

3차원 전산화단층촬영 영상을 이용한 안면 연조직 두께 측정의 임상적 유용성

*연세대학교 치과대학 구강악안면방사선과학교실 · 구강과학연구소,
**연세대학교 치과대학 구강생물학교실 해부 및 발생생물학과 · 구강과학연구소 · BK21 의과학사업단,
연세대학교 치과대학 치주과학교실 · 치주조직재생연구소, *가톨릭대학교 의과대학 해부학교실 · 가톨릭응용해부연구소, *****연세대학교 개인식별연구소, ***** (주)맥스트론

정호걸***** · 김기덕***** · 한승호**** · 허경석*****
이제범***** · 박 혁***** · 최성호*** · 김종관*** · 박창서*

Clinical usefulness of facial soft tissues thickness measurement using 3D computed tomographic images

Ho-Gul Jeong,***** Kee-Deog Kim,***** Seung-Ho Han,**** Kyung-Seok Hu,*****
Jae Bum Lee,***** Hyok Park,***** Seong-Ho Choi,*** Chong-Kwan Kim,*** Chang-Seo Park*

*Department of Oral & Maxillofacial Radiology, Oral Science Research Center, College of Dentistry, Yonsei University
**Division in Anatomy & Developmental Biology, Department of Oral Biology, Oral Science Research Center, Brain Korea 21 Project for Medical Science, College of Dentistry, Yonsei University
***Department of Periodontology, Research Institute for Periodontal Regeneration, College of Dentistry, Yonsei University
****Department of Anatomy and Catholic Institute for Applied Anatomy, College of Medicine, Catholic University of Korea
*****Human Identification Research Center, Yonsei University, *****Maxtron Inc.,

ABSTRACT

Purpose : To evaluate clinical usefulness of facial soft tissue thickness measurement using 3D computed tomographic images.

Materials and Methods : One cadaver that had sound facial soft tissues was chosen for the study. The cadaver was scanned with a Helical CT under following scanning protocols about slice thickness and table speed; 3 mm and 3 mm/sec, 5 mm and 5 mm/sec, 7 mm and 7 mm/sec. The acquired data were reconstructed 1.5, 2.5, 3.5 mm reconstruction interval respectively and the images were transferred to a personal computer. Using a program developed to measure facial soft tissue thickness in 3D image, the facial soft tissue thickness was measured. After the ten-time repetition of the measurement for ten times, repeated measure analysis of variance (ANOVA) was adopted to compare and analyze the measurements using the three scanning protocols. Comparison according to the areas was analyzed by Mann-Whitney test.

Results : There were no statistically significant intraobserver differences in the measurements of the facial soft tissue thickness using the three scanning protocols ($p > 0.05$). There were no statistically significant differences between measurements in the 3 mm slice thickness and those in the 5 mm, 7 mm slice thickness ($p > 0.05$). There were statistical differences in the 14 of the total 30 measured points in the 5 mm slice thickness and 22 in the 7 mm slice thickness.

Conclusion : The facial soft tissue thickness measurement using 3D images of 7 mm slice thickness is acceptable clinically, but those of 5 mm slice thickness is recommended for the more accurate measurement. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2006; 36 : 89-94)

KEY WORDS : Facial Soft Tissue Thickness; Measurement; Imaging, Three-Dimensional; Tomography, X-ray Computed; Slice Thickness

*본 연구는 한국 보건복지부(03-PJ1-PG1-CH08-0001) 지원으로 수행되었음.
접수일 : 2006년 1월 4일; 심사일 : 2006년 1월 5일; 채택일 : 2006년 4월 3일
Correspondence to : Prof. Kee-Deog Kim
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Yonsei University, Shinchon-Dong 134, Seodaemun-Gu, Seoul, Korea
Tel) 82-2-2228-8983, Fax) 82-2-363-5232, E-mail) kdkim@yumc.yonsei.ac.kr

서론

최근 얼굴 복원에 필요한 얼굴 연조직 두께 계측에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. 신원을 알 수 없는 잔존 얼굴뼈로부터 얼굴 복원을 하기 위해서는 성별, 연령, 인종에 따른 평균적인 얼굴 연조직 두께의 정보를 아는 것이 중요하다.^{1,2} 시신을 이용한 직접적인 얼굴 연조직 두께를 계측하는 방법³⁻⁵으로는 자료 수집에 있어서 표본수의 한계가 있기 때문에 이러한 정보를 얻기 곤란하다. 그러나 방사선 영상을 이용하여 얼굴 연조직 두께를 계측할 수 있게 된다면 생체를 대상으로 많은 표본을 확보할 수 있기 때문에 평균적인 얼굴 연조직 두께에 대한 정보의 기반을 구축하는 것이 용이할 것이다.

방사선영상을 이용하여 간접적으로 얼굴 연조직 두께를 계측한 연구들은 많이 보고되어 왔다. 얼굴 연조직 두께 계측에 이용되는 방사선 영상으로는 측방두부규격방사선 사진,^{6,8} 초음파 (Ultrasonography),⁹⁻¹¹ 전산화단층촬영 (Computed tomography, CT),^{1,12-16} 자기공명영상 (Magnetic resonance image, MRI)¹⁷ 등이 있는데 이를 이용한 연구의 대부분은 단지 연조직 계측방법과 계측값을 제시하는 수준에 그쳤으며 계측값의 정확성과 신뢰성을 검증한 연구는 그리 많지 않다. 최근 전산화단층촬영을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측값의 정확성을 제시한 연구^{12,13}들에 따르면 매우 정확하고 신뢰성이 높다고 보고하였다. 특히 시신을 대상으로 3차원 전산화단층촬영상을 이용하여 얼굴 연조직 두께를 계측한 값과 시신의 실제 절단면에서의 얼굴 연조직 두께를 계측한 값과 비교한 연구에서 3차원 전산화단층촬영상을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측의 정확성이 매우 높다고 하였다.¹² 이 얼굴 연조직 두께 계측방법은 기존에 사용되었던 방법에 비해 매우 용이하며 짧은 시간에 많은 부위의 연조직 두께 계측을 할 수 있는 장점이 있기 때문에 이 방법을 이용하면 평균적인 얼굴 연조직 두께에 대한 정보를 쉽게 수집할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 이 연구에 사용된 3차원 전산화단층촬영상은 상층두께 3

mm, Table speed 3 mm/sec, 영상재구성 간격을 1.5 mm로 일반적으로 임상에서 얻는 영상보다 더 세밀한 영상이었다.

이에 본 연구에서는 일반적으로 임상에서 사용할 수 있는 상층두께의 3차원 전산화단층촬영상을 이용하여 얼굴 연조직 두께 계측을 하고 이를 이미 정확성이 입증된 3mm 상층두께의 3차원 전산화단층촬영상을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측과 비교함으로써 3차원 전산화단층촬영상을 이용한 연조직 두께 계측 프로그램의 임상적 유용성을 평가해 보고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

가톨릭대학교 의과대학에 기증된 시신 중에서 정상적인 얼굴형태를 유지하고 있으며 얼굴부위 연조직에 특이할만한 결손이 없는 1구를 연구대상으로 하였다.

2. 방법

1) 전산화단층촬영 준비

(1) 시신 고정

시신 머리를 미리 제작한 상자 안에 위치시킨 후 전산화단층촬영시 움직이지 않도록 석고로 고정시켰다.

(2) 계측점 표시

상자를 전산화단층촬영기의 테이블에 위치시킨 후 관구에서 나오는 위치 확인 레이저 선(guiding line)을 이용하여 이마에서 턱 끝 사이에 연조직 두께를 계측할 부위로 일곱 개의 횡단면을 선정하였다. 각각의 단면에서 연조직 하방에 뼈가 있을 것으로 추정되는 부위 3~5개를 해부학

Table 1. The number and location of measuring points on the face

Location of measuring points	Number
2 cm region above glabella (A3) and 2.5 cm (A2, A4), 5 cm (A1, A5) regions apart from A3 bilaterally	5
Glabella (B3) and 2.5 cm (B2, B4), 7.5 cm (B1, B5) regions apart from B3 bilaterally	5
Nasion (C2) and both epicanthions (C1, C3)	3
Rhinion (D2) and both zyrgions (D1, D3)	3
Both maxillares (E2, E3) and both exmolares (E1, E4)	4
Subnasale (F3) and 2.5 cm (F2, F4), 7.5 cm (F1, F5) regions apart from F3 bilaterally	5
Fissure (G3) and 2.5 cm (G2, G4), 5 cm (G1, G5) regions apart from G3 bilaterally	5

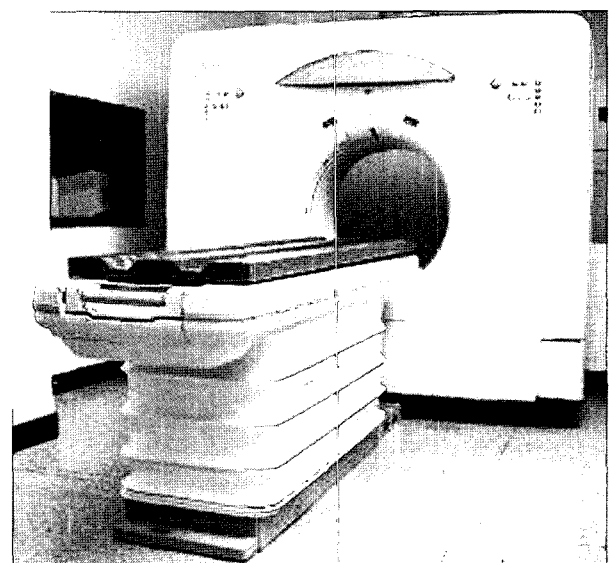


Fig. 1. Computed tomographic scanner.

전문의와 상의하여 총 30개의 측정점을 결정하고 측정점을 유성펜으로 시신의 피부에 표시하였다. 표시한 점에 내부가 비어있는 직경 0.6 cm의 원통형 플라스틱을 왁스로 고정하여 위치시키고 이 원통형 플라스틱의 중심을 연조직 두께 측정점으로 설정하였다(Table 1). 이 과정은 이전의 3차원 전산화단층영상을 이용한 얼굴 연조직 두께를 측정한 연구와 동일하게 진행하였다.¹³

2) 전산화단층촬영

1구의 시신을 두정부 아래에서 아래턱뼈 아래모서리까지 측정점이 모두 포함되도록 Pronto[®] 전산화단층촬영장치(Hitachi Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 나선형 전산화단층촬영을 시행하였다(Fig. 1). 촬영은 field of view (FOV) 25

cm, 125 mA, 120 kV하에서 상층을 달리하여 세 가지 방법으로 시행하였다(Table 2).

3) 3차원 영상 재구성 및 얼굴 연조직 두께 측정

세 가지 나선형 전산화단층촬영으로 얻은 재구성 영상을 개인용 컴퓨터로 전송한 다음 3차원 영상 소프트웨어인 V-worksTM4.0(CyberMed Inc., Seoul, Korea)에서 연조직 3차원 영상과 뼈 3차원 영상을 각각 재구성하였다. 다면 영상 재구성 화면의 횡단면 영상 중에서 원통형 플라스틱이 가장 잘 보이는 단면들을 선택하여(Fig. 2) 측정할 부위를 결정한 후 3차원 연조직 두께 측정 프로그램을 이용하여 얼굴 연조직 두께를 측정하였다(Fig. 3). 측정한 값은 연조직 두께 측정 프로그램의 검증과정을 통해 연조직 하

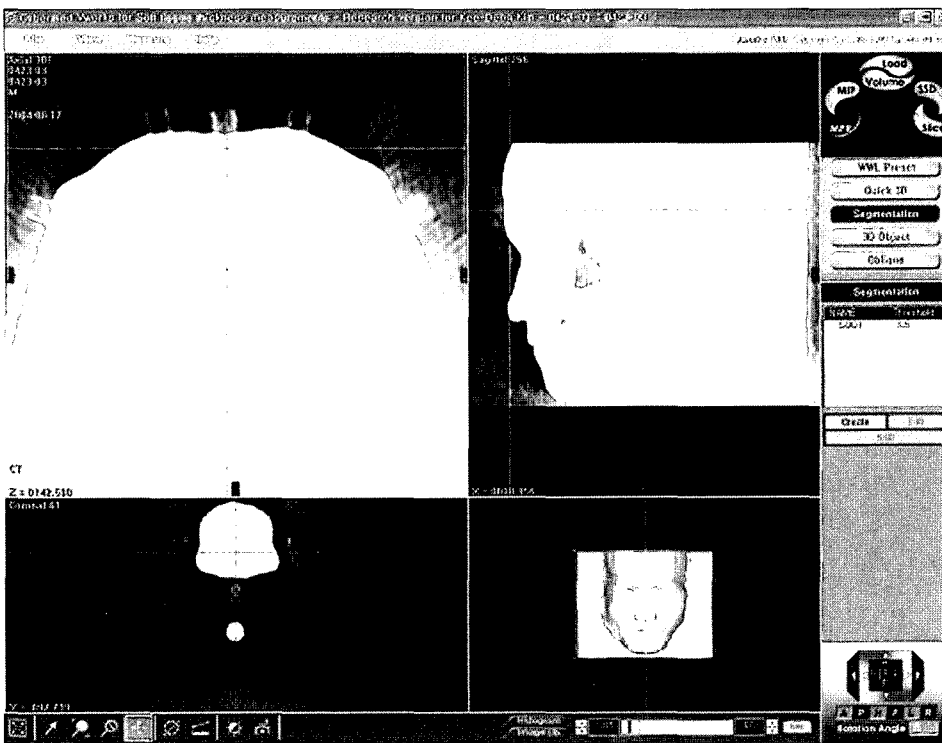


Fig. 2. Multiplanar reconstruction display with axial images showing straws measuring points best.

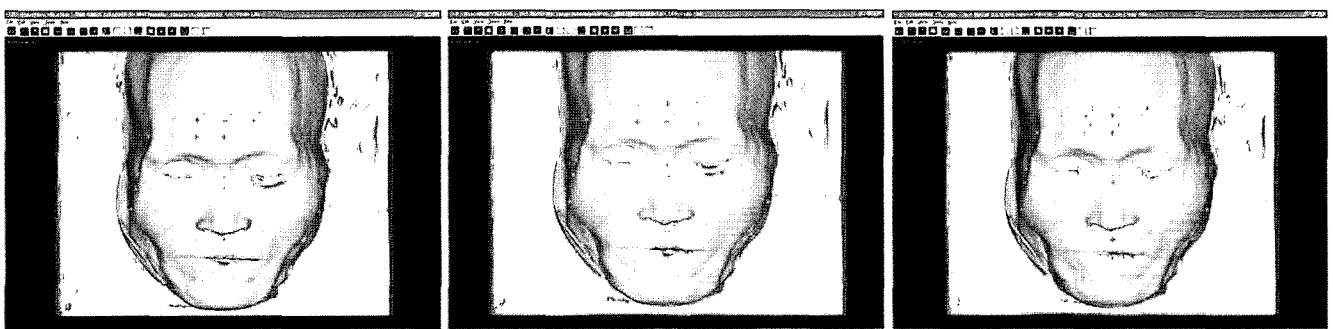


Fig. 3. Measurements of facial soft tissue thickness using 3D computed tomographic images on the 30 points. 3 mm slice thickness (upper) 5 mm slice thickness (middle) 7 mm slice thickness (low).

Table 2. Scanning modes according to slice thickness and table speed

Slice thickness	Table speed	Reconstruction slice thickness	Reconstruction interval
3 mm	3 mm/sec	3 mm	1.5 mm
5 mm	5 mm/sec	5 mm	2.5 mm
7 mm	7 mm/sec	7 mm	3.5 mm

Table 3. Mean value of soft tissue thickness measurement using 3D images according to scanning modes (mm)

Area	3 mm slice thickness		5 mm slice thickness		7 mm slice thickness	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
A1	2.104±0.006		2.135±0.010*		2.186±0.020*	
A2	2.830±0.031		2.820±0.022		2.781±0.143	
A3	1.628±0.002		1.606±0.009*		1.489±0.017*	
A4	2.004±0.032		2.037±0.038		2.025±0.089	
A5	2.182±0.006		2.191±0.017		2.114±0.076*	
B1	5.561±0.054		5.571±0.064		5.393±0.061*	
B2	3.526±0.017		3.456±0.066		3.457±0.025	
B3	2.283±0.014		2.242±0.018*		2.218±0.002*	
B4	3.165±0.011		3.149±0.024		3.145±0.162*	
B5	8.821±0.084		8.690±0.176		8.388±0.016*	
C1	4.692±0.042		4.512±0.042*		4.124±0.181*	
C2	2.821±0.029		2.676±0.011*		2.549±0.044*	
C3	3.345±0.067		3.349±0.192		3.690±0.162*	
D1	6.828±0.020		6.641±0.034*		6.376±0.100*	
D2	1.594±0.037		1.606±0.129		1.676±0.226	
D3	4.657±0.063		4.604±0.006*		4.459±0.006*	
E1	42.806±0.365		41.939±0.494*		42.134±1.202*	
E2	11.515±0.170		11.499±0.122		11.646±0.036*	
E3	34.395±0.000		33.688±2.151		33.773±1.228*	
E4	36.249±0.280		36.472±0.522		36.112±0.028	
F1	25.949±0.492		25.866±0.370		25.58±0.501	
F2	7.943±0.016		8.076±0.041*		8.057±0.057*	
F3	9.074±0.024		8.993±0.006*		8.946±0.128*	
F4	8.247±0.060		8.140±0.029*		7.933±0.263*	
F5	26.189±0.270		25.785±0.111*		25.434±0.730*	
G1	9.401±0.193		9.590±0.105		9.383±0.034	
G2	10.474±0.132		10.374±0.186		10.635±0.041*	
G3	10.926±0.019		10.657±0.035*		10.531±0.017*	
G4	8.976±0.051		8.800±0.022*		8.497±0.042*	
G5	8.825±0.172		8.743±0.060		8.656±0.294	

*: statistically significant difference at p<0.05

방 골까지의 거리가 정확히 계측되었는지 확인하였다. 각 계측점에 대한 연조직 두께는 한 명의 관찰자가 일정한 시간 간격을 두고 10회 반복 계측하였다.

세 가지 전산화단층촬영 각각에 대해 10회 반복 측정된 얼굴 연조직 두께 계측치의 관찰자내 차이를 분석하였다. 또한 10회 반복 측정된 것을 고려하여 repeated measure analysis of variance (ANOVA) 를 이용하여 부위에 상관없이 3 mm 상층두께의 3차원 전산화단층영상을 이용한 얼굴

Table 4. Mean difference of measurements between 3 mm slice thickness and 5 mm, 7 mm slice thickness (mm)

Area	5 mm-3 mm		7 mm-3 mm	
	ME	SD	ME	SD
A1	0.031±0.011		0.082±0.020	
A2	-0.010±0.036		-0.049±0.140	
A3	-0.022±0.009		-0.139±0.016	
A4	0.033±0.047		0.021±0.090	
A5	0.009±0.017		-0.068±0.072	
B1	0.010±0.080		-0.168±0.078	
B2	-0.069±0.065		-0.069±0.029	
B3	-0.041±0.022		-0.065±0.014	
B4	-0.017±0.025		-0.020±0.155	
B5	-0.131±0.186		-0.433±0.081	
C1	-0.179±0.056		-0.567±0.177	
C2	-0.135±0.030		-0.262±0.050	
C3	0.003±0.194		0.344±0.167	
D1	-0.188±0.038		-0.452±0.098	
D2	-0.012±0.128		0.082±0.218	
D3	-0.053±0.061		-0.199±0.061	
E1	-0.867±0.585		-0.672±1.197	
E2	-0.016±0.199		0.131±0.166	
E3	-0.707±0.251		-0.621±1.171	
E4	0.223±0.565		-0.137±0.268	
F1	-0.083±0.587		-0.369±0.670	
F2	0.133±0.042		-0.114±0.056	
F3	-0.080±0.023		-0.127±0.124	
F4	-0.107±0.064		-0.314±0.258	
F5	-0.404±0.279		-0.755±0.742	
G1	0.189±0.209		-0.018±0.187	
G2	-0.100±0.218		0.161±0.132	
G3	-0.269±0.038		-0.395±0.025	
G4	-0.176±0.053		-0.479±0.063	
G5	-0.082±0.173		-0.170±0.325	

ME : Mean difference of measurements between 3 mm slicethickness and 5 mm, 7 mm slice thickness

연조직 두께 계측값과 5 mm, 7 mm 상층 두께의 얼굴 연조직 두께 계측값의 차이를 비교분석하였다. 30개 각각의 부위에 대해서는 비모수적인 Mann-Whitney test로 3 mm 상층두께의 영상을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측값과 5 mm, 7 mm 상층두께 영상을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측값을 비교 분석하였다.

결 과

세 가지 전산화촬영으로 모두 10회 반복하여 측정한 얼굴 연조직 두께 계측치에 대해서 관찰자내에서 통계학적으로 유의할만한 차이는 없었다 (p>0.05). 또한 Repeated measured ANOVA test를 통해 계측부위와 상관없이 3 mm 상층 두께의 3차원 전산화단층영상을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측치와 5 mm, 7 mm 상층 두께의 3차원 전산화단층영상을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측값을 비교 분석한

결과 통계학적으로 유의할만한 차이가 없었다 ($p > 0.05$) (Table 2).

계측부위별로 3 mm 상층 두께의 3차원 전산화단층영상을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측치와 5 mm, 7 mm 상층 두께의 전산화단층영상을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측치를 Mann-Whitney test로 비교 분석하였다. 5 mm 상층 두께를 이용한 총 30개의 연조직 두께 계측부위중에서 16개의 계측부위에서 통계학적으로 유의성 있는 차이가 없었으며 ($p > 0.05$), 7 mm 상층 두께를 이용한 계측부위중에서는 8개의 계측부위에서 통계학적으로 유의성 있는 차이가 없었다 ($p > 0.05$) (Table 3). 5 mm 상층 두께의 3차원 전산화단층영상을 얼굴 연조직 두께를 계측한 부위중 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이는 부위들도 3 mm 상층 두께의 3차원 영상을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측치와의 차이 평균값이 두 부위 (E1, E3)를 제외하고는 모두 0.5 mm 이내였고 7 mm 상층 두께의 경우에는 세 부위 (E1, E3, F5)를 제외하고는 모두 0.5 mm 이내였다 (Table 4).

고 찰

얼굴은 다른 해부학적 부위와는 다르게 매우 복잡한 골 구조를 이루고 있으며 얼굴은 사람마다 독특한 특징을 갖고 있기 때문에 신원 확인에 있어서 결정적인 역할을 할 수 있다. 그러나 신원확인이 필요한 대부분의 경우에는 얼굴이 훼손되어 잔존뼈만 남아 있기 때문에 잔존뼈를 이용해서 얼굴 복원하는 과정이 필요하다. 얼굴 복원을 위해서는 얼굴 부위에 따라 평균적인 연조직 두께에 대한 정보가 필요하다.^{1,2,12} 얼굴 연조직 두께는 성별, 연령, 체중, 인종에 따라 다양하기 때문에 평균값을 얻기 위해서는 많은 사람들을 대상으로 얼굴 연조직 두께를 얻어야 한다. 이런 정보를 확보하기 위해 지금까지 많은 시도가 이루어져 왔다. 사체를 이용해서 직접 얼굴 연조직 두께를 계측하는 것은 표본확보의 문제가 있고 사망 초기의 탈수로 인한 연조직의 수축을 감안하여 이에 대한 정확한 보정을 해야 하므로 많은 어려움이 있다. 또한 직접 연조직을 계측하는 경우 모든 과정을 수작업을 통해서 하기 때문에 많은 시간과 인력이 필요하여 경제적인 제약도 따른다. 따라서 간접적인 방법인 생체의 방사선 영상을 이용하여 정확한 얼굴 연조직 두께 계측 방법을 제시하고 이를 실제 임상에서 유용하게 사용할 수 있다면 많은 수의 표본을 통해서 보다 쉽게 평균적인 얼굴 연조직 두께에 대한 데이터를 구축할 수 있을 뿐 아니라 체질인류학적으로 인종마다 지역마다 특징적인 얼굴 형태에 대한 정보를 확보할 수 있을 것이다.

방사선 영상을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측 방법에 대한 연구들은 많이 보고되었으나 계측 방법의 정확성을 보고한 연구^{12,13}는 그리 많지 않다. 최근에 3차원 전산화단

층촬영의 영상을 이용하여 연조직 두께를 계측하여 정확성을 평가한 연구¹³에서는 실제 연조직 두께 계측값과 통계학적으로 유의성 있는 차이가 없어 매우 정확한 얼굴 연조직 두께 계측 방법이라고 보고하여 쉽게 얼굴 연조직 두께를 계측할 수 있는 방법을 제시하였다. 이 연구에서 이용된 3차원 전산화단층촬영영상은 상층두께 3 mm, table speed 3 mm/sec로 얻은 데이터를 재구성한 것으로 일반적으로 임상에서 사용되는 촬영조건보다 더 자세하게 촬영한 것이었다. 이에 본 연구에서는 임상적으로 흔히 이용될 수 있는 상층두께인 5 mm, 7 mm로 촬영하여 얻은 3차원 전산화단층영상을 이용하여 얼굴 연조직 두께를 계측하고 이를 상층두께 3 mm의 3차원 영상을 이용한 연조직 두께 계측값과 비교하여 임상적 유용성을 평가해 보았다.

본 연구에서는 나선형 전산화단층촬영 조건중에서 상층 두께가 얼굴 연조직 두께에 미치는 영향을 알아보기 위해서 table speed는 상층 두께와 동일하게 설정하였고 영상 재구성간격은 상층 두께의 절반으로 하였다. Table speed를 상층 두께와 동일하게 하면 세 가지 상층 두께의 촬영 모두 pitch가 1이 되어 나선형 전산화단층촬영의 중요한 조건중 하나인 pitch에 의한 영향을 배제할 수 있다. 또 영상 재구성간격을 상층 두께의 반으로 설정한 것은 이전의 연구¹⁸에서 추천한 조건으로 영상 재구성간격으로 인한 3차원 영상의 질이 영향을 받지 않도록 하였다. 따라서 본 연구에서는 상층 두께외에는 다른 촬영조건으로 인한 영향을 최소화할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 부위를 구별하지 않고 3 mm 상층 두께의 얼굴 연조직 계측치와 5 mm, 7 mm 상층 두께의 얼굴 연조직 두께 계측치를 비교한 결과 모두 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었다. 부위별로 나누어 비교 분석한 결과 5 mm에서는 14개 부위에서 통계학적으로 유의성 있는 차이가 있었으며 7 mm에서는 22개의 부위에서 통계학적으로 유의성 있는 차이가 있었고 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이는 부위도 5 mm 상층 두께에서는 두 부위 (E1, E3), 7 mm 상층 두께에서는 세 부위 (E1, E3, F5)를 제외하고는 모두 3 mm 상층두께와 평균 오차가 0.5 mm 이내였다. 평균 오차가 0.5 mm 이상의 차이를 보이는 부위는 3차원 전산화단층촬영을 이용한 연조직 두께를 계측한 연구에서와 같은 이유로 비교적 큰 차이를 보였다. 즉 연조직의 계측점은 물론 하방 골의 계측점이 급격한 곡선상의 점이었기 때문에 위치 선정시 작은 오차에도 큰 차이를 보여서 생긴 결과로 사료된다. 그러나 3 mm 상층 두께의 3차원 전산화단층촬영을 이용한 얼굴 연조직 두께 계측과의 평균 오차값이 7 mm 상층 두께에 비해 5 mm 상층 두께에서 전반적으로 낮게 나타났다. 따라서 7 mm 상층 두께의 전산화단층영상보다는 5 mm 상층 두께의 전산화단층영상이 보다 정확한 얼굴 연조직 두께를 계측하는 데 유리하다고 생각 된다.

이러한 결과는 아마도 얼굴 연조직 두께 측정을 위해서 3차원 전산화단층영상을 재구성하여 이용하기 때문에 3차원 영상의 정확성 차이에 따른 것으로 사료된다. 3차원 전산화단층영상의 정확성을 보고한 많은 연구에서 상층두께가 3차원 영상의 정확성에 미치는 중요한 변수라고 보고하였다.^{19,21} 특히 두개골의 3차원 전산화단층영상에서 교정 분석에 사용되는 거리 측정의 정확성을 평가한 연구에서도 역시 3 mm, 5 mm, 7 mm 상층 두께의 3차원 전산화단층영상에서 측정한 값을 두개골에서 직접 측정한 값과 비교한 결과 환자의 피폭량과 3차원 영상의 정확성을 고려하였을 때 5 mm 상층 두께의 나선형 전산화단층촬영이 바람직하다고 보고하였다.²⁰ 이 연구결과는 본 연구결과와도 상충된다고 할 수 있다.

그러나 본 연구에서는 단지 상층 두께에 따른 얼굴 연조직 두께 측정의 정확성에 대한 연구만 이루어졌기 때문에 향후 3차원 전산화단층영상의 정확성에 중요한 변수로 작용하는 table speed와 영상 재구성간격에 따른 복합적인 영향도 평가함으로써 보다 정확한 얼굴 연조직 두께를 측정하기 위한 촬영조건을 제시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 또한 최근에는 다검출기 전산화단층촬영기가 널리 보급되면서 임상적으로 기존의 전산화단층촬영기보다 촬영시간이 단축되고 더 얇은 상층 두께로 촬영이 가능해짐에 따라 이를 이용한 연구도 같이 병행되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Phillips VM, Smuts NA. Facial reconstruction : utilization of computerized tomography to measure facial tissue thickness in a mixed racial population. *Forensic Sci Int* 1996; 83 : 51-9.
- Krogman WM, İşcan MY. The human skeleton in forensic medicine. Springfield: Charles C. Thomas; 1986. p. 28-142.
- Kim HJ, Kang MK, Hu KS, Kim CH, Chung IH. Measurements of the Korean facial thickness. *Korean J Legal Med* 1999; 23 : 117-21.
- Hodson H, Lieberman LS, Wright P. In vivo measurements of facial tissue thicknesses in American caucasoid children. *J Forensic Sci* 1985; 30 : 1100-12.
- Rhine JS, Campbell HR. Thickness of facial tissues in the American Blacks. *J Forensic Sci* 1980; 25 : 847-58.
- George RM. The lateral craniographic method of facial reconstruction. *J Forensic Sci* 1987; 32 : 1305-30.
- Walker GF, Kowalski CJ. A two-dimensional coordinate model for the quantification, description, analysis, prediction and simulation of cranio-facial growth. *Growth* 1971; 35 : 191-211.
- Lebedinskaya GV, Balueva TS, Veselovskaya EV. Principles of facial reconstruction. In: İşcan MY, Helmer RP. *Forensic analysis of the skull: craniofacial analysis, reconstruction and identification*, New York: Wiley; 1993. p. 183-98.
- Aulsebrook WA, Becker PJ, İşcan MY. Facial soft-tissue thicknesses in the adult male Zulu. *Forensic Sci Int* 1996; 79 : 83-102.
- 한승호, 박대균, 김문규, 천명훈. 한국인 얼굴복원 (facial reconstruction)에 관한 연구. 1. 한국인 얼굴두께. 제48회 대한 해부학회 학술대회 초록집 1998. p. S67.
- El-Mehallawi IH, Soliman EM. Ultrasonic assessment of facial soft tissue thicknesses in adult Egyptians. *Forensic Sci Int* 2001; 117 : 99-107.
- Kim KD, Ruprecht A, Wang G, Lee JB, Dawson DV, Vannier MW. Accuracy of facial soft tissue thickness measurements in personal computer-based multiplanar reconstructed computed tomographic images. *Forensic Sci Int* 2005; 155 : 28-34.
- Jeong HG, Kim KD, Han SH, Shin DW, Hu KS, Lee JB, et al. Measurement of facial soft tissues thickness using 3D computed tomographic images. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2006; 36 : 49-54.
- Vannier M, Marsh J, Warren J. Three-dimensional CT reconstruction images for craniofacial surgical planning and evaluation. *Radiology* 1984; 150 : 179-84.
- Salzer KE, Taylor DP, Billmire DE. Three-dimensional CAT scan reconstruction: pediatric patients. In: Kalisman M, *Clinical Plastic Surgery*. Vol 13, Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1986. p. 53-86.
- Lambrecht JT, Brix F. Three-dimensional skull identification via computed tomographic data and video visualization. In: İşcan MY, Helmer RP, *Forensic analysis of the skull: craniofacial analysis, reconstruction and identification*, New York: Wiley; 1993. p. 97-104.
- Lam EW, Hannam AG, Wood WW, Fache JS, Watanabe M. Imaging orofacial tissues by magnetic resonance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68 : 2-8.
- Wang G, Vannier MW. Optimal pitch in spiral computed tomography. *Med Phys* 1997; 24 : 1635-9.
- Kim DO, Kim HJ, Jung H, Jeong HK, Hong SI, Kim KD. Quantitative evaluation of acquisition parameters in three-dimensional imaging with multidetector computed tomography using human skull phantom. *J Digit Imaging* 2002; 15 : 254-7.
- Jeong HG, Kim KD, Park H, Kim DO, Jeong HJ, Kim HJ, et al. Three-dimensional image analysis of the skull using variable CT scanning protocols-effect of slice thickness on measurement in the three-dimensional CT images. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2004; 34 : 151-7.
- Kim DW, Jung H, Kim SR, Yoo YI, Kim KD, Kim HJ. Quantitative evaluation of the accuracy of 3D imaging with multi-detector computed tomography using human skull phantom. *Korean J Med Phys* 2003; 14 : 131-40.