

# 하악골 골절에 대한 파노라마방사선사진의 진단능

부산대학교 치의학전문대학원 구강악안면방사선학교실  
\*부산대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실  
이지현 · 정연화 · 조봉혜 · 황대석\*

## Diagnostic ability of panoramic radiography for mandibular fractures

Ji-Hyun Lee, Yun-Hoa Jung, Bong-Hae Cho, Dae-Seok Hwang\*

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Pusan National University

\*Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Pusan National University

### ABSTRACT

**Purpose** : The purpose of this study was to evaluate the diagnostic efficacy of panoramic radiographs for detection of mandibular fractures.

**Materials and Methods** : The sample was comprised of 65 patients (55 fractured, 10 non-fractured) with 92 fracture sites confirmed by multi-detector computed tomography (CT). Panoramic radiographs were evaluated for mandibular fractures by six examiners; two oral & maxillofacial radiologists (observer A&B), two oral & maxillofacial surgeons (observer C&D), and two general dentists (observer E&F).

**Results** : Sensitivity of panoramic radiography for mandibular fractures was 95.7% in observer A&B, 93.5% in observer C&D and 80.4% in observer E&F. The lowest sensitivity was shown in symphyseal/parasymphyseal areas, followed by subcondylar/condylar regions.

**Conclusion** : Panoramic radiography is adequate for detection of mandibular fractures. However, additional multi-detector CT is recommended to ascertain some indecisive fractures of symphysis and condyle, and in complicated fractures. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2010; 40 : 33-38)

**KEY WORDS** : Radiography, Panoramic; Mandible; Mandibular fractures

### 서 론

하악골은 안면 외상으로 인한 골절이 흔히 나타나는 부위이다.<sup>1-3</sup> 골절의 진단은 환자의 병력조사와 임상적 검사도 필요하지만 무엇보다 방사선학적 평가가 골절 유무 및 위치 파악에 필수적이다.<sup>4</sup> 하악골의 골절은 중안모 골절보다 상대적으로 단순한 편이어서 두부 후전방, 역타운, 측사위를 포함하는 mandibular series와 파노라마 방사선사진 등 일반 방사선사진이 진단에 많이 이용되며<sup>5-8</sup> 복합골절의 경우에는 컴퓨터단층사진(Computed tomography, CT)촬영이 추천된다.<sup>9,10</sup>

나선형컴퓨터단층촬영법(Helical CT)은 하악골 골절 진단의 가장 정확한 방법으로<sup>11,12</sup> 골절 위치나 변위뿐 아니라

연조직 평가도 가능하다는 장점이 있는 반면, 높은 방사선 노출량 및 비용 등이 단점으로 지적된다. 이에 반하여 파노라마방사선촬영법은 경제적이며 방사선노출량이 적고, 한 번의 촬영으로 전 악골을 검사할 수 있으므로 하악골 골절이 의심될 때 가장 많이 이용되는 촬영법이다.<sup>13</sup>

Giovannini 등<sup>9</sup>은 임상검사와 함께 일반 방사선사진과 파노라마 방사선사진을 촬영하면 어떤 하악골 골절도 진단할 수 있다고 하였고, Salvolini<sup>7</sup>는 하악골 단일 골절 시는 파노라마 방사선사진과 일반 방사선사진으로 충분하다고 하였다. Moilanen<sup>14</sup> 및 Nair 등<sup>15</sup>도 비복합 하악골 골절(uncomplicated fracture)의 경우에는 파노라마 방사선사진이 이상적 진단방법이라고 보고하는 등 많은 연구자들<sup>4,5,12</sup>이 파노라마 방사선사진을 하악골 골절의 표준검사법으로 추천하고 있다.

하악골 골절 진단에 있어서 파노라마 방사선사진의 진단능은 Mandibular series 등 여타의 일반 방사선사진보다 높은 것으로 알려져 있다.<sup>5,14-17</sup> 하악골 골절에 대한 파노라

접수일(2009년 12월 17일), 수정일(2010년 1월 11일), 채택일(2010년 1월 14일)  
Correspondence to : Dr. Bong-Hae Cho  
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Pusan National University, Busan 626-870, Korea  
Tel) 82-55-360-5255, Fax) 82-51-510-8210, E-mail) bhjo@pusan.ac.kr

마 방사선사진의 민감도는 Moilanen<sup>14</sup>이 93%, Chayra 등<sup>5</sup> 92%, 장 등<sup>17</sup> 90.4%, Wilson 등<sup>18</sup> 89%, Wilson 등<sup>12</sup> 86%, Markowitz 등<sup>6</sup> 88%를 보고하고 있어 상당히 높은 민감도를 보임을 알 수 있다. 그러나 파노라마 방사선사진은 zonography의 특성상 환자의 악골이 상층(image layer) 내에 정확히 위치하지 않으면 상의 왜곡이 발생하고 경추, 설골, 접형골의 spine 등 경조직과 비인두, 구인두, 연구개, 혀 등 연조직이 하악골 상에 중첩되어 나타나므로 파노라마 영상의 특성을 잘 이해하지 않으면 진단에 어려움을 겪을 수도 있다. 최근 국내에서는 파노라마방사선촬영기가 개인의 의원에도 보편적으로 사용되고 있는 추세로 전공 의사뿐 아니라 일반 치과의사도 하악골 골절의 일차 진단을 담당하는 경우가 점점 증가하고 있다.

이 연구의 목적은 하악골 골절의 진단에 있어서 파노라마 방사선사진의 진단능을 평가하고자 시도되었다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

2008년 3월부터 2009년 2월까지 외상을 주소로 내원하여 같은 날 다중검출컴퓨터단층사진(Multi-detector CT,

MDCT)과 파노라마 방사선사진을 모두 촬영한 환자의 방사선사진을 검토하여 하악골 골절을 평가하였다. 골절의 확인은 10년 이상의 임상경험을 가진 1명의 구강악안면방사선 전공자와 1명의 구강악안면외과 전공자가 임상 소견 및 CT 소견을 기준으로 합의에 의하여 이루어졌으며 환자의 움직임이나 금관으로 인한 금속 artifacts, volume averaging effect 등 CT의 기술적 요소로 인하여 골절 여부의 확인이 불가능한 경우는 제외하였다. 파노라마 방사선사진은 골절 판독에 영향을 미치지 않도록 다른 선행질환이 없고 촬영오류가 없는 파노라마 방사선사진만을 연구에 사용하였다. 이 과정을 거쳐 CT 상에서 하나 이상의 하악골 골절이 확인된 55명과 골절이 없는 10명, 모두 65명의 환자의 파노라마 방사선사진을 연구재료로 선택하였다. 선택된 환자는 4세-78세(평균나이 31.2세) 사이의 남자 43명, 여자 22명으로 선택에 참여한 두 명의 의사는 사전지식이 결과에 영향을 미칠 수 있으므로 본 평가에 참여하지 않았다.

### 2. 방사선사진 촬영

CT는 4-slice, Multi-detector CT (LightSpeed QX/I; General Electric Medical Systems, Milwaukee, Wis, USA)로 120 kVp, 250 mA, 3 mm pitch, 0.5 mm reconstruction interval로 촬영

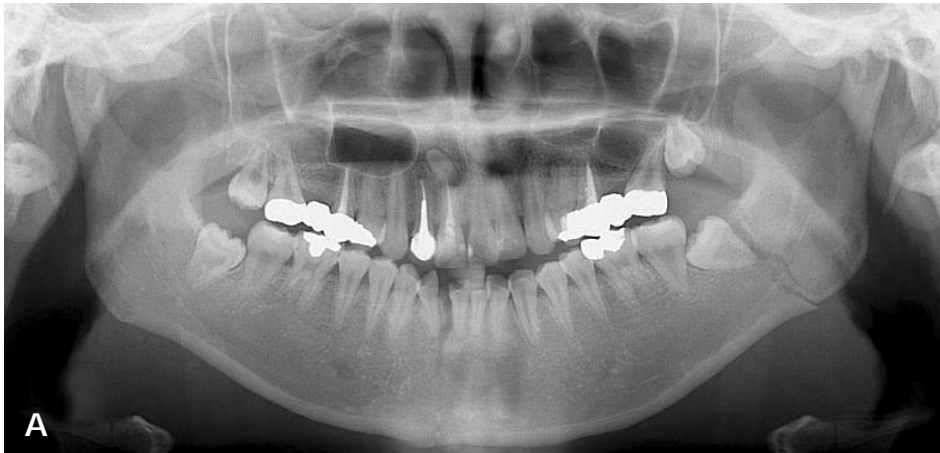
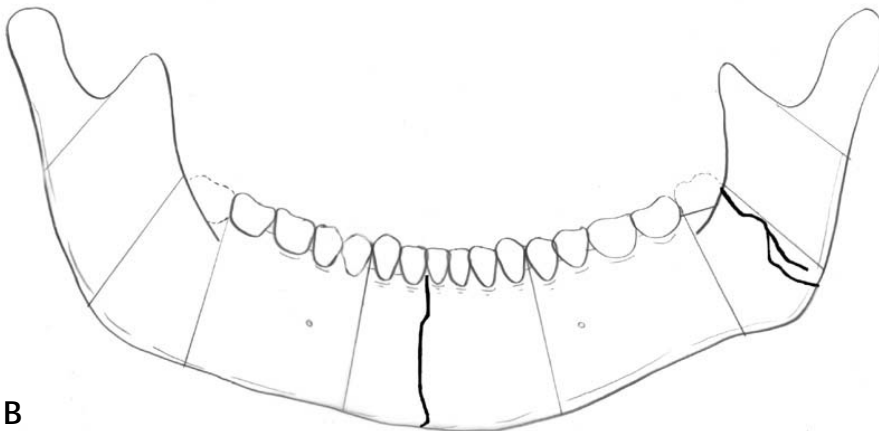


Fig. 1. Panoramic radiograph (A) and Diagram (B) showing mandibular fractures.



되었으며, 2.5 mm 두께의 측면상과 관상면 및 3D 재구성 영상이 제공되었다.

파노라마 방사선사진 촬영은 PM 2002 CC Proline (Planmeca Oy., Helsinki, Finland)을 이용하여 62-64 kVp, 5-6 mA, 18초의 노출시간으로 디지털영상으로 촬영되었다.

### 3. 파노라마 방사선사진 판독

평가자는 파노라마 방사선사진을 일상적으로 접하는 5년 이상의 임상경험을 가진 치과의사 6명으로, 2명의 구강악안면방사선 전공자(평가자 A&B), 2명의 구강악안면외과 전공자(평가자 C&D) 및 2명의 일반개원치과의사(평가자 E&F)로 구성되었으며 환자의 임상정보 없이 평가에 참여하였다. 평가자에게는 골절이 없거나 혹은 하나 이상 있다는 것을 알려주었고 일정한 순서 없이 무작위로 판독하게 하였다. 모든 영상은 PACS 시스템 (M-view; Marotec, Seoul, Korea)으로 전송되어 판독용모니터 (2,048 × 2,560 image matrices, 10-bit viewable gray scale, and 145.9-ft-lambert luminescence)상에서 판독되었으며 흑화도, 대조도 및 확대율 조절을 허용하였다. 골절에 대한 평가는 Roth 등<sup>11</sup>의 도해를 변형한 그림을 사용하여 각 파노라마 방사선사진에서 관찰되는 골절선을 도해 상에 그리게 하여 (Fig 1A & B) 골절위치를 보다 정확히 판별할 수 있도록 하였다.

평가는 1개월 간격으로 두 번 실시하여 일차 평가 결과를 사용하여 진단능을, 이차 평가결과를 사용하여 판독자내 일치도를 산출하였다. 판독결과는 이부 (symphysis/parasymphysis), 골체부 (body), 우각부 (angle), 하악지 (ramus) 및 과두부 (subcondyle/condyle) 등 부위별로 분석되었다. 골절의 진단능은 민감도로 평가하였고 골절선 만을 기록한 연구의 특성상 특이도 대신 위양성의 수를 파악하였다. 판독자내 일치도는 SPSS (version12.0 for Windows, SPSS Inc, Chicago, Ill)를 이용하여 Kappa index<sup>19</sup>를 계산하였는데 각 환자에 있어서 골절 수와 골절부위에 대한 일, 이차 판독이 완전히 일치할 경우에 '일치'로 판독하였고 한 환자 내에서 부분일치를 보이는 경우는 모두 불일치로 판독하였다. Kappa 값은 <0.00, poor agreement; 0.00 to 0.20, slight

agreement; 0.21 to 0.40, fair agreement; 0.41 to 0.60, moderate agreement; 0.61 to 0.80, substantial agreement; and 0.81 to 1.00, almost perfect agreement<sup>20</sup>로 해석된다.

## 결 과

### 1. 하악골 골절의 분포

연구에 이용된 65명의 환자 중 골절환자 55명의 총 골절수는 92 부위로 과두부와 이부가 각각 전체의 32.6%와 30.4%의 높은 빈도를 보였으며 하악지가 가장 낮은 빈도를 보였다 (Table 1).

### 2. 진단능

각 부위에 따른 평가자의 판독결과는 Table 2, 3 및 Fig. 2와 같다.

구강악안면방사선 전공자 및 구강악안면외과 전공자군은 각각 95.7% 및 93.5%의 민감도를 보여 상당히 높은 진단능을 보였으나 일반개원치과의사군은 80.4%의 상대적으로 낮은 결과를 보였다. 부위별로 살펴보면 하악지의 경우 모든 판독자가 100% 골절을 판독하였고 하악각 부위도 높은 진단능을 나타낸 반면, 가장 낮은 부위는 이부로 83.4%의 진단능을 나타내었고 과두부가 89.5%로 그 다음으로 낮았다. 위양성의 수는 2명의 구강악안면방사선 전공자와 1명의 일반개원치과의사가 매우 낮은 반면, 2명의 구강악안면외과 전공자는 비교적 높았고 또 1명의 일반개원치과

Table 1. Distribution of mandibular fractures

Site	No (%)
S/PS	28 (30.4)
Body	14 (15.2)
Angle	17 (18.5)
Ramus	3 (3.3)
SC/C	30 (32.6)
Total	92 (100)

S/PS=symphysis/parasymphysis; SC/C=subcondyle/condyle

Table 2. Panoramic radiographic assessment of mandibular fractures by anatomic region and reviewer

Site	Observer					
	A	B	C	D	E	F
S/PS	26/28 (1)	25/28 (0)	26/28 (3)	24/28 (0)	19/28 (0)	20/28 (0)
Body	14/14 (0)	14/14 (2)	14/14 (3)	13/14 (3)	13/14 (0)	10/14 (1)
Angle	17/17 (0)	17/17 (0)	16/17 (0)	16/17 (2)	17/17 (6)	16/17 (1)
Ramus	3/3 (0)	3/3 (0)	3/3 (0)	3/3 (0)	3/3 (10)	3/3 (0)
SC/C	28/30 (0)	29/30 (0)	30/30 (3)	27/30 (5)	24/30 (2)	23/30 (0)
Total	88/92 (1)	88/92 (2)	89/92 (9)	83/92 (10)	76/92 (18)	72/92 (2)

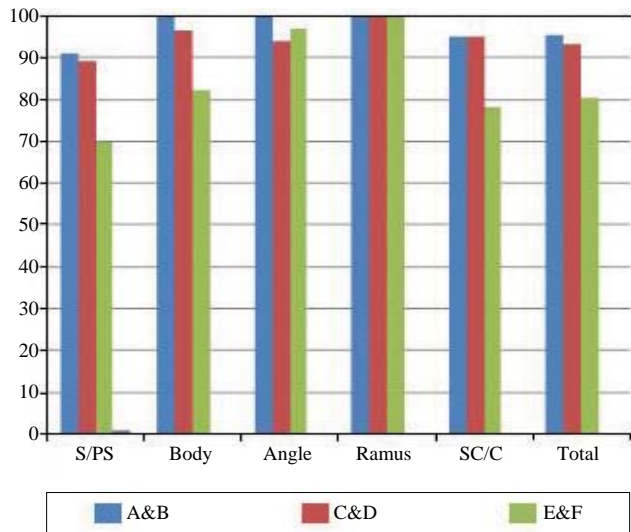
Measures are true-positive diagnosis/total number of confirmed fractures, and (false-positive results)

S/PS=symphysis/parasymphysis; SC/C=subcondyle/condyle

**Table 3.** Sensitivity of panoramic radiographic diagnosis of mandibular fractures by anatomic region and reviewer

Site	Observer						Mean
	A	B	C	D	E	F	
S/PS	92.9	89.3	92.9	85.7	67.9	71.4	83.4
Body	100	100	100	92.9	92.9	71.4	92.9
Angle	100	100	94.1	94.1	100	94.1	97.1
Ramus	100	100	100	100	100	100	100
SC/C	93.3	96.7	100	90.0	80.0	76.7	89.5
Total	95.7	95.7	96.7	90.2	82.6	78.3	89.9

S/PS=symphysis/parasymphysis; SC/C=subcondyle/condyle



**Fig. 2.** Sensitivity of panoramic radiographic diagnosis of mandibular fractures by reviewer group. S/PS=symphysis/parasymphysis; SC/C=subcondyle/condyle.

**Table 4.** Correct diagnosis & interobserver reliability by case-by-case basis

	Observer						Mean
	A	B	C	D	E	F	
Correctness	60/65	57/65	54/65	52/65	41/65	49/65	52/65
Kappa index	0.84	0.78	0.70	0.67	0.42	0.68	0.68

의사는 매우 많은 수를 보여 군 별로 서로 다른 진단 경향을 나타내었다. Table 4는 65명의 환자 중 위양성 없이 골절만을 정확히 진단한 환자의 수와 2회의 평가에 있어서 관찰자내 일치도를 Kappa index로 나타낸 것이다. 각 환자에 있어서 위양성 없이 모든 골절을 바르게 진단한 경우를 의미하는 case-by-case basis 진단정확도는 구강악안면방사선 전공자가 가장 높았으나 일반 개원의 1명을 제외한 나머지 평가자도 80% 이상(52/65)의 환자에서 정확한 진단을 보였다. 관찰자내 일치도 또한 일반 개원의 1명만 moderate agreement를 보였을 뿐 그 외 모든 평가자가

substantial 혹은 almost perfect agreement의 높은 일치도를 보였다.

## 고 찰

골절의 확진은 수술시 관찰로 이루어지나 모든 골절을 개방정복술(open reduction)로 치료하지는 않으므로 본 연구에서는 하악골 골절의 판독기준으로 CT 영상을 이용하였다. 하악골 골절의 진단에 있어서 CT가 낮은 진단능을 보였다는 보고<sup>6,18,21</sup>가 있으나 이들 연구는 과거의 비나선식(nonhelical) CT의 측면(axial plane)상만을 이용한 것으로 Wilson 등<sup>12</sup>은 나선식 CT의 다면영상을 이용한 하악골 골절 진단결과 민감도가 100%로 모든 하악골 골절을 파악할 수 있었다고 보고하였다. 1990년대 등장한 나선식 고속 CT는 측면상뿐 아니라 높은 해상력의 관상면, 시상면 및 3차원 재구성상을 제공하게 되었으며<sup>22</sup> 특히 Multi-detector CT는 데이터 획득속도 및 해상력이 더욱 높아져 골절의 위치 및 변위를 평가하는데 있어서 그 사용이 점점 증가되고 있다.<sup>23</sup> 본 연구에서도 Multi-detector CT의 다면 영상을 사용하여 하악골 골절 판독 경험이 많은 두 명의 전공자가 골절 유무가 명확하게 판별되는 증례만을 연구재료로 이용하였으므로 CT상을 판독기준으로 사용함에 있어서 위음성 및 위양성의 가능성은 거의 없을 것으로 생각된다.

파노라마 방사선사진은 간편하고 경제적이며 방사선노출량이 낮은 반면 진단능이 우수하여 하악골 골절 진단에 일차적인 촬영법으로 추천된다.<sup>4,5,12,14,15</sup> 그러나 파노라마 방사선사진은 촬영기술의 영향이 커서 환자의 위치나 노출조건 등이 맞지 않으면 상의 왜곡, 흐림, 불필요한 구조물의 중첩 등으로 진단적 한계를 보일 수 있다. 본 연구에서는 임상적으로 허용가능한 수준의 파노라마 방사선사진을 선택하였으며 단순히 부위별로 골절선 유무를 기록한 것이 아니라 하악골 도해 상에 직접 골절선을 그리게 하여 그 위치가 정확히 일치할 경우에만 ‘옳음’으로 판정하여 판독의 정확도를 보다 높이고자 노력하였다.

진단능을 평가할 때 평가자 군에 따라 다른 결과를 보일 수 있다. 일반적으로 하악골 골절에 대한 평가는 주로 구강악안면외과 전공자가 평가자로 참여한 경우가 많으며<sup>12,17,18</sup> 일반치과의사가 참여한 경우는 거의 없었다. 하악골 골절이 의심되는 경우 대부분의 환자들은 종합병원을 찾지만 치아상실이나 교합이상 등의 주소로 일반 개원치과에 내원하는 환자도 드물지 않다.<sup>24</sup> 또한 최근 많은 개원치과의사가 파노라마방사선촬영기를 보유하고 있어 앞으로 일반 개원치과의사가 하악골 골절의 일차 진단을 담당할 가능성이 더욱 높아졌다. 그러므로 본 연구에서는 일상 업무의 하나로 골절의 진단에 관여하는 구강악안면외과 및 구강악안면방사선 전공자뿐 아니라 골절과 관련한 전공을 하

지 않은 일반 개원치과의사도 평가자로 참여시켰다.

하악골 골절의 분류는 다양하지만<sup>2,25-28</sup> 본 연구에서는 치조골은 포함하지 않고 이부, 체부, 하악각, 하악지, 과두부로 분류하였으며 증례가 없는 오혜돌기도 제외하였다. 본 연구에서 하악골 골절의 분포는 과두부와 이부가 가장 많아 한국인 대상의 이 등<sup>3</sup>, 장 등<sup>17</sup> 및 김 등<sup>29</sup>의 연구와 유사한 분포를 보였으며 하악지 골절이 가장 낮은 약 3%의 빈도를 보였는데 앞의 세 연구<sup>3,17,29</sup>에서는 하악지를 독립적으로 분류하지 않았다.

본 연구 결과 하악골 골절에 대한 파노라마 방사선사진의 민감도는 전체 평균 89.9%였다. 구강악안면방사선 및 구강악안면외과 전공자군은 평균 93% 이상의 매우 높은 민감도를 보인 반면 일반개원치과의사군은 이보다 낮은 약 80%의 민감도를 나타내었다. 비록 일반개원치과의사군이 상대적으로 낮은 민감도를 보였지만 80% 이상의 민감도는 파노라마 방사선사진이 하악골 골절의 진단에 매우 유용한 도구임을 시사한다. 전공자들이 평가자로 참여한 기존 연구<sup>12,15,17,18</sup>에서 파노라마 방사선사진 민감도는 부위에 따라 편차는 있으나 대부분 80% 이상을 보여 본 연구 결과와 유사하였다.

본 연구에서 가장 낮은 민감도를 나타낸 부위는 이부였으며 그 다음이 과두부였다. 이부는 파노라마 방사선사진의 상층이 가장 좁은 부위로 하악을 정확히 상층에 위치시키기 어렵고 경미한 하악후퇴나 하악전돌이 있어도 상층을 벗어나기 쉬워 상의 축소나 확대 등 상의 왜곡이 가장 흔히 발생하는 부위이다. 그리고 경추의 허상이 중첩되어 상의 흐림이 발생하여 골절의 진단이 더욱 어렵다. 또한 하치조신경의 절치지가 견치내로 들어가는 영양관이 투과상 선으로 나타나 골절로 오인될 수 있고 정중부의 설공도 투과상 소견을 보일 수 있다. 이부의 골절은 하악 전치부의 교합이상을 야기할 수 있으므로 방사선사진 상 골절 여부가 불명확 할 때 철저한 임상검사가 도움이 된다.

과두골절은 가장 인지하기 어려운 골절 중의 하나로 여겨지는데,<sup>15,18,30,31</sup> 특히 과두상부가 비변위 종축골절(sagittal splitting fracture) 되었을 때 감별이 어려웠으며 골절선이 접형골의 극돌기(Spinous process), 환추(Atlas)의 전방부, 비인두 및 귀의 연조직 등과 중첩되어 나타날 때도 구별이 어려웠다. 또한 Bifid condyle 등 과두의 형태가 특이적이어서 과두가 이중상으로 나타나거나 과두의 장축각도가 커서 상이 왜곡되어 투사되는 것도 판독을 까다롭게 하는 요소였다. Chacon 등<sup>31</sup>은 어린이의 경우 과두골절이 악골 성장에 영향을 미칠 수 있으므로 CT 촬영으로 확진할 것을 추천하였으며 Romeo 등<sup>32</sup>은 과두 골절의 경우 치료방법 선택에 CT가 유용하다고 하였다.

하악지의 골절은 증례가 단 3개로 일반화는 어렵지만 모든 평가자들이 100% 판독하여 Wilson 등의 연구<sup>12,18</sup>에서

보다 높은 민감도를 보였다.

본 연구에서는 골절이 있는 부위만을 파악하였으므로 특이도를 구하는 대신 위양성의 수를 기록하였다. 위양성의 수는 판독자간 서로 다른 양상을 보여주었는데 2명의 구강악안면방사선 전공자 및 1명의 일반 개원의가 아주 낮았으며 또 다른 1명의 일반 개원치과의사는 아주 높았다. 이 평가자의 경우 특히 하악각 및 하악지 부위에서 높은 위양성을 보여 연구개 및 혀의 기저부 중첩을 골절로 진단하는 경향을 보였다. 2명의 구강악안면외과 전공자도 대체로 높은 수의 위양성을 보였는데 이것은 치료를 담당하는 전공의 특성 상 골절 여부가 불분명할 경우 잠정적으로 골절로 간주하는 것이 임상적으로 안전하기 때문인 것으로 해석된다. 이들은 하악체 부위에서는 치아로 들어가는 영양관이나 설골 및 후두개 허상과의 중첩부를, 과두부에서는 비인두 중첩부를 골절로 진단하는 경향을 보였다.

본 연구에서는 각 환자에 있어서 1, 2차 판독일치 여부를 기준으로 관찰자내 일치도를 구하였는데 일반 개원의 1명을 제외하고는 모두 substantial 혹은 almost perfect agreement의 높은 일치도를 보여 Shetty 등<sup>33</sup>의 연구에서와 같이 골절의 평가에 일관성이 있음을 보여 주었다.

본 연구의 결과, 구강악안면외과나 구강악안면방사선 전공자 등 하악골 골절을 일상적으로 접하는 평가자들은 진단능 및 관찰자내 일치도가 높았고 부위별 판독에 있어서도 균별로 유사한 성향을 보였다. 그러나 2명의 일반 개원치과의사는 전공자군에 비하여 상대적으로 낮은 민감도를 보였는데, 1명은 위양성의 수가, 또 1명은 위음성의 수가 많은 것이 그 원인으로 지적되어 서로 상당히 다른 성향을 보였다. 이것은 일반 개원치과의사의 경우 골절진단에 관한 교육을 주기적으로 받지 않으므로 개인의 경험이나 관심유무에 따라 판독성향이 달라지기 때문이다. 따라서 일반개원치과의사들에게 파노라마 방사선사진을 이용한 하악골 골절 진단에 대한 체계적인 교육을 제공한다면 보다 높은 수준의 진단을 기대할 수 있을 것이다.

본 연구에서 대부분의 하악골 골절은 파노라마 방사선사진 상에서 쉽게 진단할 수 있어 파노라마방사선촬영법이 하악골 골절 진단에 유용한 방법임을 알 수 있다. 그러나 하악 이부와 과두부가 상대적으로 낮은 진단능을 보여 이 부위에 대한 정확한 진단이 필요하거나, 하악 외에 다른 골을 포함한 다발성 골절, 골절이 향후 영향을 미칠 수 있는 성장기 아동들의 골절진단 시에는 CT를 추가로 촬영하는 것이 추천된다.

## 참 고 문 헌

1. Haug RH, Prather J, Indresano AT. An epidemiologic survey of facial fractures and concomitant injuries. *J Oral Maxillofac Surg* 1990; 48 :

- 926-32.
2. King RE, Scianna JM, Petruzzelli GJ. Mandible fracture patterns: a suburban trauma center experience. *Am J Otolaryngol* 2004; 25 : 301-7.
  3. Lee JK, Kim SK. Clinical study on current jaw fractures of Koreans. *J Kor Oral Maxillofac Surg* 1994; 20 : 294-304.
  4. Reiner SA, Schwartz DL, Clark KF, Markowitz NR. Accurate radiographic evaluation of mandibular fractures. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1989; 115 : 1083-5.
  5. Chayra GA, Meador LR, Laskin DM. Comparison of panoramic and standard radiographs for the diagnosis of mandibular fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 1986; 44 : 677-9.
  6. Markowitz BL, Sinow JD, Kawamoto HK Jr, Shewmake K, Khoumeh F. Prospective comparison of axial computed tomography and standard and panoramic radiographs in the diagnosis of mandibular fractures. *Ann Plast Surg* 1999; 42 : 163-9.
  7. Salvolini U. Traumatic injuries: imaging of facial injuries. *Eur Radiol* 2002; 12 : 1253-61.
  8. Thai KN, Hummel RP 3rd, Kitzmiller WJ, Luchette FA. The role of computed tomographic scanning in the management of facial trauma. *J Trauma* 1997; 43 : 214-7; discussion 217-8.
  9. Giovannini UM, Goudot P. Radiologic evaluation of mandibular and dentoalveolar fractures. *Plast Reconstr Surg* 2002; 109 : 2165-6.
  10. Lee SJ, Kim HC, Bae SH, Yoon DY, Choi MH, Kim YC. Diagnostic accuracy and usefulness of three dimensional image of helical CT in maxillofacial fractures. *Kor J Radiol* 1997; 36 : 575-8.
  11. Roth FS, Kokoska MS, Awwad EE, Martin DS, Olson GT, Hollier LH, et al. The identification of mandible fractures by helical computed tomography and panorex tomography. *J Craniofac Surg* 2005; 16 : 394-9.
  12. Wilson IF, Lokeh A, Benjamin CI, Hilger PA, Hamlar DD, Ondrey FG, et al. Prospective comparison of panoramic tomography (zonography) and helical computed tomography in the diagnosis and operative management of mandibular fractures. *Plast Reconstr Surg* 2001; 107 : 1369-75.
  13. Oikarinen KS. Clinical management of injuries to the maxilla, mandible, and alveolus. *Dent Clin North Am* 1995; 39 : 113-31.
  14. Moilanen A. Midfacial fractures in dental panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 57 : 106-10.
  15. Nair MK, Nair UP. Imaging of mandibular trauma: ROC analysis. *Acad Emerg Med* 2001; 8 : 689-95.
  16. Johnston CC, Doris PE. Clinical trial of pantomography for the evaluation of mandibular trauma. *Ann Emerg Med* 1980; 9 : 415-8.
  17. Chang SH, Ann JJ, Soh JJ. Accurate radiographic evaluation of mandibular fractures. *J Kor Oral Maxillofac Surg* 1990; 16 : 12-5.
  18. Wilson IF, Lokeh A, Benjamin CI, Hilger PA, Hamlar DD, Ondrey FG, et al. Contribution of conventional axial computed tomography (nonhelical), in conjunction with panoramic tomography (zonography), in evaluating mandibular fractures. *Ann Plast Surg* 2000; 45 : 415-21.
  19. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Measurement* 1960; 20 : 37-46.
  20. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33 : 159-74.
  21. Creasman CN, Markowitz BL, Kawamoto HK Jr, Cohen S, Kioumeh F, Hanafee WN, et al. Computed tomography versus standard radiography in the assessment of fractures of the mandible. *Ann Plast Surg* 1992; 29 : 109-13.
  22. Brink JA. Technical aspects of helical (spiral) CT. *Radiol Clin North Am* 1995; 33 : 825-41.
  23. Schuknecht B, Graetz K. Eur Radiol. Radiologic assessment of maxillofacial, mandibular, and skull base trauma. *Eur Radiol* 2005; 15 : 560-8.
  24. Luyk NH, Ferguson JW. Fractures of the mandible: role of the general dentist. *N Z Dent J* 1992; 88 : 46-51.
  25. Buitrago-Téllez CH, Audigé L, Strong B, Gawelin P, Hirsch J, Ehrenfeld M, et al. A comprehensive classification of mandibular fractures: a preliminary agreement validation study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008; 37 : 1080-8.
  26. Escott EJ, Branstetter BF. Incidence and characterization of unifocal mandible fractures on CT. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008; 29 : 890-4.
  27. Greene D, Raven R, Carvalho G, Maas CS. Epidemiology of facial injury in blunt assault. Determinants of incidence and outcome in 802 patients. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 123 : 923-8.
  28. Rhea JT, Rao PM, Novelline RA. Helical CT and three-dimensional CT of facial and orbital injury. *Radiol Clin North Am* 1999; 37 : 489-513.
  29. Kim JW, Koh KJ. Radiological study of the mandibular fractures. *Kor J Oral & Maxillofac Radiol* 2009; 39 : 93-8.
  30. Assael LA. Clinical aspects of imaging in maxillofacial trauma. *Radiol Clin North Am* 1993; 31 : 209-20.
  31. Chacon GE, Dawson KH, Myall RW, Beirne OR. A comparative study of 2 imaging techniques for the diagnosis of condylar fractures in children. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61 : 668-72; discussion 673.
  32. Romeo A, Pinto A, Cappabianca S, Scaglione M, Brunese L. Role of multidetector row computed tomography in the management of mandible traumatic lesions. *Semin Ultrasound CT MR* 2009; 30 : 174-80.
  33. Shetty V, Atchison K, Belin TR, Wang J. Clinician variability in characterizing mandible fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59 : 254-61; discussion 261-2.