

## 3D CT를 이용한 교근의 부피측정 방법

백정환<sup>1</sup> · 최종우<sup>1</sup> · 유선국<sup>2</sup> · 김용욱<sup>1</sup> · 박병윤<sup>1</sup>

연세대학교 의과대학 인체조직복원연구소, 성형외과학교실<sup>1</sup>, 의공학교실<sup>2</sup>

### Measurement Method of the Masseter Muscle Volume Using 3D Computed Tomography

Jung Hwan Baek, M.D.<sup>1</sup>, Jong Woo Choi, M.D.<sup>1</sup>,  
Sun Kuk Yoo, Ph.D.<sup>2</sup>, Yong Oock Kim, M.D.<sup>1</sup>,  
Beyoung Yun Park, M.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Human Tissue Restoration, Department of Plastic & Reconstructive Surgery, <sup>2</sup>Biomedical Engineering, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Since G.N. Hounsfield's clinical use of computed tomography in 1971, digital imaging technique using computers has shown an eye opening progress. Progress has made 3-dimensional understanding of not only facial bones but muscles and other connective tissues possible through 3-dimensional reconstruction of pre-existing tomographical images. Also, quantitative analysis of density, distance, volume has become possible, allowing objective analysis of preoperative and post-operative states through imaging. The authors measured the masseter muscle volume of 20 normal individuals and 8 female patients through 3-D reconstructive CT imaging and made a statistical analysis of the measurements. The method used in our study may be applied to the diagnosis of disease causing the change of the facial volume and presurgical design as a useful tool to provide objective information on the evaluation of surgery outcome.

**Key Words:** Masseter muscle volume, 3D computed tomography

## I. 서론

1972년 영국의 G.N. Hounsfield에 의해서 컴퓨터단층촬영

Received March 30, 2005

Revised June 13, 2005

**Address Correspondence:** Yong Oock Kim, M.D., Department of Plastic & Reconstructive Surgery, Yonsei University College of Medicine, 134 Sinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea. Tel: 02) 2228-2218 / Fax: 02) 362-5680 / E-mail: sgm625@yumc.yonsei.ac.kr

\* 본 논문은 한국 과학 재단의 지원으로 작성되었음(Grant R01-2002-000-00205-0, 2002).

영이 개발된 이래, 컴퓨터를 이용한 디지털 영상기술은 최근 10여년간 괄목할 만한 발전을 보였다. 1984년에는 Robert 등이 정상 악관절의 구조를 3차원 컴퓨터단층촬영을 통해 분석하는 등 지금까지는 불가능하였던 두개안면부 해부학적 구조물의 공간적인 영상을 제공하게 되었다.<sup>1,3</sup> 이러한 영상기술의 발전으로 수술전후의 영상 자료를 통한 정량적 분석이 가능해 졌고, 임상적으로 인정되나 객관적으로 증명할 수 없었던 가설에 대한 입증도 가능하게 되었다.

동양인에서 흔히 관찰되는 하악각 돌출(사각턱)은 1880년 Legg가 처음 정상적인 교근의 비대라고 보고한 후 1947년 Gurney에 의해 교근 절제술이 시행되었고, 그 후 1949년 Adams<sup>4</sup>는 하악각의 골 돌출이 또 다른 원인이라 보고, 하악각 절제와 교근 절제를 통한 수술적 교정을 보고하였다. 이러한 외형은 그 원인에 있어 하악각의 돌출이 원인이라는 주장과 교근의 비대가 원인이라는 주장이 있어 왔다. 하악각의 돌출이 원인이라는 주장은 단순 방사선 영상을 이용한 두개골 계측(cephalometry)을 통해 증명되었으나, 교근 비대가 원인이라는 주장은 객관적 수치를 통해 비교되지 못하였다. 이에 본 연구에서는 정상 남녀와 여성 하악각 돌출 환자의 교근의 부피를 삼차원 컴퓨터단층촬영(3D CT; 3-Dimension Computed tomography) 영상 자료 대상으로 컴퓨터 프로그램에 의해 측정된 정량적 결과와 그 방법을 보고하고자 한다.

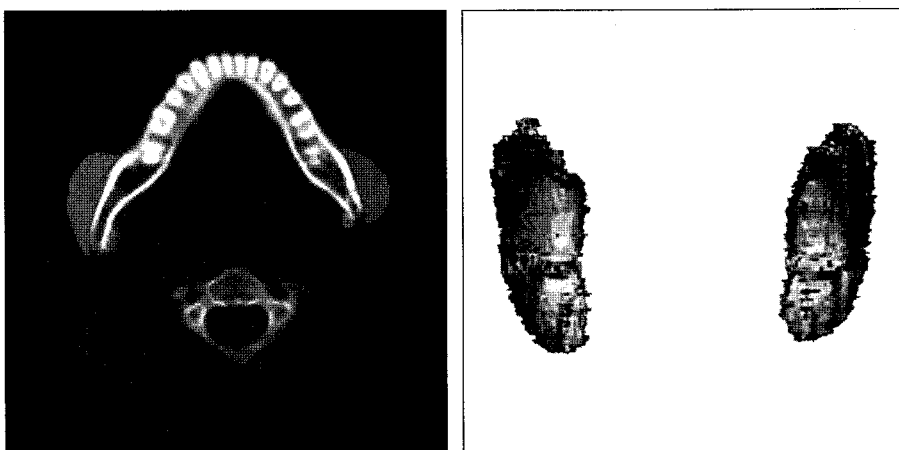
## II. 재료 및 방법

2002년 1월부터 2004년 6월까지 본원 성형외과에 내원한 총 20명의 정상군과 8명의 환자군을 대상으로 교근의 부피를 측정하였다. 정상군에서 17세부터 40세의 남성 14명과 13세부터 37세의 여성 6명에서 좌우 각각 28개, 12개의 교근 부피를 측정하였고, 하악각 돌출을 주소로 내원한 18세부터 46세의 여성 환자군 총 8명(양측성 6명, 단측성 2명)에서 14개의 교근에 대해 교근 부피를 측정하였다(Table I). 부피 측정 방법은 3D CT 영상을 1 mm interpolation(2 mm actual slice thickness), 12 bit, 512×512 pixels로 촬영

**Table I.** Masseter Muscle Volume (mm<sup>3</sup>) in Normal Group & Female Patient Group

Normal Male				Normal Female				Female Patient			
No.	Sex/Age	Rt. (mm <sup>3</sup> )	Lt. (mm <sup>3</sup> )	No.	Sex/Age	Rt. (mm <sup>3</sup> )	Lt. (mm <sup>3</sup> )	Pt. No.	Sex/Age	Rt.(mm <sup>3</sup> )	Lt.(mm <sup>3</sup> )
1	M/17	35678.50	32246.50	1	F/36	15942.88	20606.38	1	F/46	17613.00	17211.25
2	M/17	28584.88	30929.25	2	F/33	15215.25	15657.63	2	F/41	23389.38	21671.00
3	M/17	30248.00	34078.50	3	F/37	18186.50	17931.50	3	F/30	30807.75	26116.88
4	M/18	23593.25	25101.88	4	F/17	20105.00	18002.25	4	F/28	31472.25	29837.13
5	M/19	29749.38	25894.50	5	F/13	12824.00	12403.00	5	F/26	28486.38	26470.38
6	M/20	26937.00	27844.38	6	F/23	13951.88	12873.25	6	F/24	21722.25	-
7	M/29	29647.13	24918.50					7	F/18	21957.50	-
8	M/30	19589.25	20827.38					8	F/23	22464.38	23452.13
9	M/31	15462.88	14991.63								
10	M/31	17910.50	16051.75								
11	M/33	36880.88	35129.50								
12	M/36	28293.25	32917.75								
13	M/40	24009.13	22966.75								
14	M/40	30754.88	26093.13								
Mean ± SD		26690 ± 6170.9				16142 ± 2829.8				24477 ± 4544.5	
P-value*				0.6338							
P-value <sup>§</sup>				< 0.0001							
P-value <sup>†</sup>								< 0.0001			
P-value <sup>‡</sup>								0.2419			

\* statistical analysis between Rt. masseter volume and Lt. masseter volume in normal male and female, <sup>§</sup> statistical analysis between normal male masseter volume and normal female masseter volume, <sup>†</sup> statistical analysis between normal female masseter volume and female patient masseter volume, <sup>‡</sup> statistical analysis between normal male masseter volume and female patient masseter volume.



**Fig. 1.** Image segmentation procedures. (Left) 2 mm thickness, 512 × 512 pixels, axial CT image, segmentation of masseter area from axial images including masseter muscle (Right) 3D reconstructed image of masseter muscles.

한 후 컴퓨터단층촬영기의 주 기억 장치(hard disk)로부터  $\pi$ -Viewer(Mediface, Seoul, Korea)를 인터페이스(Interface)로 사용하여 IBM 개인용 컴퓨터로 전송하였다. 모든 측면 영상(axial image) 자료는 DICOM format으로 저장된 후,

AnalyzeDirect 5.0(AnalyzeDirect, Inc. 11425 Strang Line Road Lenexa, KS, 66215 USA)프로그램으로 분석하고자 하는 교근 영역을 분할하고, 분할된 영상 데이터를 3차원적으로 재구성하여 부피 측정을 시행하였다(Fig. 1). 이때

교근 영역은 해부학적 지식을 가진 전문가에 의하여 각각의 측면 영상에서 교근 영역을 표시하여 분할하였다. 얻어진 부피 측정치의 분석은 two sample t test를 사용하였다.

### III. 결 과

남녀 정상군 모두에서 좌우 교근 부피는 통계적으로 차이가 없었다( $p=0.6338$ ). 정상 남성군에서 측정된 교근의 부피는 평균  $26690 \pm 6170.9 \text{ mm}^3$ , 정상 여성군에서 측정된 결과는  $16142 \pm 2829.8 \text{ mm}^3$ 으로 남성이 여성에 비해 교근의 부피가 통계적으로 유의하게 크다는 결과를 보였다( $p<0.0001$ ). 여성 환자군에서 측정된 교근의 부피는 평균  $24477 \pm 4544.5 \text{ mm}^3$ 로 정상 여성보다 큰 부피를 보였으며, 이 부피를 정상 남성군의 측정치와 비교한 결과 통계적으로 차이가 없었다( $p=0.2419$ )(Table I).

### IV. 고 찰

동양인에서의 사각턱으로 대표되는 외형은 하악각의 골 돌출과 교근의 비대에 의해 복합적으로 발생하는 외형이다. 이러한 외형은 인종적 차이로 이해되었으나, 문화적으로 여성에 있어 강한 남성적 이미지를 준다는 통념과 서구화 과정에서 서양인의 가름한 얼굴에 대한 동경이 교정을 요하는 미적 문제로 대두되게 되었다.<sup>5,7</sup> 그 원인에 대한 연구에서 하악각의 돌출은 두경부 계측을 통하여 객관적으로 입증되었다고 할 수 있으나, 교근의 비대는 간접적으로 증명되었을 뿐 직접 부피를 측정할 객관적인 수치를 통한 증명은 이뤄지지 못하였다.<sup>8</sup>

연부조직의 분석에 있어 자기공명 영상(magnetic resonance image)이 좀 더 명확한 연부조직의 영상을 제공하지만, 비용적인 제약과 기술적으로 해상도가 높은 얇은(1 mm 두께) 측면 영상을 얻기 힘들다는 단점이 있다. 이에 반해 컴퓨터단층촬영 영상은 비용에 있어서 자기공명 영상에 비해 적으며, 해상도가 높은 1 mm정도의 얇은 축상 단면 영상을 얻을 수 있어 본 연구에서 부피를 측정하는 기본 데이터로 사용하였다. 1996년 Raustia 등<sup>8</sup>에 의해 컴퓨터단층촬영 영상을 이용한 저작근의 밀도와 두께의 측정 시도가 있었으나, 이는 측면 영상을 이용한 2차원적인 분석으로 부피측정은 이루지 못하였다. 그러나 최근의 영상분석 프로그램의 발전과 컴퓨터단층촬영 기술의 발전은 단순한 2차원 영상뿐만 아니라, 2차원 영상에서 분리 또는 영역 분할(segmentation)한 데이터를 다시 3차원적으로 재구성하여 선택된 부위에 대한 길이, 면적뿐만 아니라 부피까지 정확하게 측정할 수 있게 되었다. 본 연구에서는 교근을 포함하는 모든 1 mm 두께의 축상 단면에서 교근을

영역 분할하여 Analyze AVW 프로그램으로 3차원으로 재조합한 후 부피 측정 프로그램에 의해 부피를 측정하여 객관적으로 정확한 부피 측정치를 제시할 수 있었다.

그 결과 정상 남녀에서 양측에서 측정된 교근의 부피는 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 개 개인의 식습관에 따라 저작 시 어느 한쪽을 더 많이 사용하기에 근육부피에 있어서도 차이가 있을 것으로 생각되나, 외모 상 특기할 만한 비대칭이 보이지 않는 한 교근의 비대칭 역시 없다는 것을 알 수 있었다. 그러나 특별한 질병이 없는 정상군에서 하악각 돌출 없이 단측성 교근 비대가 있는 경우를 임상적으로 볼 수 있기에 이에 대해서는 보다 많은 대상에서 시행되어야 정확하게 결론 내릴 수 있을 것이다.

정상 남녀간의 비교에서는 남성의 교근의 부피가 여성에 비해 크다는 것이 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 이는 남성의 하악골이 여성에 비해서 클 뿐만 아니라(참고 문헌 삽입할 것), 교근도 클 것이라는 일반적인 통념이 맞다는 것을 증명한 것이라 할 수 있다. 또한 하안면부에서의 남성스러움과 여성스러움의 인상에 있어서는 하악골 돌출과 함께 교근의 비대도 중요한 원인이 된다는 것을 수치상으로 보여 준다고 할 수 있다.

정상 여성군과 하악각 돌출 여성의 비교에서는 정상 여성에 비해 하악각 돌출 환자가 통계적으로 유의한 교근 비대를 나타냈으며, 정상 남성에서 측정된 교근의 부피와 통계적으로 차이가 없는 결과를 보였다. 이러한 결과는 사각턱은 하악각의 돌출뿐만 아니라, 과거 Legg가 원인으로 제시한 교근 양성 비대(benign masseteric hypertrophy)라는 가설을 객관적이고, 정확한 수치로 증명할 수 있었다는데 그 의의가 있다. 또한, 여성에 있어서 하악각 돌출 시, 하악각 뿐만 아니라 교근의 부피 역시 남성적인 이미지에 대해 중요한 역할을 한다는 것을 보여주며, 최근 시행되고 있는 Botox에 의한 교근 위축이 남성적 이미지를 감소 시켜준다는 결과를 반영할 수 있다고 할 수 있다. 하지만 이러한 결론은 충분한 측정대상에 대한 통계적 표준화작업 및 표준화된 측정방법을 통해 좀 더 명확한 결론을 내릴 수 있을 것으로 생각된다.

본 논문에서 저자들이 사용한 방법은 교근 축소술 및 하악 각 절제술 후 교근의 변화를 정량적으로 분석할 수 있는 도구로 사용될 수 있을 것으로 생각된다. 더 나아가 안면부에 발생하는 연부조직 결손이나 비대칭을 초래하는 질환에 있어, 연조직에 대한 객관적인 진단과, 술전 계획이나 술후 결과 평가에 있어서 좋은 도구로 사용 될 수 있을 것으로 생각된다.

그러나, 이와 같은 연조직의 측정이 정확하기 위해서는 첫째 얇은 두께의 컴퓨터단층촬영을 시행해야 하며, 둘째

로 교근에 대한 해부학적 지식을 습득한 후 반복적인 교근 영역 분할을 컴퓨터 프로그램에서 시행해 본 연구자에 의해 측정되었을 때 그 결과를 신뢰할 수 있다는 것을 간과하지 말아야 한다. 특히 1 mm 이하의 슬라이스 두께로 촬영하는 것이 필수적이라 할 수 있다. 또한 현재는 전문가의 수작업으로 수행되고 있는 영상 분리 작업이 자동화될 경우 보다 정확하고, 객관적인 방법으로 또한 보편적인 방법으로 여러 연부조직의 임상계측에 사용될 수 있으리라 기대된다.

## V 결 론

컴퓨터단층촬영 데이터의 영역 분할과 부피측정 프로그램으로 생체내의 교근 연조직의 부피 측정의 시도가 가능하였고, 측정대상의 규모에 한계가 있지만, 정상 남녀에서는 좌우 양측의 부피 차이가 없었으나, 남성이 여성에 비해 큰 교근 부피가 측정되었다. 또한 하악각 돌출이 있는 여성은 정상 여성보다 크고, 정상 남성과는 통계적 차이가 없는 교근의 부피를 가지고 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서 사용된 방법은 향후 생체 내의 연조직에 대한 연구에 유용한 도구로 사용될 수 있을 것이다.

## REFERENCES

1. Donlon WC, Young P, Vassiliadis A: Three dimensional computed tomography for maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 46: 142, 1998
2. Salyer KE, Taylor DP, Billmire DE: Three dimensional CAT scan reconstruction-Pediatric patients. *Clin Plast Surg* 13: 463, 1986
3. Vannier MW, March JL, Warren, JO: Three dimensional CT reconstruction images for craniofacial surgical planning and evaluation. *Radiology* 150: 179, 1984
4. Adams WM: Bilateral hypertrophy of the masseter muscle: An operation for correction (Case Report). *Br J Plast Surg* 2: 78, 1949
5. Yang DB, Park CG: Mandibular contouring surgery for purely aesthetic reasons. *Aesth Plast Surg* 15: 53, 1991
6. Baek SM, Baek RM, Shin MS: Refinement in aesthetic contouring of the prominent mandibular angle. *Aesth Plast Surg* 18: 283, 1994
7. Satoh K: Mandibular contouring surgery by angular contouring combined with genioplasty in Orientals. *Plast Reconstr Surg* 101: 461, 1998
8. Raustia AM, Salonen MA, Pyhtinen J: Evaluation of masticatory muscles of edentulous patients by computed tomography and electromyography. *J Oral Rehabil* 23: 11, 1996