

3차원 머리뼈 CT 영상과 계측학적 분석을 활용한 한국인 눈확지수와 머리뼈지수에 대한 연구

최창운^{1,2}, 이원준¹, 박정현²

¹국립과학수사연구원, ²강원대학교 의학전문대학원 해부학교실

A Study on the Korean Orbital and Cranial Index Using 3D Skull CT Image and Morphometric Analysis

Chang Un Choi^{1,2}, Won Joon Lee¹, Jeong Hyun Park²

¹National Forensic Service Republic of Korea

²Department of Anatomy & Cell Biology, Graduate School of Medicine, Kangwon National University

Abstract : A lot of morphometric research has been done so far, using the actual skull of ancient and modern Koreans. However, the research using three-dimensional CT images of modern Koreans is rare. The purpose of this study is to collect the data available for the clinical use in the utilizing the post-mortem computed tomography (PMCT) images of modern Koreans and morphometric analysis of the shape of the orbit and cranium of Koreans. Among the cadavers that arrived in the National Forensic Service Seoul Institute from March 2017 to September 2018 for the purpose of autopsy, 180 male and female cadavers were used. The average values of the orbits index by sex were $89.1 \pm 5.8\%$ for left and $88.9 \pm 6.1\%$ for right of the male; $91.1 \pm 4.4\%$ for left and $91.2 \pm 4.8\%$ for right of the female. The frequency of hypsiconch (80.2%) was the highest in orbital shape. There was no statistical difference between the right and the left orbital index ($p > 0.05$). The orbital index of male were smaller than that of female ($p < 0.05$). The average values of the cranial index were $85.4 \pm 4.8\%$ of the male; $85.0 \pm 4.5\%$ of the female and statistically, there was no significant difference between male and female ($p > 0.05$). The frequency of hyperbrachycranic (36.1%) was the highest in cranial shape. In this study, morphometric analysis of the orbital and cranial shape of Koreans using three-dimensional skull CT images of modern Koreans provided Korean anthropological data for clinical application.

Keywords : Korean, CT image, Orbital index, Cranial index

서 론

저자(들)는 '의학논문 출판윤리 가이드라인'을 준수합니다.

저자(들)는 이 연구와 관련하여 이해관계가 없음을 밝힙니다.

Received: March 12, 2020; **Revised:** March 20, 2020;

Accepted: March 23, 2020

Correspondence to: 박정현 (강원대학교 의학전문대학원 해부학교실)

E-mail: jhpark@kangwon.ac.kr

눈확(orbit)은 임상적으로 성장기 어린이와 청소년들의 성장 패턴 분석, 눈물샘 관련 질환의 진단 및 수술 시 지표, 안구돌출증 등에 있어서 안구돌출정도 계측의 기준 지표로서 눈확의 발생과정에서 생길 수 있는 기형의 진단과 치료에 중요한 자료를 제공하고 있다.

눈확지수를 활용한 눈확 형태 분류 연구에서는 앞눈물 능선이 이마코브합과 만나는 점 (medial orbit, MO), 눈확 모서리의 가장 가쪽점 (lateral orbit, LO), 눈확 모서리의 가장 위점 (superior orbit, SO), 눈확 모서리의 가장 아래점 (orbitale, O) 등이 기준으로 이용되고 있다. 머리뼈에서는 양쪽 눈썹활 사이 가장 돌출점 중앙부위 (glabella, GA), 뒤통수뼈의 맨뒤 튀어나온점 중앙부위 (opisthocranion, OP), 바깥뒤통수뼈용기의 최기저점 중앙부위 (inion, I), 머리뼈 양쪽 가장 가쪽점 (euryon, EU)에서 머리뼈지수를 구하고 현재까지 눈확과 머리뼈의 비교에 이용되고 있다 [1].

Martin [1]은 눈확의 높이를 눈확의 너비로 나눈 백분비로 눈확지수를 구하였다. 눈확지수에 따라 낮은 눈확형 (chamaeconch), 중간눈확형 (mesoconch), 높은 눈확형 (hypsiconch) 세 가지 유형으로 분류하였다. 75.9% 이하는 낮은 눈확형 (chamaeconch), 76.0%~84.9%는 중간눈확형 (mesoconch), 85.0% 이상은 높은 눈확형 (hypsiconch)으로 구분하였다.

Cameron [2]은 눈확지수를 기준으로 세 가지 유형으로 분류하였다. 89% 이상에 둥근형 (megaseme) 모양은 동양인에 속하였고, 84%~88%는 중간형 (mesoseme) 모양은 백인에 속하였고, 83% 이하인 직사각형 (microseme) 모양은 흑인으로 구분하였다.

정현우 등 [3]은 한국인 눈확은 성별과 연령에 따른 차이는 없으나, 오른쪽이 왼쪽보다 더 큰 형태로 계속점들이 한 방향으로 치우쳐 있다고 보고하였다. 고기석 등 [4]은 한국인 눈확은 눈확 너비에 있어 성별에 따른 차이뿐만 아니라 오른쪽이 왼쪽보다 더 큰 눈확의 차이를 보인다고 하였다. 또한 눈확 높이는 왼쪽이 오른쪽에 비해 유사하거나 높아 한국인 눈확 왼쪽은 높은 눈확형, 오른쪽은 낮은 눈확형을 띠는 경향을 보인다고 하였다. 허동진 등 [5]은 제주지역 거주민의 눈확 형태 분포는 남성이 82.2%, 여성이 89.7%로 높은 눈확형이라고 하였다.

조운애 등 [6]은 한국 소아를 대상으로 한 연구에서 안쪽 눈확간거리와 눈확지수가 크면 간혈외사시 (exotropia)가 높았고, 작을 때는 내사시 (esotropia)의 발생이 높았다고 한다. 수술 후에는 눈확지수가 큰 경우 재발이 높았고, 작은 경우 속발내사시 (consecutive esotropia)의 위험이 높았다고 보고하였다.

머리뼈의 계측학적 분석에 적용되는 해부학적 표지점을 이용하여 Olivier의 방법 [7]으로 머리뼈의 형태를 비교분석하였다. 머리뼈지수는 머리뼈 너비를 머리뼈 길이로 나눈 백분비이다. 머리뼈지수에 따라 $70.0\% \leq X \leq 74.9\%$ 는 doliocranic, $75.0\% \leq X \leq 79.9\%$ 는 mesocranic, $80.0\% \leq X \leq 84.9\%$ 는 brachycranic, $85.0\% \leq X \leq 89.9\%$ 는 hyper-

brachycranic, 90% 이상은 ultrabrachycranic으로 5단계로 구분하고 있다. 머리뼈지수로의 생물인류학적으로 지역에 따라서 구분하였다. Bean [8]은 북아시아 중남쪽 위치한 머리뼈지수는 doliocranic이라고 하였고, 한승호 등 [9]은 동북아시아 지역에 위치한 한국인은 brachycranic이라고 하였다. Shima [10,11]은 몽고인은 brachycranic이고, 중국인은 mesocranic이라고 하였다. Nakahashi [12]은 일본인은 mesocranic이라고 하였다.

고기석 등 [13]은 머리뼈지수는 키의 자람에 따라 점차 증가하는 경향을 보였으며, 이 같은 현상은 남자보다 여자에게 더욱 뚜렷하다고 보고하였다. 또한 머리길이와 머리너비는 모두 성장과정 중에 그 값이 증가하였지만 머리너비의 증가폭이 더 높았고, 머리뼈지수는 머리형태를 분류하는 방법에 의해 brachycranic이 가장 많았다고 한다. 허동진 등 [5]은 제주지역 거주민의 머리 모양은 brachycranic (42.0%)과 ultrabrachycranic (43.5%)이 큰 비중을 차지하고 있다고 보고하고 있다. 또한 머리뼈의 크기는 인구집단 및 개인에 따라 차이가 있기 때문에 머리뼈 형태를 결정짓는 머리뼈지수는 평균을 비교하는 것이 아니라 형태에 대한 빈도분석이 필요하다고 하였다.

우리나라에서 계측학적 방법을 바탕으로 한 머리뼈에 대한 생물인류학적 연구는 1940년대 이전까지는 주로 외국인 학자들에 의하여 이루어져 왔다 [14]. 해방 이후부터 한국인 머리뼈에 대한 생물인류학적 연구가 본격적으로 이루어졌다. 지금까지 연구는 주로 눈확지수와 머리뼈지수를 별개로 하여 과거와 현재 한국인들의 머리뼈 분석 연구와 다른 나라 사람들의 머리뼈 계측값을 서로 비교분석하는 방법이었다. 그러나 눈확지수와 머리뼈지수를 관계 분석한 해부학적 연구는 드문 실정이다.

지금까지 눈확지수와 머리뼈지수 연구에서는 실제 머리뼈에 대해서 캘리퍼를 이용한 연구가 많이 이루어져 왔다. 하지만 머리뼈의 숫자 제한이라는 단점을 가지고 있어 이를 보완하기 위해서 연구 대상을 많이 확보할 수 있는 computed tomography (CT)의 필요성이 대두되었지만 이를 활용한 현대 한국인에 대한 머리뼈의 연구는 아직까지 부족한 상태이다. 김기덕 등 [15]은 실제 계측치와 3차원 CT 영상에서의 계측치의 상관관계수 (r)는 턱뼈몸통 길이를 제외하고는 0.95에서 0.99 사이의 값을 보여 매우 높은 상관관계를 나타내었다. 하지만 Hildebolt 등 [16]은 CT 영상에서 X, Y축에 있는 계측점은 위치 판별이 어렵지 않으나, Z축 방향의 계측점은 어렵다 하였고 D-D, Orbrd R, L 계측항목에서의 계측값 간에 불일치도가 큰 값으로 나타났다. Dacryon이 그중에 하나라고 하였다. 이는 눈확 벽의 내측에 있어서 커서 (cursor)가 D의 전방에 있는지, 후방에

있는지 명확히 알아보기 힘들기 때문이라고 보고하고 있으므로 촬영 시 주의가 필요하다. 현재 국립과학수사연구원에서 촬영하고 있는 사후컴퓨터단층촬영(Post-mortem Computed Tomography) 영상은 추가적인 자료 확보와 보관이 용이하고, 필요에 따라서는 다양한 연구에 활용될 수 있다는 장점이 있다.

이에 이 연구에서는 한국인을 대상으로 현대 한국인 눈확과 머리뼈의 계측학적 특징을 이용하여 해부학적인 기준을 정하고, 사후컴퓨터단층촬영 영상과 3차원 영상분석 프로그램을 활용하여 눈확과 머리뼈에 대한 한국인의 체질인류학적 자료를 확보하고 임상에 활용 가능한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구 재료

이 연구에서는 2017년 3월부터 2018년 9월까지 서울과 학수사연구소에서 사후컴퓨터단층촬영으로 촬영된 영상을 사용하였다. 촬영에 사용된 시신은 사망 당시 19~49세의 대한민국 국적의 남성과 여성 총 180구였다(Table 1).

Table 1. Gender and age distribution of Korean cadavers

Age	Gender		Total
	Male	Female	
19~29	21	14	35
30~39	35	20	55
40~49	69	21	90
Total	125	55	180

The data are presented as numbers of cadaver.

사후 경과시간이 48시간 이내에 CT 촬영실에 도착한 시신으로 머리 부위의 손상이나 질환이 직·간접 사인인 시신은 제외하였다.

2. 연구 방법

1) 눈확과 머리뼈 표지점 계측

눈확 표지점 네 점과 머리뼈 표지점 다섯 점을 지정하여 계측하였다. 눈확 표지점 MO는 앞눈물능선이 이마코 봉합과 만나는 점, LO는 눈확모서리의 가장 가쪽점, SO는 눈확모서리의 가장 위점, O는 눈확모서리의 가장 아래점으로 하였다(Fig. 1). 머리뼈 표지점에서 GA는 양쪽 눈썹 활 사이 가장 돌출점 중앙부위, OP는 뒤통수뼈의 맨뒤 튀어나온 중앙부위, I는 바깥뒤통수뼈융기의 중앙부위(Fig. 2a), EU는 머리뼈 양쪽 가장 가쪽점으로 하였다(Fig. 2b). 눈확 표지점 네 점 중에서 MO점을 눈물샘 관련 질환의 진단 및 수술 시 지표로 이용하기 위해서 눈물샘 위치로 잡았다. 눈확지수는 눈확높이(SO-O)를 눈확 너비(MO-LO)로 나눈 백분비이고, 머리뼈지수는 머리뼈 너비(EU-EU)를 머리뼈길이(G-I, G-OP)로 나눈 백분비이다.

2) 눈확과 머리뼈 전산화단층촬영

연구자들은 수술복과 수술용 두건, 수술용 마스크 및 장갑을 착용하고 부검 시작 전에 서울과학수사연구소에서 보유 중인 MDCT (SOMATOM Definition AS+, Siemens Healthcare, Erlangen, Germany) 장비로서, 보어사이즈 78 cm, field of view 65 cm, scan rage 200 cm이다. 촬영조건으로는 관전압 120 kVp, 210 mAs, slice thickness 0.75 mm, pitch factor 0.35, increment 0.7 mm, rotation time 0.3 sec로 실험을 진행하였고 scan time은 시신의 키에 따라 60~75 초였다. CT 검사로 얻어진 DICOM 파일은 컴퓨터 의료 영상분석 프로그램 Mimics (Materialise's Interactive Medical

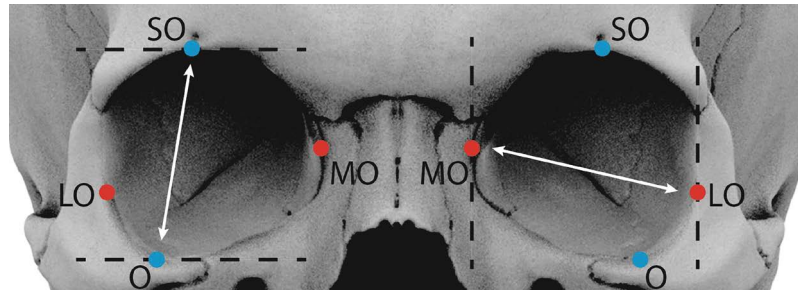


Fig. 1. Measurement of height and width of the orbit. MO (medial orbit), the point on the anterior lacrimal crest at the same level as ectoconchion; LO (lateral orbit), the most lateral point on the lateral orbital rim; SO (superior orbit), the most superior point on the superior orbital rim; O (orbitale), The most inferior point on the inferior orbital rim. orbital index = orbital height (SO-O)/orbital width (MO-LO) × 100. orbital index as a percentage of orbital height for orbital width.

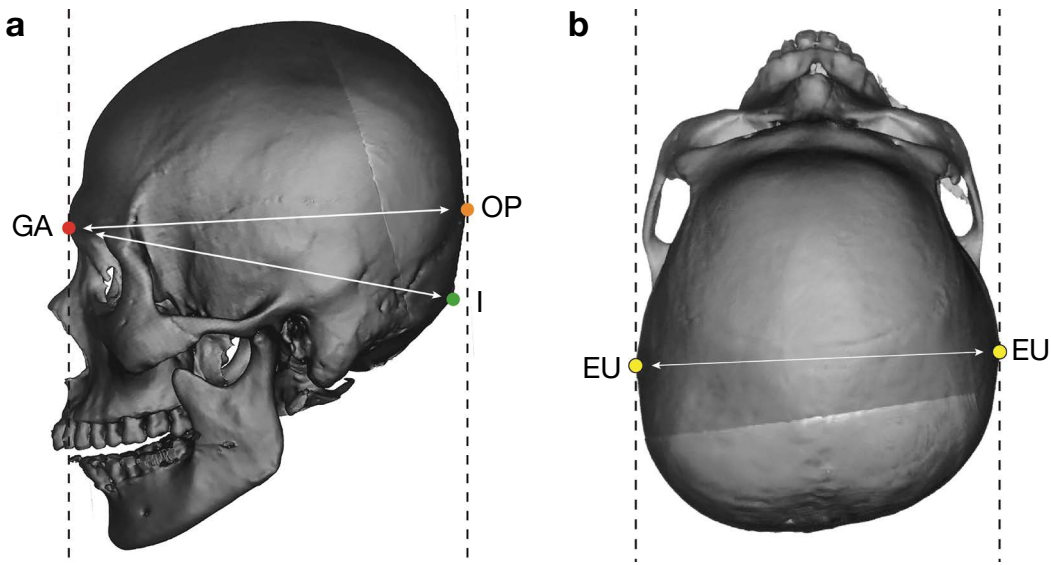


Fig. 2. Measurement of the length and width of the cranial. a, GA (glabella), the most anterior midline point on the frontal bone, usually above the frontonasal suture; OP (opisthocranium), instrumentally determined most posterior point of the skull not on the external occipital protuberance; I (inion), external spin of occipital bone. b, EU (euryon), instrumentally determined ectocranial points on opposite sides of the skull that form the termini of the line of greatest cranial breadth. paired. cranial index = cranial breadth (EU-EU)/cranial length (G-OP, G-I) × 100. cranial index as a percentage of cranial breadth for cranial length.

Image Control System, Materialise NV, Leuven, Belgium : Materialise, version 20.0.0.691) 프로그램을 사용하여 CAD (Computer Aided Design) 데이터로 변환하였다. 눈확의 MO의 위치는 LO의 위치보다 약 1 cm 이상 앞에 있고, SO와 O도 같은 평면이 아닌 SO가 더 앞에 위치하는 편차를 없애기 위해서 봉합점이 만나는 점과 가장 깊은점을 표지점으로 찍은 후 최단 직선거리로 측정하였다. 머리뼈는 뼈에 가장 바깥점을 선택하기 위해서 면을 생성하여 계측하였다. GA, OP, I, EU는 정중면과 관상면을 생성후 GA는 정중면과 바깥면이 겹치는 곳을 표지점으로 선택하였고, OP는 GA와 평행하는 가장 바깥면을 표지점으로 하였다. I는 바깥뒤통수뼈융기 부위의 가장 끝부분을 선택하였고, EU는 머리뼈 옆면의 가장 가쪽부분을 표지점으로 하였다.

3. 자료 분석

눈확과 머리뼈의 형태를 분석하기 위하여 표지점 간에 계측한 항목을 독립표본 (Student's t-test)과 대응표본 T 검정 (Paired t-test)으로 평균과 표준편차를 산출하였고, t-test로 검정하였다. 0.05 미만의 p 값을 통계적으로 유의하다고 간주하였다. G-I 지수와 G-OP 지수 그리고 눈확 너비와 머리뼈 너비에서의 상관관계를 확인하기 위하여 Pearson 상관관계분석 (Pearson correlation analysis)을 실시하였다. 모든 통계 분석은 SPSS (ver.23.0, IBM, Armonk, NY, USA)

를 사용하여 수행되었다.

2명의 연구자가 각각 독립적으로 기준점을 식별하여 측정된 값을 기준으로 측정자내 및 측정자간 신뢰도를 측정된 결과, 신뢰성지수 (Cronbach's α) 값은 각각 0.999와 0.998로 매우 높은 신뢰도를 보였다.

결 과

1. 성별에 따른 눈확지수의 비교

눈확의 높이는 남성에서 오른쪽 36.3 ± 2.1 mm, 왼쪽 36.4 ± 2.1 mm였고, 여성에서는 오른쪽 35.5 ± 2.0 mm, 왼쪽 35.4 ± 1.8 mm로 남성이 여성보다 더 높았다 ($p < 0.05$). 눈확의 너비는 남성에서 오른쪽 40.9 ± 1.9 mm, 왼쪽 40.9 ± 1.8 mm였고, 여성에서는 오른쪽 38.9 ± 1.4 mm, 왼쪽 38.9 ± 1.6 mm로 남성이 여성보다 더 넓었다 ($p < 0.01$). 눈확지수는 남성에서 오른쪽 $88.9 \pm 6.1\%$, 왼쪽 $89.1 \pm 5.8\%$ 였고, 여성에서는 오른쪽 $91.2 \pm 4.8\%$, 왼쪽 $91.1 \pm 4.4\%$ 로, 여성이 남성보다 더 크다는 사실을 확인하였고 ($p < 0.05$), 오른쪽과 왼쪽 사이에 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$) (Table 2). Cameron [2]의 분류에 따르면, 남성과 여성 둘 다 둥근형 모양으로 나타났다.

2. 성별에 따른 눈확 형태별 빈도분석

눈확의 형태는 낮은눈확형: 범위(X~75.9%), 중간눈확형: 범위(76.0%~84.9%), 높은눈확형: 범위(85.0%~X)로 분류할 수 있다. 남성은 125명 중에 오른쪽은 91명(72.8%), 왼쪽은 95명(76%), 여성은 55명 중에 오른쪽은 52명(94.5%), 왼쪽은 51명(92.7%)이 높은눈확형으로 나타났다(Fig. 3).

3. 성별에 따른 머리뼈지수의 비교

머리뼈지수 분석결과 평균 G-I 길이는 남성이 173.2±7.6 mm, 여성은 165.5±6.6 mm로 확인되었고, G-OP 길

이는 남성이 178.1±6.9 mm, 여성은 170.2±6.5 mm로 남성이 여성보다 길었다(p<0.01). 머리뼈 너비는 남성이 152.0±6.4 mm, 여성은 144.5±5.3 mm로 남성이 여성보다 컸다(p<0.01). G-I 지수에서는 남성이 125명(87.8%), 여성은 55명(87.4%), G-OP 지수는 남성이 125명(85.4%), 여성은 55명(85.0%)으로 머리뼈지수에서도 남성이 여성보다 높았지만 통계적 유의성은 없었다(p>0.05)(Table 3).

4. 성별에 따른 머리뼈 형태별 빈도분석

머리뼈 형태의 빈도분석 결과 남성은 125명 중 39명(31.2%)이 brachycranial, 50명(40%)이 hyperbrachycranial 이었고, 여성은 55명 중에 23명(41.8%)은 brachycranial과 15명(27.2%)은 hyperbrachycranial이었다(Table 4).

Table 2. Comparison of orbital measurements between the male and female

Parameter	Sex	Mean	SD	p	
Height (mm)	Right	Male	36.3	2.1	0.017*
		Female	35.5	2.0	
	Left	Male	36.4	2.1	
		Female	35.4	1.8	
Width (mm)	Right	Male	40.9	1.9	0.000**
		Female	38.9	1.4	
	Left	Male	40.9	1.8	
		Female	38.9	1.6	
Orbital index (%)	Right	Male	88.9	6.1	0.014*
		Female	91.2	4.8	
	Left	Male	89.1	5.8	
		Female	91.1	4.4	

*p<0.05, **p<0.01

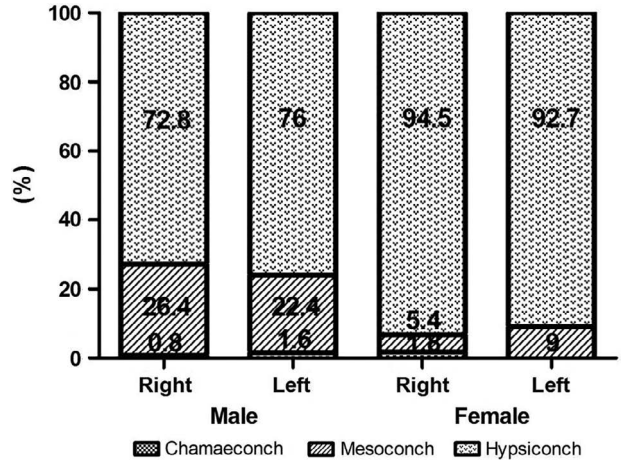


Fig. 3. Frequency analysis of orbital index in male and female cadavers. All values mean percentage.

Table 3. Comparison of cranial measurements between the male and female

Parameter	Sex	Mean	SD	Minimum	Maximum	p	
Length (mm)	G-I	Male	173.2	7.6	148.8	204.3	0.000**
		Female	165.5	6.6	149.2	180.6	
	G-OP	Male	178.1	6.9	162.1	204.5	
		Female	170.2	6.5	153.1	185.8	
Breadth (mm)	EU L-EU R	Male	152.0	6.4	134.4	173.5	0.000**
	Female	144.5	5.3	131.2	155.6		
Cranial index (%)	EU L-EU R/G-I	Male	87.8	4.9	75.9	100.5	0.595
		Female	87.4	4.6	78.5	96.5	
	EU L-EU R/G-OP	Male	85.4	4.8	74.1	98.2	
		Female	85.0	4.5	77.2	94.7	

*p<0.05, **p<0.01

5. 눈확 너비(MO-LO width (mm))와 머리뼈 너비 (EU-EU breadth (mm))의 상관관계

눈확 너비와 머리뼈 너비의 상관관계를 확인하기 위하여 Pearson 상관관계분석을 수행하였다. 오른쪽과 왼쪽의 눈확 너비와 머리뼈 너비의 상관계수는 0.429, 0.410으로 유의한 상관관계 ($p < 0.01$)를 보였다. 성별에 따라서는 남성에서 오른쪽과 왼쪽이 각각 0.297, 0.241로 유의한 상관관계 ($p < 0.01$)를 나타냈다. 여성에서는 오른쪽과 왼쪽이 각각 0.142, 0.235로 유의하지 않은 상관관계 ($p > 0.05$)를 보였다(Table 5).

고찰

이 연구에서는 국립과학수사연구원 서울연구소에서 의뢰된 시신 180구를 대상으로 하였다. 눈확과 머리뼈에 대한 계측 연구에서 대상자를 백골이나 살아 있는 사람을 이

Table 4. Distributional incidences of cranial indices in Korean skulls

Parameter	Gender		Total
	Male	Female	
Dolicocephalic [70.0 ≤ X ≤ 74.9]	1 (0.8%)	0 (0.0%)	1 (0.0%)
Mesocranic [75.0 ≤ X ≤ 79.9]	14 (11.2%)	7 (12.7%)	21 (11.6%)
Brachycephalic [80.0 ≤ X ≤ 84.9]	39 (31.2%)	23 (41.8%)	62 (34.4%)
Hyperbrachycephalic [85.0 ≤ X ≤ 89.9]	50 (40.0%)	15 (27.2%)	65 (36.1%)
Ultrabrachycephalic [X ≥ 90]	21 (16.8%)	10 (18.1%)	31 (17.2%)
Total	125 (100%)	55 (100%)	180 (100%)

*All values mean number (percentage).

Table 5. Correlation values (r) with MO-LO width and EU breadth by sex

Sex	N	Pearson correlation coefficient (EU breadth & Lt. MO-LO width)	Pearson correlation coefficient (EU breadth & Rt. MO-LO width)
Male	125	0.241**	0.297**
Female	55	0.235	0.142
Total	180	0.410**	0.429**

** $p < 0.01$

용한 연구는 있지만 시신을 이용한 연구는 흔하지 않았다. 따라서 이 연구는 사후컴퓨터단층촬영 머리 영상을 컴퓨터 의료 영상분석 프로그램 Mimics를 이용 3차원으로 재구성하여 사용하였다.

이 연구에서는 눈확 표지점 네 점 중에서 MO점은 앞눈물능선이 이마코봉합과 만나는 점으로 선정하였다. 고기석 등[4]의 연구에 의하면 눈확에 대한 많은 연구의 계측값들이 눈굽옆점(ectococonchion)의 위치를 정하는 데 있어서 주관적 차이 때문에 오류의 가능성이 높다고 언급하였다. 따라서 이 연구에서는 연구자마다 일정한 표지점을 찍을 수 있는 앞눈물능선이 이마코봉합과 만나는 점(MO)을 사용하였고, 나머지 세 표지점은 Martin [1]이 사용한 표지점에서 눈확모서리의 가장 가쪽점(LO), 눈확모서리의 가장 위점(SO), 눈확모서리의 가장 아래점(O)을 사용하였다. 머리뼈에서는 가장 널리 이용되는 Martin [1]의 표지점과 함께 Inion점(Fig. 2)을 추가로 하나 더 계측하여 비교분석하였다.

연구 결과에서는 눈확지수에 따른 눈확유형별 빈도분석에서 남성(오른쪽: 72.8%, 왼쪽: 76.0%)과 여성(오른쪽: 94.5%, 왼쪽: 92.7%) 모두 높은눈확형에 빈도가 높았다. 고기석 등[4]은 남성(오른쪽: 57.7%, 왼쪽: 65.1%)과 여성(오른쪽: 51.2%, 왼쪽: 55.8%)의 과반수에서 중간눈확형을 보였다고 보고하였다. 그러나 허동진 등[5]은 연구에서 남성(82.2%)과 여성(89.7%)의 대부분은 이 연구와 같은 높은눈확형을 보였다고 보고하였다. 이와 같이 선행 연구 결과의 차이는 기존 연구의 계측도구가 버어니어 캘리퍼스인 반면, 이 연구와 허동진 등[5]의 연구는 CT 영상으로 계측되었기 때문일 것으로 판단된다.

성별에 따른 눈확지수는 남성 오른쪽은 88.9%, 왼쪽은 89.1%이고 여성 오른쪽은 91.2%, 왼쪽은 91.1%로 남성과 여성 둘 다 등근형에 속하였다. 강신연 등[17]은 연구에서 남성 오른쪽은 92.9%, 왼쪽은 93.0%이고 여성 오른쪽은 95.5%, 왼쪽은 95.2%로 등근형에 속하였다. 이는 Cameron [2]의 분류에서 동양인의 눈확지수와 유사한 결과를 보여주었다.

오른쪽과 왼쪽 눈확 사이에는 눈확지수의 차이가 없었고 ($p > 0.05$), 남성과 여성의 구별에서는 여성이 남성보다 더 큰 것을 확인하였다 ($p < 0.05$). 다시 말해서, 높이와 너비에서는 남성이 크지만 비율적으로 여성이 남성보다 높이가 더 높은 모양을 가지고 있었다는 것을 확인할 수 있었다. 고기석 등 [4]은 한국인 눈확의 높이는 성별에 따른 차이가 없으며, 오른쪽과 왼쪽 눈확의 차이도 없다고 하였다. 또한 눈확 너비에 있어 남자가 여자보다 더 컸고, 오른쪽이 왼쪽보다 너비가 더 크다고 보고하였다. 그러나 이점은 이 연구의 오른쪽과 왼쪽 눈확의 유의한 차이가 없는 내용과 상반되는 내용이다. 이러한 차이는 눈확 너비의 표지점을 정하는 데 연구자에 따른 차이에서 기인한 것으로 보인다. 이 연구는 눈물샘 질환을 위해서 선정된 MO점과 LO점의 표지점 선정의 차이 때문으로 추측된다.

머리뼈지수의 평균값으로 분류한 고기석 등 [13]과 한승호 등 [9]의 연구에서는 남녀 모두 짧은머리형이 가장 많은 것으로 보고한 바 있다. 허동진 등 [5]은 제주지역 거주민의 머리뼈지수의 개별 값에 따른 머리뼈 형태를 분류하고 그 빈도를 조사한 결과, 남성은 brachycranial (42.0%), hyperbrachycranial (42.0%), 여성은 hyperbrachycranial (45.0%)으로 보고하고 있다. 이 연구에서는 허동진 등 [5]과 동일한 방법으로 분석한 결과, 남성은 hyperbrachycranial 50명 (40%), brachycranial 39명 (31.2%)을 보였고, 여성은 brachycranial 23명 (41.8%), hyperbrachycranial 15명 (27.2%)을 확인하였다. 이 연구 결과가 선행 연구와 일부 차이가 나는 것은 계측 대상(생체, 두개골, CT 영상)과 계측 도구의 차이, 머리뼈 형태의 평균값과 개별 값에 따른 차이로 인해 발생하는 것으로 판단된다.

Olivier [7]는 민족에 따라서 머리뼈지수의 차이가 있다고 보고하였다. Shima [10,11]은 몽고인 81.8% brachycranial으로, 중국인은 77.3% mesocranial이라고 하였다. Nakahashi [12]은 일본인은 76.6% mesocranial으로, Salve [18]

은 인도인 76.9% mesocranial으로, Khatun [19]은 75.9% mesocranial에 속하였다. 이 연구에서는 한국인은 hyperbrachycranial에 속하였다. 기존 연구를 이용하여 민족 집단을 분류하였지만 민족끼리 분류하기에는 다른 민족에 대한 자료가 부족하므로 좀 더 자료에 대한 연구가 필요할 것 같다 (Table 6).

이 연구에서는 눈확 너비와 머리뼈 너비의 상관관계에서 남성 (125명)은 상관관계가 있는 것으로 확인하였지만 ($p < 0.01$), 여성은 오른쪽과 왼쪽이 각각 0.142, 0.235로 유의하지 않은 상관관계를 보였다 ($p > 0.05$). 그러나 성별 총 180명을 대상으로 하였을 경우에는 눈확 너비와 머리뼈 너비의 상관관계가 있는 것으로 확인하였다 ($p < 0.01$). 이는 Nakashima [20]의 일본인을 대상으로 한 연구에서 머리뼈 너비의 증가에 따라 눈확 너비가 증가할 것이라는 결과와 일치하였다. 그러나 한국인의 눈확 너비와 머리뼈 너비의 상관관계를 밝혀내기 위해서는 대규모 후속연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

이 연구 결과는 임상의학 분야에서 아래와 같이 활용 가능할 것으로 판단된다. 성장기 어린이와 청소년들의 성장 패턴 분석에 적용가능하다. 눈물샘 관련 질환의 진단 및 수술 시 지표로 활용할 수 있다. 안구돌출증에 있어서 안구돌출정도 계측의 기준 지표가 될 수 있다. 법의 인류학적 측면에서는 눈확지수를 이용한 성별 구별에 적용가능하다.

이 연구에는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 180구의 시신만을 대상으로 하여 표본의 수가 부족하였다. 둘째, 남성 125명, 여성 55명으로 편중되어 있는 비율 때문에 통계적인 차이를 검증하기에는 아직 부족하다. 셋째, 이 연구는 시신을 대상으로 하였기 때문에 임상적용을 위해서는 후속연구가 더 필요하다.

이 연구 결과를 바탕으로 향후 3차원 재구성을 통한 데이터를 축적하여 이용한다면 눈확과 머리뼈에 대한 한국

Table 6. Comparison of cranial measurements and indices among 4 samples

Parameter		Korean ¹⁾		Nepal ²⁾		India ³⁾		Chinese ⁴⁾		Japanese ⁵⁾	
		N	Mean	N	Mean	N	Mean	N	Mean	N	Mean
Length (mm)	Male	125	173.2	45	183.8	160	182.8	76	180.8	89	181.2
	Female	55	165.5	55	171.4	160	172.6	-	-	-	-
Breadth (mm)	Male	125	152.0	45	139.8	160	138.2	75	139.7	89	138.8
	Female	55	144.5	55	129.6	160	134.9	-	-	-	-
Cranial index (%)	Male	125	87.8	45	76.2	160	75.6	75	77.3	89	76.6
	Female	55	87.4	55	75.7	160	78.2	-	-	-	-

¹⁾present study, ²⁾khatun (2018), ³⁾Salve (2011), ⁴⁾Shima (1941), ⁵⁾Nakahashi (1993)

인의 생물인류학적 자료를 확보하고 임상에 활용 가능한 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 생각한다.

사 사

이 연구는 행정안전부 주관 국립과학수사연구원 중장기 과학수사감정기법 연구개발사업의 지원을 받아 수행한 연구(NFS2017MEDO5)의 자료를 활용하였다. 연구 자료를 이용할 수 있게 허락해 주신 서울연구소 실장님과 이하 관계자 분들께 감사를 드린다.

REFERENCES

- Martin R. Lehrbuch der Anthropologie Zweite Auflage Zweite Band. Jena, Verlag Von Gustav Fischer; 1928. pp. 625-77.
- Cameron J. Contour of orbital aperture in representatives of modern and fossil hominids. *Am J Phys Anthropol.* 1920;3:476-88.
- Jung HW, Woo EJ, Pak SY. A Study of Bilateral Asymmetry Pattern in the Eye Orbit and Nose of the Joseon Dynasty Skeletal Group Using Geometric Morphometrics, *Korean J Phys Anthropol.* 2016;29:135-43. Korean.
- Koh KS, Hwang YI, Shon HJ, Han SH, Paik DJ, Kim HJ, et al. Re-evaluation of the orbital Dimensions in Modern Korean Adult skulls. *Korean J Phys Anthropol.* 1995;8:195-204. Korean.
- Hur DJ, Kim HU, Kang HW. Anthropological Characteristics of Jeju Population's Skulls. *Korean J Phys Anthropol.* 2008;21:267-78. Korean.
- Cho YA, Kim SH, Kim JH. Influence of orbit size and interorbital distance on development and outcome of surgery for intermittent exotropia. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2003;44:1356-62. Korean.
- Olivier G. Practical anthropology. C. C. Thomas Pub. Springfield USA; 1969. pp. 127-84.
- Bean RB. The cephalic index head length and breadth in old virginians. *Am J Phys Anthropol.* 1934;19:247-88.
- 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.
- Shima G. Kraniologie der Mongolen. *Jinruigaku Sokan A Anthropology.* 1941;2:1-108.
- Shima G. Anthropological study of the chinese skull obtained from the suburbs of Fushun Manchuria. *J Anthropol Soc Tokyo.* 1933;48:423-537.
- Nakahashi T. Temporal craniometric changes from the Jomon to the Modern period in western Japan. *Am J Phys Anthropol.* 1993;90:409-25.
- Koh KS, Han SH, Song WC, Sohn HJ, Paik DJ, Kim HJ, et al. Secular Changes of Cephalic Index in Korean Adults. *Korean J Phys Anthropol.* 2001;14:177-85. Korean.
- Han SH. Three-dimensional analysis on the anthropological landmarks of the Korean skulls. *J Catholic Med Coll.* 1995;48:935-52. Korean.
- Kim KD, Kim HJ, Han SH, Park CS. Anthropologic study of Korean mandible using Three-dimensional Computed Tomography-evaluation of the accuracy of a Three-dimensional image. *Korean J Phys Anthropol.* 1999;12:13-22. Korean.
- Hildebolt CF, Vannier MW, Knapp RH. Validation study of skull Three-dimensional computerized Tomography measurements. *Am J Phys Anthropol.* 1990;82:283-94.
- Kang SU, Lee SY, Kim HB, Kim DI. Computed tomographic measurements of the orbit and proptosis in Koreans. *J Korean Ophth Soc.* 1989;30:879-86. Korean.
- Salve VM, Thota NR, Patibandla A. The study of cephalic index of Andhra region (India). *Asian J Med Sci.* 2011;2:53-5.
- Khatun S. Cephalic index in Indigenous Tharu community. *J Nepal Med Assoc.* 2018;56:825-29.
- Nakashima T. Brachycephalization in the head form of school girls in north Kyushu. *Sangyo Ika Daigaku Zasshi (J UOEH).* 1986;8:411-4.

간추림 : 지금까지의 생물인류학적인 연구에 있어서 고대와 현대 한국인의 실제 머리뼈를 사용하여 눈확과 머리뼈에 대한 계측학적 연구는 많이 이루어져 왔다. 그러나 현대 한국인들의 3차원 Computed Tomography (CT) 영상을 이용한 연구는 드문 실정이다. 한국인 시신의 사후컴퓨터단층촬영 영상을 3차원으로 재구성하여 한국인의 눈확과 머리뼈 형태를 해부학적 계측학적 분석을 하였다. 국립과학수사연구원 서울연구소에 부검 의뢰된 시신 180구를 연구대상으로 선정하였다. 성별에 따른 눈확지수의 평균값은 남성에 있어서 오른쪽은 $88.9 \pm 6.1\%$, 왼쪽은 $89.1 \pm 5.8\%$, 여성에 있어서 오른쪽은 $91.2 \pm 4.8\%$, 왼쪽은 $91.1 \pm 4.4\%$ 였다. 오른쪽 눈확지수와 왼쪽 눈확지수의 통계적 차이는 없었지만 ($p > 0.05$), 남성이 여성보다 작았다 ($p < 0.05$). 눈확지수에 따라 눈확 형태의 빈도는 높은눈확형 (80.2%)이 가장 빈도가 높았다. 머리뼈지수의 평균값은 남성이 $85.4 \pm 4.8\%$, 여성이 $85.0 \pm 4.5\%$ 로 남성과 여성 간에 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$). 머리뼈지수에 따라 머리뼈 형태의 빈도는 hyperbrachycranic (36.1%)의 빈도가 가장 높았다. 이 연구는 현대 한국인 눈확과 머리뼈의 계측학적 특징을 3차원 영상분석 프로그램을 활용하여 분석하고 그 결과를 얻었다는데 의의가 있었다. 또한 해부학적인 기준을 정하고 눈확과 머리뼈에 대한 한국인의 생물인류학적 자료를 확보하고 임상에 활용 가능한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각한다.

찾아보기 낱말 : 한국인, CT 영상, 눈확지수, 머리뼈지수