

# 초음파를 이용한 교근의 단면두께 측정의 재현성에 대한 연구

단국대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실  
정기정 · 한원정 · 김은경

## The reproducibility of ultrasonographic assessment of local cross-sectional dimensions of masseter muscle

Gi-Chung Chung, Won-Jeong Han, Eun-Kyung Kim

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Dankook University

### ABSTRACT

**Purpose** : To determine if ultrasonography is a reliable technique to assess masseter muscle sites within intra- and interobserver and the scanning level and/or the muscle condition affect local cross-sectional dimension (LCSD) measurements of masseter muscle.

**Materials and Methods** : 10 subjects without sign and symptom of temporomandibular disorders and missing posterior teeth were examined by ultrasonography. Bilateral ultrasonographic examinations were performed with a linear (B-scan) 7.5 MHz small-part transducer to register LCSDs of the masseter muscle on three different levels. Scans were made on relaxed and clenching condition. Three oral and maxillofacial radiologists measured at two sessions with a time interval of at least 5 minutes.

**Results** : Variables such as 'condition' and 'level' had a significant effect on muscle measurements ( $p < 0.05$ ). There was no significant difference between 'sessions' ( $p > 0.05$ ) and 'observers' ( $p > 0.05$ ). LCSDs on lower scan level were significantly thinner than those on upper and middle level. Those on clenching condition were significantly thicker than those on relaxed condition ( $p < 0.05$ ). The scanning level with the highest reproducibility was middle with clenching condition (ICC = 0.90, MSE = 0.55%).

**Conclusion** : The data suggested that ultrasonography was a reliable method for measuring LCSD of masseter muscle in intra- and interobserver and middle scan level showed the most reliable data. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2005; 35 : 97-103)

**KEY WORDS** : Ultrasonography; Masseter Muscle

### 서 론

교근의 기능이 안면의 성장이나 악관절 부위의 질환과 서로 밀접한 관계가 있다는 것은 널리 알려져 있다.<sup>1</sup> 교근의 단면의 두께가 얇은 환자는 장안모를 가지고 있거나,<sup>2</sup> 반대교합이 있는 환자에게는 교근의 크기가 작으며, 악궁의 넓이와 교근의 기능이 서로 연관성이 있으며,<sup>3</sup> 특히 여성에 있어서 교근 단면의 크기가 기능, 그리고 안모에 영향이 있다는 등의 연구가 계속되고 있다.<sup>2,3</sup> 교근의 다양한 기능 중 하나는 최대 교합압을 형성하는 것이고,

이것은 안면의 외형이나 악관절의 기능에 영향을 미치게 된다. 또한 최대 교합압은 교근의 단면의 두께와 상호 관계를 갖는다.<sup>4</sup>

교근의 단면을 검사하기 위하여 전산화단층촬영 (computed tomography, CT)이나 자기공명영상 (magnetic resonance imaging, MRI)을 이용하는 것이 소개된 바 있으며<sup>5</sup> 흔히 사용하는 방법이다. 최근에는 초음파와 MRI를 이용하여 교근의 두께를 측정하고 교근의 단면, 상태 등을 연구하기도 하였다.<sup>4</sup> 교근에 염증이 있을 때 초음파를 이용하여 측두하악장애 진단에 도움이 되기도 하고,<sup>6</sup> 약물이나 장치를 이용하여 안면 비대칭을 치료하는데 있어서도 초음파를 이용하여 그 변화를 관찰하는 연구도 계속되고 있다.<sup>7-9</sup>

초음파는 20 kHz 이상의 주파수를 가지는 음파로 정의된

접수일 : 2005년 2월 3일; 심사일 : 2005년 2월 7일; 채택일 : 2005년 3월 4일  
Correspondence to : Prof. Eun-Kyung Kim  
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Dankook University San 7-1, Shinboodong, Cheonan, Choongnam, Korea  
Tel) 82-41-550-1922, Fax) 82-41-553-3707, E-mail) ekkim@dku.edu

다. 진단용 초음파촬영술(ultrasonography)에서는 1-20 MHz의 주파수가 사용된다.

초음파는 음향 저항이 다른 조직을 통과하거나 부딪칠 때 흡수, 반사, 굴절, 확산의 조합에 의해 약화되며, 이 신호로 진단을 하게 된다. 초음파영상법은 다양하여서 A-mode는 기본 기저선을 따라 반향의 위치와 강도만을 표시하는 일차원적 영상이며, TM-mode는 반향의 위치와 운동을 나타낼 수 있고, B-mode는 변환기를 종축 또는 횡축으로 이동함으로써 이차원적 영상을 전시한다. B-mode에서 조직의 단면을 재현하는 고해상도 초음파촬영장치로 축방향 해상능(axial resolution) 0.5 mm, 측면 해상능(lateral resolution) 1 mm 이하의 상을 형성할 수 있다. 최근에는 환자의 움직임을 감지할 수 있을 정도의 빠른 속도로 반향의 합성이 가능하게 이것을 실효시간상(real-time imaging)이라 하며, 심장, 맥동혈관과 같이 움직이는 장기의 단층상을 계속적으로 관찰 할 수 있다. 두경부에서 진단용 초음파촬영술은 림프절, 술후 부종, 혈종, 눈, 갑상선, 이하선, 악하선 및 설하선 등 여러 구조물의 상태의 평가에 사용되어 왔다.<sup>10</sup>

임상에서 초음파촬영술은 MRI와 CT와 비교하였을 때 몇 가지 장점을 가지고 있다. CT상은 고대조도의 해상도를 가지며 연조직의 미세한 밀도 차이를 나타낼 수 있으므로 측두하악관절 부위를 포함한 악안면부병소의 진단에 유용하나, 방사선노출로 인한 생물학적인 위험성이 있으며 MRI와 함께 일반적으로 환자에게 고가의 비용이 요구되며, 쉽게 접근하기 어렵다는 단점이 있다. 하지만 초음파촬영술은 촬영 후 영상을 얻는 속도가 매우 신속하고 저렴하며, 조작이 쉽고, 쉽게 영상을 이동할 수 있다.<sup>4</sup>

초음파의 정확성을 검증하기 위해서 Kiliaridis와 Kålebo<sup>2</sup>

는 교근의 단면을 MRI와 비교함으로써 초음파를 이용하여 연조직을 검사하는데 있어서의 신뢰도를 평가하기도 하였다.

본 연구는 초음파촬영술을 이용하여 교근의 local cross-sectional dimension (LCSD)을 측정하는 것이 임상적으로 유용한 방법인지를 관찰자내와 관찰자간의 재현성으로 평가하고자 하였으며, 교근의 LCSD 측정 시 교근의 위치, 상태에 따른 단면 두께의 차이의 여부를 확인하며, 재현성이 비교적 뛰어난 측정 위치를 선정하여 임상에서의 적용에 도움이 되고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 측두하악관절부에 증상이 없으며 구치부 결손치가 없는 단국대학교 치과대학 재학생 10명을 대상으로 하여 좌측과 우측의 교근을 검사하였다. 디지털 흑백 초음파 진단기 128 BW (MEDISON Co., Seoul, Korea), 7.5 MHz의 transducer를 이용하였다(Fig. 1).

### 2. 연구 방법

#### 1) 초음파를 이용한 영상 획득

초음파로 촬영시 어둡고 조용한 방에서 환자를 upright position으로 위치시키고, 촉진하여 교근의 위치를 확인하였다(Fig. 2). 관골 하방과 교근의 전방의 만나는 점과 하악 하연과 교근의 전방부위가 만나는 점을 표시하고 이를 연결하였다(Fig. 3). 이 연결한 선을 4등분 하여 가장 위의

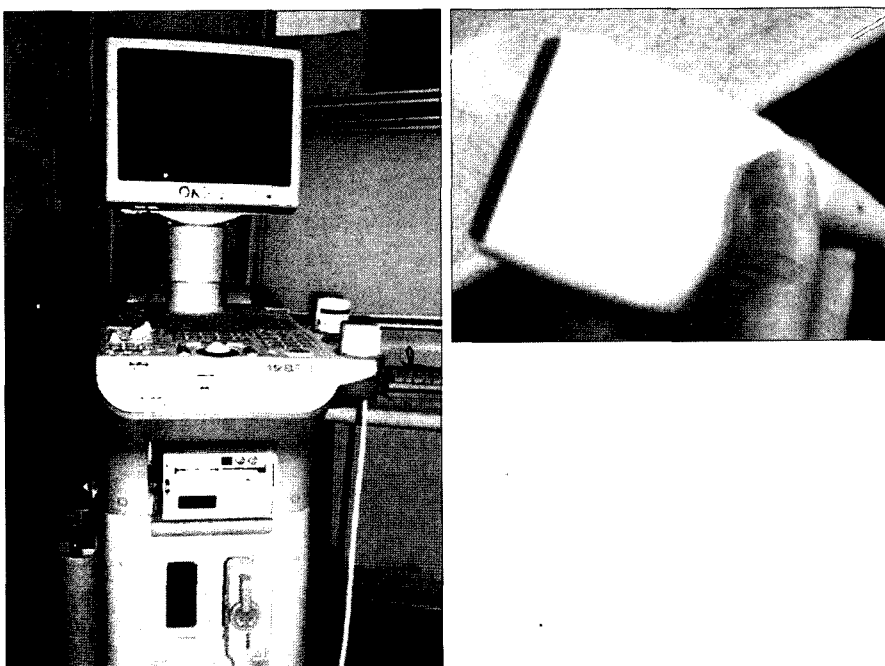


Fig. 1. Digital grayscale ultrasonography 128 BW and B-scan 7.5 MHz transducer for small parts were used.

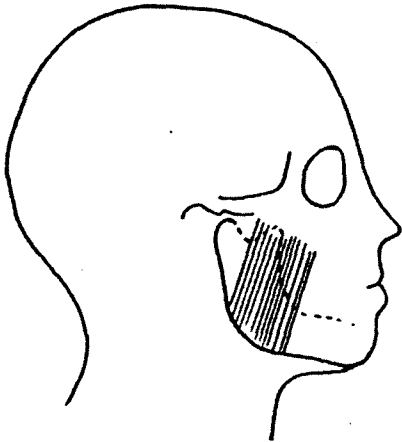


Fig. 2. Masseter muscle was indicated by palpation.

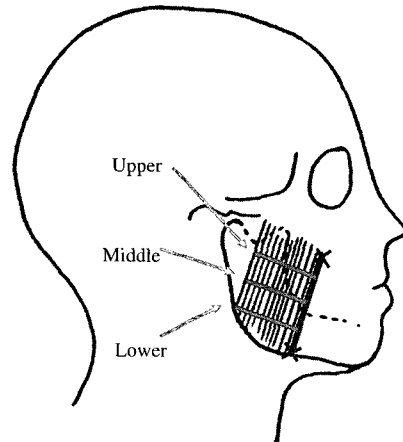


Fig. 4. The line of anterior margin of masseter muscle was evenly divided into 4 parts and defined as upper, middle, and lower level.

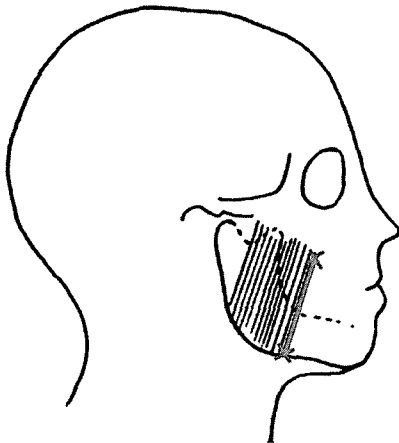


Fig. 3. Line of anterior margin of masseter muscle was drawn to connect from one point of inferior border of zygomatic bone and anterior portion of masseter muscle to another point of inferior border of mandible and anterior portion of masseter muscle.

선에서부터 Upper, middle, lower 위치 (level)로 설정하였다 (Fig. 4). transducer를 이용하여 교근을 scan 할 때, 약간의 압박을 가해서 교근에 transducer를 위치시켰으며 이때 transducer의 평면이 하악골에 수직이 되도록 위치하였다. 이렇게 위치시키게 되면 하악이 매우 선명한 흰색 (hypoechoic)선으로 모니터에 나타난다 (Fig. 5). 피부와 지방층 아래의 근막부위도 흰색선으로 나타나도록 transducer를 조절하여 영상을 획득하였다.<sup>11-14</sup>

영상은 각 부위 (level)별, 각 상태 (condition)별로 초음파에 숙련된 구강악안면방사선과 의사 3명 (observer)이 2회 (session)에 걸쳐서 검사하였다.<sup>12</sup>

각 부위 (level)별로 영상을 얻을 때에는 부위에 따라 기준을 두었다. Upper와 middle부위를 scan할 때는 하악지 전연이 관찰되도록 scan 하였고, lower부위는 하악골 전체

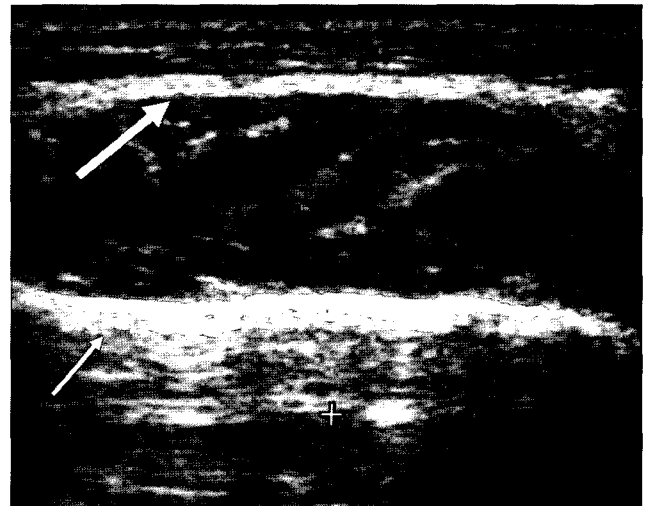


Fig. 5. A narrow white line (thick arrow) comes from the outer fascia of the muscle. In the lower part, the echo from a bony structure (thin arrow) is observed, which is lateral surface of mandible.

가 관찰되도록 scan하였다 (Fig. 6).

각 상태는 상하악 구치 교두가 살짝 닿는 상태를 relaxation으로, 상악 구치를 짝 물어 근육을 최대 수축시킨 상태를 clenching으로 정의 하였다 (Fig. 7).<sup>11-14</sup>

각 관찰자가 2회 검사 할 때에는 5분 이상의 임의의 간격으로 영상을 획득하였다.<sup>11</sup>

## 2) 측정

획득한 초음파 영상에서 교근의 두께를 초음파촬영기에 내장된 컴퓨터 프로그램을 이용하여 모니터상에서 0.1 mm 까지 직접 측정하여 기록 하였다. Upper, middle부위는 하악지 전연에서부터 후방으로 5 mm 간격으로 3번 측정하고 평균값을 구하였고, lower부위는 가장 두꺼운 부위와 전후

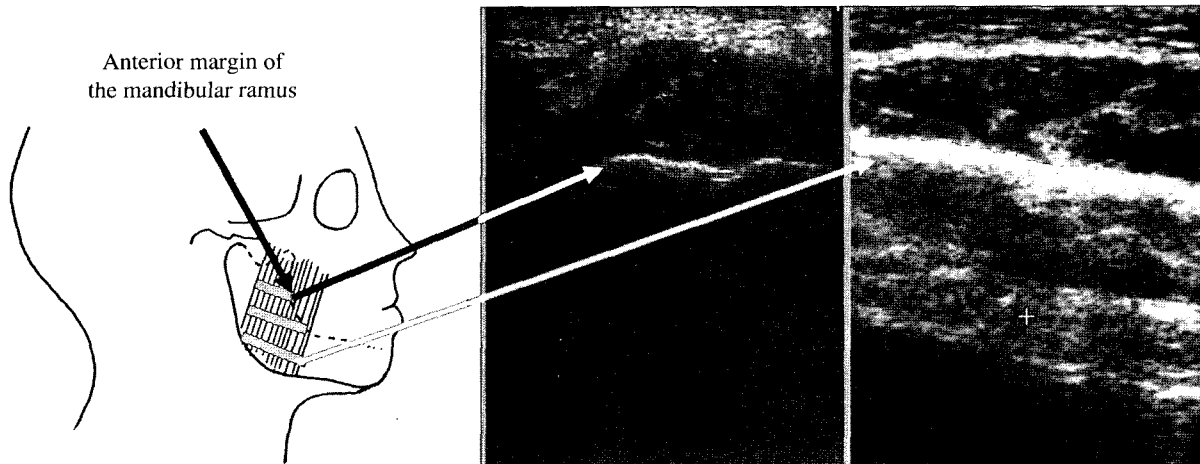


Fig. 6. Each level was scanned with reference point; reference point for upper and middle level was anterior margin of the ramus and lower was mandibular body.

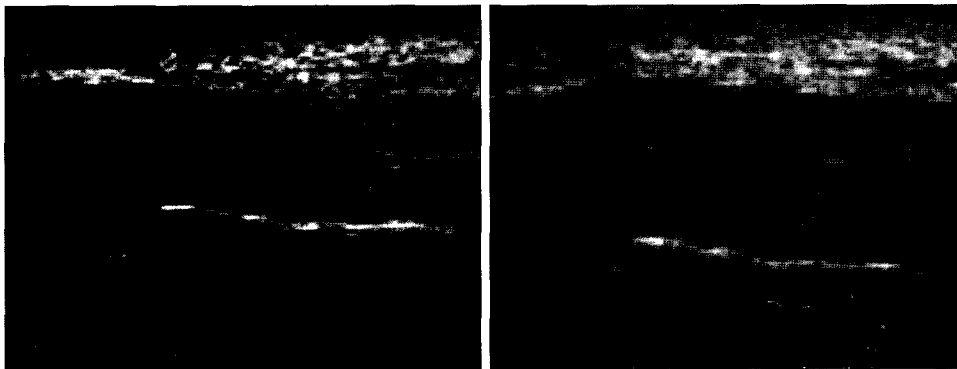


Fig. 7. Ultrasonograms of the masseter muscle during relaxation and clenching.

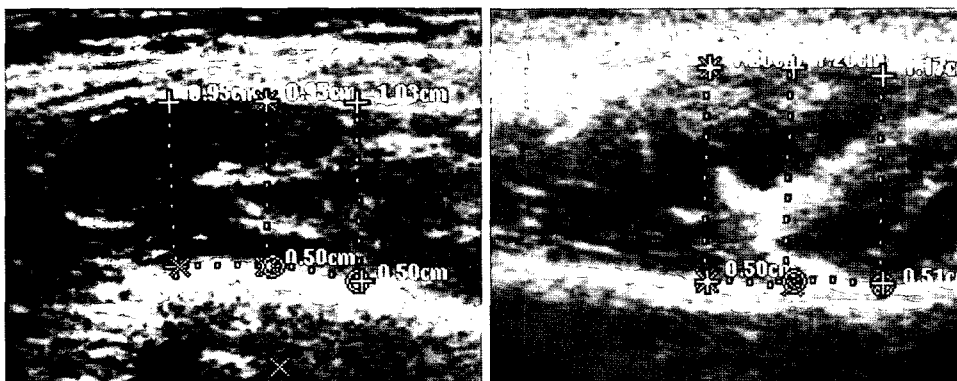


Fig. 8. Electronic calipers were used for establishing reference points for 3 linear measurements.

5 mm 간격으로 3번 측정하고 평균값을 구하였다(Fig. 8).<sup>12,14</sup>

### 3) 데이터 분석

교근의 LCSD의 측정값분석은 관찰자(observer), 시기(session), 상태(condition), 부위(level)를 독립변수로 하여 repeated measure ANOVA test로 재현성을 평가하였으며, Bonfferoni method를 이용하여 사후분석 하였다.<sup>11,12,14</sup>

관찰자내 재현성 평가를 위해서는 각 관찰자의 2회 측정치를 '부위', '상태'별로 급간 상관계수(ICC; intraclass correlation coefficient)와 측정오차(MSE; measurement error)를 구하였고, 관찰자간 재현성 평가를 위해 3인의 측정치를 각 '부위', '상태'별로 ICC, MSE를 구해서 비교하였다.<sup>11,12,14</sup> ICC(intraclass correlation coefficient)는 척도화 신뢰도 분석을 이용하여 구하였다( $p < 0.05$ ). ICC는 0.4 이

**Table 1.** Ultrasonographic LCS D measurements from masseter muscle by level, condition, and session (N = 10, right/left, 3 observers; n = 60) (mm)

Level	Condition					
	Relaxation			Clenching		
	Session I	Session II	Average	Session I	Session II	Average
Upper	10.46 ± 0.21	10.49 ± 0.20	10.47 ± 0.20* † † †	13.24 ± 0.34	13.27 ± 0.32	13.26 ± 0.32 † † †
Middle	10.63 ± 0.27	10.61 ± 0.24	10.62 ± 0.25 † † †	13.29 ± 0.39	13.21 ± 0.36	13.25 ± 0.30 † † †
Lower	9.05 ± 0.29	8.99 ± 0.33	9.02 ± 0.30* † † †	11.45 ± 0.41	11.49 ± 0.35	11.47 ± 0.37 † † †

\*.†.‡.§.‖.‡.‡.‡., statistically significant between same symbols ( $p < 0.05$ )

**Table 2.** Result of repeated measure ANOVA test (N = 10, right/left; n = 20)

Main	F	P-value
Observer	2.992	0.076
Session	0.010	0.922
Condition	399.017	0.000
Level	36.619	0.000

하일 때는 poor, 0.4 이상이며 0.75 이하일 때는 fair to good, 0.75 이상일 때는 임상적으로 excellent하다고 평가할 수 있다.<sup>16</sup>

측정오차(measurement error)는  $(2 \times \sqrt{\sum d^2 / 2n}) / (M1 + M2) \times 100$ 로 정의하였다(d: 첫번째, 두번째 측정치의 차, n: 두 번 측정한 횟수, M1/M2: 첫번째, 두번째 측정치의 평균).<sup>13,15</sup> MSE가 8% 이하일 때에 임상에 적용가능하다고 평가하였다.<sup>13</sup>

이상의 데이터 분석은 SPSS v. 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software program을 사용하였다.

## 결 과

### 1. 초음파로 측정한 교근의 LCS D 측정

초음파로 측정한 교근의 LCS D 측정치(Table 1)는 각 시기별(session)로 두개의 유의한 차이를 보이지 않았으나, 상태(condition)에 대하여서는 clenching 시에 유의하게 두 겹게 나타났다( $p < 0.05$ ). 부위(level)에 대해서는 upper와 middle 부위는 서로 유의한 두개의 차이를 보이지 않았으나( $p > 0.05$ ), lower 부위는 middle 부위와 upper 부위보다 유의하게 작게 관찰되었다( $p < 0.05$ ).

각 관찰자에 따른 두개의 유의한 차이는 보이지 않았으며( $p = 0.076$ ) 시기에 따른 두개의 차이도 없었다( $p = 0.922$ ) (Table 2).

### 2. LCS D 측정의 관찰자내의 재현성

관찰자내에서 LCS D 측정에 대한 재현성(Table 3)에서 반복측정에 대한 급간 상관계수(ICC)는 middle부위에서

**Table 3.** Reproducibility assessment of intraobserver measurement

Level	Condition			
	Relaxation		Clenching	
	ICC	MSE	ICC	MSE
Upper	0.71	0.60 †	0.65	0.60 †
Middle	0.82*	0.62 †	0.90*	0.55 †
Lower	0.69	1.17 †	0.88*	0.90 †

ICC (Intraclass correlation coefficient) statistically significant ( $p < 0.05$ ) \* : excellent MSE (Measurement error) † : clinically acceptable

**Table 4.** Reproducibility assessment of interobserver measurement

Level	Condition			
	Relaxation		Clenching	
	ICC	MSE	ICC	MSE
Upper	0.68	1.74 †	0.84*	2.02 †
Middle	0.81*	1.82 †	0.83*	2.00 †
Lower	0.77	2.75 †	0.72	7.33 †

ICC (Intraclass correlation coefficient) statistically significant ( $p < 0.05$ ) \* : excellent MSE (Measurement error) † : clinically acceptable

clenching상태일 때 가장 높았으며(0.90), 이때의 측정오차도 가장 낮았다(0.55%). middle부위에서는 급간 상관계수(ICC)는 excellent한 값을 보였으며 측정오차(MSE)도 모두 임상에서 적용가능하게 나타났다(ICC > 0.75, MSE < 8%).

### 3. LCS D 측정에 대한 관찰자간 재현성

관찰자간에서 LCS D 측정에 대한 재현성(Table 4)에서도 middle부위에서 높은 급간 상관계수를 보였으며, 작은 측정오차를 나타내어서 임상적으로 적용가능한 값을 보였다(ICC > 0.75, MSE < 8%).

## 고 찰

초음파촬영술은 일반 방사선 사진촬영술보다 연조직을 검사하는데 있어서 월등히 우수하며 부작용이 없고, 어떤

한 생물학적인 유해 효과도 없다.<sup>4</sup> 특히 심부가 아닌 피부의 표면을 관찰하는 데는 초음파가 매우 유용하며, 근육의 염증이나 상태, 크기 등을 관찰하는데 있어서 사용되기도 한다.<sup>1,4,6-9,11-14,18-21</sup>

초음파를 이용하여 교근의 LCSD를 측정할 때 Bakke<sup>1</sup>와 Kiliaridis와 Kålebo<sup>2</sup>는 교근의 middle 부위에서 가장 좋은 재현성을 보였다고 하였다. Emshoff 등<sup>12</sup>은 초음파가 교근을 측정할 때 교근의 medio-inferior부위에서 가장 우수한 재현성을 보였다고 하였으며, 1994년 Raadsheer 등<sup>4</sup>은 MRI와 비교하였을 때 초음파를 이용한 교근의 LCSD 측정방법은 매우 정확한 방법이며, 근육의 수축시 middle 부위에서의 측정이 가장 신뢰성이 있다고 발표한 바 있다. 그 후 Bertram의 연구<sup>11,14</sup>에서는 교근의 middle 부위와 lower 부위에서 높은 재현성을 보였으며, 또한 middle 부위에서 근육의 수축 시에 재현성이 가장 크다고 하였다. 본 연구에서도 교근의 middle 부위에서 관찰자내에서 재현성이 높은 것으로 평가 되었으며, clenching시 좋은 재현성을 보여 임상에서 적용하는데 유용한 것으로 평가되었다. 이것은 기존의 연구를 뒷받침 할 수 있는 결과로 보인다. 이에 더하여 본 연구에서는 관찰자간의 재현성 평가에서도 middle 부위에서 우수한 성적을 보여, 초음파로 교근의 LCSD를 측정하는 것이 관찰자내, 관찰자간 모두에서 재현성 있는 방법임을 확인할 수 있었다.

Raadsheer 등<sup>4</sup>은 여러 연구에서 교근의 부위(level)에 대한 정의는 다르지만 모두 middle 부위에서 가장 좋은 재현성을 보이고 있다고 하였는데 본 연구에서도 동일한 결과를 볼 수 있었다.

또한 많은 연구<sup>4,11,12,14</sup>에서 본 연구와 마찬가지로 수축시 근육의 두께가 이완시보다 유의하게 크다고 하였으며, lower 부위의 근육의 두께도 upper 부위와 middle 부위보다 유의하게 작다고 하였다.

Middle 부위의 contraction시 관찰자 내에서의 ICC를 보면, Bertram<sup>14</sup>은 0.92이고 본 연구에서는 0.9로 비슷한 결과가 나왔으나 관찰자 내에서의 측정오차를 보면 Kiliaridis와 Kålebo<sup>2</sup>는 4.0%, Raadsheer<sup>4</sup>는 5.3%, Bertram<sup>14</sup>은 0.92%로 보고한 데 반해 본 연구에서는 0.55%로 매우 낮게 나타났다. 또한 관찰자간의 측정오차 또한 2.0%로 매우 우수하였다. 이렇게 middle 부위에서 좋은 평가가 나오는 것은 스캔할 때 변하지 않는 reference point를 두었기 때문으로 여겨진다. 초음파는 술자의 숙련도에 따라서 차이가 많이 나며, 특히 술자 본인 이외에는 어떻게 스캔 하였는지 등에 대해 판단하기가 쉽지 않다. 본 연구에서도 이렇게 초음파로 근육을 스캔 하는데 있어서의 문제점을 고려하여 스캔 시의 기준을 중요시 하였다. 교근을 축진하고 표시할 때에도 심부의 근육에 대한 것은 제외하고 전방부의 천부근육을 측정하였다.<sup>11</sup> 해부학적으로 교근의 심부는 하악지의 후방쪽에서 볼 수 있는데 이 부분을 스캔하게 되

면 천부의 근육과 구분이 되어서 보다 정확한 근육을 스캔하는 것에 어려움이 있기 때문이다. Raadsheer<sup>4</sup>는 교근 하방에 하악골이 있는 것이 재현성에 영향을 줄 수 있다고 언급한 바 있다. 이에 스캔시에 middle 부위와 upper 부위에서는 하악지의 전연을 기준으로 잡도록 하였는데 이것이 교근 측정의 재현성에 매우 유용했던 것으로 판단된다. 특히 이런 이유가 upper 부위와 middle 부위에서 이전의 연구에서보다 더 높은 상관계수와 낮은 측정오차를 얻는데 도움이 된 것으로 생각된다. 연조직, 즉 근육의 전방부를 기준으로 두게 되면, 스캔하는 힘이나 각도에 따라 기준이 변하게 되지만 경조직은 쉽게 움직이지 않는 조직이므로 기준으로 삼기에 매우 안정성이 있다고 여겨진다.

마찬가지로 근육의 수축 시에 스캔하고 측정된 것이 근육의 이완 시보다 더 높은 재현성을 보이는 것도 Raadsheer 등<sup>4</sup>이 고려한 것과 같이 근육이 수축되었을 때 스캔의 각도나 transducer를 교근에 댈 때의 힘의 영향을 덜 받기 때문이라고 여겨진다.

결과적으로 교근의 middle부위의 LCSD측정시 초음파영상법이 기존의 CT나 MRI를 대체할 수 있는 유용한 진단 방법으로 생각되며, 이후에 초음파를 이용하여 교근과 안면 성장이나, 안면 비대칭, 교합압, 약물 등의 관계를 연구할 수 있을 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. Bakke M, Tuxan A, Valmann P, Jensen BR, Vilmann A, Toft M. Ultrasound image of human masseter muscle related to bit force, electromyography, facial morphology, and occlusal factors. *Scand J Dent Res* 1992; 100 : 164-71.
2. Kiliaridis S, Kålebo P. Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology. *J Dent Res* 1992; 70 : 1262-5.
3. Kiliaridis S, Georgiakaki I, Katsaros C. Masseter muscle thickness and maxillary dental arch width. *Eur J Orthod* 2003; 25 : 259-63.
4. Raadsheer MC, van Eijden TMGJ, van Spronsen PH, van Ginkel FC, Kiliaridis S, Prahl-andersen B. A comparison of human masseter muscle thickness measured by ultrasonography and magnetic resonance imaging. *Arch Oral Biol* 1994; 39 : 1079-84.
5. van Spronsen PH, Weijjs WA, Valk J, Prahl-andersen B, van Ginkel FC. Comparison of jaw-muscle bite-force cross-sections obtained by means of magnetic resonance imaging and high-resolution CT scanning. *J Dent Res* 1989; 68 : 1765-70.
6. Emshoff R, Bertram S. The ultrasonic value of local muscle hypertrophy in patients with temporomandibular joint disorders. *J Prosthet Dent* 1995; 73 : 373-6.
7. Bertram S, Rudisch A, Bodner G, Emshoff R. Effect of stabilization-type splints on the asymmetry of masseter muscle sites during maximal clenching. *J Oral Rehabil* 2002; 29 : 447-51.
8. Emshoff R, Bertram S. The short-term of stabilization-type splints on local cross-sectional dimensions of muscles of the head and neck. *J Prosthet Dent* 1998; 80 : 457-61.
9. To EWH, Ajuja AT, Ho WS, King WWK, Wong WK, Pang PCW, et al. A prospective study of the effect of botulinum toxin A on masse-

- teric muscle hypertrophy with ultrasonographic and electromyographic measurement. *Br J Plast Surg* 2001; 54 : 197-200.
10. 대한구강악안면방사선교수협회의회. 구강악안면방사선학, 제3판, 서울: 나래출판사; 2001. p. 183-4.
  11. Bertram S, Bodner G, Rudisch A, Brandlmaier I, Emshoff R. Effect of scanning level and muscle condition on ultrasonographic cross-sectional measurements of the anterior masseter muscle. *J Oral Rehabil* 2003; 30 : 430-5.
  12. Emshoff R, Bertram S, Brandlmaier I, Scheiderbauer G, Udisch A, Bonder G. Ultrasonographic assessment of local cross-sectional dimensions of masseter muscle sites: a reproducible technique? *J Oral Rehabil* 2002; 29 : 1059-62.
  13. Emshoff R, Bertram S, Strobl H. Ultrasonographic cross-sectional characteristics of muscles of the head and neck. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 87 : 93-106.
  14. Bertram S, Brandlmaier I, Rudisch A, Bodner G, Emshoff R. Cross-sectional characteristics of the masseter muscle: an ultrasonographic study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2003; 32 : 64-8.
  15. Henriksen M, Lund H, Moe-Nilssen R, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B. Test-retest reliability of trunk accelerometric gait analysis. *Gait Posture* 2004; 19 : 288-97.
  16. Lin LI-K. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 1989; 45 : 255-68.
  17. Muller R, Buttner P. A critical discussion of intraclass correlation coefficients. *Stat Med* 1994; 13 : 2465-76.
  18. Ariji E, Ariji Y, Yoshiura K, Kimura S, Horinouchi Y, Kanda S. Ultrasonographic evaluation of inflammatory changes in the masseter muscle. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78 : 797-801.
  19. Prabhu NT, Munshi AK. Measurement of masseter and temporalis muscle thickness using ultrasonographic technique. *J Clin Pediatr Dent* 1994; 19 : 41-4.
  20. Bakke M, Thomsen CE, Vilmann A, Soneda K, Farella M. Ultrasonographic assessment of the swelling of the human masseter muscle after static and dynamic activity. *Arch Oral Biol* 1996; 41 : 133-40.
  21. Close PJ, Stokes MJ, L'estrangé PR, Rowell J. Ultrasonography of masseter muscle size in normal young adults. *J Oral Rehabil* 1995; 22 : 129-34.