

# CT 영상을 이용한 악골 골수염의 경조직 변화에 관한 연구

서울대학교 치의학대학원 구강악안면방사선학교실, 경북대학교 치의학전문대학원 구강악안면방사선학교실

\*서울대학교 치의학대학원 구강악안면방사선학교실

\*\*서울대학교 치의학대학원 구강악안면방사선학교실, 치학연구소

\*\*\*서울대학교 치의학대학원 구강악안면방사선학교실, 치학연구소 및 BK21

안창현 · 최보람\* · 허경희\*\* · 이원진\*\*\* · 이삼선\*\*\* · 최순철\*\*

## Study on the hard tissue changes in osteomyelitis of the jaws using CT image

Chang-Hyeon An, Bo-Ram Choi\*, Kyung-Hoe Huh\*\*, Won-Jin Yi\*\*\*, Sam-Sun Lee\*\*\*, Soon-Chul Choi\*\*

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Seoul National University, and Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Kyungpook National University

\*Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Seoul National University

\*\*Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry and Dental Research Institute, Seoul National University

\*\*\*Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Dental Research Institute and BK21, Seoul National University

### ABSTRACT

**Purpose** : To assess the clinical findings and hard tissue changes of osteomyelitis of the jaws using computed tomographic (CT) image analysis.

**Materials and Methods** : We reviewed and interpreted the CT images of 163 patients (64 males and 99 females, age range from 10 to 87 years) who visited the Seoul National University Dental Hospital from April 23, 2006 to December 31, 2008 and were diagnosed as osteomyelitis of the jaws through clinical, radiologic, and histopathologic examination. Each CT findings was investigated for frequency, correlation with age and gender.

**Results** : Of the 163 patients, 31 (19.0%) were affected on the maxilla, 135 (82.8%) were affected on the mandible, and 3 (1.8%) were affected on the both jaws simultaneously. The mean age of the patients who were affected on the maxilla was 61.0 years and that of the patients who were affected on the mandible was 56.2 years. On the maxilla, the most frequent site of disease was the posterior area (83.9%) and on the mandible, mandibular body (83.0%), followed by angle (48.1%), ramus (38.5%), condyle (13.3%), incisal area (9.6%), and coronoid process (3.0%). Among the 31 maxillary osteomyelitis, defect in the trabecular bone was observed in 28 (90.3%), osteosclerosis 20 (64.5%), defect in the cortical bone 27 (87.1%), sequestrum 17 (54.8%), and periosteal reaction 2 (6.5%). Among the 135 mandibular osteomyelitis, defect in the trabecular bone was observed in 100 (74.1%), osteosclerosis 104 (77.0%), defect in the cortical bone 116 (85.9%), sequestrum 36 (26.7%), and periosteal reaction 67 (49.6%).

**Conclusion** : Of our cases, the maxillary osteomyelitis was visibly observed more frequently in females than males. The incidence is the highest in seventies (28.8%) and the lowest in teens (3.1%). The osteomyelitis of the jaws was observed more frequently in males than females before the age of 50, and observed more frequently in females after the age of 50. The most noticeable point was that the sequestrum was observed more often on maxillary osteomyelitis and the periosteal reaction was observed more often on mandibular osteomyelitis. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2009; 39 : 163-8)

**KEY WORDS** : Osteomyelitis; Maxilla; Mandible; Tomography, Computed

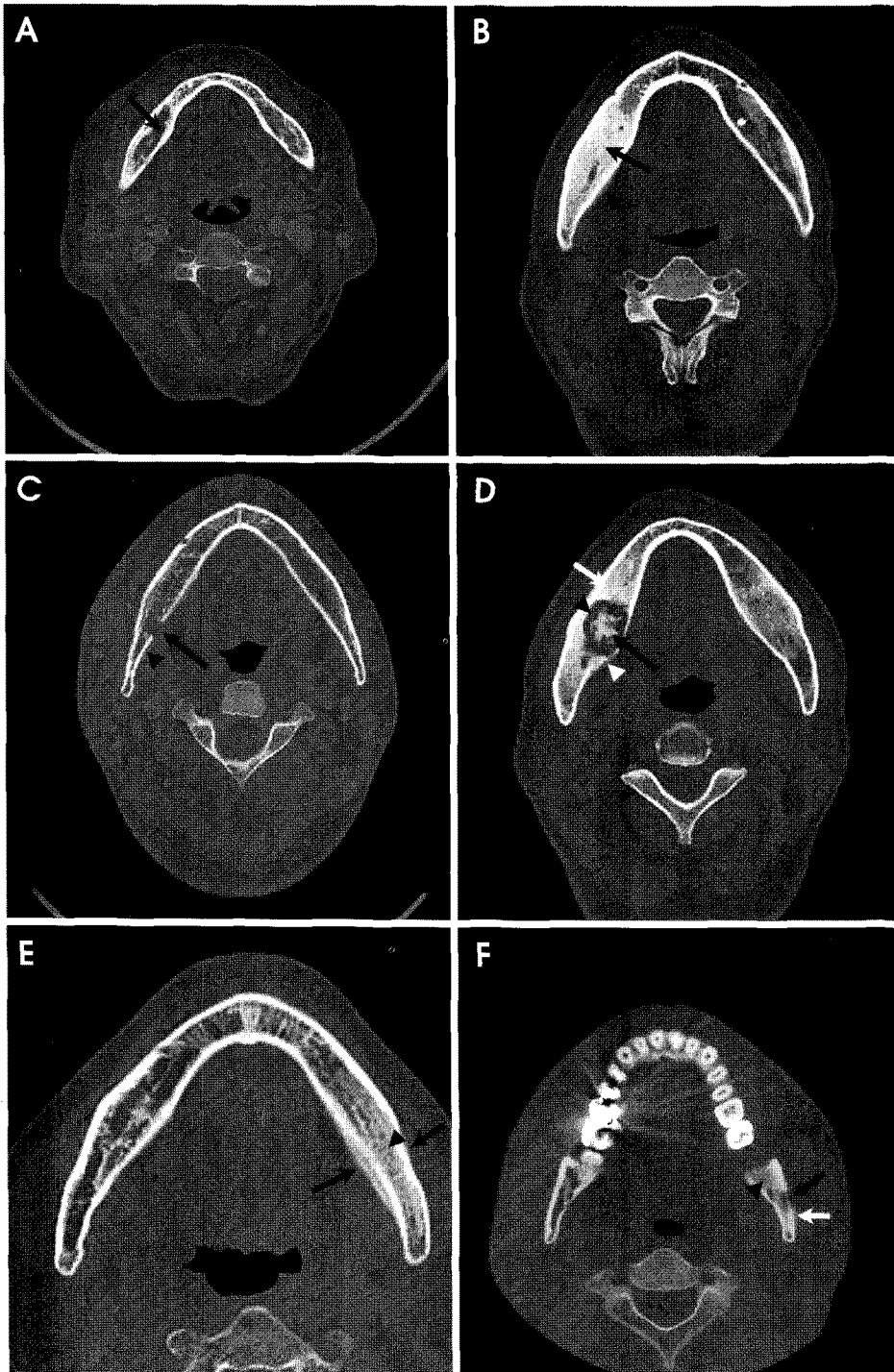
접수일 (2009년 7월 15일), 수정일 (1차 : 2009년 7월 31일, 2차 : 2009년 8월 14일), 채택일 (2009년 8월 18일)

Correspondence to : Prof. Soon-Chul Choi

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Seoul National University, 28 Yeongeon-dong, Jongno-gu, Seoul 110-749, Korea  
Tel) 82-2-2072-2622, Fax) 82-2-744-3919, E-mail) raychoi@snu.ac.kr

### 서론

골수염은 악골에서 흔하게 발생하는 염증성 질환으로 골수, 해면골, 피질골 및 골막을 포함하는 골조직의 염증성



**Fig. 1.** Hard tissue changes on CT images. (A) Defect in the trabecular bone (arrow). (B) Osteosclerosis (arrow) and periosteal reaction (arrow head). (C) Defect in the cortical bone (arrow) and periosteal reaction (arrow head). (D) Sequestrum (black arrow), defect in the trabecular bone (black arrow head), osteosclerosis (white arrow), and periosteal reaction (white arrow head). (E) Periosteal reaction (arrow) and osteosclerosis (arrow head). (F) Defect in the cortical bone (black arrow), periosteal reaction (white arrow head), and osteosclerosis (arrow head).

질환이며 골수강과 해면골을 따라 진행하여 피질골로 확장되고 골막까지 퍼져나간 후 결국 주위 연조직까지 이환시킬 수 있다. 악골에서의 골수염은 주로 치성 감염의 직접적인 확산에 의해 발생하며 상악보다는 하악에서 자주 발생하는데, 이는 상악에 비해 하악의 치밀하고 두꺼운 피질골과 상대적으로 부족한 혈관 분포 때문이다. 악골에 발생한 골수염은 다양한 경조직의 변화를 나타내며 방사선학적으로 다양하게 분류되어 진단된다. 골수염에 대한 정확한

진단은 골수염에 이환된 병소의 경계와 범위를 측정하고, 다른 염증성 질환이나 악성 종양과 감별이 가능하게 하여 적합한 치료와 양호한 예후를 위해 중요시 되고 있다. 또한 골수염의 다양한 치료법에 대한 반응과 결과를 평가하기 위해서는 골수염의 영상진단은 매우 중요하다.

Lee와 Ahn<sup>1</sup>은 일반방사선사진으로 악골 골수염의 임상적 및 영상 특성을 분석한 바 있으며 Yoshiura 등<sup>2</sup>은 일반방사선사진과 CT 영상의 상관관계를 연구하였고, Fullmer

등<sup>3</sup>은 콘빔CT(CBCT)의 영상 특성을 연구한 바 있다. Yoshiura 등<sup>2</sup>은 하악에 발생한 골수염의 CT 영상의 특징을 전반적으로 분류하여 경조직의 변화와 범위에 따른 근막 공간으로의 염증 확산과의 관계를 연구하였고, Ida 등<sup>4</sup>은 하악에 발생한 골수염의 CT 영상의 특징을 세세하게 분류한 후 치유가능성과의 관계를 연구하였으며, Hariya 등<sup>5</sup>은 하악에 발생한 골수염의 CT 영상의 특징을 전반적으로 분류한 후 악성 종양과의 감별점을 연구하였고, Tanaka와 Hayashi<sup>6</sup>는 하악에 발생한 골수염의 CT 영상의 특징을 전반적으로 분류하여 조직병리소견과의 연관성을 연구하였다. 이 밖에 많은 선학들이 악골 골수염을 여러 가지 진단 영상법을 이용하여 비교한 바 있으며 자기공명영상(MRI)을 이용한 연구도 소개되고 있다.<sup>7-10</sup>

이와 같이 하악에 발생한 골수염의 진단영상 분석, 치유 가능성 간의 상관관계, 치료법에 대한 연구는 지속적이고 다발적으로 진행되어 왔으나 상악에 발생한 골수염에 대한 연구와 CT 영상을 이용하여 경조직 변화의 특징을 세부적으로 분류하여 임상소견과 연관시킨 연구도 많지 않아 악골 골수염의 CT 영상 특성을 더 규명할 필요가 있다. 이에 저자 등은 악골 골수염에 이환된 환자들의 CT 영상을 분석하여 임상소견과 경조직의 변화와 특징을 분석하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

서울대학교 치과병원에서 2006년 4월 23일에서 2008년 12월 31일까지 촬영된 CT 영상 중 방사선학적, 병리조직학적, 임상적으로 골수염으로 진단받은 163명 환자(남자 64명, 여자 99명)의 영상을 대상으로 하였다. 수술 후 감염에 의한 골수염과 외상 후 감염에 의한 골수염, 방사선골괴사, 치료 후 재발된 골수염 환자의 영상은 연구대상에서 제외하였다.

### 2. CT 영상 검사

CT 영상은 Siemens Somatom Sensation 10(Siemens, Erlangen, Germany)을 이용하여 촬영하였다.

### 3. CT 영상소견 분석

163명의 악골 골수염환자의 CT 영상을 STARPACS (Infinit Co., Ltd., Korea) software를 이용하여 고해상도 판독용 모니터인 ME511L (Totoku Electric Co., Ltd., Tokyo, Japan) 상에서 숙련된 두 명의 구강악안면방사선과 의사가 분석하였다.

CT 영상에서 악골의 경조직 변화가 관찰되는 위치를 분석하였으며, 경조직 변화 상을 해면골 결손, 골경화, 피질골

**Table 1.** Age distribution and average age of the patients with osteomyelitis of the jaws

Age	Male	Female	Total	%
10-19	2	3	5	3.1
20-29	6	6	12	7.4
30-39	10	6	16	9.8
40-49	12	5	17	10.4
50-59	10	14	24	14.7
60-69	11	22	33	20.2
70-79	10	34	47	28.8
80-89	3	6	9	5.5
Total (Average age)	64 (51.6)	99 (61.0)	163 (57.3)	

**Table 2.** Affected side and distribution of the patients with osteomyelitis of the jaws

Affected side	No. of patients (right : right+left : left), (M : F)	Average age (M, F)
Maxilla	31 (15 : 2 : 18), (8 : 23)	61.0 (54.0, 63.4)
Mandible	135 (66 : 7 : 76), (58 : 77)	56.2 (50.9, 60.2)
Maxilla+Mandible	3 (2 : 0 : 1), (2 : 1)	46.3 (42.5, 54.0)

결손, 부골, 골막반응으로 나누어 분석하였다(Fig. 1).

## 결 과

### 1. 임상소견

전체 환자의 평균 나이는 57.3세였고 남자의 평균 나이는 51.6세, 여자의 평균 나이는 61.0세였다(Table 1). 상악에 골수염이 이환된 환자의 평균 나이는 61.0세(남자: 54.0세, 여자: 63.4세)였고 하악에 골수염이 이환된 환자의 평균 나이는 56.2세(남자: 50.9세, 여자: 60.2세)였다. 남자보다는 여자 환자의 증례가 많았으며 여자보다는 남자에게서보다 젊은 나이에 호발하였다. 골수염에 이환된 악골은 상악이 31례, 하악이 135례였고, 이 중 상악과 하악이 동시에 이환된 경우가 3례였다. 상악이 이환된 31례 중 우측이 이환된 경우가 15례, 좌측이 이환된 경우가 18례였고, 이 중 좌우측이 동시에 이환된 경우가 2례였다. 하악이 이환된 135례 중 우측이 이환된 경우가 66례, 좌측이 이환된 경우가 76례였고, 이 중 좌우측이 동시에 이환된 경우가 7례였다(Table 2).

### 2. CT 영상에서 병소의 범위

상악에 발생한 골수염 환자의 CT 영상에서 전치부가 이환된 경우가 13례(41.9%), 구치부가 이환된 경우가 26례(83.9%)였다. 하악에 발생한 골수염 환자의 CT 영상에서 절치부가 이환된 경우가 13례(9.6%), 하악체부 112례(83.0%),

**Table 3.** Affected area of osteomyelitis of the jaws detected on CT images

Maxilla (%)		Mandible (%)					
Anterior area	Posterior area	Incisal area	Body	Angle	Ramus	Condyle	Coronoid process
13 (41.9)	26 (83.9)	13 (9.6)	112 (83.0)	65 (48.1)	52 (38.5)	18 (13.3)	4 (3.0)

**Table 4.** Correlation between the hard tissue changes on CT images and the distribution of gender

Hard tissue changes	Maxilla (%)		Mandible (%)		Total (%)	
	Male	Female	Male	Female	Maxilla	Mandible
Defect in the trabecular bone	7 (87.5)	21 (84.0)	42 (72.4)	58 (75.3)	28 (90.3)	100 (74.1)
Osteosclerosis	4 (50.0)	16 (69.6)	40 (69.0)	64 (83.1)	20 (64.5)	104 (77.0)
Defect in the cortical bone	8 (100)	19 (82.6)	54 (93.1)	62 (80.5)	27 (87.1)	116 (85.9)
Sequestrum	4 (50.0)	13 (56.5)	12 (20.7)	24 (31.2)	17 (54.8)	36 (26.7)
Periosteal reaction	1 (12.5)	1 (4.3)	28 (48.3)	39 (50.6)	2 (6.5)	67 (49.6)

**Table 5.** Correlation between the hard tissue changes on CT images and the average age

Hard tissue changes	Maxilla		Mandible		Total	
	Male	Female	Male	Female	Maxilla	Mandible
Defect in the trabecular bone	61.6	63.6	52.7	61.2	61.6	57.6
Osteosclerosis	37.5	61.1	46.7	60.6	56.4	55.3
Defect in the cortical bone	54.0	64.7	52.2	59.7	61.6	56.2
Sequestrum	54.8	66.0	57.9	65.3	63.4	62.8
Periosteal reaction	43.0	11.0	44.4	55.8	27.0	51.0

하악각부 65례 (48.1%), 하악지 52례 (38.5%), 하악과두 18례 (13.3%), 근돌기 4례 (3.0%)였다 (Table 3). 전반적으로 살펴보면 하악체부, 하악각부, 하악지, 상악 구치부, 하악과두, 상악 전치부와 하악 절치부, 근돌기의 순으로 호발하였다.

### 3. CT 영상에서 경조직의 변화

상악에 발생한 골수염 환자의 CT 영상에서 해면골 결손이 관찰된 경우가 28례 (90.3%), 골경화 20례 (64.5%), 피질골 결손 27례 (87.1%), 부골 17례 (54.8%), 골막반응 2례 (6.5%)였다. 하악에 발생한 골수염 환자의 CT 영상에서 해면골 결손이 관찰된 경우가 100례 (74.1%), 골경화 104례 (77.0%), 피질골 결손 116례 (85.9%), 부골 36례 (26.7%), 골막반응 67례 (49.6%)였다. 상악에서는 해면골 결손, 피질골 결손, 골경화, 부골, 골막반응의 순으로 자주 관찰되었고, 하악에서는 피질골 결손, 골경화, 해면골 결손, 골막반응, 부골의 순으로 관찰되었으며 특히, 상악에서는 골막반응보다는 부골이 자주 나타났지만 하악에서는 골막반응이 부골보다 더 자주 관찰되었다 (Table 4). 골경화와 골막반응은 좀 더 어린 연령층에서 자주 발견되었으며 특히, 골막반응은 그 정도가 심하였다 (Table 5).

악골 골수염의 CT 영상에서의 경조직 변화상과 성별과의 관계는 특기할 점이 없었다.

## 고 찰

악골의 골수염은 생활수준의 개선으로 감소추세에 있었으나 최근 신체 저항성이 떨어진 노년층 인구의 증가와 골다공증, 파제트병, 골수종과 유방암 등의 악성 종양 환자의 치료에 사용되는 비스포스포네이트 (bisphosphonate)와 연관된 악골의 저혈관성 골괴사의 증가에 따른 골수염의 빈도가 다시 증가하고 있다.<sup>11-13</sup> 진단법과 치료법의 발달로 급성 골수염 치료의 실패율은 하락하였고, 감염관리와 예방적 항생제의 사용으로 수술 감염 또한 현저하게 감소하였지만, 보철물을 이용한 재건수술의 광범위한 증가로 감염의 기회 또한 더욱 확산되었다. 특히, 고령 환자의 경우 일방방사선사진만을 가지고는 악성 종양과의 감별이 어려우며, 농양이나 연조직염 등의 연조직 감염을 동반한 경우에는 생명에도 위협을 줄 수 있어 구강악안면방사선과와 구강악안면외과 의사들의 주의를 요한다고 할 수 있겠다.

급성과 만성, 미만경화골수염의 세부 분류의 명확한 경계나 정의는 아직까지 모호하고 논쟁의 여지가 있다. Suci 등<sup>14</sup>의 연구에서는 하악에 발생한 골수염을 화농과 충관형의 골막반응을 동반한 골용해성 변화를 보이고 항생제 치료가 효과적인 세균성 골수염과 비화농성이며 골팽윤, 피질골 파괴, 고형의 골막반응을 동반한 혼합형 골변화를 보이고 항생제 치료가 효과적이지 않은 윤활막염, 여드름, 농포

중, 골과다증, 골염을 동반하는 SAPHO 증후군과 연관된 골수염으로 분류를 하였다. 본 연구에서도 각 골수염에 대한 분류를 하지 않았으나 향후의 연구에서 영상조건, 조직병리소견과 임상소견 등을 분석하여 정확한 골수염의 분류가 필요하다고 생각된다.

일반방사선사진에서 골수염은 다양한 양상의 골막반응을 보이는 골용해성 또는 골경화성 병소로 관찰되지만 급성상태의 진단이 어려워 완전하게 골수염을 진단할 수는 없다. 핵의학영상에서는 급성상태의 골수염이 방사성동위원소의 집적으로 잘 관찰되지만, 악골에서 발생하는 골수염 이외의 염증이나 종양과의 감별이 어렵고 정확한 해부학적 정보를 파악하기가 어렵다.<sup>7,8,15</sup> MRI는 골형성과 파괴가 심한 골수염의 경우 골육종과의 감별이 불가능하지만 방사선노출이 없어 임신부 등 방사선 방어가 중요시되는 환자의 진단에 사용될 수 있으며 일반적인 방사선영상에서 골변화가 관찰되기 전에 골수의 변화를 파악할 수 있어 골수염이 의심되거나 CT 영상이나 일반방사선사진에서 변화상을 관찰할 수 없는 경우 추천될 수 있다.<sup>10,16</sup> CBCT 영상은 해상도가 우수하고 촬영시간이 짧으며 환자에 대한 방사선 조사량이 적고 다면재구성영상을 쉽게 구현할 수 있는 장점이 있으나 연조직의 변화를 관찰하기 어렵다는 단점이 있어 골수염 진단에 제한적이다.<sup>3</sup> 한편 CT 영상은 치과용 수복물이나 환자의 움직임에 의한 인공음영이 발생할 수 있고 경부경직이 있는 환자의 관찰면상을 얻기가 어려우며, 골수염의 초기 골수 변화와 치료에 대한 초기 반응을 관찰하기 어렵다는 단점에도 불구하고 연조직 변화와 혐기균감염에서의 기포가 잘 관찰되고, 연조직염과 농양을 감별할 수 있으며, 해면골과 피질골의 변화, 부비동과 악안면영역의 근막공간 주위 해부학적 구조물을 가장 잘 관찰할 수 있으며 악성 종양과의 감별에도 효율적이기 때문에 골수염을 포함한 악안면 감염의 진단에 매우 유용한 진단영상법이다.<sup>17-21</sup> Hariya 등<sup>5</sup>은 악골 골수염의 CT 영상에서는 골경화, 골막반응, 교근의 비대가 관찰되고, 악성 종양에서는 침투성(permeative) 골파괴, 피질골 팽윤, 교근과 내익돌근의 동시 비대가 관찰되는 것으로 악골에 발생한 골수염과 악성 종양을 감별할 것을 제안하기도 하였다. 또한 Tanaka와 Hayashi<sup>6</sup>는 하악에 발생한 만성 골수염에서의 이환 골의 CT 영상과 조직병리소견의 상관관계를 연구하여 치밀골형은 골소주의 비후를, 골결손형은 섬유조직이 풍부한 육아조직을, 젓빛유리형은 섬유조직이 풍부한 육아조직과 새로운 골소주의 형성을 나타내며, 골결손형에서 젓빛유리형을 거쳐 치밀골형에 이르는 회복과정을 거친다고 하였다.

Lee와 Ahn<sup>1</sup>은 일반방사선사진의 분석을 통한 악골 골수염의 연구에서 악골에 발생한 골수염은 상악보다 하악에서 호발하였고, 호발 부위는 하악체부, 하악각부, 하악지, 하악 절치부, 하악과두와 상악 전치부와 근돌기, 상악 구치부

의 순이었으며, 골경화 양상이 골용해 양상보다 자주 관찰되었고 골막반응은 어린 연령층에서 빈발한 것으로 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 본 연구에서 악골 골수염은 70대에서 가장 빈발하였고 10대 이하에서 가장 적은 것으로 조사되었으나, Lee와 Ahn<sup>1</sup>의 연구에서는 10대에서 가장 빈발하였고 70대 이상에서 가장 적어 본 연구와 상반되는 결과를 보고하였다. Yoshiura 등<sup>2</sup>은 하악에 발생한 골수염의 CT 영상 분석을 통하여 골용해가 현저한 용해형, 골경화가 우세하거나 동등하게 골용해와 혼재되어 나타나는 혼합형, 골경화가 현저한 경화형, 부골이 발생한 부골형으로 분류한 후 혼합형, 경화형, 용해형, 부골형의 순으로 호발한다고 보고하였다. Ida 등<sup>4</sup>의 연구에서는 하악에 발생한 골수염의 CT 영상에서 자주 관찰되는 소견은 골경화와 해면골 결손, 피질골 결손, 골막반응, 골 두께의 변화, 피질골 비후, 부골의 순이었고 호발 부위는 하악체부, 하악 각부와 하악지, 하악과두, 절치부, 근돌기의 순으로 본 연구와 아주 유사한 결과를 보였으나 남성에서 약 두 배 정도 여성보다 호발하는 것으로 조사되어 본 연구와 다른 결과를 보였다. CT 영상에서 관찰되는 해면골 결손은 염증성 육아조직에 의한 해면골의 흡수를 나타내고, 피질골 결손은 골수강에서의 하비스관과 영양관을 통한 골 바깥으로의 화농성 삼출을 의미하고, 골막반응은 골막 하농의 축적으로 발생하고, 부골은 염증 산물에 둘러싸인 괴사 골조직을 의미한다고 하였으며 이러한 상은 골수염이 활동성인 것을 뜻하며 골경화와 피질골 비후는 만성화된 골수염을 의미한다고 보고하였다. 그러나 피질골의 비후, 골 두께의 변화와 골경화, 골막반응과의 명확한 영상진단학적 기준을 제시하지 않아 각 소견 간의 분류가 명확하지 않았다.

악골에 발생한 골수염의 CT 영상 분석을 통한 선학들의 연구에서 살펴보면 경조직의 변화에 대한 연구에서는 세세한 소견을 기준으로 하였고, 연조직 변화에 대한 연구에서는 악골의 변화 상을 전반적으로 분류하고 병소의 범위를 기준으로 연구를 진행하였으며, 악골에 발생한 골수염으로 인한 주위 연조직의 변화에 관한 상관관계에 관한 연구가 부족한 것을 알 수 있다. 그러므로 향후 악골에 발생한 골수염에서의 경조직 변화와 감염원, 임상증상, 악안면영역의 근막강과 림프절병증과의 관계를 분석하는 연구가 필요하며, 이러한 연구에서는 CT 영상의 전반적인 경조직 변화의 분류와 악안면영역 연조직의 세부적인 분류가 필요하다고 하겠다.

## 참 고 문 헌

1. Lee YH, Ahn HK. Radiologic study of osteomyelitis of the jaw. Korean J Oral Maxillofac Radiol 1980; 10 : 15-28.
2. Yoshiura K, Hijiya T, Ariji E, Sa'do B, Nakayama E, Higuchi Y, et al. Radiographic patterns of osteomyelitis in the mandible. Plain film/CT correlation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994; 78 : 116-24.

3. Fullmer JM, Scarfe WC, Kushner GM, Alpert B, Farman AG. Cone beam computed tomographic findings in refractory chronic suppurative osteomyelitis of the mandible. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2007; 45 : 364-71.
4. Ida M, Watanabe H, Tetsumura A, Kurabayashi T. CT findings as a significant predictive factor for the curability of mandibular osteomyelitis: multivariate analysis. *Dentomaxillofac Radiol* 2005; 34 : 86-90.
5. Hariya Y, Yuasa K, Nakayama E, Kawazu T, Okamura K, Kanda S. Value of computed tomography findings in differentiating between intraosseous malignant tumors and osteomyelitis of the mandible affecting the masticator space. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 95 : 503-9.
6. Tanaka R, Hayashi T. Computed tomography findings of chronic osteomyelitis involving the mandible: correlation to histopathological findings. *Dentomaxillofac Radiol* 2008; 37 : 94-103.
7. Kaneda T, Minami M, Ozawa K, Akimoto Y, Utsunomiya T, Yamamoto H, et al. Magnetic resonance imaging of osteomyelitis in the mandible. Comparative study with other radiologic modalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 79 : 634-40.
8. Seabold JE, Simonson TM, Weber PC, Thompson BH, Harris KG, Rezaei K, et al. Cranial osteomyelitis: diagnosis and follow-up with In-111 white blood cell and Tc-99m methylene diphosphonate bone SPECT, CT, and MR imaging. *Radiology* 1995; 196 : 779-88.
9. Schuknecht BF, Carls FR, Valavanis A, Sailer HF. Mandibular osteomyelitis: evaluation and staging in 18 patients, using magnetic resonance imaging, computed tomography and conventional radiographs. *J Craniomaxillofac Surg* 1997; 25 : 24-33.
10. Arijji Y, Izumi M, Gotoh M, Naitoh M, Katoh M, Kuroiwa Y, et al. MRI features of mandibular osteomyelitis: practical criteria based on an association with conventional radiography features and clinical classification. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 105 : 503-11.
11. Park YW, Park JM, Jang JH, Kim JH, Kwon KJ, Lee SK. Squamous cell carcinoma arising from chronic osteomyelitis of the mandible. *The Journal Of Korean Association of Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgeons* 2008; 30 : 465-72.
12. Ruggiero SL, Mehrotra B, Rosenberg TJ, Engroff SL. Osteonecrosis of the jaws associated with the use of bisphosphonates: a review of 63 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62 : 527-34.
13. Dimitrakopoulos I, Magopoulos C, Karakasis D. Bisphosphonate-induced avascular osteonecrosis of the jaws: a clinical report of 11 cases. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006; 35 : 588-93.
14. Swei Y, Taguchi A, Tanimoto K. Diagnosis and classification of mandibular osteomyelitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100 : 207-14.
15. Bachmann G, Rössler R, Klett R, Rau WS, Bauer R. The role of magnetic resonance imaging and scintigraphy in the diagnosis of pathologic changes of the mandible after radiation therapy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1996; 25 : 189-95.
16. Lee SB, Huh KH, Yi WJ, Kim MJ, Lee SS. Osteomyelitis following extraction of lower third molar during pregnancy. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2008; 38 : 177-82.
17. Endicott JN, Nelson RJ, Saraceno CA. Diagnosis and management decisions in infections of the deep fascial spaces of the head and neck utilizing computerized tomography. *Laryngoscope* 1982; 92 : 630-3.
18. Hardin CW, Harnsberger HR, Osborn AG, Doxey GP, Davis RK, Nyberg DA. Infection and tumor of the masticator space: CT evaluation. *Radiology* 1985; 157 : 413-7.
19. Murphy JB, Ilacqua J, Bianchi M. Diagnosis of acute maxillofacial infections: the role of computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 60 : 154-7.
20. Nyberg DA, Jeffrey RB, Brant-Zawadzki M, Federle M, Dillon W. Computed tomography of cervical infections. *J Comput Assist Tomogr* 1985; 9 : 288-96.
21. Arijji E, Moriguchi S, Kuroki T, Kanda S. Computed tomography of maxillofacial infection. *Dentomaxillofac Radiol* 1991; 20 : 147-51.