

안면부 골절 수술 전후 다중검출기 전산화 단층촬영의 효용성 비교

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 성형외과학교실

홍윤기 · 김형택

— Abstract —

Comparison of the Usefulness of MDCT (Multidetector Computed Tomogram) in Facial Bone Fractures

Yoon Gi Hong, M.D., Hyung Taek Kim, M.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: In maxillofacial surgery, proper preoperative diagnosis is very important in achieving good postoperative results. Although conventional CT scans are useful for visual representations of fractures, they cannot provide direct guidance for reconstructing facial bone fractures. However, the recent technology of multislice scanning has brought many clinical benefits to CT images. Direct correlations can be made between preoperative imaging data and operative planning. The aim of the current study is to evaluate the differences between conventional CT and multidetector three-dimensional CT(3D MDCT) measurements in craniofacial deformities.

Methods: From January 2005 to November 2005, MDCT scans of 41 patients were evaluated by comparing them with conventional CT scans. The 3D MDCT images were assessed and reviewed by using a simple scoring system.

Results: The 3D MDCT scans offered easy interpretation, facilitated surgical planning, and clarified postoperative results in malar complex fractures, mandibular fractures, and extensive maxillofacial fractures and cranioplasty. However, 3D MDCT images were not superior to conventional CT scans in the diagnosis of blowout fractures.

Conclusion: In spite of its limitations, the 3D MDCT provided additional and more comprehensive information than the conventional CT for preoperative assessment of craniofacial deformities. Therefore, the 3D MDCT can be a useful tool for diagnosis and systematic treatment planning in craniofacial skeletal deformities. (K Korean Soc Traumatol 2006;19:28-34)

Key Words: Conventional CT, Multidetector three-dimensional CT(3D MDCT), Facial bone fractures

* Address for Correspondence : **Yoon Gi Hong, M.D.**

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine
108 Pyung-Dong, Jongno-Gu, Seoul 110-746, Korea

Tel : 82-2-2001-2178, Fax : 82-2-2001-2177, E-mail : hipson21@dreamwiz.com

접수일: 2006년 5월 16일, 심사일: 2006년 5월 24일, 수정일: 2006년 6월 5일, 승인일: 2006년 6월 5일

I. 서 론

악안면부 외상에 대한 정확한 진단이 요구되어 짐에 따라 수술 전 변형의 정도와 부위를 정확히 파악하고, 수술 후 재건 상태를 평가하기 위해 컴퓨터 단층촬영(CT, computed tomogram) 영상이 제시되고 있다. 이러한 2차원적인 평면상을 기반으로 3차원 영상을 재구성해, 시각적으로 입체적인 구조물의 이해를 돕고 유용한 정보를 제공할 수 있음은 주지의 사실이다.

현재 CT 영상화 기술의 진보로 인하여 단일검출기 단층촬영(single slice CT)를 넘어 4, 16, 32, 64개의 열을 가지고 있는 다중검출기 컴퓨터 단층촬영(MDCT, multi-detective computed tomogram) 기기가 출시되어 많은 임상 분야에서 우월한 영상을 제시하고 있다. 다중검출기는 빠른 영상 획득, 시간 해상도의 증가, z-축에서의 공간 해상도의 증가, 혈관 내 조영제 농도의 증가, 더 긴 거리를 영상화, 영상 잡음의 감소 등의 이점을 가져왔다.

이러한 장점에 힘입어 MDCT를 적용한 연구는 최근 여러 분야에서 진행이 되고 있으나, 악안면 골절수술에 관한 연구는 드물었다. 본 연구에서는 악안면 외상 환자에 있어서 고식적인 전산화 단층촬영(conventional computed tomogram)에 비해 3D MDCT의 유용성을 평가하고 그 임상적 의의를 연구하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

2005년 1월에서 2005년 11월까지 본원 성형외과에서 악안면부 골절 수술을 시행한 환자 136명 중 비골 골절 환자를 제외하고 MDCT로 경과 관찰의 동의를 구한 41명을 대상으로 하였다(Table 1).

각각의 환자들은 40 slice 다중검출기(Philips Brilliance, USA) CT를 사용한 3차원으로 영상을 재조합(reconstruction) 하였고, conventional CT인 경우 안면부를 3 mm 간격으로 스캔하였다. 영상 획득은 수술 전과 수술 후 3~5일경 같은 조건에서 시행하였다.

Conventional CT와 MDCT의 진단 성적 비교를 위해 Gillespie 등(1)이 사용한 골절 확인(fracture detec-

tion), 골절 정도(extent), 골절편 전위(displacement)의 세 가지 인자에 대한 simple scoring system(Table 2)을 적용하여 객관적인 비교 분석이 되도록 하였다. Simple scoring system은 3D MDCT에 의해 제공되는 정보를 conventional CT에 의해 제공되는 정보와 객관적으로 비교하는 방법으로서, 골절 확인, 골절 정도 및 골절편 전위에 대한 각각의 정보가 3D MDCT 영상이 conventional CT에 못할 경우는 score 1, 비슷한 경우는 score 2, 비슷한 정보를 제공하지만 3D MDCT 영상으로 좀 더 빨리 객관적으로 정보를 파악할 수 있는 경우는 score 3, conventional CT에서 확인되지 않는 정보를 3D MDCT에서 추가적으로 제공해 주는 경우는 score 4로 구분하였다(1,2). Simple scoring system을 사용하여 다양한 형태의 악안면 골절에서 3D MDCT와 conventional CT에서 확인할 수 있는 세 가지 인자에 대한 각각의 정보를 비교하여, 악안면 외상에서 3D MDCT의 효용성을 분석해 보았다.

III. 결 과

1. 안와골 골절(orbital blow-out fracture)

안와골의 골절에 있어 3D MDCT로 진단 시 얇은 골조직 부위에서 보이는 인위적인 결손(pseudoforamina)으로 인해 15례 모두에서 정확한 진단이 이루어지지 않았으며(Table 3), 수술 후 재건 상태의 파악에 있어서도 conventional CT에 비해 적절치 못하였다(Fig. 1). Pseudoforamina는 부비동 주위에서 흔히 발생하며, 부분용적(partial volume) 평균에 의해 인위적 결손이 발생한다(1,2).

2. 관골복합체 골절(malar complex fracture)

관골복합체 골절인 경우 3D MDCT가 판독이 쉽고, 수술 계획을 용이하게 하며, 수술 후 재건 상태를 명료하게 보여주었다(Fig. 2). 골절 확인, 골절 정도, 골절편의 전위 정도, 주변 표지점(landmark)과의 거리 등의 정보는 conventional CT와 3D MDCT 모두 정확히 확인 가능

Table 1. Clinical data

Deformity	Number of patients
Malar complex	19
Blow-out	15
Extensive craniofacial trauma	3
Mandible	3
Cranioplasty	1

Table 2. Simple Scoring System (According to Gillespie and Colleagues)

Score	3D MDCT Assessment
1	Inferior
2	Similar/equivalent
3	Superior (similar information more rapidly assimilated)
4	Superior (additional conceptual information provided)

하나, 3차원적 영상으로 표현된 경우와 비교했을 때 conventional CT인 경우 여러 장의 정보를 술자가 재구성하는 과정과 정상측과 환측과의 비교에 있어 제한점이 있었다(Table 4).

Table 3. Assessment of 3D MDCT in Orbital Blow-out Fractures

Comparison 3D Score (*No. of examination)	3D MDCT			
	1	2	3	4
Fracture				
Detection	15	0	0	0
Extent	15	0	0	0
Displacement	15	0	0	0

*No.: number

3. 하악골 골절(mandibular fracture)

공간적인 관계가 중요시 되는 하악골 골절에 있어 3D MDCT는 기능적 회복 및 정확한 재건을 위한 정보를 제공하는데 있어 conventional CT에 비해 나은 측면이 있으나 치아교합 및 아래이틀 신경에 대한 정보

Table 4. Assessment of 3D MDCT in Malar Complex Fractures

Comparison 3D Score (No. of examination)	3D MDCT			
	1	2	3	4
Fracture				
Detection	1	11	6	1
Extent	1	8	10	0
Displacement	2	8	7	2

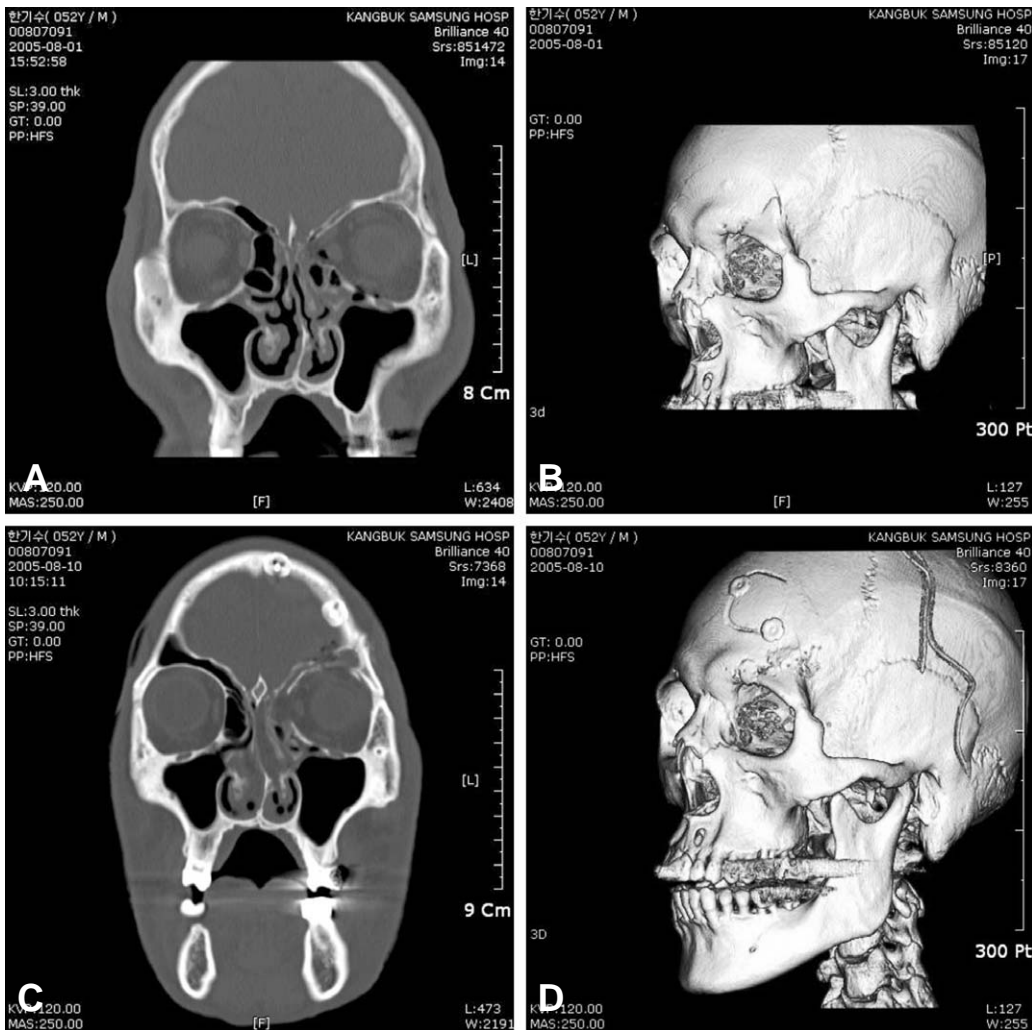


Fig. 1. (A) 52-year old male patient whose left medial orbital wall was fractured and displaced. Preoperative conventional CT. (B) Preoperative 3D MDCT view. (C) and (D) Postoperative view of the conventional CT and 3D MDCT.

를 제공하는데 있어서 conventional CT에 비해 제한이 있었다(Table 5)(3).

4. 광범위한 악안면 골절(extensive maxillofacial fracture)

전체적인 안면골의 골절 및 전위 상태를 한눈에 파악 가능하여 3D MDCT의 유용성을 확연히 나타내고 있다(Table VI). 3D MDCT는 전체적인 안면윤곽 상태를 한 평면상에서 파악 가능하며, 전체적인 수술 계획을 세우는데 큰 도움이 되어 수술 전 및 수술 후 상태를 객관적이고 명료하게 평가할 수 있었다(Fig. 3).

5. 두개골 성형술(cranioplasty)

전체 두개 및 결손 부위를 수술 전에 정확히 구성하여 수술 전 계획을 세우고 접근하는데 유용하며, 수술 후 재

건의 정도와 대칭 정도를 한눈에 파악 가능하였다(Fig. 4).

IV. 고찰

1970년대 초반 CT가 도입되고 1990년대 후반 MDCT가 도입된 후 현재 4, 16, 32, 64개의 열을 갖는 다중검출기가 여러 임상 분야에 적용되고 있다. 기존의 단일검출기 CT는 한 개의 x선 관구와 한 줄의 검출기로 구성되어 한 채널의 공간 데이터를 제공하는데 반해 MDCT는 하나의 x선 관구와 환자의 종축(z)을 따라 여러 개의 검출기 열을 가지고 있어 다중 채널의 공간 데이터를 만들어낸다(4,5). 40 다중검출기 CT는 일회전 당 40개의 단면을 생성할 수 있기 때문에 단일검출기 나선 CT보다 80배까지 빠르게 스캔할 수 있다. 따라서 빠른 스캔은 다발성 외상 환자의 움직임이나 호흡에 의해 발생하는 인공물(artifact)을 줄이며, 단일검출기 CT에 비해 더 긴거리를 영상

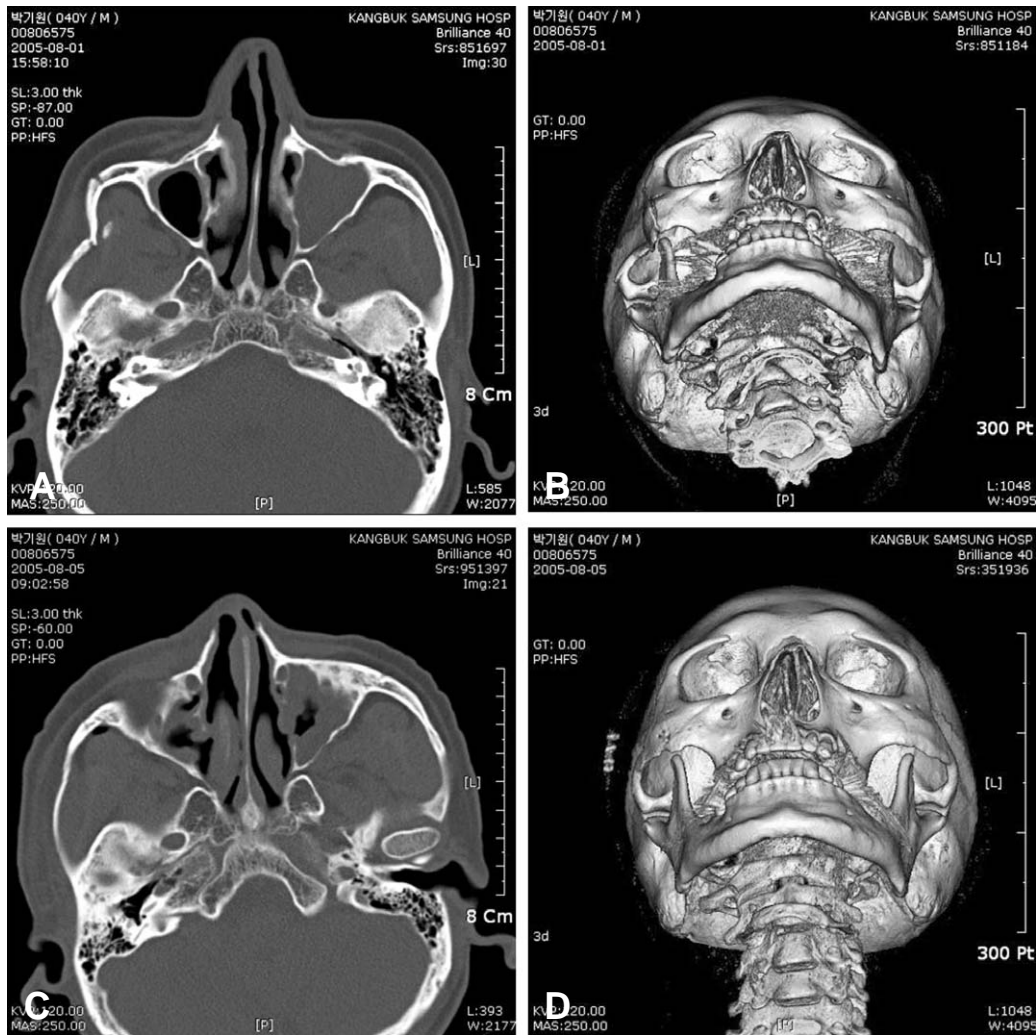


Fig. 2. (A) 40-year old male patient whose right malar complex was fractured and displaced. Preoperative conventional CT. (B) Preoperative 3D MDCT view. (C) and (D) Postoperative view of the conventional CT and 3D MDCT.

화 할 수 있다. 또한 얇은 단면으로 인해 z축의 해상도를 증가시켜 부분용적 효과에 의한 인공물을 줄이며, 높은 전류를 사용할 수 있어 영상 잡음을 감소시킬 수 있다. 이렇게 빠른 시간 안에 동일 영역을 스캔할 수 있고 훨씬 얇은 절편 두께로 스캔을 얻어 z축 해상도가 증가됨과 동시에 데이터 처리 속도도 초당 40 image의 속도로 재구성

(reconstruction)이 가능하다. 따라서 어느 단면으로 다면 재구성(multiplanar reformation) 영상을 얻더라도 원래의 단면 영상과 같은 공간 해상도를 유지할 수 있는 등방성(isotropic) 영상화가 가능해졌다.

현재 악안면부 골절의 진단과 치료에 전산화 단층촬영은

Table 5. Assessment of 3D MDCT in Mandibular Fractures

Comparison 3D Score (No. of examination)	3D MDCT			
	1	2	3	4
Fracture				
Detection	1	1	1	1
Extent	0	2	1	0
Displacement	1	1	1	1

Table 6. Assessment of 3D MDCT in Extensive Maxillofacial Fractures

Comparison 3D Score (No. of examination)	3D MDCT			
	1	2	3	4
Fracture				
Detection	0	1	1	1
Extent	0	1	1	1
Displacement	0	0	1	2

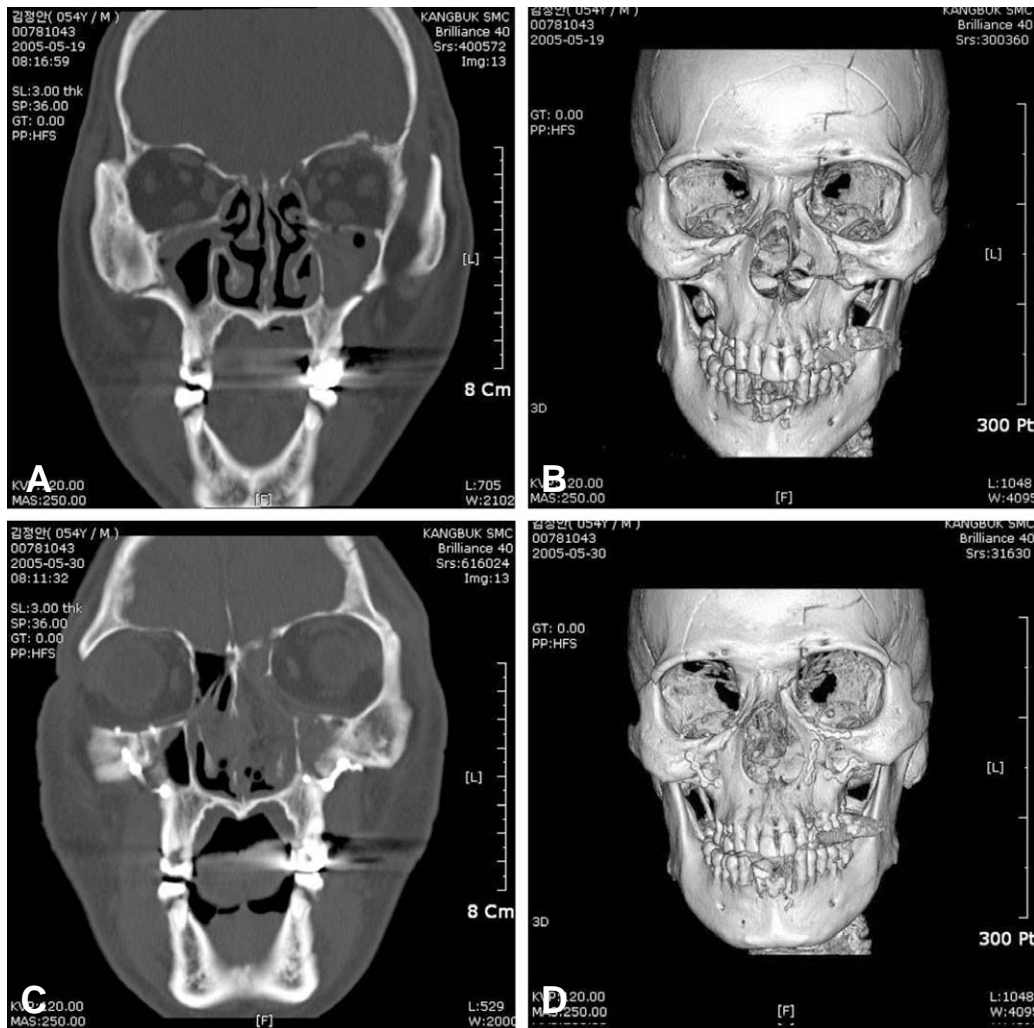


Fig. 3. (A) 54-year old male patient whose frontal bone, both malar complex, nasal bone, and medial wall of the left orbit were fractured and displaced. Preoperative conventional CT. (B) Preoperative 3D MDCT view. (C) and (D) Postoperative view of the conventional CT and 3D MDCT.

필수적인 역할을 담당하고 있다. 하지만 이차원적인 영상으로 단면상만을 표현하기 때문에 복잡한 두개의 해부학적 구조를 빠른 시간에 정확히 파악하는 것은 임상 경험이 많지 않으면 매우 힘들다(6). 또한 고식적 2D CT는 골편(bony fragment)의 위치선정(localization)이나 골절편 전위의 방향을 파악하는데 제한점을 갖는다(7). 하지만 악안면부 골절의 진단에 있어 2D CT와 3D CT의 가치를 비교한 Wang 등(8)의 연구에서는 상악골의 앞벽(anterior wall of the maxilla) 골절을 제외한 악안면부 골절에서 2D CT가 3D CT에 비해 유사하거나 더 나은 결과를 가져오며, 이러한 결과는 3차원 스캔에서 부분용적 효과에 의해 안와 내벽이 정확히 평가되지 않기 때문이라 하였다(9). 또한 Ohkawa 등(10)의 비교 연구에서는 관골복합체 골절과 삼각골절에서는 3D CT가, 안와골 골절에서는 2D CT가 우월하며, 비골 골절과 단독 관골 골절(isolated zygoma fracture)에서는 유사하다고 평가하였다. 본 연

구에서도 안와골 골절에 있어 conventional CT가 3D MDCT에 비해 우월한 결과를 보였다.

현재 다중검출기의 도입으로 얇은 단면을 얻어 z축의 해상도를 증가시켜 부분용적 효과에 의한 인공물을 줄여 등방성 영상화가 가능토록 하고 있으며, 등방성 영상화를 통해 3차원 영상을 시도하고 있다. 하지만 아직 결과에서 보듯이 부분용적 효과에 의한 pseudoforamina와 같은 인위적인 결손이 남아 있으며, 이러한 영상의 질 저하는 conventional CT에 비해 진단적 가치를 떨어뜨리고 있다.

현재 MDCT의 채널은 계속 증가하고 있고, 검출기의 폭이 감소함에 따라 영상화의 인공물은 점차 감소하고 있으며, 재구성 시간 역시 현저하게 빨라지고 있다. 따라서 안면부 골절 수술에 있어 MDCT를 적용하여 해석을 용이하게 하고, 수술 전 계획을 도와 수술 시간을 개선할 수 있으며, 수술 후 결과를 명확히 알 수 있으며, 환자 및 보호자에게 설명이 용이하여 이해를 돕기 쉽다는 등의 여러

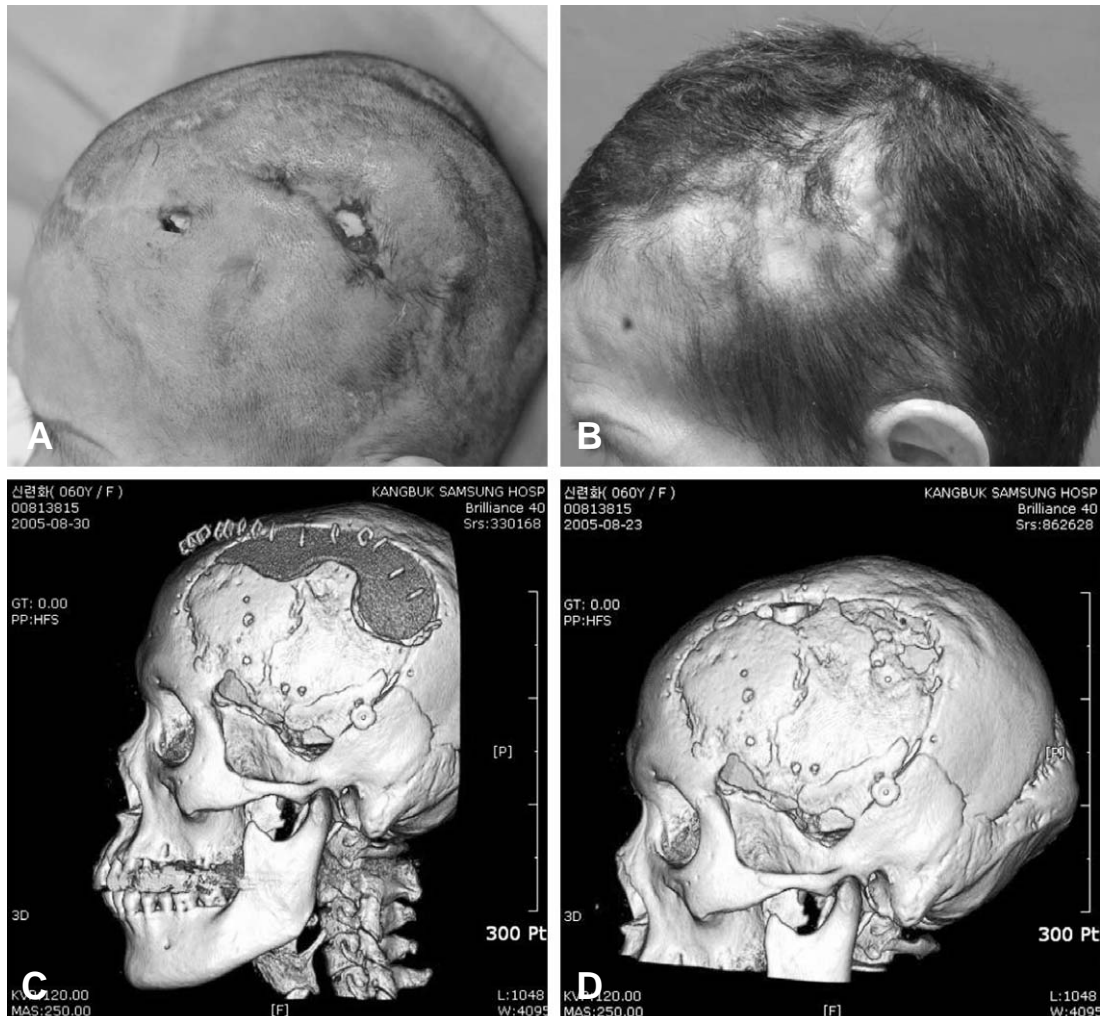


Fig. 4. (A) 60-year old female patient whose left parietal bone was exposed and infected. Preoperative view. (B) Postoperative view. (C) Preoperative view of the 3D MDCT (D) Postoperative view of the 3D MDCT.

장점을 살릴 수 있다. 하지만 여전히 인공물이나 pseudo-foramina와 같은 인위적인 결손 등에 의한 영상 질 저하의 요소가 존재한다는 제한점이 있다.

앞으로, MDCT의 기술적 발전이 지속적으로 이루어질 것으로 미루어, 여러 조직(multi-tissue)에 대한 3차원 영상 표현(display)를 통해 정확한 수술 전 평가와 수술 계획, 표지점과의 공간적 이해와 같은 요소에 큰 도움이 될 것으로 사료된다.

V. 결 론

MDCT로 인하여 객관적 자료를 제공하고, 정확한 수술 전 계획을 수립하여 수술시간을 단축시킬 수 있으며, 환자 및 보호자에게 설명이 용이하다는 장점이 있다. 그러나 인공물 또는 pseudoforamina 현상에 의한 이미지 저하 등의 제한점으로 적용에 제한이 있음은 사실이다. 따라서 conventional CT와 함께 MDCT를 수술 전 계획 및 수술 후 객관적 평가를 가능하도록 적용한다면 악안면부 골절 및 변형의 진단 및 치료에 있어 도움이 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Gillespie JE, Isherwood I, Barker GR, Quayle AA. Three dimensional reformations of computed tomography in the assessment of facial trauma. Clin Radiol 1987;38:523-6.
- 2) Han DG, Park DH. Comparison of three-dimensional CT images with conventional CT images in the diagnosis of the facial bone fractures. J Korean Soc Plast Reconstr Surg 1997;24:78-85.
- 3) Shin HK, Jung JH, Kim YH, Sun H. The usefulness of Mandible CT scanning in the Diagnosis and treatment of mandible fracture. J Korean Cleft Palate Craniofac Assoc 2005;6:44-8.
- 4) Rydberg J, Buckwalter KA, Caldemeyer KS, Phillips MD, Comces DJ Jr, Aisen AM et al. Multisection CT: scanning techniques and clinical applications. Radiographics 2000;20:1787-806.
- 5) Klingenbeck-Regn K, Schaller S, Flohr T, Ohnesorge B, Kopp AF, Baum U. Subsecond multi-slice computed tomography: basics and applications. Eur J Radiol 1999;31:110-24.
- 6) Park JC, Kim YH, Jeong JH, Seul JH. Comparison analysis of 3D CT and cephalometrics in craniofacial measurements. J Korean Soc Plast Reconstr Surg 2002;29:502-8.
- 7) Dos Santos DT, Costa e Silva AP, Vannier MW, Cavalcanti MG. Validity of multislice computerized tomography for diagnosis of maxillofacial fractures using an independent workstation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2004;98:715-20.
- 8) Wang P, Yu Q, Shi H. Comparison of 2D-CT and 3D-CT in diagnosing mid-facial fractures. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 2001;36:256-8.
- 9) Özçelik D, Hüthüt İ, Kuran İ, Bankaoglu M, Orhan Z, Mayda AS. Comparison of accuracy of three-dimensional spiral computed tomography, standard radiography, and direct measurements in evaluating facial fracture healing in a rat model. Ann Plast Surg 2004;53:473-80.
- 10) Ohkawa M, Tanabe M, Toyama Y, Kimura N, Uematsu K, Satoh G. The role of three-dimensional computed tomography in the management of maxillofacial bone fractures. Acta Med Okayama 1997;51:219-25.