

경부 종물 환자의 이해도 개선을 위한 3차원 재건 영상의 활용

인제대학교 의과대학 상계백병원 이비인후과학교실

유 영 삼

= Abstract =

3D Reconstructed Image of Neck Mass to Improve Patient's Understanding

Young Sam Yoo, MD

Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Sanggye Paik Hospital, College of Medicine,
Inje University, Seoul, Korea

Objectives : Patients with neck tumor and their family need every information about the disease. Especially, the size and location are confusing with verbal information. With the aid of CT, the problem had some answer, but it needs some medical education. We would like to know the usefulness of 3D reconstructed images in patient education about the disease. **Material and Methods** : Neck CT data were collected from 10 patients with various neck tumors and converted to 3D reconstructed images. Understanding of the patients about the size and location of tumors were rated from questionnaires using axial CT images and 3D images. **Results** : Understanding score about 3D images were greater than that of CT images ($p < 0.006$). **Conclusion** : 3D reconstructed images of CT could give the patients more real visual information about the disease.

KEY WORDS : 3D reconstruction · Neck mass.

서 론

두경부 종물은 이비인후과 영역에서 많이 다루는 질환이다. 양성, 악성 종양을 막론하고 환자는 암에 대한 걱정으로 고민하게 되고 의사는 종물의 위치나 모양, 예후 등에 대한 설명을 하는데 많은 시간을 할애해야 한다. 경험이 많은 의사라도 질병 부위에 대한 설명은 기존에 나와 있는 부분적인 인체 모델을 사용하더라도 환자가 잘 이해하도록 설명하는 것은 한계가 있다. 환자의 입장에서는 중한 병에 걸렸다는 걱정과 함께 해부학적인 지식이 없으므로 말이나 글 또는 그림으로 설명을 들어도 이해가 어려운 것은 마찬가지이다. 최근에 CT나 MRI등 영상기술이 발달하고 입체적으로 설명을 할 수 있는 도구들이 개발되었지만 의학적인 지식을 갖춘 의사가 이해할 수 있는 내용이고 환자가 보

아서는 설명을 들어도 이해하기 쉽지 않다.¹⁻³⁾ 물론 CT 촬영 후 대장내시경을 한 것처럼 보여주는 방사선학적인 소프트웨어가 도입되어 부분적으로는 환자의 이해 증진에 기여하고 있지만 이는 고가의 장비와 소프트웨어를 필요로 한다.

이에 저자는 경부 종물 환자의 neck CT 자료를 이용하고 3-D doctor(demo)프로그램으로 처리하여 경부 종물의 모양을 입체적인 영상으로 보이도록 만들어 화면상으로 환자에게 설명할 수 있는 방법을 강구하고 이 영상을 기존의 CT로 설명하는 방법과 비교하여 그 효용성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

2010.1.1부터 2010.10.1까지의 기간중 최근에 경부 종물로 수술을 하게 된 환자 10명을 대상으로 하였다. 환자는 남자 6명 여자 4명 평균나이 50.5세였다. 진단명은 이하선 종물 8예, 전이성암 2예였다(Table 1).

모든 환자는 neck CT(enhanced)를 촬영하였고 axial CT의 모든 frame을 dicom형식으로 저장하여 사용하였다. CT기종은 Toshiba aquillion으로 촬영은 Neck-helical-

교신저자 : 유영삼, 139-707 서울 노원구 상계 7동 761-1
인제대학교 의과대학 상계백병원 이비인후과학교실
전화 : (02) 950-1104 · 전송 : (02) 935-6220
E-mail : entyoo@empal.com

CE-3-phase로 120 KVP, Exp 100, ST=2, Z=1, L=50, W=300의 조건을 기본으로 하였다. axial frame은 정수리에서 쇄골부위까지 촬영하였고 2mm단면으로 촬영하였다.

CT자료의 처리는 3D-doctor(Able Software, USA)를 이용하여 시행하였다. 우선 환자 피부의 경계를 소프트웨어 상 공기 음영과 잘 구분이 되도록 수동으로 조정을 한 후 모든 frame 별을 자동으로 처리하여 boundary(경계)를 그렸다.

Table 1. Patient profile (N=10)

Patient ID	Sex	Age	Diagnosis
1	f	45	Metastatic carcinoma
2	f	60	Parotid tumor
3	f	55	Parotid tumor
4	f	50	Parotid tumor
5	m	50	Parotid tumor
6	m	40	Parotid tumor
7	m	50	Parotid tumor
8	m	48	Parotid tumor
9	m	59	Neck liposarcoma
10	m	48	Metastatic carcinoma
Average		50.5	



Fig. 1. Boundaries generated for skin and mass (yellow : skin boundary, red : mass boundary).

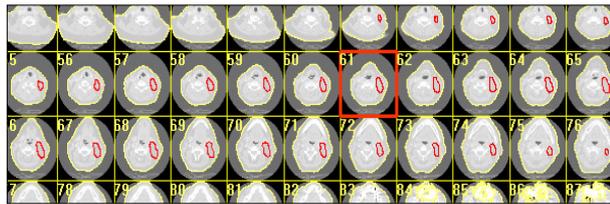


Fig. 2. Segmented images before 3D reconstruction.

다음 경부 종물의 경계를 수작업으로 하여 종물이 보이는 모든 frame에서 그렸다(Figs. 1 and 2). 이 작업에서 발생하는 불필요한 경계는 boundary editor기능을 이용하여 제거하였다. 위의 frame처리 결과들을 surface rendering기법으로 처리하여 환자의 얼굴 모습과 종물의 모양이 다른 색으로 처리되어 동시에 한 입체 영상으로 보이도록 처리하였다. 입체 영상을 적절히 회전 및 이동시켜 측면이나 후면에서 종물이 보이도록 하였고 가장 잘 보이는 화면은 capture하여 jpeg형태로 저장하였다. 저장된 그림은 Gimp 그래픽 software에서 편집하였다(Fig. 3).

Axial CT중에서 가장 종물이 잘 나타나는 사진도 jpeg형태로 저장하여 3차원 재건한 영상과 비교할 자료로 삼도록 하였다.

수술 전에 환자에게 자신이 가지고 있는 종물의 axial CT의 대표적인 사진과 3차원으로 재건한 사진을 각각 보여주고 각 사진에 대한 이해 정도(종물 위치 및 크기 : 귀의 크기와 비교)를 환자가 설문지에 표시하게 하여 설문을 통해 확인하였고 이해 정도에 대한 등급은 “이해 못한다” - 0, “애매하다” - 1, “이해가 된다” - 2로 점수를 매긴 후 각 사진에 대한 이해 정도의 차이를 SAS, enterprise version 4.2 (SAS, USA)를 사용하여 Wilcoxon signed ranks test를 이용하여 검증하였다($p < 0.05$) (Table 2, Figs. 3-5).

결 과

Neck CT 자료를 처리한 3차원 재건 영상은 각 환자당 120장 정도의 axial CT사진을 필요로 하였고 잘린 부위에 따라서는 코의 앞 부분이나 눈 윗부분이 잘리는 입체 영상

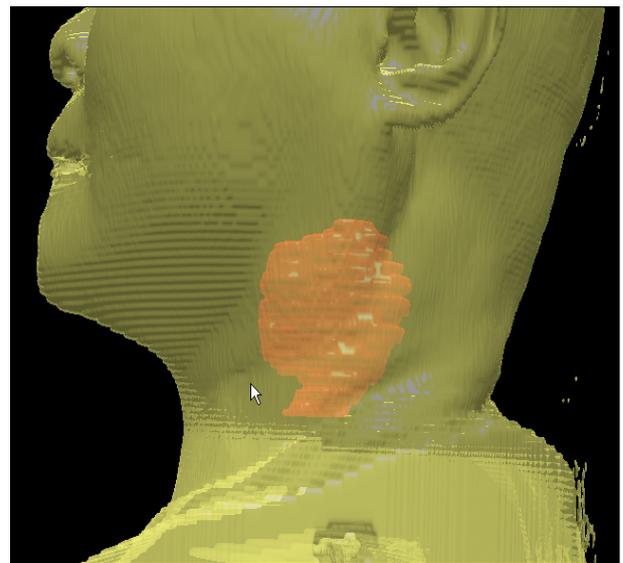


Fig. 3. 3D reconstructed images generated from segmented images (Patient #9, neck liposarcoma, image in red color under yellow skin).

을 만들게 된다. 환자에 따라서는 거부해할 수가 있어서 사진을 적당히 돌리거나 확대를 하여 가능한 한 정상적인 사람의 모습이 보이도록 하였고 종물 부위가 잘 보이는 각도로 보이도록 조절하였다. 피부색은 가능한 한 아시아인의 피부색으로 보이도록 하였고, 이에 대비가 되도록 종물은 적색으로 처리

되도록 하였다.

설문은 비교적 간단하여 환자의 반응은 1~2분이면 기록이 가능하였고 환자의 그림에 대한 평가도 들을 수 있었다.

Table 2. Questionnaires about the explaining photos

설문지
사진을 보고 혹의 위치나 크기에 관해 이해할 수 있는지요. (크기는 귀의 크기를 기준으로 판단하세요)
Axial CT사진 ()
이해 못한다 ()
애매하다 ()
이해가 된다 ()
3차원 사진
이해 못한다 ()
애매하다 ()
이해가 된다 ()
사진 중 추가나 개선할 점을 말해 주세요

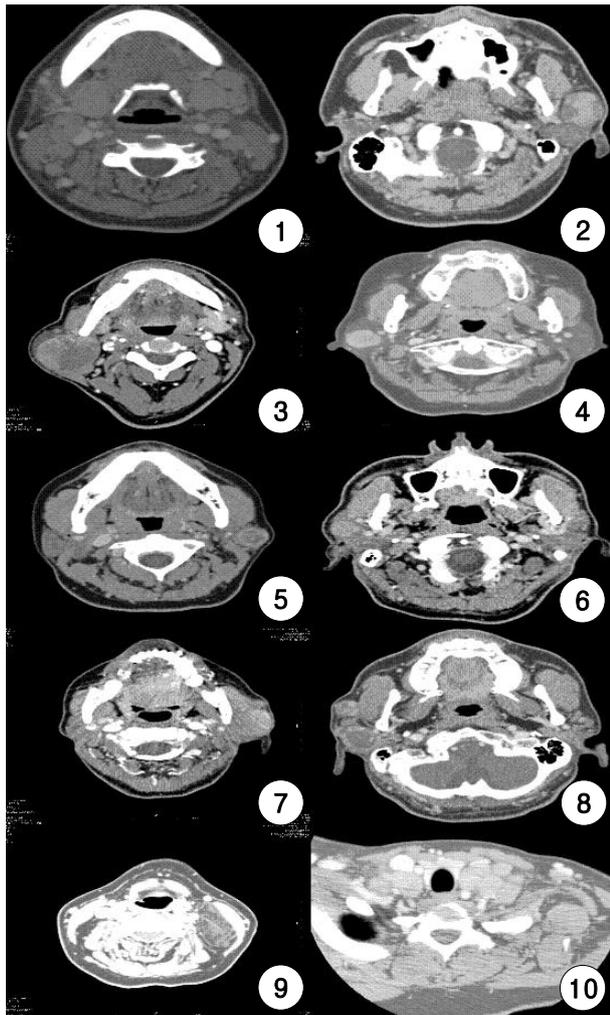


Fig. 4. Axial CT used to show the patients (1,10 metastatic ca, 9 liposarcoma, 2-8, parotid tumor).

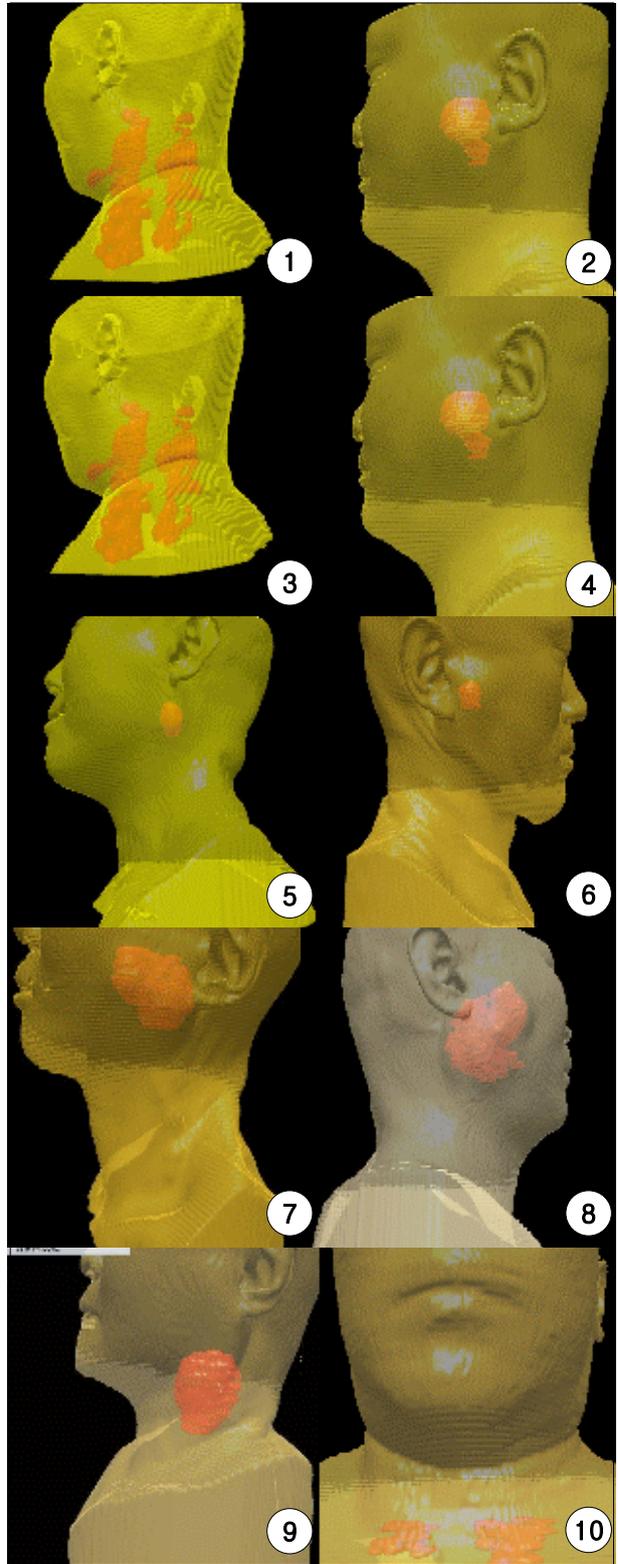


Fig. 5. 3D images used to show the patients (1,10 metastatic ca, 9 liposarcoma, 2-8, parotid tumor).

Table 3. Questionnaires about the explaining photos

Patient ID	Understanding score*	
	CT	3D
1	0	1
2	2	2
3	1	2
4	0	2
5	1	2
6	0	1
7	1	2
8	1	2
9	0	2
10	0	2
Average	0.6	1.8

* : p=0.006

Axial CT사진의 평균 이해도 0.6에 비해 3차원 재건 영상의 평균 이해도가 1.8로 더 높은 것으로 나왔고 통계적으로도 의미있는 것으로 나왔다(p=0.006) (Table 3).

3차원 재건 영상에 대한 환자의 반응은 비교적 긍정적이었고 색상에 대해서는 더 밝은 색깔로 보였으면 하는 의견이 많았고 동영상으로 보여주는 것을 요청하는 환자도 있었다 (Figs. 5 and 6).

CT 자료를 3차원 재건하여 영상으로 처리하는 데는 30분 정도의 시간이 소요되었고 일반적인 사양의 컴퓨터로 충분히 처리 가능하였다.

고 찰

의사들은 해부학 교육을 받았어도 자신의 전공이외의 부위는 잘 모르는 경우가 많다. 실제로 해부학에서 실습을 하고 나서도 이해가 안 되는 부분이 있고 임상 경험을 쌓다 보면 이해가 되는 부분도 많다. 아울러 학생 교육을 하다 보면 해부학적인 구조물을 이해시키는 것이 수월치는 않다. 교육용이나 실습용으로 많은 인체 모델들이 나와 있으나 대개는 단단한 재료로 만들어진 것들이고 부속처럼 분리가 되어 내용을 들여다 볼 수 있지만 질병 모델을 만들어 놓은 것을 찾기 힘들다. 물론 인체 모델을 구현한 프로그램들도 있고 프로그램 상으로 실제 수술을 하는 것처럼 체험할 수 있는 것도 있다.^{4,5)} 환자들에게 질병에 대해서 교육을 하거나 치료 전 설명을 하는 경우는 말로 설명을 하면서 보조 시청각 자료를 이용하면 도움이 되는 경우가 많지만 수술사진이나 동영상을 실제로 보여주는 것은 이해를 돕기보다는 공포나 혐오감을 주는 경우도 있어 조심스럽다. 오히려 수술 후에 설명을 하는 것이 환자의 이해나 치료에 더 도움이 되는 경우가 많다. 경부 종물 환자에게 해부학적 위치를 설명하려면 인골을 사용하는 방법이 있는데, 이는 얼굴뼈를 그대로 보여서 거부할 수 있고 다른 사람의 사진이나 수술 소견을

보여 줄수 있는데 이는 거부감을 줄 수 있다. 그림으로 그리면 이해가 잘 안 될 가능성이 있고 neck CT를 보여 주면서 해부학적인 지식을 전달하여도 이해도를 가능할 수 없다. Sagittal CT나 coronal CT도 있지만 환자의 이해를 돕기에는 충분하지 않다.

교육용으로 측두골 CT를 사용하여 3차원 입체 영상으로 모의수술을 하거나 이소골의 모양을 자세히 보여주는 시도가 많이 이과학 분야에서 많이 시도되어 왔다.⁶⁾ 귀의 경우는 해부학적으로 골 부위가 많고 영역이 좁아 영상처리가 수월하여 많이 시도되고 있는 것 같다. 영상처리에 수학적인 개념이 많이 필요하지만 소프트웨어를 활용하는데 있어서는 수학적 지식보다는 소프트웨어를 많이 사용해 보는 것이 더 도움이 되는 것 같다. 3차원 재건 기법을 활용하여 상악동의 체적을 분석하여 연령별 차이를 보여준 시도가 있고⁷⁾ 기관지의 모양을 여러 프로그램을 다단계로 활용하여 매끈한 기관지의 모양을 만든 시도의 경우가 있는데 다단계로 너무 많은 소프트웨어적인 처리를 거쳐서 의학적으로는 활용하기 어려워 보인다.⁴⁾ 그 결과만을 활용한다면 충분할 것으로 보인다.

두경부외과적으로는 시신의 후두를 CT로 촬영하여 학생 교육용 3차원 영상을 만들어 잘 활용한 경우도 있는데 학생들의 이해도를 측정하여 유용한 결과를 도출한 바 있다.⁵⁾ 다른 활용예로 경부에 과도가 박힌 환자를 수술전에 3차원 혈관 촬영 및 3차원 재건술로 수술전에 손상정도를 확인 후 성공적인 수술을 한 경우는 환자의 이해를 구할 때도 많은 도움을 받았을 것으로 보인다.⁸⁾ 수술전에 우레탄을 이용한 유연성있는 심장 모델 만들어 모의수술 후 실제 수술에 도움 받거나⁹⁾ Lipofilling으로 얼굴 성형전에 3차원 영상 재건으로 미리 수술을 시연해 보거나¹⁰⁾ 하악의 종물에서 수술전 3차원 재건 영상기법으로 골의 침범 정도를 확인 후 최소의 절개로 성공적인 수술을 하는 등 수술 전에 3차원 재건술을 이용하여 영상확적으로 많은 도움을 받은 예는 매우 많다.¹¹⁾ 후두에서는 피열연골의 3차원 재건을 이용하여 피열연골이 움직이는 모습을 세밀하게 재현하는 등, CT자료의 3차원 재건 기법은 활용도가 매우 넓다. 의용공학 분야에서는 많은 관심을 가지고 3차원 영상 재건이 많이 연구되고 있고 주로 장골이나 상하지의 운동 분석을 위해 많이 활용되고 있다.^{1,2,3,12,13)}

의사들이 수술이나 치료를 하는데 3차원 재건 사진을 활용한 경우들은 많은데 실제로 환자에게 설명을 하는데 활용한 자료는 없어 보인다. 아마도 연구용으로만 활용하고 기존의 수술 사진이나 CT등을 적절히 이용하여 환자와 보호자에게 설명을 하는 것이 보통이고 환자들도 당연한 것으로 생각하고 있는 것으로 보인다. 하지만 환자나 보호자들도 인터넷 등을 통하여 정보에 밝아지고 있고 실제 사진을 보고자 하는 경우도 늘고 있어 더 실제적인 설명을 할 자료가 필요해 보인다.

저자가 만든 3차원 종물의 얼굴 사진을 얼굴의 모습과 종물의 입체적인 위치와 모양만을 보여주므로 환자의 입장에 서는 종물의 입체적인 사진 혹은 다른 사람의 입체적인 사진을 거부감 없이 볼 것으로 판단이 되고 CT를 보면서 그냥 설명하는 것보다 더 이해도가 높아진 것을 알 수 있었다. 물론 3차원 영상의 색상처리는 더 사실에 가까운 피부색으로 재현하면 좋을 것 같고 필요시 뼈나 혈관의 모습, 기타 정상 기관도 보여주는 3차원 영상을 만들면 좋으리라 보지만 환자에게 간편하게 개략적인 설명을 익숙한 얼굴 입체 영상으로 보여준다는 데 의미를 부여할 수 있겠다. Neck CT자료를 가지고 3차원 영상을 만드는데 걸리는 시간은 약 30분 정도로 환자가 외래를 방문하기 전에 충분히 처리하여 영상자료로 제시할 수 있다. 또한 동영상으로 전체적인 움직이는 영상을 만들 수 있어서 필요시 이해를 도울 수 있다.

3차원 영상의 품질은 그래픽 전문가의 작품을 기대할 수는 없고 종물의 위치와 크기, 개수를 알 수 있는 입체 영상을 얻을 수 있으면 충분하다고 생각하며 아무리 좋은 프로그램 사용하더라도 수작업으로 종물의 윤곽을 그려야 하는 경우가 많으므로 익숙해지면 더욱 좋은 영상을 환자에게 제시할 수 있으리라 생각한다.

경부 종물이 3차원 재건 영상을 컴퓨터 화면상으로 설명이 가능하지만 더 발전을 하면 실제의 입체 모델로 제작도 가능하다. 즉 화면상에서 보이는 입체 영상을 입체적으로 모델을 만들어 주는 기기에 연결을 하면 그 모양과 색상이 동일한 인체 모델을 프린트하듯이 찍어낼 수 있다. 또한 수술시 연부조직이나 골부위의 결손이 예상되는 경우 보형물을 미리 본을 떠서 만들어 볼 수 있고 그 모형을 이용해 미리 수술연습을 할 수도 있다고 한다.^{9,10)}

저자가 만들어 본 경부 종물 3차원 영상은 CT를 촬영한 환자에게 설명하는 자료로 활용이 가능하고 수술적인 치료에 필요한 다른 환자에게도 설명하는 자료로 이용할 수 있다. 또한 학생이나 의료진 간의 이해증진을 위해서도 활용이 가능하고 또 본 자료에서는 피부와 종물의 영상만을 만들어 제공하였지만 이 자료에 덧 붙여 혈관과 골 부위의 모습을 처리하여 추가하면 더 복잡한 영상을 만들어 낼 수 있다.

컴퓨터 설계 프로그램(CAD)에서 호환이 되는 형식으로 자료를 변환 및 저장할 수 있어 인체공학적인 의료기구 설계의 기초자료로 활용이 가능하리라 생각한다.

결 론

Neck CT자료를 이용하여 3차원 재건 기법으로 만든 경부 종물 모델은 환자에게 종물 위치나 크기를 이해시키는 데 일반 CT사진보다 유용하다고 판단된다.

중심 단어 : 3차원 재건 · 경부종물.

References

- 1) Shin BS, Rho S, Jung HS, Jung MS, Lee YS. *Fast reconstruction of 3D Human model from contour lines J Biomed Eng Res.* 2004;25 (6):537-543.
- 2) Han YH, Lee Eh, Jang YG, Hong SH. *A study on the 3D reconstruction and representation of CT images J of KOSOMBE.* 1994; 15 (2):201-207.
- 3) Shin YS, Kim HS. *3D reconstruction of tissue from a few of MRI images using radial basis function 한국해양정보통신학회논문지* 2008;12 (11):2078-2082.
- 4) Robinson RJ, Russo J, Doolittle RL. *3D airway reconstruction using visible human data set and human casts with comparison to morphometric data. Anat Rec (Hoboken).* 2009 Jul;292 (7): 1028-1044.
- 5) Hu A, Wilson T, Ladak H, Haase P, Fung K. *Three-dimensional educational computer model of the larynx: Voicing a new direction. Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009 Jul;135 (7):677-681.
- 6) Byun SW. *Three-Dimensional Computer Graphics in Otolaryngology-Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2009;52 (2):104-112.
- 7) Jun BJ, Song SW, Park CS, Lee DH, Kim DG, Cho KJ, Cho JH. *The Analysis of Maxillary Sinus Aeration Dependent on Aging Process: Volume Assessment by Three Dimensional Reconstruction by High Resolutional CT Scanning*Korean J Otolaryngol 2005;48 (2):172-177.
- 8) Cho SH, Lee HC, Park CW. *CT angiography with 3D reconstruction for the initial evaluation of penetrating neck injury with retained knife. Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007 Mar;136 (3): 504-505.
- 9) Shiraishi I, Yamagishi M, Hamaoka K, Fukuzawa M, Yagihara T. *Simulative operation on congenital heart disease using rubber-like urethane stereolithographic biomodels based on 3D datasets of multislice computed tomography. Eur J Cardiothorac Surg.* 2010 Feb;37 (2):302-306.
- 10) Hoehnke C, Eder M, Papadopulos NA, Zimmermann A, Brockmann G, Biemer E, Kovacs L. *Minimal invasive reconstruction of posttraumatic hemi facial atrophy by 3-D computer-assisted lipofilling. J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2007;60 (10):1138-44.
- 11) Lanza A, Laino L, Rossiello L, Perillo L, Ermo AD, Cirillo N. *Clinical Practice: Giant Cell Tumour of the Jaw Mimicking Bone Malignancy on Three-Dimensional Computed Tomography (3D CT) Reconstruction. Open Dent J.* 2008;2:73-77.
- 12) Kim SM, Kim SJ, Seo SY, Tack GR. *A study on automated 3-D reconstruction based on 2-D CT image of lumbar spine. J Biomed Eng Res* 1999;20 (5):581-586.
- 13) Min KJ, Kim JK, Cho JB, Choi K. *A study on 3D reconstruction and simulated implantation of human femur using consecutive CT-images J Biomed Eng Res* 1999;20 (2):155-163.