

<원저>

성별과 폐경기 나이가 막성골의 두께와 밀도에 미치는 영향 : 측두골 비늘부위 전산화단층영상을 중심으로

지명훈·성열훈

청주대학교 일반대학원 보건의료학과

Effect of Sex and Menopausal Age on Thickness and Density of Membranous Bone : Focused on Computed Tomography in Squamous Portion of Temporal Bone

Myeong-Hoon Ji·Youl-Hun Seoung

Department of Health and Medical Sciences, Graduate School, Cheongju University

Abstract The purpose of this study was to investigate the effect of sex and menopausal age on the thickness and density of squamous portion of the temporal bone as the membranous bone. Patients who visited a general hospital in Chungnam and had a computed tomography (CT) examination of the head. A retrospective study was conducted with 120 subjects (30 men under 55 years old, 30 men over 56 years old, 30 women under 55 years old, and 30 women over 56 years old). Axial images of the squamous portion in the temporal bone were obtained from CT of the head. For this image, a slice sensitive profile (SSP) was acquired with an image analysis program and these were evaluated. The thickness was measured by using a digital ruler to measure the full width at half maximum (FWHM) of the SSP, and the density was measured in hounsfield unit (HU). These by gender were measured to be about 0.5mm thinner in the temporal bone in men than in women, and there was a significant difference. The density was measured to be about 200 HU higher in women than in men of it, and there was a significant difference. As a result, it in women was thicker and had a lower density. The thickness of it in men and women over 56 years of age was 0.8mm or more thicker in women and less than 400 HU in density. As a result, the women group over the age of 56 showed a distinct increase in thickness and decrease in density, different from other target groups. It is expected that the results of this study could be used as basic data for a new bone density measurement site study.

Key Words: Sex, Menopuase, Membranous bone, Temporal bone, Bone density, Computed tomography

중심 단어: 성별, 폐경기, 막성골, 측두골, 골밀도, 전산화단층영상

1. 서론

생애 주기에 따른 골밀도의 변화는 골량(bone mass)으로 구분할 수 있다. 최대골량(peak bone mass)은 생애 동안 최고로 획득하는 골량을 의미하며, 이는 뼈의 크기 증가와 미네랄의 축적이 안정화되는 시점을 의미한다[1]. 최대골량에 도달하는 시기는 개인차가 있지만, 여성은 16 세와 남성은 18 세 경에 일어나며 남성이 좀 더 늦게 도달하게 된다

[2]. 남성의 뼈가 더 두껍고 피질골(cortical bone)의 두께도 더 두꺼우므로 남성이 여성보다 약 10% 정도 골밀도가 높다[3]. 최대골량에 도달한 이후 일정량을 확보하던 골량은 매년 0.5%~1%씩 골 소실(bone loss)이 일어나게 된다[4]. 남성의 경우 연령에 비례하여 지속적으로 큰 변화 없이 골 소실이 일어나지만, 여성의 경우 폐경(menopause)이 되면 호르몬의 영향으로 폐경 진행기(menopausal transition period)인 폐경 후 1년 이내와 그 이후를 흔히 갱년기라고

Corresponding author: Youl-Hun Seoung, Department of Radiological Science, Cheongju University, 298, Daesung-ro, Cheongwon-gu, Cheongju-si, 28503, Republic of Korea / Tel: +82-43-229-7993 / E-mail: radimage@cju.ac.kr

Received 20 June 2021; Revised 28 June 2021; Accepted 29 June 2021

Copyright ©2021 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

불리는 폐경 후기(postmenopausal period)까지 10 년 이내 동안 일반적인 골소실 속도의 세배로 가속되며 그 이후에는 폐경 전기(premenopausal)와 같아지게 된다[5].

골다공증 진단은 이중 에너지 X선 흡수법(Dual energy X-ray absorptiometry; DXA)을 가장 널리 사용되고 있고, 최근 개정된 국내 보험(고시 제2019-28호)에 적용받고 있다[6]. DXA에서는 골질 호발부위인 요추 및 대퇴경부를 대상으로 골밀도를 측정하고 있지만, 최근에는 척추와 고관절 부위를 측정할 수 없거나 해석이 어려운 구조적 문제가 있는 경우 전완부의 요골에서도 골밀도를 측정하기도 한다[7]. 골밀도 측정은 단순 골감소증 진단뿐만 아니라 치아교정, 사체구별, 뇌혈류 초음파 등 다양한 응용한 부위에 적용할 수 있기 때문에 측정부위에 대한 확대 연구가 필요하다. 인체 골성장은 연골 내 골화(endochondral ossification)에 의해 연골에서 생성되어 나중에 골로 대체되는 연골성 골(endochondral bone) 성장과 막내 골화(intramembranous ossification)에 의해 직접적으로 막결합 조직(membranous connective tissue)에서 형성되는 막성골(membranous bone) 성장이 있다[8]. 골밀도 측정 부위로 가장 많이 사용되는 요추와 대퇴경부는 연골성 골에 해당된다. 막성골의 대표적인 부위는 두개골(cranial bone)이 있다[9]. 특히, 두개골은 골 두께와 밀도에 따라 뇌혈류 초음파검사 시 음향저항이 발생하기 때문에 추가 연구가 필요하다.

본 연구에서는 두개골 중 가장 얇은 두께로 막성골의 성질이 잘 나타날 수 있는 측두골 비늘부위(squamous portion of temporal bone)를 대상으로 성별과 폐경기 나이가 두께와 밀도에 미치는 영향을 알아보자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

연구 대상은 2019년 5월 1일부터 2020년 9월 30일까지 충청남도 소재의 A종합병원을 내원한 환자 중 뇌질환 치료 후 정상 판정을 받고 두부 전산화단층영상(Computed Tomography; CT) 검사를 시행한 120명을 대상으로 후향적 연구를 하였다. 본 연구에서는 국내 여성의 폐경기 평균 나이인 50세를 기준으로 폐경기 영향이 일정한 기간 진행된 폐경 후기 연령인 55세를 기준으로 하였다[10]. 55세 이하 남성 30명, 56세 이상 남성 30명, 55세 이하 여성 30명, 56세 이상 여성 30명으로 구분하였다.

2. 측두골 비늘부위의 두께와 밀도 측정 장비

두부 CT 영상은 64 multi detector CT (Ingenuity, Philips, USA)를 사용하여 획득하였다. 두부 CT 검사 조건은 120 kVp, 250 mAs, Field of View (FOV) 220 mm, 512 × 512 matrix이었다. 측정 대상은 측두골 비늘부위로서 외이도 상방 2 cm에 위치한 단면영상(axial image)을 선정하였다. 공인된 영상 분석 프로그램(ImageJ 1.8.0, National Institutes of Health, USA)을 사용하여 측두골 비늘부위의 절편 민감도 측면상(Slice Sensitive Profile; SSP)을 획득하였다.

3. 측두골 비늘부위의 두께와 밀도 측정 방법

두부 CT 영상은 영상 분석프로그램으로 SSP를 획득하고, 측두골 비늘부위의 두께와 밀도를 평가하였다. 두께는 디지털 자를 이용하여 SSP의 폭을 측정하였으며, 밀도는 픽셀의 세기 값(intensity value)을 측정하였다. CT 영상에서의 픽셀 세기 값은 CT 값(Hounsfield Units; HU)을 의미하며, 이 값은 물질의 밀도에 비례하는 X선의 감쇠 값(attenuation)이다. 본 연구에서는 측두골 비늘부위의 막성 특성에 의해 나타나는 SSP의 형태학적 모양을 Fig. 1처럼 2가지 타입으로 정의하였다. 첫째 Fig. 1(a)처럼 SSP가 종 형태로 보이는 경우를 종 타입(bell type)이라 정의하였다. 둘째 Fig. 2(b)처럼 측두골 비늘부위의 단면 중심의 해면골(sponge bone) 밀도가 감소하여 SSP가 골짜기 형태로 나타나는 경우를 골 타입(valley type)이라고 정의하고 분류하였다.

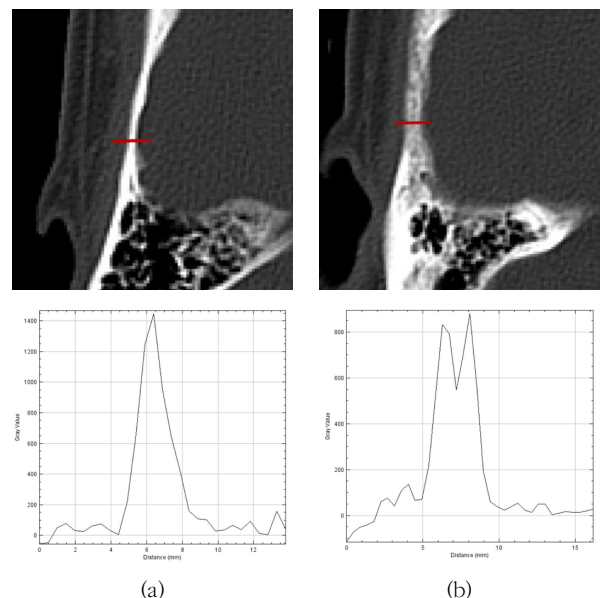


Fig. 1. Squamous portion of temporal bone in CT (a) bell type of SSP (b) valley type of SSP

두 타입의 측두골 비늘부위의 두께와 밀도는 아래와 같은 조건으로 측정하였다.

1. 종 타입은 Fig. 2(a)와 같이 SSP의 반치폭(full width at half maximum; FWHM)을 적용하여 두께를 측정하였고, 반치폭 사이의 SSP의 최대 HU값을 밀도로 평가하였다.
2. 골 타입의 두께는 종 타입과 동일하게 측정했지만, 밀도는 Fig. 2(a)와 같이 반치폭 사이의 최소 HU값을 밀도로 평가하였다.
3. 데이터 신뢰도를 얻기 위해 측정자가 일정한 시간 간격을 두고 2회씩 반복 측정하였다.

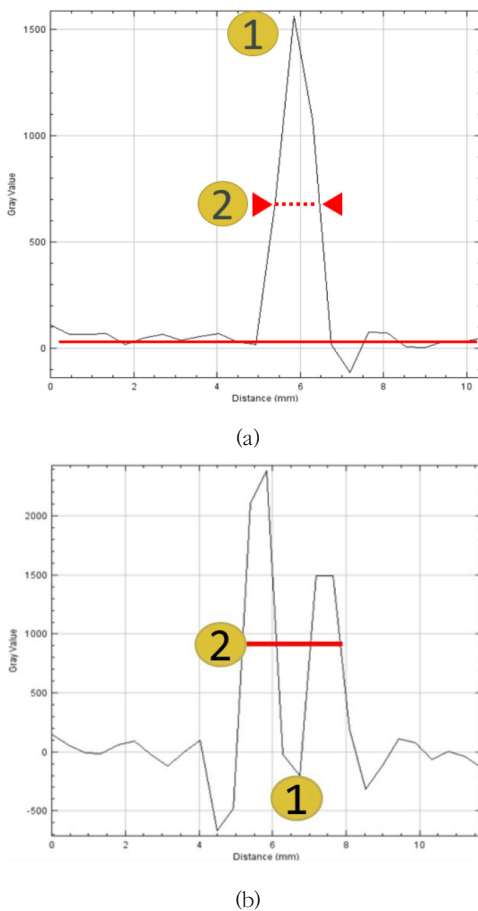


Fig. 2. Measured of the thickness and density in temporal bone SSP, the density ① of sponge bone for maximum or minimum pixel value and the thickness ② by FWHM (a) bell type, (b) valley type

4. 통계 처리

획득된 측정값은 SPSS 프로그램(SPSS 22.0 for windows, SPSS incorporation, Chicago, USA)을 사용하여 통계 분

석하였다. 대상자들의 인구학적 특성은 기술적 통계를 사용하였으며 성별 및 폐경기 나이에 따른 측두골 비늘부위의 두께와 밀도 평균값의 차이는 독립표본 *T*-test를 사용하여 유의성을 검정하였다. 이때 측정자의 신뢰도 분석은 시간 변화에 따른 측정자의 안정성을 평가하는 크론바흐 알파계수(Cronbach, α)를 이용하였으며, 0.6 이상이면 신뢰성이 있다고 평가하였다. 이때 *p*값이 0.05 보다 작게 나오면 그룹들 사이에 유의한 차이가 있다고 정의하였다.

III. 결과

1. 성별에 따른 측두골 비늘부위의 두께와 밀도 연구 대상의 인구학적 특성

대상자의 인구학적 특성은 Table 1과 같이 대상자 중 남성 60명(100%)의 평균 연령은 56.89 ± 9.33 세이었고 이 중 55세 이하 남성 30명(50%)이었으며, 평균 연령은 45.2 ± 8.12 세이었다. 56세 이상 남성은 30명(50%)이었고, 평균 연령은 68.57 ± 10.54 세이었다. 여성 60명(100%)의 평균 연령은 60.38 ± 9.17 세이었고, 이 중 55세 이하 여성은 30명(50%)이었으며, 평균 연령은 47.97 ± 9.47 세이었다. 56세 이상 여성은 30명(50%)이었고, 평균 연령은 72.8 ± 8.87 세이었다.

2. 측두골 비늘부위의 두께와 밀도 데이터의 신뢰도 평가

신뢰도 측정 평가 결과는 Table 2와 같다. 측정자가 동일한 측정방법으로 일정 시간적 간격을 두고 2회씩 측정하였다. 오른쪽 측두골 비늘부위의 골밀도의 Cronbach α 값은 .997 이었고, 왼쪽 측두골 비늘부위의 골밀도의 Cronbach α 값은 .995 이었으며, 오른쪽 측두골 비늘부위의 두께는 Cronbach α 값은 .998 이었고, 왼쪽 측두골 비늘부위의 두께는 Cronbach α 값은 .986 으로 모두 0.9 이상이므로 측정 횟수 간 신뢰도는 매우 우수하다 판정하였다.

3. 성별에 따른 측두골 비늘부위의 두께와 밀도 데이터의 평균값 비교

성별에 따른 측두골 비늘부위의 두께와 밀도 측정 데이터 비교 결과는 Table 3과 같다. 오른쪽 측두골비늘부위의 두께는 전체 남성($n=60$)에서 1.98 ± 0.51 mm이었고, 전체 여성($n=60$)은 2.51 ± 0.59 mm이었으며, *p*값은 .001 이었다.

Table 1. Demographic characteristics of the study subject in the squamous portion of temporal bone according to sex

Sex	Age Group	Age (years)	n (%)
Male	≤55	45.20±8.12	30 (50%)
	55<	68.57±10.54	30 (50%)
	Total	56.89±9.33	60 (100%)
Female	≤55	47.97±9.47	30 (50%)
	55<	72.80±8.87	30 (50%)
	Total	60.38±9.17	60 (100%)

Table 2. Analyzing the reliability of measuring the density and thickness in the squamous portion of temporal bone

Times	Right density	Left density	Right thickness	Left thickness
	Cronbach α	Cronbach α	Cronbach α	Cronbach α
1				
2	.997	.995	.988	.986

Table 3. Average comparison result of the thickness and density in squamous portion of temporal bone according to sex

Item	sex (n=60)	Mean	SD	p-value
Right thickness (mm)	M	1.98	0.51	.001
	F	2.51	0.59	
Left thickness (mm)	M	2.00	0.46	.001
	F	2.52	0.68	
Right density (HU)	M	1329.26	210.99	.001
	F	1129.80	322.59	
Left density (HU)	M	1370.79	241.05	.001
	F	1188.99	296.48	

왼쪽 측두골 비늘부위의 두께는 전체 남성(n=60)이 2.0±0.46 mm, 전체 여성(n=60)이 2.52±0.68 mm이었으며, p값이 .001로 측두골 비늘부위의 두께는 성별에 따라 유의한 차이가 있었다. 오른쪽 측두골 비늘부위의 밀도는 전체 남성(n=60)이 1329.26±210.99 HU이었고, 전체 여성(n=60)이 1129.8±322.59 HU이었으며, p값이 .001이었다. 왼쪽 측두골 비늘부위의 밀도는 전체 남성(n=60)이 1370.79±241.05 HU이었고, 전체 여성(n=60)이 1188.99±296.48 HU이었으며, p값이 .001으로 측두골 비늘부위의 밀도는 성별에 따라 유의한 차이가 있었다.

4. 폐경기 나이에 따른 측두골 비늘부위의 두께와 밀도 데이터의 평균값 비교

폐경기 나이에 따른 측두골 비늘부위의 두께와 밀도 측정 데이터 비교 결과는 Table 4와 같다. 오른쪽 측두골 비늘부위의 두께는 55 세 이하 남성에서 1.86±0.4 mm이었고, 56 세 이상 남성은 2.09±0.59 mm이었으며, p값이 .010으로

유의한 차이를 보였다. 왼쪽 측두골 비늘부위의 두께는 55 세 이하 남성에서 1.93±0.34 mm이었고, 56 세 이상 남성은 2.07±0.57 mm이었으며, p값이 .083 유의한 차이가 없었다.

오른쪽 측두골 비늘부위의 밀도는 55 세 이하 남성에서 1398.22±171.71 HU이었고, 56 세 이상 남성은 1260.29±226.38 HU이었으며, p값이 .383으로 유의한 차이가 없었다. 왼쪽 측두골 비늘부위의 밀도는 55 세 이하 남성에서 1398.23±218.44 HU이었고, 56 세 이상 남성은 1343.37±262.58 HU이었으며, p값이 .254로 유의한 차이가 없었다.

남성 오른쪽 측두골 비늘부위는 연령에 따라 유의한 차이가 있었고, 왼쪽 측두골 비늘부위의 두께, 오른쪽 측두골 비늘부위의 밀도와 왼쪽 측두골 비늘부위의 밀도는 연령에 따라 유의한 차이가 없었다. 오른쪽 측두골 비늘부위의 두께는 55 세 이하 여성에서 2.21±0.60 mm이었고, 56 세 이상 여성에서 2.80±0.42 mm이었으며, p값이 .001으로 유의한 차이를 보였다. 왼쪽 측두골 비늘부위의 두께는 55 세 이하 여성에서 2.09±0.64 mm이었고, 56 세 이상 여성에서

Table 4. Average comparison result of the thickness and density in squamous portion of temporal bone according to age

Sex (n=60)	Item	Age Group	Mean	SD	p-value
Male	Right thickness (mm)	≤55	1.86	0.40	.010
		55<	2.09	0.59	
	Left thickness (mm)	≤55	1.93	0.34	.083
		55<	2.07	0.57	
	Right density (HU)	≤55	1398.22	171.71	.383
		55<	1260.29	226.38	
Left density (HU)	≤55	1398.23	218.44	.254	
	55<	1343.37	262.58		
Female	Right thickness (mm)	≤55	2.21	0.60	.001
		55<	2.80	0.42	
	Left thickness (mm)	≤55	2.09	0.64	.001
		55<	2.94	0.39	
	Right density (HU)	≤55	1347.55	263.87	.001
		55<	912.06	209.76	
Left density (HU)	≤55	1410.98	224.90	.001	
	55<	967.00	162.17		

Table 5. Average comparison result of the thickness and density in squamous portion of temporal bone between males and females around 55 years old

Age Group (years)	Item	sex	Mean	SD	p-value
≤55	Right thickness (mm)	M	1.86	0.40	.382
		F	2.21	0.60	
	Left thickness (mm)	M	1.93	0.34	.011
		F	2.09	0.64	
	Right density (HU)	M	1398.23	171.71	.824
		F	1347.55	263.87	
Left density (HU)	M	1398.23	218.44	.228	
	F	1410.98	224.90		
55<	Right thickness (mm)	M	2.09	0.57	.001
		F	2.81	0.42	
	Left thickness (mm)	M	2.07	0.57	.001
		F	2.94	0.39	
	Right density (HU)	M	1260.29	226.38	.001
		F	912.06	209.76	
Left density (HU)	M	1343.37	262.58	.001	
	F	967.00	162.17		

서 2.94 ± 0.39 mm이었으며, p 값이 .001으로 유의한 차이를 보였다. 오른쪽 측두골 비늘부위의 밀도는 55세 이하 여성에서 1347.55 ± 263.87 HU이었고, 56세 이상 여성에서 912.06 ± 209.76 HU이었으며, p 값이 .001으로 유의한 차이를 보였다. 왼쪽 측두골 비늘부위의 밀도는 55세 이하 여성에서 1410.98 ± 224.90 HU이었고, 56세 이상 여성에서 967.00 ± 162.17 HU이었으며, p 값이 .001로 유의한 차이를

보였다. 여성의 오른쪽과 왼쪽 측두골 비늘부위의 두께와 밀도는 폐경기 나이에 따라 유의한 차이를 보였다.

5. 폐경기 나이를 기준으로 성별에 따른 측두골 비늘부위의 두께와 밀도 데이터의 평균값 비교

폐경기 나이인 55세를 기준으로 대상군을 성별에 따라 측두골 비늘부위의 두께와 밀도를 비교한 결과는 Table 5와

같다. 55 세 이하 남성의 오른쪽 측두골 비늘부위의 두께 평균은 1.86 ± 0.4 mm 이었고, 55 세 이하 여성의 오른쪽 측두골 비늘부위의 두께 평균은 2.21 ± 0.6 mm 이었고, p 값 .382 로 유의한 차이가 없었다. 55 세 이하 남성의 왼쪽 측두골 비늘부위의 두께 평균은 1.93 ± 0.34 mm 이었고, 55 세 이하 여성의 왼쪽 측두골 비늘부위의 두께 평균은 2.09 ± 0.64 mm 이었으며, p 값이 .011 으로 유의한 차이가 있었다. 55 세 이하 남성의 오른쪽 측두골 비늘부위의 밀도 평균은 1398.23 ± 17.71 HU 이었고, 55 세 이하 여성의 오른쪽 측두골 비늘부위의 밀도 평균은 1347.55 ± 263.87 HU 이었으며, p 값이 .842 로 유의한 차이가 없었다. 55 세 이하 남성의 왼쪽 측두골 비늘부위의 밀도 평균은 1398.23 ± 218.44 HU 이었고, 55 세 이하 여성의 왼쪽 측두골 비늘부위의 밀도 평균은 1410.98 ± 224.9 HU 이었으며, p 값이 .228 으로 유의한 차이가 없었다. 56 세 이상 남성의 오른쪽 측두골 비늘부위의 두께 평균은 2.09 ± 0.57 mm 이었고, 56 세 이상 여성의 측두골 비늘부위의 두께 평균은 2.81 ± 0.42 mm 이었으며, p 값이 .001 으로 유의한 차이가 있었다. 56 세 이상 남성의 왼쪽 측두골 비늘부위의 두께 평균은 2.07 ± 0.57 mm 이었고, 56 세 이상 여성의 왼쪽 측두골 비늘부위의 두께의 평균은 2.94 ± 0.39 mm 이었으며, p 값이 .001 으로 유의한 차이가 있었다. 56 세 이상 남성의 오른쪽 측두골 비늘부위의 밀도 평균은 1260.29 ± 226.38 HU 이었고, 56 세 이상 여성의 오른쪽 측두골 비늘부위의 밀도 평균은 912.06 ± 209.76 HU 이었으며, p 값이 .001 으로 유의한 차이가 있었다. 56 세 이상 남성의 왼쪽 측두골 비늘부위의 밀도 평균은 1343.37 ± 262.58 HU 이었고, 56 세 이상 여성의 왼쪽 측두골 비늘부위의 밀도 평균은 967.00 ± 162.17 HU 이었으며, p 값이 .001 유의한 차이가 있었다.

IV. 고 찰

본 연구는 측두골 비늘부위의 밀도와 두께를 SSP로 정량 평가하여 성별과 폐경기 나이에 따른 골감소증의 영향이 막성골에 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. 막성골은 중배엽조직이 증식하여 세포밀도가 커진 후 뼈가 될 부분에 결합조직의 막이 생기고 결합세포가 골아세포로 분화되어 골기질이 형성되어 뼈가 만들어지며 피질골과 해면골로 구분할 수 있다. 이러한 막성골은 두개골에서 볼 수 있으며 연골성 골과 달리 다른 형태학적 특징을 보이고 있다. 막성골은 얇은 판 형태로 구성되어 있기 때문에 기존의 골밀도 측정에서 일정 면적의 관심영역(region of interest; ROI) 설정

이 어려웠다. 따라서 본 연구에서는 SSP 기법을 이용하여 두께와 밀도를 측정하였다. SSP의 반치폭을 이용한 두께 평가 근거는 선행연구에서 카테바의 측두골 실제 측정 두께와 CT 영상을 사용하여 측두골의 SSP의 반치폭을 사용한 두께 평가에서 유의한 차이가 없다는 연구 결과이었으며 그 유용성을 본 연구에서 확인하였다[11].

성별에 의한 측두골 비늘부위의 두께와 밀도는 남성보다 여성이 양측 측두골에서 약 0.5 mm 두껍게 측정되었고, 유의한 차이가 있었다. 밀도 측정은 관찰된 SSP의 두 종류에 따라 반치폭 내에서 변화를 관찰할 수 있는 HU값의 최대값 또는 최소값을 평가하였다. 그 결과, 남성보다 여성이 양측 측두골 비늘부위에서 높게 측정되었고, 유의한 차이가 있었다. 결과적으로 여성의 측두골 비늘부위가 두껍고 밀도는 더 낮았다. 연령에 따른 측두골 비늘부위의 두께와 밀도 측정 데이터 비교에서는 남성의 오른쪽 측두골 비늘부위는 연령에 따라 유의한 차이가 있었고, 왼쪽의 측두골 비늘부위 두께는 연령에 따라 유의한 차이가 없었지만, 이는 대상군의 차이로 해석되며 남성에서 연령에 따른 측두골 비늘부위의 두께 차이는 크게 차이가 없다고 판단된다. 여성의 오른쪽과 왼쪽 측두골 비늘부위의 두께는 연령이 높은 여성에서 약 0.7 mm 정도 두껍게 측정되었다. 측두골 비늘부위의 밀도는 연령이 높을수록 400 HU 정도 낮게 측정되었다. 이는 폐경에 의한 골 대사의 영향을 받은 55 세 이상의 여성의 측두골 비늘부위의 두께는 두껍고 밀도는 낮아졌다 판단된다.

폐경기 나이인 55 세를 기준으로 성별로 비교한 결과, 55 세 미만의 남성과 여성의 측두골 비늘부위의 두께는 왼쪽 측두골 비늘부위의 두께와 유의한 차이가 있었다. 이는 대상군에 따른 차이로 해석되며, 두께와 밀도의 평균값은 유의한 차이가 없었다. 55 세 이상의 남성과 여성의 측두골 비늘부위의 두께는 여성의 두께가 약 0.8 mm 이상 두꺼웠으며, 밀도는 약 400 HU 이상 낮게 측정되었다. 이는 골 소실 속도가 폐경을 겪은 50 대 이상의 여성에서 3배 이상 빨라진다는 선행 연구와 일치하였다[12]. 또 다른 특징은 55 세 이상의 여성에서 측두골 비늘부위의 두께가 증가하였다. 이때 두께 증가는 골외막에 분포된 조골세포가 성장하면서 피질골의 두께가 증가했기 때문이라고 판단된다. 또한, 피질골은 생애 주기에 따른 밀도의 변화가 크게 없다는 선행 연구와도 일치하며, 극단적인 막성골 해면질의 밀도 감소는 SSP가 골짜기 형태로 만들어지는 결과를 얻었다[3]. 연구 결과에서는 55 세 이상 여성군에서 다른 대상군들과 다른 뚜렷한 두께의 증가와 밀도의 감소를 보였으며, 이는 폐경기 이후 여성이 골다공증에 쉽게 노출된다는 선행 연구와도 일치하였다. 또한, 성별과 연령에 의한 요추 및 대퇴골 경부 골

밀도의 변화와 막성골인 측두골 비늘부위의 변화는 동일하였다[13-16].

따라서 막성골인 측두골 비늘부위의 두께와 밀도의 평가는 다음과 같은 유용성이 있다. 첫째, 척추와 고관절 부위의 골밀도를 측정할 수 없거나 결과 해석이 어려운 경우 혹은 해부학적 구조적 문제가 있는 경우 막성골의 두께와 밀도 측정은 환자의 골밀도 진단에 있어서 기준과는 다른 대안이 될 수 있다. 둘째, 사체 구별에 도움을 줄 수 있다. 사체의 두부만 발견 시 두부의 연령과 성별을 대략적으로 예측이 가능하다. 셋째, 뇌혈류 초음파검사 음향차 평가에 활용하여 검사의 유효율을 높인데 연구의 기초자료로 활용될 수 있다. 뇌혈류 초음파의 유용성에 비해 대중화되기 어려운 단점은 골기반의 음향차 상태에 의해 검사의 유효율이 영향을 받는다는 한계점이 있다. 따라서 본 연구 결과는 초음파의 반복적인 모니터링 검사의 재현성을 확보하는 데 도움을 줄 수 있다[17-19]. 국내 뇌혈류 초음파검사 유효율 분석에서는 50대 미만에서는 검사 유효율이 90% 정도로 높았지만 50대에서 68%, 60대에서 45%, 70대에서 26.8%, 80대 이상에서는 12.5%로 낮아짐을 보고하였다[20]. 이러한 차이의 원인으로 연령이 증가하면서 두개골의 총 무게는 감소하나 두께는 증가된다는 보고가 있었으며 이러한 두께의 증가는 검사의 불유효율이 높아지는 원인 중 하나라고 주장하고 있다[21]. 특히, 50대 이상의 여성에서 급격히 검사 유효율이 떨어짐을 알 수 있었고, 이는 폐경과 관련된 호르몬의 변화가 골대사에 영향을 준 것이라고 판단된다. 이처럼 측두골 비늘부위의 두께와 밀도는 골밀도 평가, 사체 검사, 뇌혈류 초음파검사 등에 중요한 지표로 유용하게 활용될 수 있으리라 기대한다.

본 연구의 제한점은 대상자의 표본 수가 일반화하기에는 작은 제한점이 있지만 막성골의 두께와 밀도 결과 값이 기존의 골밀도 측정 결과와 부합되었기 때문에 신뢰할 수 있으리라 판단된다.

V. 결론

본 연구에서는 막성골인 측두골 비늘부위의 두께와 밀도를 대상으로 성별과 폐경기 나이로 구분하여 비교 분석한 결론은 다음과 같다.

1. 여성이 남성보다 양측 측두골 비늘부위의 두께가 유의하게 두께가 측정되었으며, 밀도도 유의하게 낮았다.

2. 폐경기 나이인 56세 이상의 여성에서 측두골 비늘부위의 두께는 유의하게 증가하였지만, 밀도는 유의하게 감소

하였다.

3. 연골성 골 뿐만 아니라 막성골에서도 골 두께와 밀도의 변화를 확인할 수 있었으며, 새로운 골밀도 측정 부위 연구와 뇌혈류 초음파검사 유효율 향상 연구의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] Gordon CM, Zemel BS, Wren TA, et al. The determinants of peak bone mass. *J Pediatr*. 2017;180:261-9.
- [2] Lu J, Shin Y, Yen MS, Sun SS. Peak bone mass and patterns of change in total bone mineral density and bone mineral contents from childhood into young adulthood. *J Clin Densitom*. 2016;19(2):180-91.
- [3] Bertelloni S, Baroncelli GI, Mora S. Bone health in disorders of sex differentiation. *Sex Dev*. 2010;4(4-5):270-84.
- [4] Clarke BL, Khosla S. Physiology of bone loss. *Radiol Clin North Am*. 2010;48(3):483-95.
- [5] Finkelstein JS, Brockwell SE, Mehta V, et al. Bone mineral density changes during the menopause transition in a multiethnic cohort of women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008;93(3):861-8.
- [6] Kim EH, Kim IJ, Jeon YK. Measurement and interpretation of dual-energy X-ray absorptiometry bone density measurements. *Korean Journal of Medicine*. 2019;94(3):268-72.
- [7] Leib ES, Lenchik L, Bilezikian JP, et al. Position statements of the international society for clinical densitometry: Methodology. *J Clin Densitom*. 2002;5(1):5-10.
- [8] Teti A. Bone development: Overview of bone cells and signaling. *Curr Osteoporos Rep*. 2011;9(4):264-73.
- [9] Catala M, Khonsari RH, Paternoster G, Arnaud . Development and growth of the vault of the skull. *Neurochirurgie*. 2019;65(5):210-5.
- [10] Kim SJ, Park SS. Association between age at natural menopause and prevalence of obesity, hypertension, diabetes, and hypercholesterolemia. *Korean Public Health Research*. 2021;47(1):1-9.

- [11] Lillie EM, Urban JE, Weaver AA, Powers AK, Stitzel JD. Estimation of skull table thickness with clinical CT and validation with microCT. *J Anat.* 2015; 226(1):73–80.
- [12] Karlamangla AS, Burnett–Bowie SM, Crandall CJ. Bone health during the menopause transition and beyond. *Obstet Gynecol Clin North Am.* 2018;45(4): 695–708.
- [13] Siris ES, Adler R, Bilezikian J, et al. The clinical diagnosis of osteoporosis: A position statement from the National Bone Health Alliance Working Group. *Osteoporos Int.* 2014;25(5):1439–43.
- [14] Cauley JA. Estrogen and bone health in men and women. *Steroids.* 2015;99(Pt A):11–5.
- [15] Begum RA, Ali L, Akter J, Takahashi O, et al. Osteopenia and osteoporosis among 16–65 year old women attending outpatient clinics. *J Community Health.* 2014;39(6):1071–6.
- [16] Yoshimura N, Kinoshita H, Danjoh S, et al. Bone loss at the lumbar spine and the proximal femur in a rural Japanese community, 1990–2000: The Miyama study. *Osteoporos Int.* 2002;13(10):803–8.
- [17] Vora YY, Suarez–Almazor M, Steinke D, et al. Role of transcranial doppler monitoring in the diagnosis of cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery.* 1999;44(6):1237–48.
- [18] Ji MH, Seoung YH. Case analysis of persistent vasospasm after cerebral artery aneurysm rupture by using transcranial color coded doppler ultrasonography. *J Radiol Sci Technol.* 2021;44(1):15–23.
- [19] Hoksbergen AW, Legemate DA, Ubbink DT, Jacobs MJ. Success rate of transcranial color–coded duplex ultrasonography in visualizing the basal cerebral arteries in vascular patients over 60 years of age. *Stroke.* 1999;30(7):1450–5.
- [20] Kim KK, Lee YS, Yoon BW, Roh JG. Success rate of transcranial doppler study. *Korean Journal of Stroke.* 1999;1(2):189–91.
- [21] Lillie EM, Urban JE, Lynch SK, Weaver AA, Stitzel JD. Evaluation of skull cortical thickness changes with age and sex from computed tomography scans. *Journal of Bone and Mineral Research.* 2016;31(2): 299–307.

구분	성명	소속	직위
제1저자	지명훈	청주대학교	박사과정
교신저자	성열훈	청주대학교	교수