

부비강 종괴에 있어서 3차원 영상의 역할¹

심수연 · 성기준 · 김영주 · 홍인수 · 김명순 · 오진환 · 백석인²

목 적: 최근 들어 3차원 영상의 유용성에 대한 연구 발표가 활발해지면서 종양의 3차원영상화도 시도되었다. 그러나 아직까지 그 실효성에 대한 구체적 발표가 적다. 이에 저자들은 부비강 종괴의 3차원 영상을 시도해 보고 이것의 임상적 응용 가능성과 역할에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 1994년 5월부터 1995년 3월까지 부비강 종괴로 본원에 내원한 환자 12명을 대상으로 나선식CT를 촬영한 후, 2차원 횡단면 영상을 기본으로 하여 안면골과 종괴의 3차원 영상을 재구성하였다. 재구성된 3차원 영상은 2차원 영상과 비교 분석되었다.

결 과: 12예 모두에서 안면골 변화의 실제적 모습 그리고 종괴의 형태 및 성격을 이해하는 데에 도움이 되었다. 그밖에 5예에서 3차원 영상이 종괴가 퍼진 경로를 쉽게 보여주었고, 3예에서 3차원 영상이 종괴의 원발소를 추정하는데 있어 2차원 영상보다 도움이 되었다. 주위 혈관과 밀접한 관계를 가졌던 2예에서 종괴와 혈관을 함께 재구성하여 두 조직간의 관계를 입체적으로 평가할 수 있었다.

결 론: 부비강 종괴의 3차원 영상은 2차원 영상의 보조적 수단으로써 종괴의 파급 정도, 주변골 변화, 그리고 퍼진 경로 및 원발소를 평가하는데 도움을 줄 뿐 아니라, 병변의 입체적 개념화에 도움을 주리라 사료된다.

서 론

3D 영상에 대한 요구는 약 30여년전 성형외과 영역에서 시작되었다(1). 그후 나선식 전산화단층촬영법(spiral CT)이 발달되면서 얇고 많은 수의 절편을 단시간내에 얻을 수 있게 되고, 3차원(Three-dimensional: 3D) 영상의 재구성 기술(post processing imaging technique)이 발전하면서, 3D 영상의 임상적 이용이 용이해졌다. 골격계 분야에서는 이미 그 임상적 유용성이 인정되고 있으며, 특히 두경부 분야에서는 선천성 기형이나 외상의 진단과 치료에 이용되고 있다(2). 그러나 부비강 종괴의 3D 영상, 특히 분할과정(segmentation process)을 통해 재구성된 영상에 대한 보고는 거의 없는 상태이다. 이에 저자들은 부비강 종괴의 3D 영상을 시도해 보고, 이것이 병변의 평가에 어떤 역할을 할 수 있을지, 또 이것이 임상적으로 어느 정도 유용하게 이용될 수 있는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1994년 5월부터 1995년 3월까지 본원에 부비강 종괴로 내원한 12명의 환자를 대상으로 3D 영상을 시도하였다. 12명의 환자는 조직생검을 통해 확진을 받았으며, 여기에는 상악동 편평세포암종(squamous cell Ca) 3예, 비인두 편평세포암종 1예, 접형골 원추세포암종(spindle cell Ca) 1예, 상악동 거세포육아종(giant cell reparative granuloma) 1예, 비강내 흑색종(melanoma) 1예, 비강내 임파선종(Non-Hodgkin's lymphoma) 1예, 비인두 혈관섬유종(angiofibroma) 1예, 비강 및 상악동내 혈관성 용종(angiomatous polyp) 1예, 비강내 도립 유두종(inverted papilloma) 1예, 상악동내 농류(pyocoele) 1예가 포함되었다. 환자들은 모두 나선식 CT(Philips, Tomoscan SR 7000: 3 mm collimation, 3mm table speed, 2mm index)를 촬영하였으며, 상악동을 중심으로 약 12-15cm를 포함시키는 횡단면 영상만을 얻었고, 관상면이나 시상면 영상이 필요한 경우는 다면적 재편성 영상(MPR: multiplanar reformat image)을 이용하였다. 조영제는 Iopamiro 370 (Bracco, Italy), 총 120-130ml, power injector를 이용하여 주사하였으며, 주사 속도는 최초 45sec간은 2ml/sec로 준 후 CT 스캔을 시작하고, 스캔하는 동안은 1ml/sec 속도로 조영제 주입을 유지시켰다. 3D 영상의 재구성은

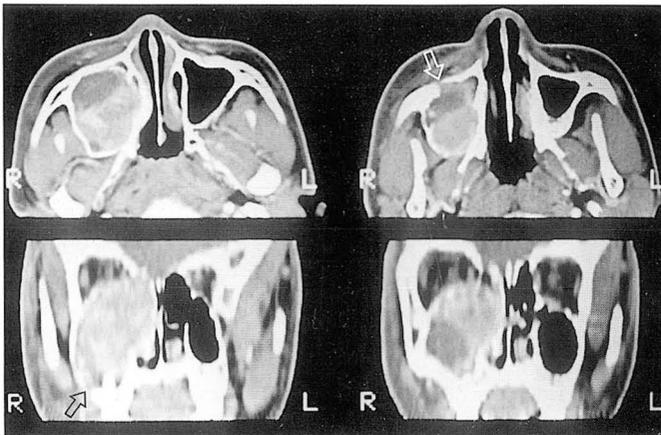
¹연세대학교 원주의과대학 진단방사선과학교실
²연세대학교 원주의과대학 이비인후과학교실
이 논문은 1995년 8월 29일 접수하여 1995년 12월 1일에 채택되었음

Gyroview-HR software(Philips, High resolution imaging workstation)이용, surface rendering 기법을 사용하였다. 첫번째 단계로 2차원(Two-dimensional: 2D) 영상에서 ROI(region of interest)를 결정하였다. 안면골은 Hounsfield-unit(HU) 176-3071사이를 역치가(threshold level)로 설정하였고, 종괴의 경우는 종괴의 Hounsfield-unit와 인접한 조직중 가장 낮은 음영의 조직과 가장 높은 음영의 조직 Hounsfield-unit을 측정한 후 평균값을 구해 역치가(threshold level)의 최고치와 최하치를 결정하여 이에 따라 ROI를 지정하였다. 종괴를 재구성할 때는 역치가로 부터 결정된 ROI만으로는 경계를 결정하기가 어려웠고, 주변연조직에 경계가 소실되었거나, 종괴효과(mass effect)를 가지는 부위는 종괴의 침범이 있는 곳이라는 가정 하에 종괴의 경계를 결정한 후 3D 재구성을 하였다. 종괴와의 관계를 좀 더 자세히 알고 싶은 구조물이 있는 경우, 필요에 따라 혈관이나 안구를 함께 재구성하였으며, 각각의 구조물은 모두 분할(segmentation) 과정을 거쳐, 차후 3D 재구성하였을 때 각각 다른 색을 입혀, 조직간의 경계를 뚜렷이 볼 수 있게 하였다. 재구성된 3D 영상은 회전(rotation), 절단(cut), 광원(light) 기법을 사용해 다양한 각도에서 관찰하고, 경우에 따라 투명 기법(translucency)을 사용하였다. 모든 예에서 종괴를 보이지 않게

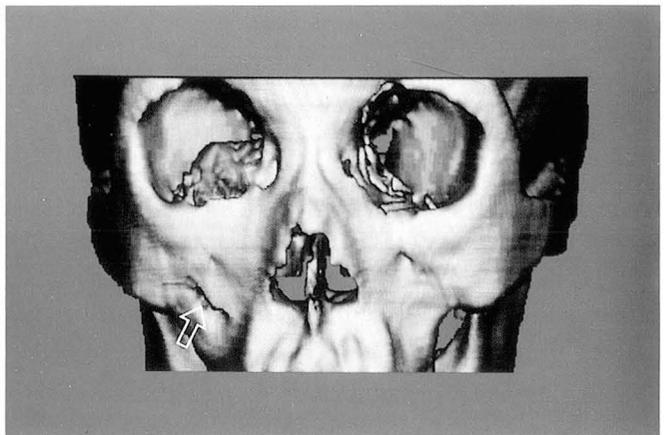
하는 invisible기법을 써서 전체 3D 영상에서 종괴만 빼 영상을 얻어냄으로써 주변골 변화를 알아보았다. 3D 영상은 재구성 후 MPR 영상을 한 화면 내에 동시에 띄워서 3D 영상을 점검하였다. 재구성된 3D 영상과 2D 영상을 비교해 보고, 각각의 영상에서 주는 정보에 어떤 차이가 있는지 알아보았다. 특히 주변골 변화, 종괴의 파급 정도, 종괴가 퍼진 경로를 중점적으로 살펴보았다.

결 과

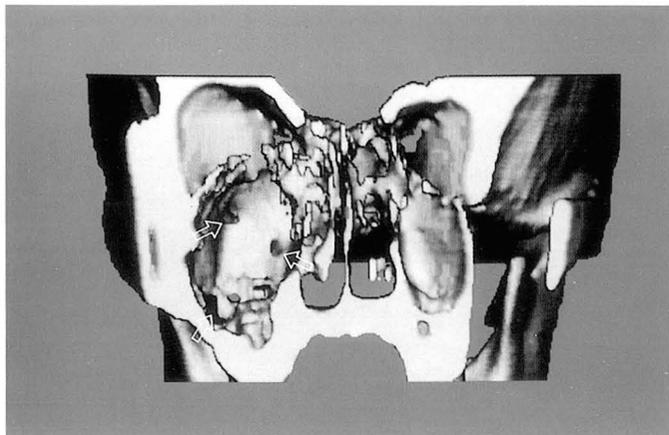
종괴를 빼 안면골만을 관찰함으로써 골 변화를 세밀히 평가할 수 있었다. 골 변화는 골 파괴 (destruction), 골 팽창(expansile), 그리고 골 미란(erosive)으로 대별해 볼 수 있었다. 그 밖에 골 경화(sclerosis)가 심하게 동반되었던 경우가 2예 있었으나, 이러한 변화는 종괴자체에 의한 변화라기 보다는 동반된 만성 부비동염에 의한 변화로 생각되므로, 종괴에 의한 골 변화 소견에서는 제외시켰다. 골 파괴가 주 소견인 경우는 3예였고, 모두 편평세포암종이었다. 나머지 9예는 각각 정도의 차이는 있지만 골 팽창, 골 미란의 소견이 섞여 있었다. 이들 대부분은 일부에서 골 파괴 소견이 동반되어 있었으나 종괴의 크기에 비해 미약한 파괴를 보였다. 이와 같은 골 변화를 보인 예는 원추세포암



a



b



c

Fig. 1. 14-year-old male patient with giant cell granuloma of right maxillary sinus.

a. The focal bone destruction at anterior wall and inferolateral wall of right maxillary sinus on 2D axial image(white arrow) and 2D coronal image(black arrow).
 b. The oblique oriented destruction(arrow) at anterior wall of right maxillary sinus, initially there are recognized on 3D image(the white colored bone and the pink colored mass).
 c. Invisible mass and cutting techniques apply, there are well demonstrated the virtual appearance of remodeling and erosion of the posterolateral and inferior sinus wall(arrows).

종, 흑색종, 임파선종과 같은 악성 종괴를 비롯하여 도립유두종, 거세포육아종, 혈관섬유종, 혈관성용종, 농류와 같은 양성 종괴가 포함되었다. 1예에서 비스듬한 방향을 가지는 골 파괴성 변화가 3D 영상에서 처음으로 인지되었고(Fig. 1), 차후 2D 영상을 다시 살펴본 결과 파괴성 병변을 찾을 수는 있었으나 3D 영상에서 본 비스듬한 방향의 병변임을 인지하기는 어려웠다.

3예에서 3D 영상이 종괴의 원발소를 추정하는데 2D 영

상보다 도움을 주었다. 한 예는 접형동에서 기인한 원추세포암종이 비인두를 침범한 경우였고, 한 예는 비인두에서 기인한 편평세포암종이 접형골동을 침범한 경우였다. 또한 예는 임파선종을 진단 받은 경우로 2D 영상에서는 종괴가 주로 상악동에 위치하는 것처럼 보였으나 3D 재구성 후 종괴가 비강 및 사골동(ethmoid sinus)을 중심으로, 뒤로 비인두강, 그리고 상악동개구(ostium)를 타고 상악동으로 퍼지는 양상을 보였다.

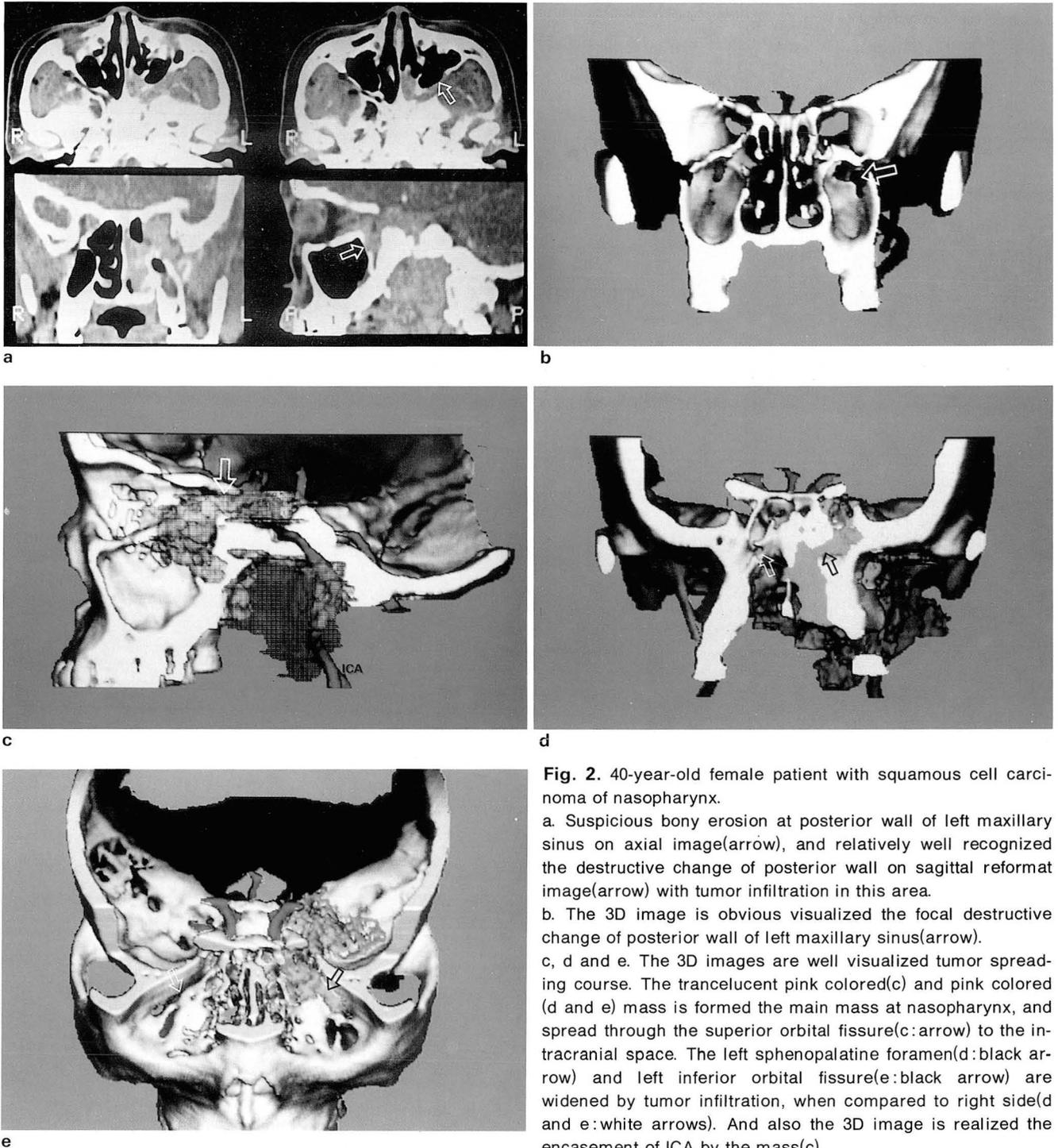


Fig. 2. 40-year-old female patient with squamous cell carcinoma of nasopharynx.

a. Suspicious bony erosion at posterior wall of left maxillary sinus on axial image(arrow), and relatively well recognized the destructive change of posterior wall on sagittal reformat image(arrow) with tumor infiltration in this area.

b. The 3D image is obvious visualized the focal destructive change of posterior wall of left maxillary sinus(arrow).

c, d and e. The 3D images are well visualized tumor spreading course. The translucent pink colored(c) and pink colored(d and e) mass is formed the main mass at nasopharynx, and spread through the superior orbital fissure(c:arrow) to the intracranial space. The left sphenopalatine foramen(d:black arrow) and left inferior orbital fissure(e:black arrow) are widened by tumor infiltration, when compared to right side(d and e:white arrows). And also the 3D image is realized the encasement of ICA by the mass(c).

종괴의 퍼진 경로를 잘 표현해 준 경우가 5예 있었다. 비인두의 편평세포암종은 종괴의 중심을 비인두에 두고, 사골동과 안와하열개(inferior orbital fissure)를 통해 안와내로 들어간 후 안와상열개(superior orbital fissure)를 통해 두개강내로 종괴가 퍼지고 있었다(Fig. 2). 반면 일반적으로 알고 있던 침범 경로인 난원공(foramen ovale)에는 종괴의 침습이 없었다. 상악동의 편평세포암종 1예는 만성 부비동염으로 인해 상악동 벽에 심한 골 경화와 함께 상악동의 형성부전(hypoplasia)이 동반되어 있으면서, 2D 영상에서는 확실한 골 파괴가 안 보이고 안면골을 중심으로 주변에 연조직종괴를 형성하고 있어, 뼈에서 기인된 종괴로 오인하였다. 그러나 3D 영상을 재구성해 본 결과 종괴는 상악동을 출발, 안와하열개(inferior orbital fissure)를 따라 익구개와 및 측두하와로 퍼지고, 안와하공(infraorbital foramen)을 통해 안구로 침범한 후 안구의 바닥을 따라 뺨으로 퍼진 종괴임을 알 수 있었다. 그밖에 원추세포암종, 임파선종, 도립유두종의 중례에서는 상악동개구가 종괴 침입의 경로가 되었음을 알 수 있었다.

2예에서 종괴가 주위 혈관과 밀접한 관계를 가지고 있었는데, 혈관섬유종의 경우 주변 혈관이 정상보다 커지고 이 혈관들이 종괴를 향해 들어가고 나오는 것을 볼 수 있었고 비인두의 편평세포암의 경우 종괴가 경부 내경동맥(cervical ICA)과 두개강내 내경동맥(cavernous portion of ICA)을 감싸고 있는 것을 입체적으로 평가할 수 있었다(Fig. 2).

2예에서 2D 횡단면 영상에서는 상악동의 내측벽에 골 파괴가 있다고 평가되었는데, 3D 영상 및 MPR 관상면 영상에서 상악동개구(ostium)가 종괴의 파급 경로 역할을 하면서 개구가 넓어져 마치 내측벽의 파괴가 있는 것처럼 보였음을 알 수 있었다. 또한 1예의 비인두 편평세포암종의 경우 2D 횡단면 영상에서는 상악동벽에 골미란 소견이 의심되었고 3D 영상 및 MPR 시상면 영상에서 상악동 후벽에 골파괴 소견이 관찰되는 경우를 경험할 수 있었다(Fig. 2).

고 찰

3D 영상은 임상이가 흔히 방사선과 의사에게 해 오는 “이 병변의 실제 위치는 어디냐?” 또는 “어디로 접근하는 것이 가장 좋겠느냐?”는 질문에 대한 답을 말로써 혹은 판독지로써가 아닌 영상으로 보여줄 수 있는 수단이라고 생각된다(4). 1991년 Eliot 등(3)에 의하면 두경부 종양에서 3D 영상의 진단적 가치는 아직 확인되지 않았으나, 방사선 치료의 계획을 세우는데는 매우 유효하다고 하였고, 우리 나라에서는 남등(6), (7)이 부비강 및 후두 표면의 정상 해부학과 후두암 술전 병기 결정에 대한 3D영상의 역할에 대해 유익한 결과를 얻어 발표한 바가 있다. 하지만 부비강 종괴의 3D 영상에 대해서는 아직까지 구체적 보고가 없는 상태이다. 부비강종괴는 비강내로 돌출 되어 있어 생검 쉽

고 따라서 조직학적 진단이 쉽게 얻을 수 있다. 그러므로 방사선과 의사의 역할이 병변의 진단명을 얻어내는데 있기보다는 병변의 파급 정도와 정확한 위치를 알려주는데 있다고 할 수 있다. 따라서 부비강 종괴의 3D 영상은 상기와 같은 임상적 요구와 맞물려 병변을 평가하는데 도움을 줄 것이라고 생각되어, 저자들은 부비강 종괴의 3D 영상을 재구성해 보았고, 그 결과 3D 영상의 일반적인 장점을 부비강종괴에서도 적용해 볼 수 있었다. 특히 분할(segmentation)기법을 사용시 안면골과 종괴를 다른 색깔(color)로 표현함으로써 조직간의 경계를 뚜렷이 볼 수 있어 병변의 평가가 용이하였다.

3D 영상은 안면골 변화의 실제적 모습을 평가하는데 유용하였다. 그 중에서도 비스듬한 방향의 골 미란이나 골 파괴, 그리고 안와하공(Infraorbital foramen), 안와 하벽 또는 내벽(medial or inferior orbital wall)의 침범 여부를 평가하는데 유리하였다. 1991년 박등(8)은 부비강 종괴의 CT 소견 중 종괴에 의한 골 변화가 중요한 CT 소견으로 평가하였다. 이러한 골 변화의 실제적 모습을 보여줄 수 있는 것이 3D 영상이었으며, 특히 골 팽창이 있을 때, 팽창된 골의 형태와 함께 동반된 골 미란의 모양을 상세히 표현해 주었다. 또 심한 골 파괴가 동반된 악성 병변의 경우는 수술 후 남아 있을 골 결손을 미리 예측하는데 도움을 주었다.

종괴자체의 3D 영상은 종괴의 3차원적 부피감을 표현해 주므로, 종괴의 원발소 및 자라는 방향을 예측하는데 도움이 되었고, 따라서 종괴가 어느 경로를 통하여 이웃한 해부학적 구조를 침범하였는지를 정확히 보여주었다.

3D 영상과 2D 횡단면 영상간에 약간의 해석의 차이를 보인 경우가 3예 있었는데 이는 3D 영상이 횡단면, 관상면, 시상면을 비롯한 여러각도의 경사면을 동시에 볼 수 있기 때문일 것이다. 따라서 MPR 영상을 통해 3D 영상에서와 같은 종류의 정보를 얻을 수 있으며, 엄밀히 따져서 종전에 시행해 왔던 2D 횡단면과 직관상면(direct coronal) 영상에서 종합한 정보와 저자들이 재구성한 3D 영상에서 얻을 수 있는 정보를 비교해 본다면 거의 비슷하리라 생각된다. 하지만 MPR 영상이나 직관상면(direct coronal) 영상도 3D 영상같이 병변의 실제적 형태를 알아 내는데에는 한계가 있을 것으로 사료된다.

그러나 3D 영상은 최초에 선택된 구조만이 재구성되므로 재구성 대상에 포함되지 못한 주변 구조물에 대한 평가는 불가능하다. 따라서 3D 영상이 병변의 입체적 형태를 표현해 주기는 하나, 3D 단독만으로는 불완전하다(10). 그리고 또한 3D 영상은 만들어지는 과정에서 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 기본적으로 양질의 2D 영상이 필요하다. 만약 적절하게 조영 증강이 되지 않거나, 해상력이 떨어지는 영상을 얻게 되면 종괴의 경계 결정에 어려움을 겪게 되며, 종괴의 경계가 사실과 다르게 결정지어질 수 있다. 이렇게 된다면 3D 영상의 정확도에 대해 얘기할 수가 없게 된다. 둘째, 3D 영상을 만드는 사람에 따라 다르게 재구성될 수 있다는 것이다. 그 이유는 3D 영상을 만드는 과

정이 일종의 판독의 과정이므로, 판독자에 따라 해석의 차이가 있을 수 있기 때문이다. 그러나 위의 2가지 한계는 2D 영상의 질을 향상시킴으로써 어느 정도 극복될 수 있을 것으로 본다. 또 하나 Merged multimodality image (3) 기술이 발달됨에 따라, 종괴는 MRI로부터 만들고, 안면골은 CT로부터 만든다면 좀 더 정확하고, 높은 반복성을 지닌 3D 영상을 만들 수 있을 것이다. 세 번째, 3D 영상을 만드는데 소요되는 시간이다. 저자들의 경험에 의하면 처음 3D 영상을 만들기 시작할 때는 4-5시간 정도 소요되었고, 최근에는 1-2시간 정도가 소요되었다. 3D 영상이 영상의 새로운 분야임에도 불구하고, 방사선과 의사에게 그다지 환영받지 못하는 이유 중 하나가 여기에 있다고 본다. 임상가는 2D로부터 3차원적 모습을 상상해 내는데 익숙지 않다. 그러므로 만들어진 3D 영상을 보는 것은 매우 획기적이고 반가운 일이다. 반면 방사선과 의사는 2D 영상만으로 대략적 3D 영상을 머릿속으로 재구성해 낼 수 있으므로, 굳이 컴퓨터를 조작해 가며 post-processing 과정을 1-2시간씩 한다는 것이 달갑지 않은 것이 사실이다. 그러나 저자들은 3D 영상을 재구성하는 과정에서 2D 영상을 더욱 자세히 보는 자세를 갖게 됨과 동시에, 미처 예측치 못했던 병변을 보여주는 경우가 있음을 경험할 수 있었고, 앞으로 3D 영상에 대한 임상적 요구가 증가될 것을 예상해 본다면, 3D 영상에 대한 관심과 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 부비강 종괴의 3D 재구성은 판독의 과정을 영상화한 것이라 볼 수 있다. 즉 종괴의 3D 영상은 2D 영상에 그 근본을 두고 있고, 따라서 3D 영상은 MPR을 포함한 2D 영상의 보조적 수단으로써, 병변에 대한 추가 정보를 제공할 수 있으리라 기대되며, 더불어 종괴의 3차원

적 모습을 언어냄으로써 종괴의 성격을 이해하고, 진단 및 치료의 계획을 세우는 데에 도움을 줄 뿐 아니라 병변의 입체적 개념화에 도움이 되리라 생각된다.

참 고 문 헌

1. David CH, Frans WZ, Steven L, Keizo F. A Decade of Clinical Three-Dimensional Imaging: A Review. Part I. Historical Development. *Invest Radiol* **1994**;29:189-496
2. Charles ER, Mahmood FM, Michael F, Christina NT. Application of Three-Dimensional CT Imaging in Head and Neck Pathology. *Radiol Clin North Am* **1993**;31:181-194
3. Elliot KF, Donna M, Derek RN et, al. Three-dimensional Imaging. *Radiology* **1991**;181:321-337
4. Frans WZ, Keizo F. A Decade of Clinical Three-Dimensional Imaging: A Review. Part 2: Clinical Applications. *Invest Radiol* **1994**;29:574-589
5. Micheal WV, Mokhtar HG, Jeffrey LM. Three-Dimensional Display of Intracranial Soft-Tissue Structures. *AJNR* **1983**;4:520-521
6. 남상화, 최민연, 설창효, 김병수, 왕건호, 박병호. 부비강, 비인두 및 후두표면의 CT를 이용한 3차원적 영상: 정상해부학. *대한방사선의학회지* **1993**;29:366-372
7. 남상화, 박종연, 이영준, 설창효, 김건일, 김병수, 왕수건. 후두암의 술전 병기결정에 있어서 후두 점막 표면의 3차원적 CT재구성의 역할. *대한방사선의학회지* **1994**;30:33-38
8. 박연원, 정광동, 허진도, 김호준, 전병희, 조영덕. 상악동 및 비강병변의 전산화단층촬영 소견: 골 변화에 따른 감별진단 중심으로. *대한방사선의학회지* **1991**;27:518-526
9. 임정환, 김홍수, 최진욱, 전두성, 이학송. 상악동 악성 종양의 전산화단층촬영 소견. *대한방사선의학회지* **1991**;27:778-783
10. Paul MS, Andrew SZ, Roy BS, Thomas RT, William JD, Robert KZ. Helical CT of the Upper Airway: Normal and Abnormal Findings on Three-Dimensional Reconstructed Images. *AJR* **1995**;165:541-546

The Role of Three-Dimensional Imaging in Evaluation of the Sinonasal Mass¹

Sue Yon Shim, M.D., Ki Joon Sung, M.D., Young Ju Kim, M.D., In Soo Hong, M.D.,
Myung Soon Kim, M.D., Jin Hwan Oh, M.D., Seog In Paik, M.D.²

¹Department of Diagnostic Radiology, Wonju Medical College, Yonsei University

²Department of Otolaryngology, Wonju Medical College, Yonsei University

Purpose: To investigate the role of 3D imaging in the sinonasal mass.

Materials and Methods: Twenty patients with sinonasal mass (squamous cell carcinoma[n=6], spindle cell carcinoma[n=1], angiomatous polyp[n=1], giant cell reparative granuloma[n=1], non-Hodgkin's lymphoma[n=1], melanoma[n=1], angiofibroma[n=1], pyocele[n=1], inverted papilloma[n=1]) were studied with spiral CT. Reconstruction of surface rendered 3D images and segmentations were performed and compared with the 2D image.

Results: The 3D images enabled easy understanding of the characteristics of the mass in 12 cases. The 3D images displayed pathway of tumor extension in 5 cases and were helpful in assessing the primary site of the mass in 3 cases. In two cases with encasement of ICA by the mass, assessment of relationship between the mass and vessels were possible through the segmentation.

Conclusion: The 3D image, as an adjunct to the 2D image, can help to evaluate the virtual appearance of bony change, the degree of extension of mass, the spreading route, the evaluation of origin site. It also provides valuable 3-dimensional conception of the mass, especially for the surgeon.

Index Words: Paranasal sinuses, CT
Computed tomography(CT), three-dimensional

Address reprint requests to: Ki Joon Sung, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Wonju Medical College, Yonsei University. Tel. 82-371-41-1474 Fax. 82-371-732-8281