

비골 골절 형태의 입체적 분석에 있어 3D 영상과 비교한 단순방사선영상 및 2D CT 영상의 정확도

한동길 · 김태섭 · 박대환 · 심정수 · 이용직

대구가톨릭대학교 의과대학 성형외과학교실

Original Article

The Accuracy Rate in Comprehension of Aspects of Nasal Bone Fracture Based on Simple X-ray and 2D CT Compared with 3D Image

Dong Gil Han, Tae Seob Kim, David Dae Hwan Park, Jeong Su Shim, Yong Jig Lee

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Catholic University of Daegu School of Medicine, Daegu, Korea

Purpose: The nasal bone fracture is known as the most common facial fracture, with the postoperative results and the patient's satisfaction known to be lower than other facial fractures. The patient's satisfaction is firstly related to the accurate comprehension of the spatial relationship in the fractured nasal bone and secondly to the accurate reduction based on accurate comprehension. The aim of this study is to evaluate the objective usefulness of the three-dimensional (3D) imaging.

Methods: The survey was conducted on 10 randomly selected cases of nasal bone fractures among the 46 cases with 3D computed tomography (CT) during the past one year. It was requested upon 4 plastic residents and 4 plastic surgeons to draw 3D aspect of fractured nasal bone directly on the printed photos of cadaver nasal bone, based on simple X-ray and two-dimensional (2D) CT. They were compared with the real fractured nasal bone aspects based on the 3D image and marked the difference in the 10-point scale of 0 to 10.

Results: The average score of the 4 residents was 1.62 and that of the 4 surgeons was 4.47 out of 10 by simple X-ray. The average score of the 4 residents was 5.67 and that of the 4 surgeons was 7.25 out of 10 by 2D CT.

Conclusion: It was surmised that the precise analysis and accurate comprehension of the spatial relationship of the fractured nasal bone using the 3D image, as based on the 2D CT images, can produce more favorable satisfaction levels in the patients.

Keywords: Nasal bone, Computed tomography, X-ray, Facial bone

서 론

비골 골절은 안면 골절 중에서 가장 흔히 발생하며, 안면 골절의 약 40%를 차지한다.¹ 비골 골절의 분류는 Stranc 분

류방법이 가장 일반적이며,² 국내에서도 분류를 위한 여러 연구들이 보고되었다.³⁻⁵ 기존 연구들의 주된 내용들은 임상검사, 방사선검사, 그리고 전산화단층촬영에 기초하여 비골 골절을 분류하고, 그에 대한 치료와 연관된 골절 등에 대하여 조사하여 비골 골절의 통계분석 자료를 제공하며, 향후 비골 골절 환자의 효율적인 진단 및 치료에 도움을 주고자 하는 것이었다.⁶

비골 골절은 비교적 수술이 간단하고 짧은 시간에 교정이 가능하지만 그에 비해 환자의 수술 후 만족도는 다른 안면골 골절에 비해 낮은 것으로 알려져 있다. 합병증의 빈도

Correspondence: Dong Gil Han

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Catholic University of Daegu School of Medicine, 33 Duryugongwon-ro 17-gil, Nam-gu, Daegu 705-718, Korea
Tel: +82-53-650-4474 / Fax: +82-53-650-4584 / E-mail: dghan1001@cu.ac.kr

*This study conducted with foundation of Catholic University of Daegu .

Received June 15, 2012 / Revised September 21, 2012

Accepted September 24, 2012

는 17.6-36.4% 정도로 보고하고 있으며, 불만족스러운 수술 결과도 주된 합병증 중 하나이다.^{5,7-9}

저자들은 비골 골절 수술에서 수술 후 만족도가 낮은 원인 중 하나로 수술 전 골절 양상의 입체적 분석이 정확히 이루어지지 않은 것과 이를 바탕으로 정복수술을 시행하기 때문이라고 가정하였다. 최근에는 3차원 전산화단층촬영(three-dimensional computed tomography, 3D CT)을 수술 전에 검사하여 입체적인 골절 양상을 확인하고 수술하는 경우가 많으나 이것이 기존의 단순방사선촬영이나 2차원(two-dimensional, 2D) CT에 비해 골절의 입체적 구조를 이해하는데 얼마나 도움이 되는지는 자세히 보고된 바 없었다.

이에 저자들은 비골 골절의 양상을 입체적으로 정확히 판단하는데 있어 3D 이미지의 기여도를 확인하기 위해서 성형외과 전공의와 전문의를 대상으로, 단순방사선영상과 2D CT를 보고 입체적으로 재구성하게 한 비골 골절 이미지와 3D CT 이미지상의 실제 골절 양상을 비교해보고 그 차이를 분석해 보았다.

재료 및 방법

1. 대상

2011년 1월부터 2011년 12월까지 본원에서 순수 비골 골절로만 진단받고 치료받은 환자 중에서 3D CT를 찍은 환자 중 무작위로 뽑은 10례를 대상으로 하였다. 전산화단층촬영

영상 통상적으로 이루어지는 안면부 촬영을 기본으로 하여 light speed v64 channel MD CT (multidetector tomography, GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA)를 이용하여 120 kV, 170mAs로 1 mm 간격과 두께로 이루어졌고, 3D 이미지도 함께 얻었다.

2. 방법

본원 성형외과 3, 4년차 각각 2명씩 전공의 4명과 전문의 4명에게 비골 단순방사선사진과 전산화단층촬영상을 제시한 뒤 골절 부위, 골절 형태, 골절편 전위 양상 등 입체적인 비골 골절의 모습을 두개골 사진의 비골 부위에 직접 그리게 하였다(Fig. 1). 3D CT 이미지의 골절 양상을 10점 만점으로 하여, 그림으로 그린 골절의 방향, 양상, 위치 등이 실제 골절과 다른 사항이 발견될 때마다 1점씩 감점을 하는 방식으로 직접 그린 입체적 모습에 0점부터 10점까지 점수를 매기고 점수 차이를 비교하여 단순방사선사진과 2D CT를 기초로 한 입체적 비골 골절 양상 분석이 제대로 이루어지고 있었는지를 분석하였다.

구체적인 감점 항목은 upper half에는 골절이 없음에도 골절이 있는 것으로 인지한 경우, 한쪽 upper half와 lower half 양쪽에 골절이 있으나 upper half와 lower half 전체적으로 골절이 있는 것으로 인지한 경우, 양쪽 lower half 전체적으로 골절이 있으나 한쪽 lower half에만 골절이 있는 것으로 인지한 경우, 한쪽 lateral wall과 tip에 골절이 있으나 lower

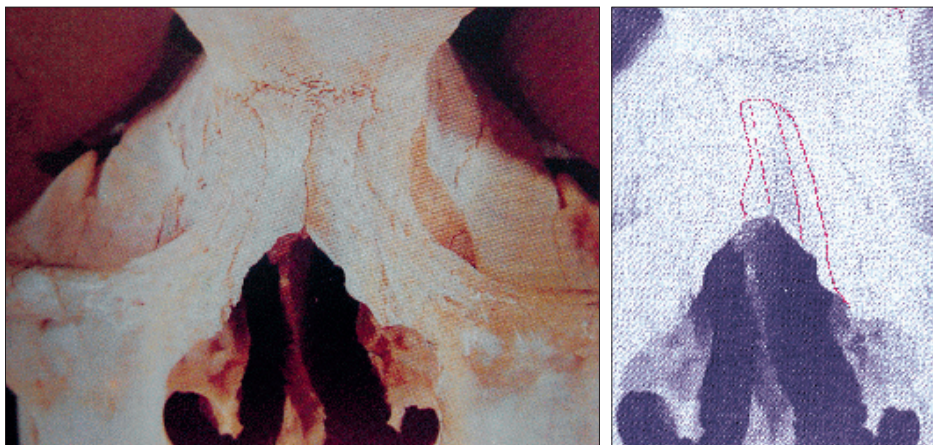


Fig. 1. Nasal bone of a cadaver sample. (Left) Printed cadaver nasal bone. (Right) An example of the drawing of spatial relationship of nasal bone fracture as they catch hold.

half 전체적으로 골절이 있는 것으로 인지한 경우, tip에만 골절이 있으나 lower half 전체적으로 골절이 있는 것으로 인지한 경우, 한쪽 lateral wall에 전체적으로 골절이 있으나 tip 주변 일부분에만 골절이 있는 것으로 인지한 경우, 전두 돌기 골절이 있으나 골절이 없는 것으로 인지한 경우, 광범위한 전두돌기 함몰 골절의 경우에서 전두돌기 골절을 인지는 하였으나 일부분에만 골절이 있는 것으로 인지한 경우 등으로 나타났고 각 해당사항마다 1점씩 누적해서 감점을 하여 최종 점수를 도출하였다(Table I).

결 과

전산화단층촬영영상을 분석하여 그린 입체적 골절 양상 판단과 3D 이미지상의 실제 골절 양상 정보가 비슷한 경우도 있었다(Fig. 2). 구체적인 분석결과를 보면 단순방사선촬영만으로 판단한 입체적 골절 양상 점수는 10점 만점에 전공의 평균 1.62점, 전문의 평균 4.47점이었다(Tables II, III). 전

산화단층촬영영상을 분석하여 그린 입체적 골절 양상 점수는 전공의 평균 5.67점, 전문의 평균 7.25점이었다(Tables IV, V).

이러한 점수의 차이는 첫째, 골절 부위를 판단하는데 있어 실제로는 비골의 아래 절반 정도에만 골절이 있음에도

Table III. Average Point Analysed by Nasal Bone View

| | Surgeon | Resident |
|----------|---------|----------|
| X-ray 1 | 2.5 | 0 |
| X-ray 2 | 6.5 | 2.75 |
| X-ray 3 | 4.5 | 3 |
| X-ray 4 | 6.5 | 0 |
| X-ray 5 | 4.5 | 1.75 |
| X-ray 6 | 3.25 | 1 |
| X-ray 7 | 3.75 | 3 |
| X-ray 8 | 6.25 | 2.5 |
| X-ray 9 | 4.25 | 1 |
| X-ray 10 | 4 | 1.25 |
| Average | 4.47 | 1.62 |

Table I. Category of Deduction Points

| Category | Request drawing | 3D image |
|-------------------------------|--|--|
| Upper half fracture | + | - |
| Upper and lower half fracture | Overall both upper and lower half | A side of upper and both lower half |
| Lower half fracture | A side of lower half | Both side of lower half |
| Lateral wall | Overall lower half A side of lateral wall | Tip and a side of lateral wall Overall lateral wall |
| Tip | Overall lower half | Only tip |
| Frontal process fracture | - A part | + Overall wide |

Table II. Points Analysed by Nasal Bone View in Comprehension of Three-dimensional Contour of Fractured Nasal Bone

| | S1 | S2 | S3 | S4 | R3-1 | R3-2 | R4-1 | R4-2 |
|----------|----|----|----|----|------|------|------|------|
| X-ray 1 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X-ray 2 | 5 | 8 | 7 | 6 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| X-ray 3 | 3 | 7 | 3 | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| X-ray 4 | 0 | 1 | 5 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X-ray 5 | 7 | 5 | 6 | 8 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| X-ray 6 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| X-ray 7 | 1 | 5 | 4 | 5 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| X-ray 8 | 7 | 7 | 5 | 6 | 4 | 3 | 3 | 0 |
| X-ray 9 | 6 | 3 | 5 | 3 | 0 | 1 | 3 | 0 |
| X-ray 10 | 2 | 3 | 6 | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 |

S, surgeon; R, resident.

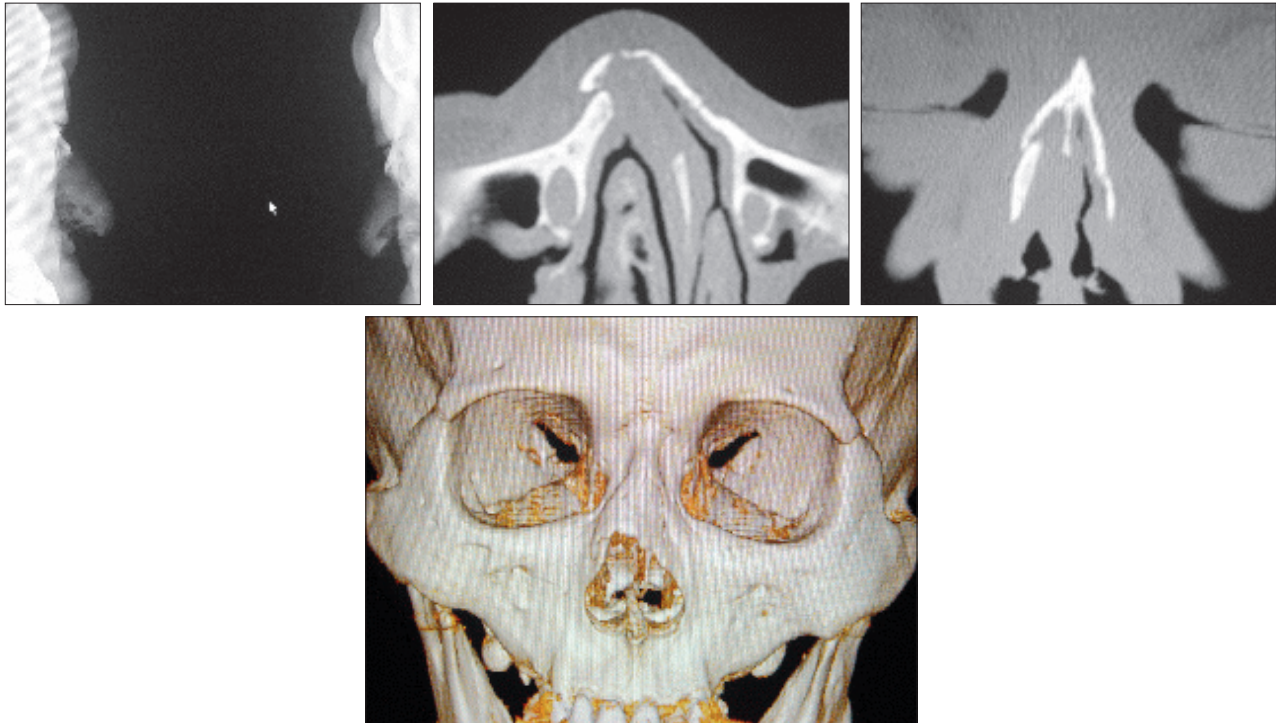


Fig. 2. (Above, left) Nasal bone view of the patient #4. One surgeon and four residents answered there was no fracture. (Above, center and right) Two-dimensional computed tomography (2D CT) view of same patient. Nasal bone fracture and deviation was defined in 2D CT. (Below) Real 3D image shows a similar shape of fracture.

Table IV. Points Analysed by Two-dimensional Computed Tomography (CT) Scans in Comprehension of Three-dimensional Contour of Fractured Nasal Bone

| | S1 | S2 | S3 | S4 | R3-1 | R3-2 | R4-1 | R4-2 |
|-------|----|----|----|----|------|------|------|------|
| CT 1 | 5 | 6 | 8 | 8 | 5 | 5 | 8 | 4 |
| CT 2 | 6 | 8 | 9 | 7 | 6 | 6 | 5 | 6 |
| CT 3 | 5 | 8 | 8 | 8 | 6 | 5 | 8 | 5 |
| CT 4 | 6 | 5 | 6 | 6 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| CT 5 | 5 | 7 | 10 | 10 | 4 | 7 | 7 | 8 |
| CT 6 | 7 | 8 | 9 | 6 | 4 | 5 | 8 | 6 |
| CT 7 | 8 | 7 | 9 | 10 | 4 | 6 | 5 | 4 |
| CT 8 | 8 | 6 | 7 | 6 | 6 | 7 | 5 | 8 |
| CT 9 | 8 | 7 | 6 | 7 | 4 | 4 | 7 | 6 |
| CT 10 | 9 | 6 | 8 | 7 | 3 | 5 | 8 | 8 |

S, surgeon; R, resident.

비골 전체적으로 골절이 있다고 착각하는 면(Fig. 3), 둘째, 상악골의 전두돌기 골절 모양을 정확하게 입체적으로 파악하지 못하는 면(Fig. 4), 셋째, 전체적인 비골 골절의 형태를 입체적으로 부정확하게 인지하는 면 등에 기인하는 것으로 나타났다(Fig. 5).

고 찰

비골 골절은 안면 골절에 있어서 가장 흔한 부위이며 외상의 증가와 더불어 비골 골절로 내원하는 환자가 늘고 있는 추세이고 그에 따른 비골 골절에 대한 분류나 역학조사,

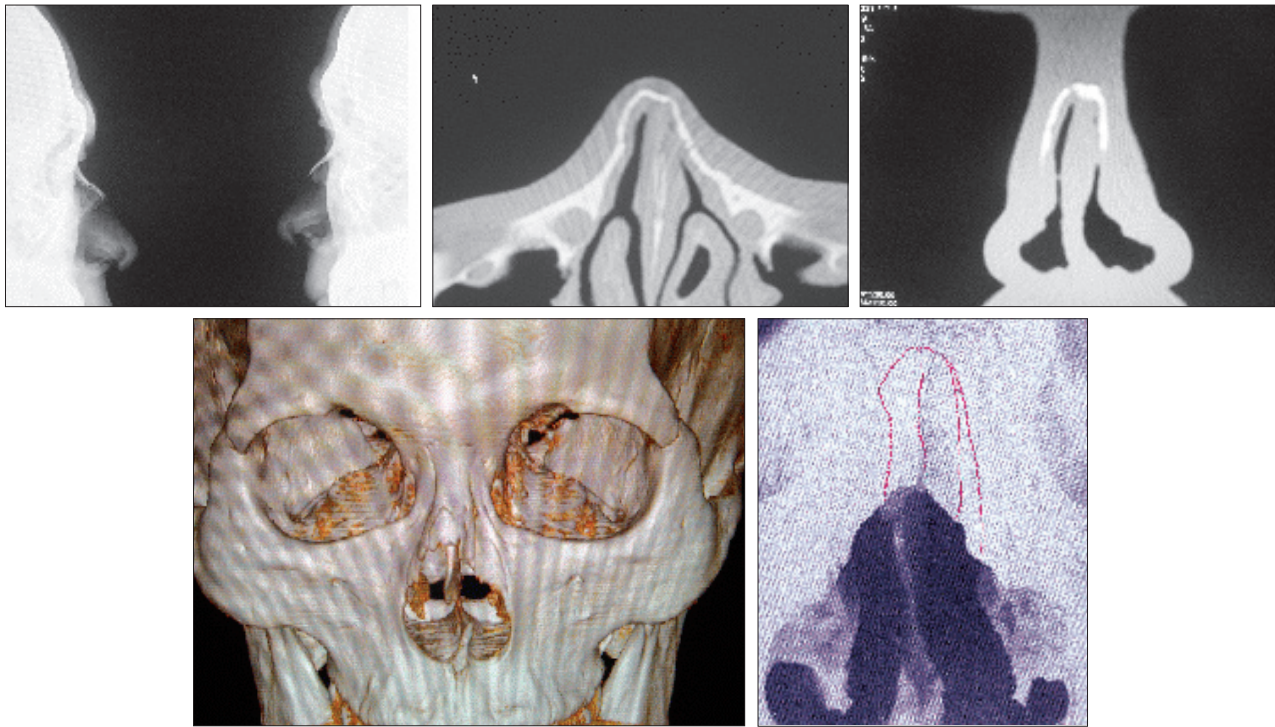


Fig. 3. A case of poor understanding in the aspect of nasal bone fracture (patient #3). (Above, left) Nasal bone view. (Above, center and right) Two-dimensional (2D) computed tomography (CT) images. (Below, left) 3D image shows only a lower half of nasal bone fracture and frontal process fracture of left maxilla. (Below, right) Drawing of the shape of nasal bone fracture by requester based on 2D CT. The requester perceived that entire nasal bone fracture and frontal process fracture of left maxilla in a small portion existed.

Table V. Average Point Analysed by Two-dimensional Computed Tomography (CT) Scans

| | Surgeon | Resident |
|---------|---------|----------|
| CT 1 | 6.75 | 5.5 |
| CT 2 | 7.5 | 5.75 |
| CT 3 | 7.25 | 6 |
| CT 4 | 5.75 | 4.75 |
| CT 5 | 8 | 6.5 |
| CT 6 | 7.5 | 5.75 |
| CT 7 | 8.5 | 4.75 |
| CT 8 | 6.75 | 6.5 |
| CT 9 | 7 | 5.25 |
| CT 10 | 7.5 | 6 |
| Average | 7.25 | 5.67 |

합병증 등에 대한 연구가 많이 보고되고 있지만 수술결과에 대한 만족도는 여전히 불만족스러운 것이 현실이다.^{5,7-9} 실제로 비골 골절 수술 후 합병증을 살펴보면 반상출혈, 감각 저하, 후각기능 저하, 잔존 비변형, 코 막힘 등 다양하게 나타났고 외상 전과 비교하여 코 모양의 변형이 보일 때가

장 많은 불만을 표시하는 경향이 있으며 실제 보고된 합병증 비율은 Lee 등⁹의 보고에서는 비골 골절 정복술 후 합병증의 빈도가 36.4%로 나타났다고 하며 Oh 등⁵의 보고에서는 26.5%에서 수술 후 합병증을 보였다고 하며 Park과 Kim⁴의 보고에서는 비골변형이 전체적으로 22.9%의 빈도로 나타났다고 보고하였는데 Lim 등⁶의 보고에 따르면 수술 후 합병증의 빈도는 8.4%였고 비중격 손상을 적극적으로 교정하고 비골 골절에 대해 미용적 수술을 동시에 시행해 줌으로써 다른 보고서에서와 달리 현저히 낮은 합병증의 발생 빈도를 얻을 수 있었다고 보고하였다.

Park 등¹⁰의 보고에 의하면 단순촬영에서 비골 골절을 진단하기 힘든 경우가 있고 단순촬영의 비골 골절에 대한 민감도는 62%였고, Min 등¹¹의 보고에서는 소아의 단순촬영의 민감도는 71.9%였고 성인의 단순촬영의 민감도는 80.9%였다. 또한 3D 영상은 단순방사선촬영이나 전산화단층촬영보다 골절 유무의 판단에는 열등할 수 있지만 선명한 골절선이 있는 경우 골절의 범위, 함몰 및 만곡의 정도를 판정

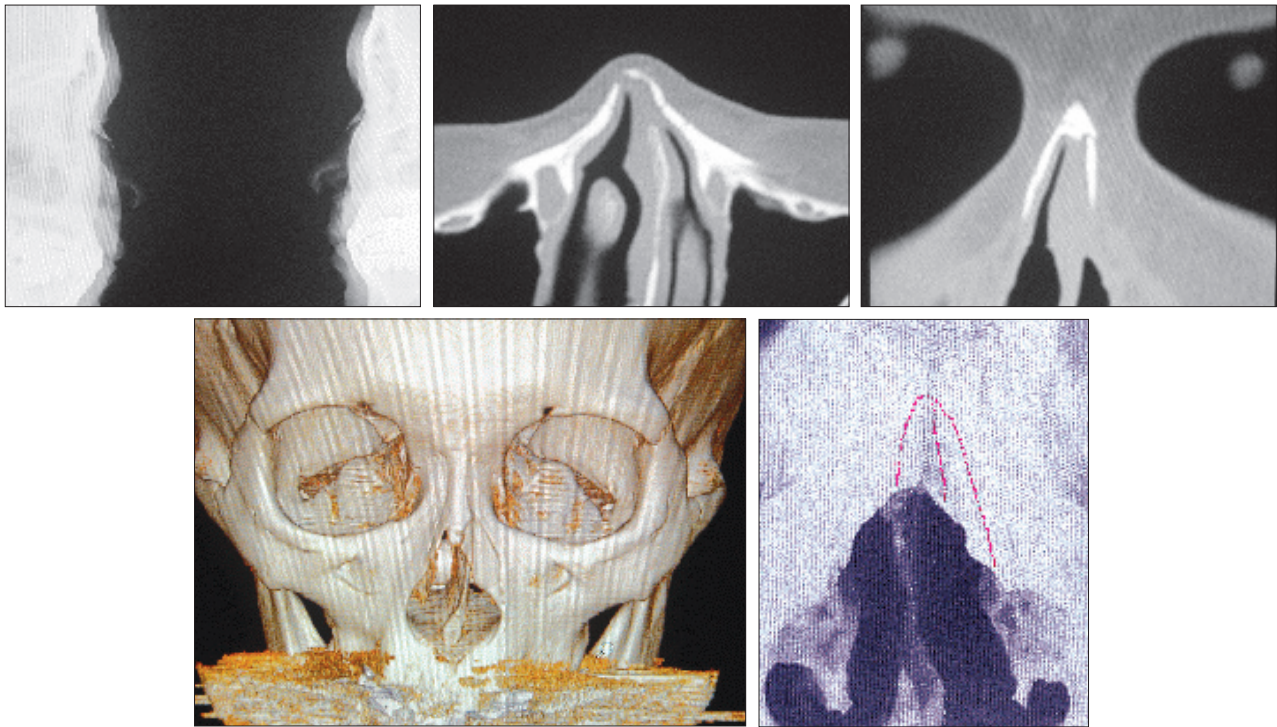


Fig. 4. A case of inaccurate perception of the extent of frontal process of maxilla (patient #5). (Above, left) Nasal bone view. (Above, center and right) Two-dimensional computed tomography (2D CT) images. (Below, left) 3D image shows that the entire frontal process of left maxilla is injured. (Below, right) Drawing of the shape of nasal bone fracture based on 2D CT. The requester perceived that a part of the frontal process of left maxilla was injured.

하는 데는 유용하다고 보고하였다.¹²

이처럼 비골 골절에 대한 분류나 역학조사, 합병증 등에 대한 연구가 많이 보고되고 있지만 수술의 만족도를 높이기 위한 원인 분석에 대한 연구는 많지 않은 것이 현실이다. 또한 그 원인 중 하나가 수술 전 골절 양상의 입체적 분석의 부족함에 있을 수 있다는 구체적 연구는 많지 않았다. 이에 저자들은 비골 골절 정복술 후 만족도가 낮은 원인 중 하나가 수술 전 비골 골절의 입체적 양상 분석의 부족함 때문이라는 가정하에 본 연구를 시작하였다.

골절 양상 판단의 오류를 조금이나마 줄이기 위해 경험이 부족한 전공의 1, 2년차의 분석 점수는 제외하고 성형외과 전공의 3, 4년차 각각 2명과 전문의 4명을 대상으로 단순 방사선촬영과 2D CT를 기초로 재구성한 입체적 비골 골절 양상 분석 이미지와 3D 이미지상의 실제 입체 골절 양상을 직접 비교해보고 그 차이를 분석하였다. 3D 이미지상의 골절 양상을 10점 만점으로 하여 그림으로 그린 골절의 방향, 양상, 위치 등이 실제 골절과 다른 사항이 발견될 때마다 1점씩 감점을 하였다. 또한 3D 이미지 영상이 비골 골절의 양

상을 입체적으로 정확히 판단하는데 도움이 되는지를 객관적으로 확인하고자 하였고 그 결과 Tables II-V와 같이 재구성하여 예측한 골절 이미지는 실제 골절과 많은 차이를 보였다.

이런 차이를 보이는 데는 다음의 세 가지 요인이 주로 작용한 것으로 생각된다. 첫째, 골절 부위를 판단하는데 있어 실제로는 비골의 아래 절반 정도에만 골절이 있음에도 비골 전체적으로 골절이 있다고 착각하는 경우로서 전문의에게도 종종 발생하는 오류로 조사되었고 많은 감점을 받은 항목이었다(Fig. 3). 둘째, 상악골의 전두돌기 골절 모양을 정확하게 입체적으로 파악하지 못하는 경우로서 전두돌기에 골절이 있다는 것은 충분히 인지하였으나 골절의 범위를 실제보다 적게 인지하는 오류가 주로 나타나 감점을 받게 되었다(Fig. 4). 셋째, 전체적인 비골 골절의 형태를 입체적으로 부정확하게 인지하는 것에 기인하는 경우로서 전공의와 상대적으로 경험이 적은 전문의에게서 많이 되었다(Fig. 5).

이처럼 2D CT를 기초로 재구성한 입체적 비골 골절 양

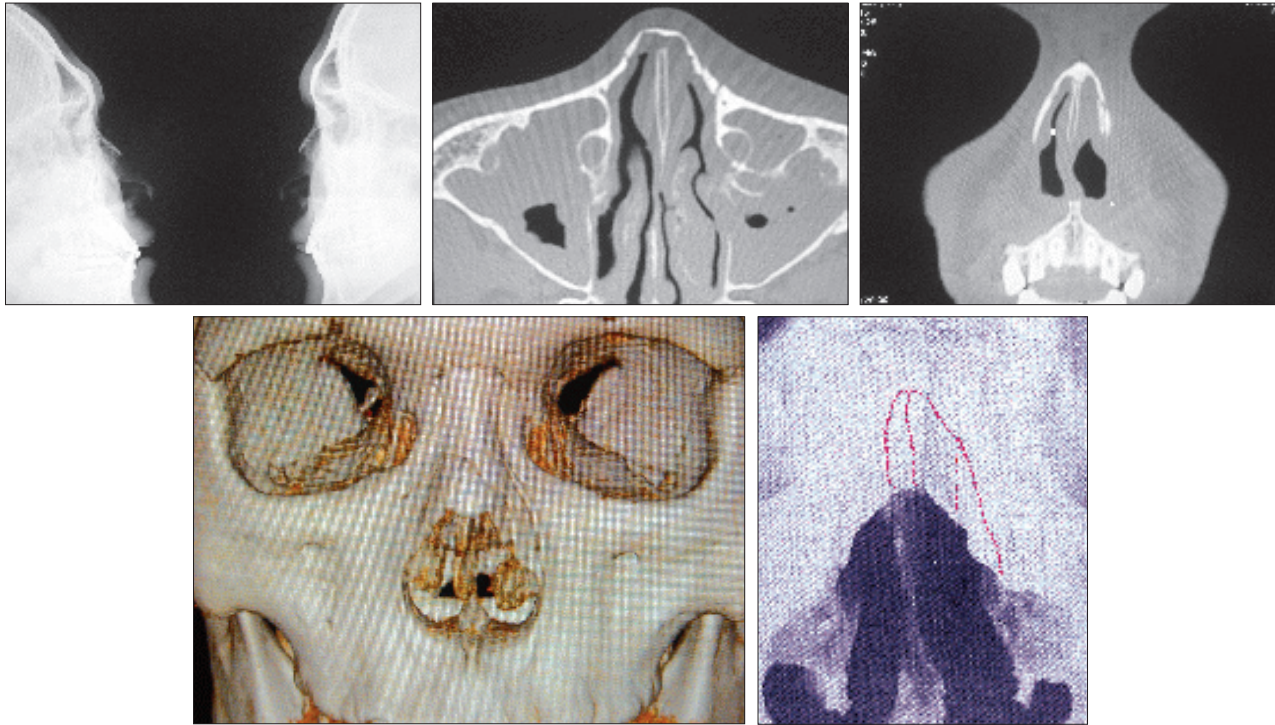


Fig. 5. A case of inaccurate perception of the spatial relationship of nasal bone fracture (patient #2). (Above, left) Nasal bone view. (Above, center and right) Two-dimensional computed tomography (2D CT) images. (Below, left) 3D image shows that entire frontal process of left maxilla and entire lower half of nasal bone are injured. (Below, right) Drawing of shape of nasal bone fracture based on 2D CT. The requester perceived the fracture of a part of lateral nasal wall and a part of frontal process of left maxilla.

상 분석에서조차 전공의와 전문의의 점수 차이만큼, 또 전문의의 경험에 따른 차이만큼 정확한 수술계획의 차질과 부정확한 골절정보를 유발하게 되어 가장 간단한 수술임에도 불구하고 다른 안면골 골절과 비교하여 상대적으로 많은 합병증이 남게 되고 환자들로부터 불만족스러운 수술결과에 대한 호소가 많이 나타날 수밖에 없는 것으로 판단되었다.

비골 골절 수술의 만족도는 단순 골절, 복잡 골절, 골절편 전위 정도, 비중격 손상 정도, 술자의 경험, 수술 후 관리 등 여러 가지 요인에 따라 다양하게 나타날 수 있지만, 동일한 조건의 골절을 수술한다는 전제하에 2D CT에 의한 정보를 기초로 하고 3D 이미지상의 실제 입체 골절 양상을 참고한다면 입체적인 골절 양상과 골절편의 전위 정도를 좀더 정확하게 파악하여 비골 골절 전의 모양에 최대한 가깝게 골절 정보함과 동시에 필요한 부위에 필요한 정보만을 함으로써 수술 시간도 줄이고 원하지 않는 손상을 최소화하여 비변형을 최대한 줄여 환자의 만족도를 높이는 하나

의 방법이 될 수 있을 것으로 생각된다.

결론

단순방사선촬영과 2D CT를 기초로 재구성한 골절 양상은 3D CT의 실제 입체적 비골 골절 양상과는 많은 차이를 보였다. 비골 골절의 치료에 있어 2D CT에 의한 정보를 기본으로 하고 3D 이미지상의 실제 입체 골절 양상 정보를 같이 참고한다면 더욱 정확한 골절 정보 및 환자 만족도 향상에 도움이 될 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Muraoka M, Nakai Y: Twenty years of statistics and observation of facial bone fracture. *Acta Otolaryngol Suppl* 538: 261, 1998
2. Stranc MF, Robertson GA: A classification of injuries of the nasal skeleton. *Ann Plast Surg* 2: 468, 1979
3. Hwang K, You SH, Kim SG, Lee SI: Analysis of nasal bone fractures; a

- six-year study of 503 patients. *J Craniofac Surg* 17: 261, 2006
4. Park WY, Kim YH: A clinical study of the nasal bone fracture according to stranc classification. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 35: 289, 2008
 5. Oh HK, Park YJ, Kim HS, Ryu JY, Kook MS, Park HJ, Ryu SY: A recent 5-year retrospective study on nasal bone fracture. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 34: 230, 2008
 6. Lim KR, Kim HI, Ahn SM, Hwang SM, Jung YH, Song JK: Clinical analysis of the nasal bone fracture. *J Korean Cleft Palate-Craniofac Assoc* 12: 81, 2011
 7. Chung SH, Park J, Choe J, Baek SM: Clinical analysis of satisfaction of nasal bone reduction. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 21: 984, 1994
 8. Hong SB, Choi BW, Suh IS, Ha JH: Clinical & radiological evaluation of the nasal bone fractures. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 23: 1572, 1996
 9. Lee JH, Park WY, Nam HJ, Kim YH: Complications of the nasal bone fractures according to the stranc classification. *J Korean Cleft Palate-Craniofac Assoc* 9: 62, 2008
 10. Park CS, Suh CH, Seok EH, Chung WK, Byun US: Nasal bone fractures: evaluation with thin-section CP. *J Korean Radiol Soc* 33: 197, 1995
 11. Min KH, Hong SH, Lee JH: The value of facial bone CAT scan in the diagnosis of the nasal bone fracture. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 33: 440, 2006
 12. Kwak JH, Han JK, Koh KS, Yang KH: Three-dimensional reformation of computed tomography in the nasal bone fractures. *J Korean Radiol Soc* 25: 469, 1989