

한국인 성인 남녀에서 3차원 전산화단층촬영술을 이용한 전두동의 형태학적 연구

심병관 · 김준혁 · 신호성 · 이영만

순천향대학교 의과대학 성형외과학교실

Anthropometric Analysis of Frontal Sinus Using 3D CT in Koreans

Byung Kwan Shim, M.D., Jun Hyuk Kim, M.D.,
Ho Seong Shin, M.D., Young Man Lee, M.D.

Department of Plastic & Reconstructive Surgery, College of
Medicine, Soonchunhyang University, Korea

Purpose: The frontal sinuses are a pair of triangularly shaped, air-filled chambers lined by mucoperiosteum and located between the inner and outer tables of the frontal bone. Until recently, our understanding of gender variations in craniofacial anatomy has been chiefly built upon anthropometric studies, which typically employ facial surface measurements or plain film radiography. The aim of this study is to determine the sizes of the frontal sinus in both sexes in Koreans.

Methods: 95 Korean subjects who underwent maxillofacial 3-Dimensional computed tomography (CT) between January 2009 and December 2009 were enrolled. Frontal sinus dimensions and forehead measurements were taken at midline and at 10, 20, and 30 mm to the left and right of midline using sagittal, coronal, and axial images. The data was analyzed for significant differences between measurements made at the selected points in the frontal sinus, for left to right variations, for gender variations, and for racial differences.

Results: The mean thickness of the anterior table ranged from 2.31 to 3.23 mm. Mean anteroposterior depth of the frontal sinus ranged from 7.38 to 9.45 mm and did not vary significantly at any distance from midline. Frontal sinus height was greatest at midline (mean=29.24 mm) and progressively lessened at lateral distances. Mean total width at the level of the supraorbital ridge was 53.66 mm. For all measurements, no significant left to right variation was noted. Comparing the sexes, males were found to

have greater dimensions in most frontal sinus measurements, though these differences were only found to be significant at or close to midline. The male forehead was marked by more acute nasofrontal angle (133.3° versus 141.6°) and a steeper posterior forehead inclination (14.9° versus 7.7°).

Conclusion: Using CT imaging, forehead and frontal sinus dimensions have been described. Generally, males had larger overall frontal sinus dimensions. And Korean had similar sized frontal sinus to Caucasian in height and width. But in AP distance Korean had lesser measurement. The result of this study may be helpful in the comprehension of normal size of frontal sinus in Korean.

Key Words: Frontal sinus, Computed tomography, Korean

I. 서론

전두동은 비강주위를 둘러싸고 있는 부비동의 하나로 전두골 내에 존재하며 양측의 전두동은 각각 중비도 (middle nasal meatus)로 교통하고 주로 뇌를 보호하며 두개골의 무게를 감소시키는데 중요한 역할을 한다. 전두동은 다른 부비동과는 달리 출생 시에는 존재하지 않으나 2세부터 발달하기 시작하여 5~6세경 단순방사선 소견에서 관찰가능하게 되며 사춘기에 빠르게 발달하여 18세 이후 최종적인 크기와 형태를 갖게 된다.¹ 또한 전두동의 크기와 형태는 노화나 질병에 의한 경우를 제외하고 일정하게 유지되며, 인종간 또는 사람마다 크기와 발육상태의 차이가 심해 지문이나 치아처럼 개인을 식별하는 방법으로 인류학과 법의학에서 연구되어 왔다.²

외상이나 미용적 목적으로 전두동의 수술시 집도의가 잠재적인 위험을 피하거나 원하는 결과를 얻기 위해서는 전두동의 해부학적 특징을 이해하는 것은 필수적이다.³ 하지만 전두동은 형태의 복잡성과 다양성으로 인해 이에 대한 계측이나 발달을 연구하는데 여러 가지 제약이 있었다. 지금까지 두개안면부나 부비동의 해부학적 특징을 이해하는데 주로 얼굴표면의 계측이나 단순 방사선을 이용한 인체계측법 (anthropometry), 또는 사체의 부비동에 이물질을 주입하는 방법에 의존해 왔다.⁴ 그러나 이러한 방법으로 전두동이나 전두부에 대한 3차원적인 해부학적 특징을 설명하는 것

Received March 28, 2011
Revised June 30, 2011
Accepted July 13, 2011

Address Correspondence: Jun Hyuk Kim, M.D., Department of
Plastic & Reconstructive Surgery, Soonchunhyang University
Cheonan Hospital, 23-20 Bongmyung-dong, Dongnam-gu,
330-721 Cheonan, Korea. Tel: (041) 570-2195 / Fax: (041) 574-
6133 / E-mail: psdoctorkjh@hanmail.net

Table I. Literature Review

Authors	Imaging method	Measurement parameter	Males	Females
Matthew et al. (2010)	CT	Ideal forehead inclination	-7.2 ± 4.6	-3.5 ± 3.9
		Deviation of actual from ideal inclination	20.9 ± 7.3	10.2 ± 4.4
		Nasofrontal angle	119.9 ± 11.8	133.5 ± 10.1
		Protrusion of glabella beyond ideal forehead slope	4.0 ± 1.7 mm	2.2 ± 1.0 mm
		Width of right sinus	27.2 ± 7.8 mm	25.0 ± 7.7m m
		Width of left sinus	26.8 ± 7.9 mm	25.4 ± 8.0 mm
		Width of supraorbital ridge	100.5 ± 4.7 mm	97.1 ± 5.1 mm
Tatlisumak et al. (2008)	CT	Width of glabella	44.4 ± 12.1 mm	33.9 ± 8.9 mm
		AP depth of right sinus	11.66 ± 4.09 mm	10.15 ± 4.08 mm
		AP depth of left sinus	13.15 ± 5.23 mm	10.80 ± 4.10 mm
		Height of right sinus	26.57 ± 8.74 mm	23.63 ± 8.33 mm
		Height of left sinus	28.24 ± 9.13 mm	24.70 ± 8.20 mm
Ponde et al. (2003)	CT	Width of right sinus	27.05 ± 7.86 mm	24.37 ± 7.63 mm
		Width of left sinus	28.47 ± 8.13 mm	26.05 ± 7.40 mm
		AP depth of sinus	12.01 ± 3.07 mm	10.16 ± 2.12 mm
		Height of sinus	31.72 ± 6.47 mm	28.57 ± 7.36 mm
Sanchez Fernandez et al. (2000)	CT	Width of combined sinus	56.53 ± 13.43 mm	51.05 ± 17.14 mm
		AP depth of sinus	13 ± 5 mm (both male and female)	
Spaeth et al. (1997)	CT	Width of single sinus	18 ± 7 mm (both male and female)	
		AP depth of sinus	17.38 ± 5.17 mm	16.11 ± 5.83 mm
Harris et al. (1987)	XR	Width of single sinus	27.98 ± 7.11 mm	26.39 ± 6.70 mm
		Height of sinus	30.1 mm (mean)	26.0 mm (mean)
		Width of combined sinus	58.3 mm (mean)	46.9 mm (mean)

은 한계가 있었다.

최근 컴퓨터단층촬영기술이 발달함에 따라서 컴퓨터단층촬영을 전두부 및 전두동의 해부학적 특징을 설명하는데 사용하는 빈도가 증가하고 있다 (Table I). 몇몇 연구에서 횡단면 영상으로 전두동의 계측치에 대한 연구결과가 보고 되었으며 최근 Tatlisumak 등⁵은 유사한 연구를 시행하였는데 횡단면 뿐 만 아니라 관상단면 이미지를 사용하여 이전의 연구들과 차별화를 시행하였다.

이 연구의 목적은 기존의 전두동의 해부학적 특징에 대한 지식을 확인하고 확장하는 것으로, 18세 이상의 한국인 성인남녀를 대상으로 컴퓨터단층촬영 영상의 횡단면, 관상단면, 시상단면 이미지를 이용하여 전두동의 크기를 계측하고 남녀 성별에 따른 차이점에 대하여 분석하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

가. 연구대상

2009년 1월부터 2009년 12월까지 순천향대학교 부속 부

천병원에서 안면골 3차원 컴퓨터단층촬영을 시행한 모든 환자들을 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 이중 전두동이 양측성으로 없는 경우, 이전에 전두동의 수술을 시행한 과거력이 있는 경우, 전두동에 골절이 있는 과거력이 있는 경우, 선천적으로 두경부의 기형이 존재하는 경우, 18세 미만 및 61세 이상 연령층은 실험에서 배제하였다. 연구대상은 총 95명으로 남성이 75명, 여성이 20명 이었으며 연구대상의 연령분포는 18세부터 60세까지로 환자들의 평균 연령은 35.6세였다.

나. 해부학적 계측방법

모든 컴퓨터단층촬영 영상은 64 multidetector row CT (Lightspeed VCT, GE Medical System, Milwaukee, WI)를 이용해 촬영하였으며 각각 3 mm 두께의 단면으로 연속적인 횡단면 이미지가 얻어졌다. 또한 이를 바탕으로 시상면 및 관상면의 이미지가 얻어졌다.

Szilvassy의 연구결과에 의해 전두골 내에 존재하는 0.8 cm² 이상의 모든 공기화된 공간을 전두동으로 정의하였으

며 우측과 좌측의 전두동을 구분은 동간 중격 (intersinus septum)을 기준으로 결정하였다.⁶ 또한 전두골내 공기화된 공간이 0.8 cm² 이하인 경우 전두동이 존재하지 않는 것으로 정의하였다.

전두동의 계측은 Matthew 등⁵이 시행한 연구결과를 바탕으로 계측하였으며 전두동 계측을 위한 기준점으로 수평 기준면 (horizontal reference plane-line H)과 수직기준면 (vertical reference plane-line V)을 정하였는데, 수평기준면은 전두골 기저부를 평행하게 지나는 면으로 하였으며 수직기준면은 비근점 (nasion)을 통과하면서 수평기준면에 수직이 되는 기준면으로 정의하였다 (Fig. 1). 이 외에 3개의 추가적인 기준선이 시상단면을 이용한 정중선에서 정의되었다.

Line A: 비근점 (point N)에서 전두동의 최고점을 연결한 선
 Line B: 비근점에서 상안와 융기의 최전방점을 연결한 선
 Line C: 비근점에서 비골의 최전방점을 연결한 선

Line A는 미간의 융기가 미세하거나 없을 경우 이마의 경사면을 의미한다. 이마의 경사를 의미하는 기준선의 각도 (ANV)는 Line A와 수직기준면 (Line V)이 이루는 각을 측정하여 평가할 수 있다. Line A의 위치는 비골의 위치나 뇌의 전두엽의 최전방점의 위치에 의해 변이가 많다. Line B는 전두부에서 코로 내려오는 경사면으로 기울기는 Line B와 수직기준면 (Line V)이 이루는 각을 측정하여 평가할 수 있다. Line C는 코의 경사도로서 각 BNC로 정의되는 비전두각 (Naso-frontal angle)은 Line B와 C가 이루는 각을 측정하여 평가한다.

관상단면에서 전두동의 높이는 정중선과 정중선을 기준

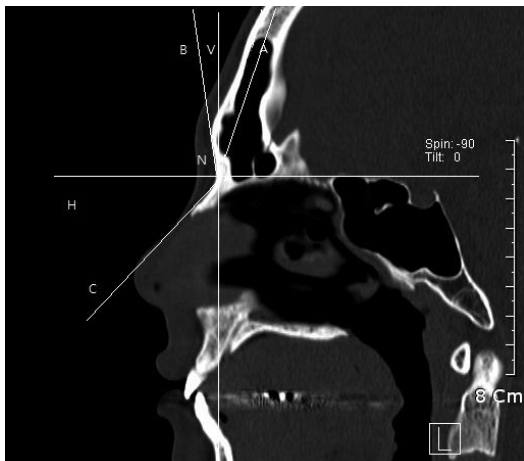


Fig. 1. Illustration of measurements in the mid-sagittal plane (Line A, Nasal root~Most superior point of frontal sinus; Line B, Nasal root~Most anterior point of the supra-orbital ridge; Line C, Nasal slope; Line V, Vertical reference plane; Line H, Horizontal reference plane; ANV, Angle of inclination of ideal forehead slope; BNV, Angle of inclination of actual forehead slope; BNC, Nasofrontal angle).

으로 좌우로 10 mm, 20 mm, 30 mm 떨어진 지점에서 측정하였다 (Fig. 2). 횡단면에서 전두동의 전벽 (anterior table)의 두께와 전후벽간의 거리는 상안와 융기의 가장 돌출된 부분에서 측정하였다 (Fig. 3). 이 측정치 또한 정중선과 정중선에서 좌우 10 mm, 20 mm, 30 mm 지점에서 측정하였다. 전두동의 폭 또한 상안와 융기의 가장 돌출된 부분에서 좌우 양측면으로 측정하였으며 이로써 좌우의 변이를 측정하였다 (Fig. 4).

다. 통계학적 분석

전술한 내용에 따라 측정한 모든 계측치를 SPSS (version 19.0; SPSS Inc, Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계분석을 시행하였다. 연속변수 분석을 위해 Independent T test, Mann-Whitney U test를 사용하였다. 계측 지점에 따른 차이, 성별에 따른 측정치의 차이를 분석하였다. p-값이 0.05 이하인 것을 통계학적으로 의미가 있는 것으로 판정하였다.

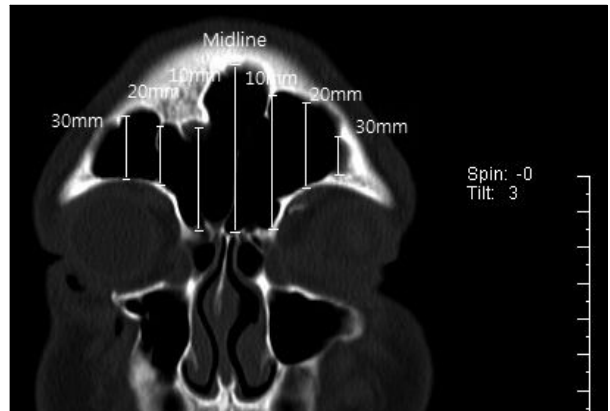


Fig. 2. Vertical height of the frontal sinus is measured at midline and at 10, 20, 30 mm distance to the right and left in coronal plane.

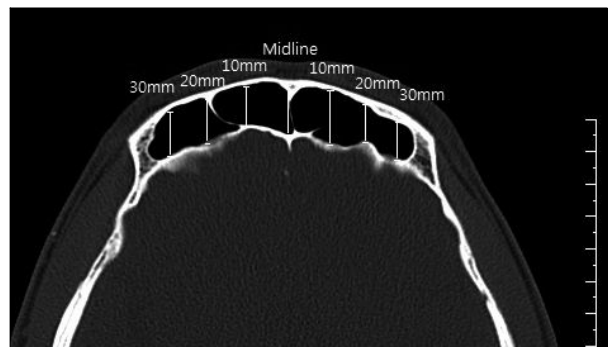


Fig. 3. Both AP depth of the frontal sinus and the thickness of the anterior table were measured at midline and at 10, 20 and 30 mm to the left and right of midline. These measurement were measured at the most anterior level of the supraorbital ridge.

III. 결 과

가. 연구대상 분석

연구대상의 평균연령은 35.6 (18~60)세였다. 모든 측정값에 있어 우측과 좌측이 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. ANV는 남녀평균 $13.3^\circ \pm 4.7^\circ$ 로 확인되었으며 기준선 A 상부로 미간의 돌출정도는 6.48 ± 1.73 mm였다. 전두골 전벽의 평균 두께는 2.31 mm에서 3.23 mm로 측정위치에 따라 최대 0.92 mm 측정값의 차이를 보였으나 측정값의 편차가 1 mm 이상으로 측정 위치에 따른 통계학적 차이는 확인할 수 없었다. 전후벽간 거리의 측정치는 7.38 mm에서 9.45 mm로 큰 차이는 보이지 않았으며 측정위치에 따른 전후벽간 거리는 통계학적으로 의미있는 차이를 보이지 않았다. 전두동의 수직길이는 정중선에서 29.24 mm로 가장 높은 값을 나타내었으며 좌우 10 mm 지점에서 23.31 mm와 22.01 mm, 20 mm 지점에서 14.77 mm와 13.75 mm, 30 mm 지점에서 10.45 mm와 9.14 mm로 외측으로 갈수록 측정값이 점차 감소하는 소견을 보였다. 정중선에서의 수직길이는 좌우 어느 위치보다 현저하게 높은 소견 보였고 동일 지점에서 좌측이 우측보다 근소하게 높은 수치를 나타내는 것을

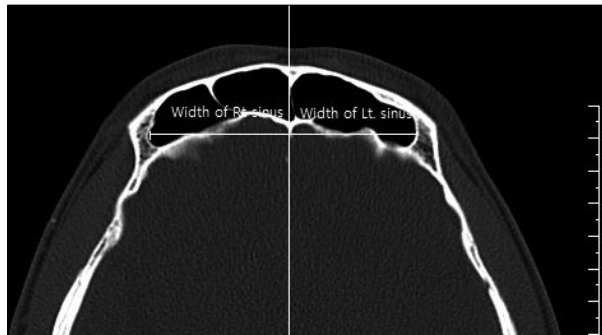


Fig. 4. The total width of frontal sinus is shown measured at the most prominent level of the supraorbital ridge.

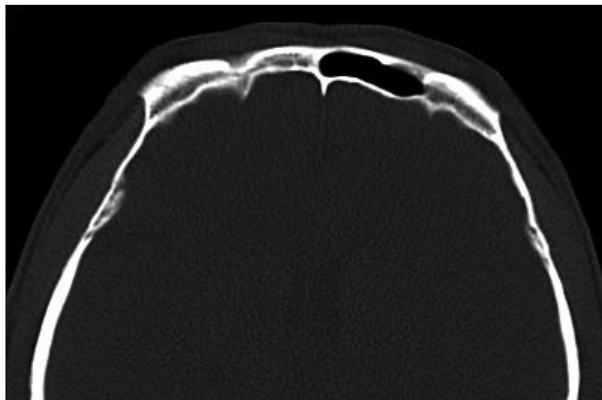


Fig. 5. Unilateral absence of frontal sinus was present in four cases. The sinus was absent on right side in all cases.

확인할 수 있었다. 전두동의 폭은 좌우 27.30 ± 7.23 mm, 27.97 ± 7.49 mm로 우측이 근소하게 높은 수치를 보였다 (Table II).

전두동의 일측성 부재는 7례에서 관찰되었다 (Fig. 5). 7

Table II. Measurements in Total Sample Population

Measurement parameter	Mean \pm 1SD
ANV	13.34 \pm 4.67
BNC (Nasofrontal angle)	135.74 \pm 8.08
Protrusion of glabella beyond ideal forehead slope	6.48 \pm 1.73
<i>Ant. table thickness</i>	
Midline	3.23 \pm 1.67
10 mm Left of midline	2.37 \pm 1.11
10 mm Right of midline	2.31 \pm 1.01
20 mm Left of midline	2.89 \pm 1.29
20 mm Right of midline	2.93 \pm 1.31
30 mm Left of midline	2.96 \pm 1.14
30 mm Right of midline	2.67 \pm 1.04
<i>AP depth of sinus</i>	
Midline	9.45 \pm 2.96
10 mm Left of midline	8.59 \pm 3.04
10 mm Right of midline	7.87 \pm 2.86
20 mm Left of midline	8.78 \pm 3.65
20 mm Right of midline	8.13 \pm 3.32
30 mm Left of midline	8.29 \pm 4.35
30 mm Right of midline	7.38 \pm 3.66
<i>Height of sinus</i>	
Midline	29.24 \pm 10.35
10 mm Left of midline	23.31 \pm 8.00
10 mm Right of midline	22.01 \pm 7.60
20 mm Left of midline	14.77 \pm 5.66
20 mm Right of midline	13.75 \pm 5.26
30 mm Left of midline	10.45 \pm 4.74
30 mm Right of midline	9.14 \pm 3.60
<i>Width of sinus</i>	
Width to left of midline	27.30 \pm 7.23
Width to right of midline	27.97 \pm 7.49
Total width	53.66 \pm 14.98

SD, Standard deviation.

례 모두 오른쪽의 동이 관찰되지 않았으며 이중 남성은 6례, 여성은 1례로 확인되었다.

나. 성별에 따른 측정치의 비교

전두부의 기울기는 각 ANV로 표시되며 남성의 평균은 14.9°, 여성의 평균은 7.7°로 여성보다 남성에서 기울기가 큰 것으로 확인되었으며 이는 $p < 0.05$ 로 통계학적인 의미가

있었다. Line A에서 상안와 용기까지의 거리는 남성은 6.76 ± 1.69 mm, 여성은 5.14 ± 1.19 mm로 나타났으며, 위와 같은 결과는 남자에서 상안와 용기와 인중 (glabella)이 훨씬 더 돌출되어 있는 것을 의미하고 통계적인 의미가 있었다. 비전두각은 남자 133.30°와 여자 141.60°로 남자가 더 경사도가 가파른 것을 확인할 수 있었으며 $p < 0.05$ 로 통계학적으로 유의한 결과를 보였다.

Table III. Measurements of Gender

	Male	Female	p value
ANV	14.9 ± 3.99	7.70 ± 2.96	<0.05
BNC (Nasofrontal angle)	133.30 ± 7.18	141.60 ± 7.19	<0.05
Protrusion of glabella beyond ideal forehead slope	6.76 ± 1.69	5.14 ± 1.19	<0.05
<i>Ant. table thickness</i>			
Midline	3.29 ± 1.75	2.95 ± 1.19	0.312
10 mm Left of midline	2.40 ± 1.17	2.18 ± 0.72	0.138
10 mm Right of midline	2.26 ± 1.06	2.52 ± 0.68	0.316
20 mm Left of midline	2.92 ± 1.31	2.23 ± 0.88	0.121
20 mm Right of midline	2.96 ± 1.39	2.50 ± 0.82	0.537
30 mm Left of midline	3.15 ± 1.06	2.39 ± 0.29	0.118
30 mm Right of midline	2.65 ± 1.08	2.75 ± 0.86	0.809
<i>AP depth of sinus</i>			
Midline	9.74 ± 2.97	8.12 ± 2.59	0.061
10 mm Left of midline	9.05 ± 3.00	6.36 ± 2.12	0.001
10 mm Right of midline	8.25 ± 2.90	6.03 ± 1.76	0.006
20 mm Left of midline	9.13 ± 3.69	6.83 ± 2.78	0.072
20 mm Right of midline	8.13 ± 3.36	8.07 ± 3.30	1.000
30 mm Left of midline	8.39 ± 4.53	7.47 ± 2.47	0.972
30 mm Right of midline	7.77 ± 3.74	4.78 ± 1.38	0.088
<i>Height of sinus</i>			
Midline	29.94 ± 9.93	26.03 ± 11.92	0.238
10 mm Left of midline	24.13 ± 7.90	19.34 ± 7.45	0.041
10 mm Right of midline	22.77 ± 7.76	18.42 ± 5.75	0.046
20 mm Left of midline	15.22 ± 5.64	12.33 ± 5.35	0.093
20 mm Right of midline	14.20 ± 5.28	11.17 ± 4.52	0.111
30 mm Left of midline	10.40 ± 4.73	10.93 ± 5.78	0.972
30 mm Right of midline	9.11 ± 3.42	9.35 ± 5.24	0.855
<i>Width of sinus</i>			
Width to left of midline	27.70 ± 7.14	25.35 ± 7.54	0.157
Width to right of midline	28.40 ± 7.54	25.91 ± 7.15	0.200
Total width	54.52 ± 14.65	49.54 ± 16.38	0.162

전두동 전벽의 두께는 우측 10 mm, 지점 (남성 2.26 mm, 여성 2.52 mm)과 30 mm 지점 (남 2.65 mm, 여 2.75 mm)을 제외하고 모두 남성이 여성보다 더 두꺼운 전벽을 갖는 것으로 확인되었다 (Table III). 전두동의 전후벽간 거리는 모든 측정지점에서 남자가 더 큰 측정치를 나타냈으나 이중 좌우 10 mm 지점에서만 $p < 0.05$ 로 통계적으로 의미가 있는 차이를 보였다. 전두동의 수직 길이에 있어서는 중정선에서 좌우 30 mm 지점을 제외한 모든 지점에서 남자의 측정치가 여자의 측정치보다 수치가 높았고 좌우 10 mm 지점에서 통계적으로 의미 있는 차이를 보였다. 전두동의 전체적인 너비 (남성 54.52 mm, 여성 49.54 mm)나 좌우 폭 (남성: 좌 27.70 mm 우 28.40 mm, 여성: 좌 25.35 mm 우 25.91 mm) 또한 남자에서 더 높은 수치를 보였으나 남녀 성별에 따른 차이는 확인할 수 없었다 (Table III).

IV. 고 찰

전두동은 공기가 채워져 있는 한 쌍의 삼각형 모양의 방으로서 내부는 점막골막 (mucoperiosteum)으로 덮여 있고 전두골의 내벽과 외벽 사이에 존재한다. 전두동의 내부는 불완전한 격벽에 의해 비대칭적이고 불규칙하며 해부학적으로 복잡한 구조를 갖는다. Spaeth 등⁷은 신생아 컴퓨터단층촬영영상에서 전두동이 1.5%에서 발견된다고 보고하였으며, Wolf 등⁸은 신생아 두개골 표본을 이용한 연구에서 매우 작은 크기로 발견된다고 보고하였다. 또한 전두동은 단순 방사선촬영에서 3세 때 처음 발견되는 것으로 알려져 있다.⁷ 전두동의 성장에 대해서는 여러 가지 학설이 있는데 Spaeth 등⁷은 남성에서 18세, 여성에서는 15세 이후로 전두동의 추가적인 크기증가가 발견되지 않았다고 보고하였으나 Brown 등⁹은 남성에서 15세, 여성에서는 13세 이후 전두동의 크기변화가 나타나지 않는다고 보고하였다. Namblar 등¹은 전두동은 출생 시 존재하지 않지만 2세에서부터 발달하기 시작하여 5~6세경에 비로소 단순방사선촬영에서 관찰이 가능하며 사춘기에 빠른 발달을 보이고 20대에 최종적인 크기와 형태를 갖는다고 보고하였다.¹ 반면 Yun 등¹⁰에 의해 발표된 국내 논문에서 한국인에서는 4세경부터 전두동이 관찰되었고 8세에서는 절반 이상이 관찰된다고 보고한 바 있다. 전두동의 존재 및 크기와 형태는 유전적, 환경적 요인에 의해 결정된다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다.² 노화나 질병에 의한 경우 외에는 일정하게 유지되며 인종간 또는 사람마다 크기와 발육상태의 차이가 심해서 독특한 모양을 가지고 있다. 이러한 사실은 에스키모인들의 약 40%에서 전두동이 발견되지 않는 것으로 설명될 수 있으며 혹독한 기후 조건과도 어느 정도 관련이 있다고 볼 수 있다.² 일란성 쌍둥이에서도 전두동의 형태가 다른 것으로 보고되어 있는

데, 이러한 개인별 특이성으로 인하여 지문이나 치아처럼 개인을 식별하는 방법으로 인류학과 법의학에서 사용되기도 한다.² 지금까지 전두동의 형태나 발달에 대한 연구는 주로 사체의 안면골이나 단순 X-선, 내시경, 2차원 컴퓨터단층촬영, 자기공명 영상 등을 이용한 것이었다. 특히 기존의 2차원적 컴퓨터단층촬영을 통한 분석은 환자마다 일정한 자세로 영상을 얻을 수 없어서 자세를 표준화하기 힘들고 따라서 적절하지 못한 지표를 선택해서 계측할 가능성이 크므로 정확한 비교가 힘든 것이 문제점이었다.¹¹ 또한 단순 X-선이나 2차원 컴퓨터단층촬영에서는 2차원 이미지를 통해 자료를 얻어야 한다는 점 또한 큰 한계점이었다.¹⁰ 안면골은 다른 부위와 달리 많은 수의 복잡한 형태를 가진 크고 작은 안면골의 집합체이므로 입체적인 이해가 더욱 중요한데, 단순 X-선이나 기존의 2차원 컴퓨터단층촬영을 이용한 계측에서는 부피의 측정이 불가능하여 전후, 좌우, 상하 등의 길이를 가지고 입체적인 이해를 하는 수밖에 없었다.^{11,12} 또한 2차원적 이미지 상에서 면적을 구하여 비교하기도 하였으나 큰 의미를 두기는 어려웠다.¹⁰

서양인의 경우 최근 3차원 컴퓨터단층촬영을 이용한 부비동의 형태 및 계측에 대한 연구결과가 보고된 바 있다.¹² 한국인의 경우 전두동의 형태학적 연구가 두개골 단순 X-선, 또는 2차원 컴퓨터단층촬영에 의한 결과밖에 존재하지 않는 것이 현실이며,¹¹ 전두동의 성장 및 발달에 대한 연구는 아직 보고되지 않고 있다. 전두동의 형태가 인종마다 독특하다는 특성과 다른 부비동에 비하여 늦게 발견되고 성인이 될 때 까지 성장하는 특징을 고려해 볼 때 한국인의 성인을 대상으로 한 연구는 큰 의미가 있다고 생각된다.

본 연구의 목적은 이전의 연구를 바탕으로 더 정확하게 전두동의 해부학적 구조를 계측하고 기술하는데 있다. 전두동에 발생한 종양의 제거, 전두동 골절의 정복, 전두골 윤곽 교정술, 두개골 절개술, 메이필드 핀 고정 (Mayfield pin fixture), 상안와를 통한 뇌실천자술 (Transorbital ventricular puncture) 등의 술기 시 이환율을 최소화하기 위해서는 전두동의 해부학적 특성에 대한 지식은 필수적이다. 그동안의 논문에서는 양측 전두동에서 하나의 측정치만을 구하거나 양측에서 한 개씩 측정치를 구하여 통계치의 결과를 보고하였다.^{7,11} 이러한 불확실한 계측의 단점을 보완하고자 저자는 3차원 컴퓨터단층촬영 영상 이미지를 이용하여 전두동의 여러 지점에서 다양한 측정치를 구하여 좀 더 정확하게 전두동의 형태를 이해하고자 하였다. 본 연구결과를 바탕으로 전두동의 특징적인 형태를 해부학적으로 정확하게 밝힘으로써 수술 시 해부학적인 위치를 확인하는데 도움이 될 만한 자료를 얻을 수 있었다. 이는 전두동의 수술 전 방사선촬영이 불가능할 때나, 수술 중 잠재적으로 발생할 수 있는 전두동이나 뇌의 손상을 피하고자 할 때 유용하

게 사용될 수 있다. 특히 전두동에 대한 정확한 삼차원적 해부구조의 이해는 안면부나 두개 내에 발생한 종양의 절제 시 전두부 접근법 (frontal approach)을 통하여 전두개저 (anterior cranial fossa)로 접근하고자 할 때 유용하게 적용할 수 있다. 또한 본 연구에서 확인된 이마와 전두동의 계측치는 전두골 윤곽 교정술을 시행할 경우에 수술의 방향을 정하는데 적절하게 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

인체계측연구는 안면부 골격의 해부학에서 남녀 성별에 따른 차이를 이해하는데 도움을 주고 이러한 결과는 여성화 두개골 성형술 (feminization cranioplasty)과 전두골 재건에 이용되어 왔다.¹³ 성별에 따른 골격의 특징은 표면계측이나 방사선학적 두개골계측을 다룬 연구에서 기술되어 왔는데,⁵ 대부분의 남녀 성별에 따른 차이는 안면골격 중 안와 상부 및 이마 부위에 존재하는 것으로 확인되었다. 일반적으로 남성과 비교했을 때 여성에서 이마의 윤곽은 유아의 두개골과 좀 더 비슷한 것으로 묘사된다. 여성은 더 연속적이고 부드러운 이마곡선을 가지며 안와 상부 융기는 돌출하지 않고 이마는 미세하게 돌출하거나 거의 보이지 않는다. 남자에서는 비전두각이 더 예각을 이루고 있으며 미간은 두터우며 더 돌출되어 있다. 남성다운 특징은 전두동의 발달이나 공기화 (pneumatization)에 의해 표현될 수 있으며, 추가적으로 남성의 이마는 좀 더 편평하고 후방으로 가파르게 기울어진 반면 여성에서는 보다 수직적이며 부드러운 활모양을 한 이마를 갖는다.⁵

본 연구에서 계측된 결과로 상기에 기술한 내용을 확인할 수 있었는데 여성의 이마 경사도는 평균 7.7°로 평균 14.9°의 경사도를 보이는 남성에 비해 후방으로 덜 기울어져 있었다. 또한 남성에서 비전두각은 133.3°이고 여성은 141.6°로 남성에서 더 예각을 이루는 것을 확인하였다. 저자들은 본 연구에서 미간의 돌출된 정도를 정량화 하였으며 미간의 돌출이 남성의 특징으로 구분되어 진다는 것을 확인할 수 있었다. 여성의 두개골이 남성에 비해 4/5 정도 크기라는 것은 이미 잘 알려진 사실이며^{7,12} 이는 저자들의 연구에서도 동일한 결과를 얻을 수 있었는데, 정중선에서 우측 10 mm, 30 mm 부위에서 전두동 전벽의 두께 및 좌우 30 mm 지점에서 전두동의 수직 길이를 제외한 모든 계측치가 여성에서 더 작은 것으로 확인할 수 있었다. 전두동의 계측치가 남성이 여성보다 더 클 것이라는 것은 예상된 결과이지만, 주목할 만한 사실은 통계학적으로 유의한 남녀의 차이는 정중선이나 인중으로 알려진 정중선 근처에서만 확인이 되었다. 이는 전두동의 계측치가 개개인에 따라 편차가 심하여 발생하는 것이라고 추측된다. 남성은 여성에 비하여 전두동의 전후 길이 및 수직 길이가 더 길고 전벽이 여성보다 두텁고 더 돌출된 이마를 갖고 있다. 이는 상안와 융기의 최전방부가 기준선 A에서 거리가 얼마나 되는지 측정하여 확인할

수 있었다.

Spaeth 등⁷이 독일인을 대상으로 보고한 바에 의하면 단일 전두동의 폭은 남성에서 27.98 mm, 여성에서 26.39 mm, 전후 길이는 남성에서 17.38 mm, 여성에서 16.11 mm로 본 연구와 비교하였을 때 전두동의 폭은 남성에서 좌 27.70 mm, 우 28.40 mm, 여성에서 좌 25.35 mm, 우 25.97 mm 전후 길이는 남성에서 정중선을 기준으로 9.74 mm, 여성에서 8.12 mm로 전두동의 폭은 거의 비슷한 수치를 보이거나 전후 길이에 있어서는 현저하게 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다 (Table I). Sanchez Fernandez 등¹⁴에 의해 스페인에서 시행된 결과와 비교했을 때 전두동의 폭은 18.0 mm와 전후 길이는 13.0 mm로 전두동의 폭은 현저하게 좁은 소견이나 전후 길이는 더 큰 수치를 보이는 것을 확인할 수 있었다. Tatlisumak 등¹²에 의해 Turkey에서 시행된 연구에서는 전두동의 높이는 남성에서 좌 28.24 mm, 우 26.57 mm, 여성에서 좌 24.70 mm, 우 23.63 mm 전두동의 폭은 남성에서 좌 28.47 mm, 우 26.05 mm, 여성에서 좌 26.05 mm, 우 24.37 mm이며 전두동의 전후 길이는 남성에서 좌 13.15 mm, 우 11.66 mm, 여성에서 좌 10.80 mm, 우 10.15 mm로 전두동의 높이나 폭은 큰 차이가 나지 않는 반면 전두동의 전후 길이에서 현저하게 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다. 즉 서양인과 비교했을 때 한국인의 전두동은 수직 길이나 폭에 있어서는 큰 차이가 없으나 전후 길이에 있어서는 한국인이 더 작은 수치를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

전두동의 발달이 완성되는 시기에 대해서 다양한 학설이 제기되고 있는데, 18~20세경 발달이 완성된다고 주장하는 설, 저작운동에 의한 기계적 스트레스나 성장호르몬에 의한 자극에 의해 40세까지 지속적으로 성장한다는 설, 또는 60세 이후 전두동의 크기가 작아진다는 설, 이와는 반대로 60세 이후에도 지속적으로 크기가 커진다는 설 등 아직까지도 논란의 여지가 남아 있다.^{7,13} 저자는 전두동 크기의 발달이 18세경이나 그보다 일찍 완성된다는 Spaeth 등⁷의 학설을 수용하여 연구를 진행하였다. 전두동 부재의 빈도는 일본인에서 4.8%, 독일인에서 3.4%, 오스트리아인에서 10%, 아프리카인에서 11%로 확인되었으며 본 연구에서 전두동의 양측성 부재는 100명 중 5례 (5.0%)로 일본인에서의 연구결과와 비슷한 수치를 보였다.^{6,12} 또한 전두동의 일측성 부재는 일본인에서 남성 14.3%, 여성 7.1% 독일인에서 남성 3.6%, 여성 2.8%의 빈도를 나타낸 것과 비교하여 본 연구에서는 남성에서 75명 중 6명 (8%) 여성에서 20명 중 1명 (5%)으로 일본인보다는 낮은 빈도로 나타났고 독일인과 비교 시 높은 빈도를 확인할 수 있었다.¹³

본 연구에서 3 mm 간격의 단층촬영을 시행하였으나 영상간격을 1 mm로 단축하여 측정의 정확성을 높인다면 좀 더 정밀한 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 또한 3-D

단층촬영 영상에 부피 분석프로그램을 추가한다면 남녀 간의 부피의 차이와 성장과정의 변이를 좀 더 확실하게 측정할 수 있을 것으로 사료되며 연령별 크기변화를 입체적으로 분석하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구에서 저자들은 한국인 성인남녀를 대상으로 3차원 컴퓨터단층촬영 영상을 이용하여 전두동의 여러 지점에서 해부학적 계측치를 확인하고 이에 대한 남녀간, 타인종간의 차이점을 비교 분석하였다. 전두동 계측치 중 남녀 간 차이를 보면, 전두부의 기울기가 여성보다 남성에서 큰 것으로 확인되었으며 비전두각은 남성보다 여성에서 더 큰 각도를 보였다. 정중선에서 좌측 및 우측으로 10 mm 지점에서의 계측치를 보면, 남성이 여성보다 전후 및 수직 길이에서 높은 측정값을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 서양인과 비교하여 한국인의 전두동은 수직 길이나 폭에 있어서 큰 차이는 없으나 전후 길이에 있어서는 더 작은 수치를 보이는 것을 확인할 수 있었다. 아울러 본 연구결과는 전두부의 성형 및 재건수술을 시행함에 있어 중요한 참고사항이 될 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Nambiar P, Naidu MD, Subramaniam K: Anatomical variability of the frontal sinuses and their application in forensic identification. *Clin Anat* 12: 16, 1999
- Hanson CL, Owsley DW: Frontal sinus size in Eskimo populations. *Am J Phys Anthropol* 53: 251, 1980
- Caroli E, Rocchi G, DAndrea G, Delfini R: Management of the entered frontal sinus. *Neurosurg Rev* 27: 286, 2004
- Hurst CA, Eppley BL, Havlik RJ, Sadove AM: Surgical cephalometrics: applications and developments. *Plast Reconstr Surg* 120: 92e, 2007
- Lee MK, Sakai O, Spiegel JH: CT measurement of the frontal sinus-gender differences and implications for frontal cranioplasty. *J Craniomaxillofac Surg* 38: 494, 2010
- Szilvassy VJ: Zur variation, entwicklung und vererbung der stirnhohlen. *Ann Naturhist mus Wien* 1: 97, 1982
- Spaeth J, Krugelstein U, Schلودorff G: The paranasal sinuses in CT-imaging: development from birth to age 25. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 39: 25, 1997
- Wolf G, Anderhuber W, Kuhn F: Development of the paranasal sinuses in children: implications for paranasal surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 102: 705, 1993
- Brown WA, Molleson TJ, Chinn S: Enlargement of the frontal sinus. *Ann Hum Biol* 11: 221, 1984
- Yun IS, Rah DK: Developmental study of Korean frontal sinus by using 3D CT scan. *J Korean Cleft Palate-Craniofac Assoc* 10: 103, 2009
- Lee CH, Rhee CS, Oh SJ, Jung YH, Min YG, Kim IO: Development of the paranasal sinuses in children: A MRI Study. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 43: 507, 2000
- Tatlisumak E, Ovali GY, Asirdizer M, Aslan A, Ozyurt B, Bayindir P, Tarhan S: CT study on morphometry of frontal sinus. *Clin Anat* 21: 287, 2008
- Ousterhout DK: Feminization of the forehead: contour changing to improve female aesthetics. *Plast Reconstr Surg* 79: 701, 1987
- Sanchez Fernandez JM, Anta Escuredo JA, Sanchez Del Rey A, Santaolalla Montoya F: Morphometric study of the paranasal sinuses in normal and pathological conditions. *Acta Otolaryngol* 120: 273, 2000