제한점이 있다. 첫째, 146구의 시신을 대상으로 하여 표본의 수가 부족하여 추후 대규모

의 추가적인 연구가 필요할 것이다. 둘째, 이 연구에서는 2차원 PMCT 영상을 기반으로 측정을 진행하였기에 시신에 있어 촬영각도에 따른 오차가 발생할 수 있어, 보다 정확한 측정이 가능한 3차원 재구성 측정과 같은 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서는 사후컴퓨터단층촬영 영상을 활용한 한국인 머리뼈 형태를 분류하는 데 있어 CI와 PMA의 두 가지 방법을 활용하였다. CI와 PMA의 머리뼈 형태 분류 모두에서 짧은머리형이 가장 높은 빈도를 보였으나, CI에서는 성별, 연령에 따른 빈도의 유의한 차이는 없었으나, PMA는 남자의 짧은머리형의 빈도가 여자보다 유의하게 높았고, 연령에 따라서도 머리뼈 형태의 빈도에 유의한 차이가 있었다. 한국인을 대상으로 한 머리뼈 형태 분류 결과는 임상 및 법의인류학적으로 활용할 수 있는 유용한 기초자료가 될 것으로 판단된다.

사 사

본 연구에서 활용된 PMCT 영상자료는 국립과학수사연구원에서 제공받았으며, 연구 자료를 이용할 수 있게 허락해 주신 본원의 이수경 과장님 이하 관계자 분들께 깊은 감사를 표한다.

REFERENCES

1. Lan Y. A study on national differences in identification standards for Chinese skull-image superimposition. *Forensic Sci Int.* 1995;74:135-53.
2. Han SH, Hwang YI, Lee KH, Koh KS, Choi BY, Lee KS, et al. Craniometric Study in Modern Korean Adults. *Korean J Phys Anthropol.* 1995;8:205-13. Korean.
3. Iscan MY. Global forensic anthropology in the 21st century. *Forensic Sci Int.* 2001;117:1-6.
4. Honda H, Watanabe K, Kusumoto S, Hoshi H, Nishikawa K, Kakitsubata Y, et al. Optimal positioning for CT examinations of the skull base. Experimental and clinical studies. *Eur J Radiol.* 1987;7:225-8.
5. Gado M, Hanaway J, Frank R. Functional anatomy of the cerebral cortex by computed tomography. *J Comput Assist Tomogr.* 1979;3:1-19.
6. Lee S, Park JP, Gong H, Cho S, Koo H, Lee H, et al. Remarkable Postmortem CT Findings in Forensic Autopsy. *Korean J Leg Med.* 2014;38:103-12. Korean.
7. Eskandary H, Nematollahi-mahani SN, Zangiabadi N. Skull indices in a population collected from computed tomographic scans of patients with head trauma. *J Craniofac Surg.*

- 2009;20:545-50.
8. Martin R. Lehrbuch der Anthropologie. Vol 1. 2nd. Germany: Verlag von Grustave Fischer; 1928.
 9. Koh KS. Anthropological Characteristics of Korean Crania. Korean J Leg Med. 1999;23:122-30. Korean.
 10. Schuller FP. A comparative study of the temporal bone in three populations of man. Am J Phys Anthropol. 1976;44: 453-68.
 11. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977;33:159-74.
 12. Choi CU, Lee WJ, Park JH. A Study on the Korean Orbital and Cranial Index Using 3D Skull CT Image and Morphometric Analysis. J Anat Biol Anthropol. 2020;33:1-9. Korean.
 13. Hur DJ, Kim HU, Kang HW. Anthropological Characteristics of Jeju Population's Skulls. Korean J Phys Anthropol. 2008;21:267-78. Korean.
 14. Long BW, Rollins JH, Smith BJ. Merrill's Atlas of Radiographic Positioning and Procedures. 15th ed. New York: Elsevier Health Sciences; 2018.

간추림 : 사람의 머리뼈 형태는 매우 복잡하고 다양한 구조를 가지고 있으며, 인종에 따라 그 형태학적인 특성의 차이가 뚜렷하다. 본 연구의 목적은 사후컴퓨터단층촬영(PMCT) 영상을 활용한 한국인의 머리뼈 형태를 분류하기 위해 두 가지 분류방법을 복합적으로 분석하고, 각 분류방법에 대한 성별, 연령별 특성을 비교함으로써 한국인의 해부학적, 체질인류학적 기초자료를 확보하기 위함이다. 국립과학수사연구원에서 PMCT로 촬영된 단면영상 146장(남 72, 여 74)을 분석하였으며, 평균나이는 54.7±18.8세였다. 최대머리뼈길이를 최대머리뼈너비로 나누고 100을 곱하여 머리뼈지수(Cranial index, CI)를 산정하였고, 바위능선-정중선각(Petrous ridge-midline angle, PMA)은 바위능선과 정중선이 이루는 각도를 측정하였다. CI의 머리뼈 형태 분류에서 짧은머리형이 129명(88.4%), 중간머리형이 17명(11.6%)으로 짧은머리형이 가장 높은 빈도를 보였으며, 성별과 연령별 머리뼈 형태의 빈도는 유의한 차이가 없었다. PMA의 머리뼈 형태 분류에서 짧은머리형이 86명(58.9%), 중간머리형이 57명(39.0%), 긴머리형이 3명(2.1%)으로 짧은머리형이 가장 높은 빈도를 보였으며, 성별에 따른 빈도분석에서 남자의 짧은머리형이 여자보다 높은 빈도를 보였으며($p=0.010$), 연령별 빈도분석에서도 중장년층과 고령층의 짧은머리형이 청년층보다 높은 빈도를 보였으며($p=0.047$). 결론적으로, CI와 PMA의 머리뼈 형태 분류 모두에서 짧은머리형이 가장 높은 빈도를 보였으며, 이는 임상 및 법의인류학적으로 활용할 수 있는 유용한 기초자료가 될 것으로 생각된다.

찾아보기 낱말 : 머리뼈 형태, 머리뼈지수, 바위능선정중선각, 사후컴퓨터단층촬영