

실험적 골 병소에 대한 콘빔형전산화단층영상과 초음파영상의 비교

경희대학교 치의학전문대학원 구강악안면방사선학교실
김민성 · 박철우 · 김규태 · 최용석 · 황의환

Comparison of cone-beam computed tomography and ultrasonography on experimental bone lesion

Min-Sung Kim, Cheol-Woo Park, Gyu-Tae Kim, Yong-Suk Choi, Eui-Hwan Hwang

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Kyung Hee University

ABSTRACT

Purpose : This study was performed to evaluate the diagnostic ability of ultrasonography in detection of bone defects and new bone formation.

Materials and Methods : Experimental bony defects were prepared on the parietal bone samples acquired from 3.5 kg New Zealand male rabbits. The defects were evaluated using ultrasonography and CBCT, and examined histologically at interval of 1, 3, 6, and 8 weeks.

Results : Ultrasonograph demonstrated hyperechogenicity in the defect area at 3 weeks and broadened hyperechogenicity from the margin of bone defect at 6 and 8 weeks due to new bone formation. On the CBCT images, new bone formation was first observed at 3 weeks around the margin of the defect, and showed gradually increase at 6 and 8 weeks. Histologic findings revealed existence of the fibroblasts and fibrous connective tissue with abundant capillary vessels only at 1 week, but osteoid tissue and newly formed trabecular bone at 3 weeks. Bone remodeling in the defect area was observed at 6 weeks and increased calcification and dense trabecular bone formation was observed at 8 weeks.

Conclusion : Ultrasonograph proved to be a very useful diagnostic tool in detecting the bony defect and new bone formation. Additionally, ultrasonography provided valuable information regarding the blood supply around the defect area. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2010; 40 : 137-42)

KEY WORDS : Ultrasonography; Cone-Beam Computed Tomography; Bone

서 론

악골에 치성, 또는 비치성 병소가 발생되면 병소의 성장 양상에 따라, 동일한 병소의 경우에도 인접 해부학적 구조의 영향 등에 따라 다양한 형태로 골 파괴가 진행되므로 이의 방사선학적 진단이 어려운 경우가 종종 있다.

일반적으로 악골 병소의 방사선학적 진단 시 일반방사선사진은 해부학적 구조의 중첩으로 인해 병소의 내부 구조에 대한 정확한 진단정보를 제공하지 못하며, 전산화단층영상은 고대조도의 해상도를 가지면서 해부학적 구조의

중첩 없이 병소를 관찰할 수 있으나 일반방사선검사에 비해 많은 방사선조사량으로 인해 환자에 대한 유효선량이 증가하는 단점이 있다.¹ 또한 자기공명영상은 환자에 대한 방사선 위험이 없으며, 연조직의 대조도가 매우 우수하나, 촬영시간이 상대적으로 길고 심장박동조절기 등 금속물질을 식립한 환자나 폐쇄공포증 환자에게는 시행할 수 없으며 구강 내 금속 수복물에 의한 영상오류가 발생할 수 있다.²

이에 비해 초음파영상은 비록 술자에 따라 영상 판독소견이 다소 차이를 보이는 경우가 있으나 환자에 대한 방사선 위험이 전혀 없고, 검사비용이 상대적으로 저렴하고, 실시간으로 영상을 제공하는 장점이 있다.³⁻⁵ 구강악안면영역에서 초음파영상은 대개 타액선, 근육 등과 같은 연조직 병소의 평가에 주로 이용되고 있으며, 최근에는 초음파영

접수일 (2010년 7월 29일), 수정일 (2010년 8월 9일), 채택일 (2010년 8월 12일)
Correspondence to : Prof. Eui-Hwan Hwang
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Kyung Hee University, Seoul 132-070, Korea
Tel) 82-2-958-9405, Fax) 82-2-965-1256, E-mail) hehan@khu.ac.kr

상의 해상도가 향상되어 치근단병소의 감별진단, 치주질환이나 측두하악관절장애의 평가, 악골에 발생한 골용해성 병소의 진단, 악골 골절이나 골 확장술의 술후 평가 등에도 그 활용이 보고되고 있다.^{6,15}

이와 같이 초음파영상은 연조직 병소뿐만 아니라 골 병소에 대한 새로운 진단방법으로 인정되고 있으나 골의 파괴 정도, 골의 비박 및 팽윤 정도, 신생골의 형성 정도에 따른 초음파영상의 진단능에 관한 연구는 매우 드물다.

이에 본 연구에서는 골 병소에 대한 초음파영상의 진단능을 알아보기 위해 가토의 두정골 부위에 인위적으로 골 결손부를 형성한 다음, 이에 대한 초음파영상 소견을 콘빔형전산화단층영상 (cone beam computed tomography: CBCT) 소견 및 조직학적 소견과 각각 비교, 평가하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험동물로는 일정한 조건하에 사육된 체중 3.5 kg 내외의 뉴질랜드계 웅성 가토 8마리를 사용하였다.

2. 실험방법

1) 실험적 골 병소 형성

가토에 실험동물용 마취제인 Zoletil (Vibrac Laboratories, Carros, France)을 0.04 mL/100 gm 근육 내 주사하여 전신 마취시키고, 두정골 부위의 피부에 2% 에피네프린을 피하 주사한 후 5 cm 정도 절개하여 골막을 박리하였다. 이 후, 치과용 절삭 trephine bur를 사용하여 두정부의 두개봉합선의 양측 부위에 뇌경막이 손상되지 않도록 직경 8 mm의 내, 외측 피질골을 천공하는 원형의 골 결손부를 형성하였다. 골 결손부에는 water-photocurable HA hydrogel과 collagen tape를 매식한 후 흡수성 봉합사인 4-0 catgut으로 골막 봉합과 4-0 silk로 피부 봉합을 시행하였으며 술후 감염 방지를 위하여 겐타마이신 (Dongshin Pharmacy Co., Seoul, Korea) 0.1 mL/kg를 3일간 근육 내 주사하였다.

2) 초음파영상 검사

골 결손부 형성 후 1주, 3주, 6주 및 8주에 가토를 전신 마취시켜 초음파영상 검사를 각각 시행하였다. 초음파영상 검사 장비로는 Logiq 500 (GE Healthcare, Waukesha, USA)에 12 MHz-wide bandwidth linear active matrix transducer를 이용하였다. 초음파 대역은 표면에서 0.5-2 cm 부위에서 집적성이 이뤄지도록 조절하고 영상의 깊이는 6 cm, echo gain은 50 dB, dynamic range는 78로 설정하였다.

3) CBCT영상 검사

초음파영상 검사와 동일한 시기에 CBCT 촬영을 각각 시행하였으며, 이 때 자체 제작한 고정판 위에 실험동물을 고

정시켜 촬영 중에 움직임이 발생하지 않도록 하였다. CBCT 촬영장치로는 Alphard-Vega (Asahi Roentgen Ind. Co., Ltd, Kyoto, Japan)를 이용하여 I mode로 촬영하였는데, 촬영조건은 관전압 80 kVp, 관전류 12 mA, 노출시간은 17초이었다.

CBCT영상의 평가는 50 mm의 직경과 50 mm의 높이로 구성된 volume data를 가지는 512매의 횡단면 영상에 대하여 OnDemand (CyberMed Inc., Seoul, Korea) 소프트웨어를 사용하여 삼차원영상재구성 및 다면영상재구성을 시행하였다. 얻어진 영상의 다면영상재구성 시에 단면의 두께는 0.1 mm로 하였고, 시상면, 관상면 및 횡단면 영상을 동일한 색조준위와 색조폭으로 조절하였다. 삼차원영상 재구성 시에는 임체지는 OnDemand 소프트웨어 상에서 400-500 HU의 농도값 (CT number, HU)을 갖도록 하였다.

4) 골 결손부의 관찰

초음파영상과 CBCT영상을 각각 DICOM 3.0 영상으로 변환하여 PACS 서버로 전송한 후, 이를 PiView STAR (Infinit Co. Ltd., Seoul, Korea) PACS 소프트웨어를 이용하여 고해상도의 판독용 모니터 (MFGD 5421, Barco N.V., Kortrijk, Belgium) 상에서 관찰하였다. 각각의 영상들에서 1명의 관찰자가 골 결손부의 형태와 특징을 관찰하였고, 가장 긴 거리를 디지털 캘리퍼를 이용하여 0.01 mm 범위까지 측정하였다. 거리 측정은 1달 후 동일한 관찰자가 다시 측정하여 총 2회 측정하였다.

5) 조직학적 관찰

초음파영상과 CBCT영상을 획득한 후 각각의 실험동물을 관류 고정하여 희생시키고 두정골을 적출하였다. 적출한 두정골을 10% 중성 formalin 용액에 충분히 고정한 후, Calci-clear Rapid (National Diagnostics, Atlanta, USA)로 탈회시켜 통법에 따라 파라핀 포매하고 6-8 μm 두께의 연속 절편을 만들어 hematoxylin-eosin 이중염색과 Masson trichrome 염색을 시행하여 골 치유양상을 광학현미경으로 관찰하였다.

결 과

1. 초음파영상 소견

실험 1주에는 주변의 정상 골과 구별되는 저에코 영역의 골 결손부가 관찰되었고, 골 결손부의 변연은 고에코 영역으로 비교적 명확히 구분되었다. 실험 3주부터는 골 결손부 내부에서 신생골 형성에 의한 에코가 증가된 부위가 관찰되었고, 골 결손부 변연이 1주에 비해 불명확해졌다. 실험 6주와 8주에는 골 결손부의 변연에서 중심부로 진행되는 골 형성에 의한 에코가 증가된 부위가 뚜렷이 관찰되었고, 골 결손부의 고에코 부분이 변연에서보다 골 결손부의 중심으로 진행되어 관찰되었다 (Fig. 1).

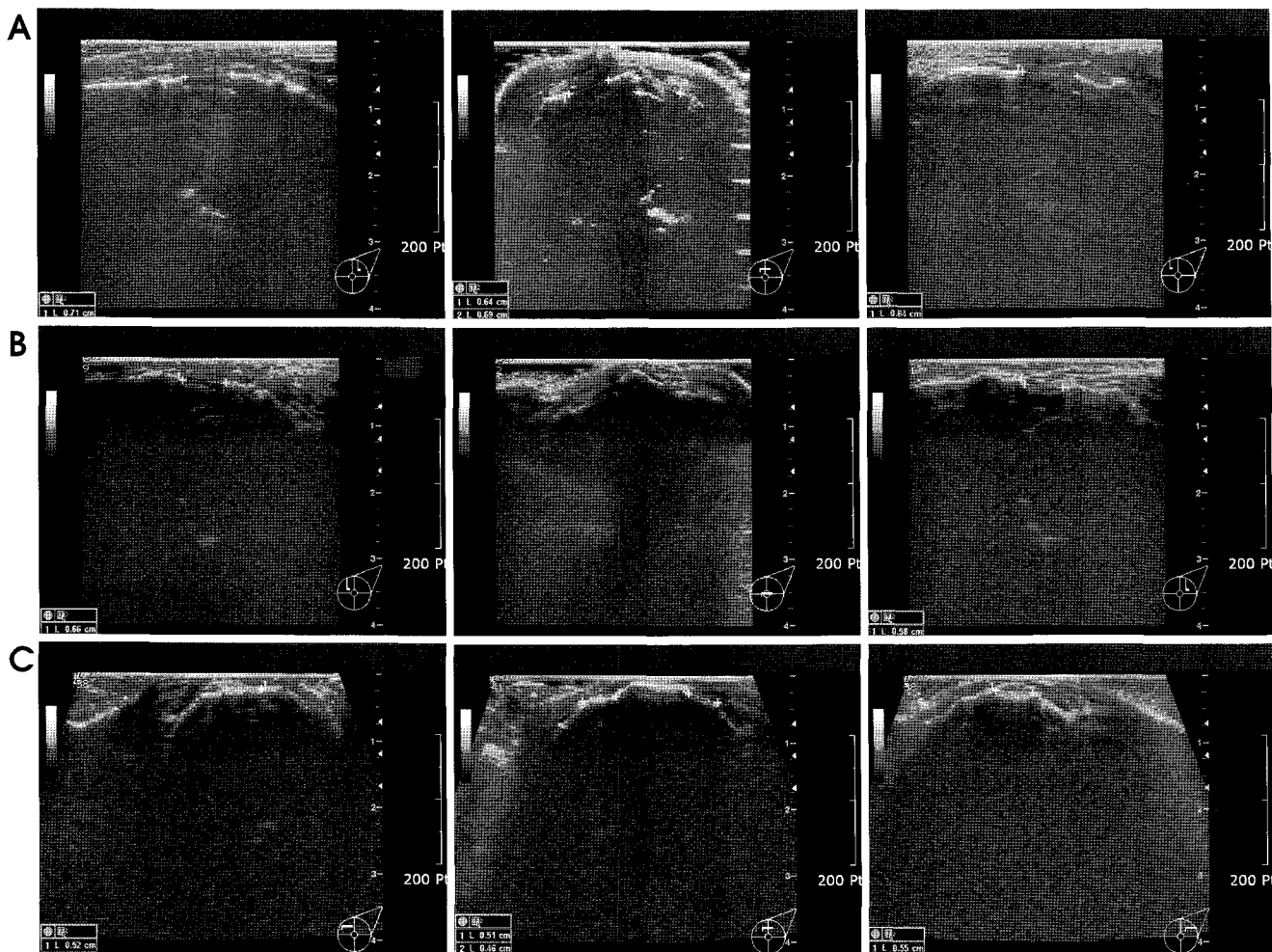


Fig. 1. Sonography. A, Hypoechogenicity in the bone defect of 1 week after bone defect formation. B, Hyperechogenicity around the rim of the bone defect of 3 weeks after bone defect formation. C, Broadened hyperechogenicity on the bone defect of 8 weeks after bone defect formation.

Table 1. The comparison of the diameter of bone defect area between CBCT and ultrasonography

	N	CBCT		Ultrasonography	
		Mean (mm)	S.D.	Mean (mm)	S.D.
1 week	4	7.74	1.56	7.31	1.79
3 weeks	4	6.49	1.62	6.01	1.84
6 weeks	4	4.68	1.73	4.11	1.96
8 weeks	4	2.83	1.94	2.06	2.09

N: number of samples, Mean: mean length of bone defect, S.D.: standard deviation

2. CBCT영상 소견

다면재구성영상에서 실험 1주에는 골 결손부에서 골 형성 소견이 관찰되지 않았으나, 실험 3주에는 골 결손부의 변연에서 골 형성 소견이 관찰되기 시작하여 실험 6주에는 골 결손부의 변연으로부터 중심부로 골 형성이 진행되는 소견이 관찰되었다. 실험 8주에는 골 결손부에서 골 형

성이 보다 진행되었으나 골 결손부 전체의 완전한 골 형성 소견은 관찰되지 않았다.

삼차원 재구성영상에서는 실험 1주에 골 결손부가 명확히 관찰되었고, 실험 3주와 6주에는 골 결손부의 변연 형태가 불규칙해지면서 골 결손부의 내부에서 신생골의 형성에 따른 골 결손부의 회복 소견을 보였다. 실험 8주에는 골 결손부의 형태와 골 형성 정도가 다면 재구성영상 소견과 유사하였다 (Fig. 2).

3. 골 결손부의 크기 측정

실험 1주, 3주, 6주 및 8주 모두에서 골 결손부의 크기는 초음파영상에서 콘빔형 전산화단층영상에 비해 작게 나타났다 (Table 1).

4. 조직학적 소견

실험 1주에는 골 결손부에서 응혈피와 이식재가 관찰되

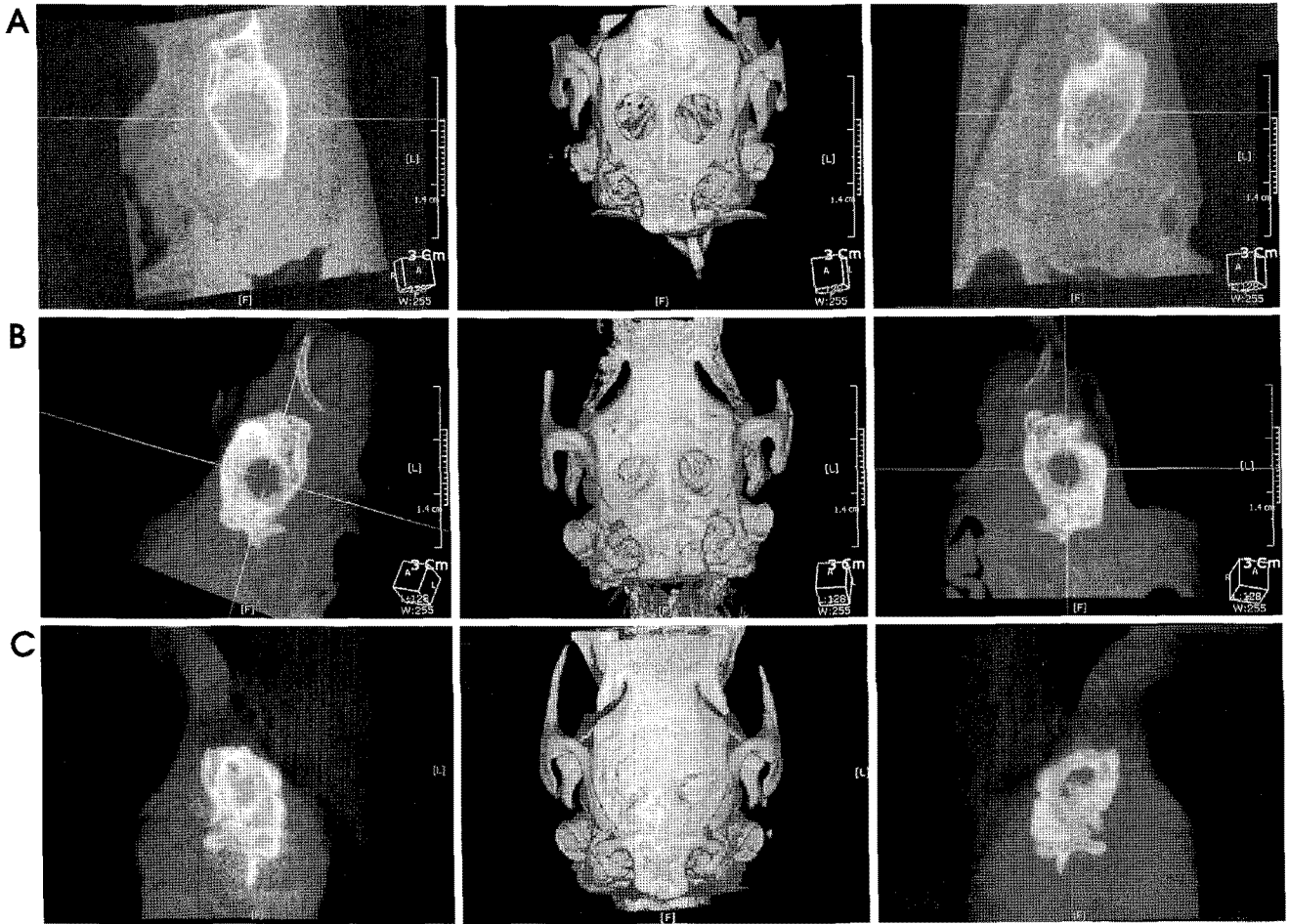


Fig. 2. CBCT images. A, No new bone formation in the bone defect of 1 week after bone defect formation. B, New bone formation at the rim of the bone defect of 3 weeks after bone defect formation. C, Mature of bone formation in the bone defect of 8 weeks after bone defect formation.

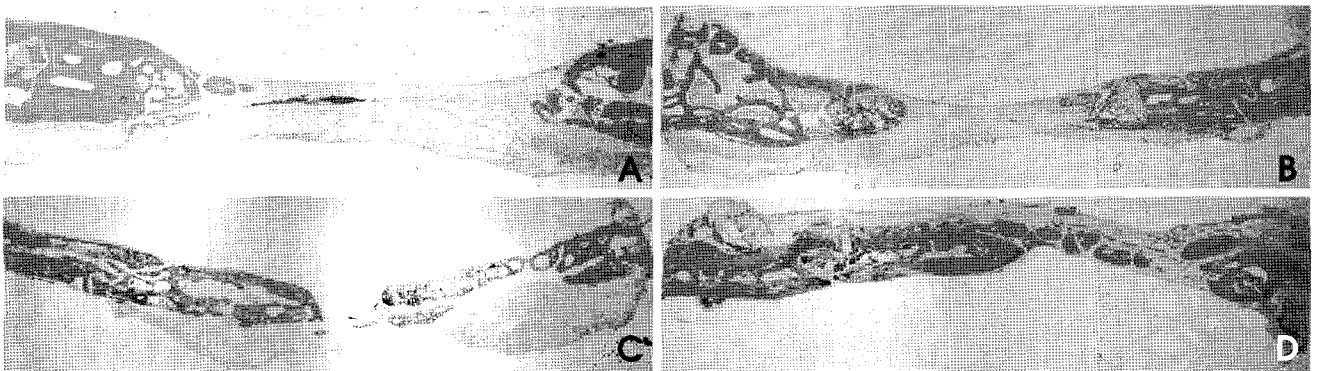


Fig. 3. Photomicrography of the bone defects (H & E stain, $\times 20$). A, Fibrous connective tissue in the bone defect at 1 week after bone defect formation. B, Osteoid tissue at the rim of the bone defect at 3 weeks after bone defect formation. C, Growth and remodeling of new bone at 6 weeks after bone defect formation. D, Mature of new bone at 8 weeks after bone defect formation.

였으며, 골 결손부의 변연으로부터 섬유모세포와 모세혈관을 가진 섬유성 결합조직이 관찰되었다. 실험 3주에는 골 결손부의 내부에 골양조직의 형성과 함께 많은 수의 신생

골소주가 활성화된 양상이 관찰되었으며, 골 결손부의 변연에서도 잘 분화된 조골세포가 관찰되었다. 실험 6주에는 골 결손부에 골조직이 점차 형성되어 성숙된 골소주 양상

을 보이는 골 개조의 소견이 관찰되었다. 실험 8주에는 골 결손부의 석회화가 더욱 진행되었으며 골소주도 치밀하게 배열되어 있었다(Fig. 3).

고 찰

악골에 염증, 낭, 종양 등이 발생한 경우 병소에 의한 골 파괴 정도와 주위 연조직으로의 침범 여부는 치료계획의 수립과 환자의 예후에 많은 영향을 미치므로 병소의 침범 범위, 내부구조 등에 대한 정확한 영상의학적 평가가 매우 중요하다.¹⁶⁻²⁰

다양한 진단영상들이 악골 병소의 진단을 위해 이용되고 있는데, 특히 초음파영상은 비침습적이고 병소 부위에 대한 접근성이 용이하며 반복적인 검사를 쉽게 시행할 수 있다.^{21,22} 초음파영상은 고주파를 신체에 투사한 후 조직의 내부와 경계면에서 반향된 신호를 기록하는 신체의 단면 영상으로, 해부학적 구조의 재현에 한계가 있으나 전산화 단층영상이나 자기공명영상에서 관찰되는 조직들 간의 대조도와는 상이한 영상 특성을 보인다. 또한 전산화 단층영상이나 자기공명영상에 비해 상대적으로 술자의 기술과 경험에 대한 의존도가 높아 술자에 따라 초음파영상의 질과 영상의학적 진단의 정확도가 다양해 질 수 있다. 그러나 초음파영상은 관심영역의 구조와 형태를 축상면과 시상면뿐만 아니라 술자가 원하는 모든 경사면을 관찰할 수 있고, 해부학적 구조의 변화에 대한 동적인 관찰이 가능하며 color Doppler 영상을 이용하여 조직 내 혈류 양의 변화를 측정하고 영상화함으로써 추가적인 진단 정보를 얻을 수 있다.^{18-21,23}

이와 같이 초음파영상은 술자가 원하는 단면 영상을 임의대로 얻을 수 있어 병소에 대한 해부학적 정보를 종합적으로 제공할 뿐만 아니라 실시간 영상이 전시되어 동적 검사가 가능하다. 따라서 본 연구에서는 실험적 골 병소에 대한 초음파영상의 진단능을 알아보기 위해 가토의 두정골 부위에 인위적으로 골 결손부를 형성한 후 이에 대한 초음파영상 소견을 CBCT영상 소견 및 병리조직학적 소견과 각각 비교, 평가하였다.

초음파영상을 이용한 골 병소 등의 진단에 대하여, Lauria 등³은 초음파영상을 이용하여 악골에 발생된 골 용해성 병소에 대한 감별진단을 시도하여 초음파영상이 보조적인 진단수단으로서 가치를 가진다고 보고하였으며, Cotti 등^{10,11}은 치근단병소의 감별진단 시 골 파괴의 정도와 병소 내부의 성상을 평가함에 있어 초음파영상이 유용하다고 하였다. Gundappa 등¹²은 상, 하악골의 전치부에 발생된 병소의 경우 협측 피질골이 얇아 초음파영상의 진단학적 정확성 높기 때문에 치료에 대한 예후 평가를 위한 추가적인 방사선검사를 생략할 수 있다고 제안한 바 있으며, Bruno 등¹³은 하악에 실시한 당김뼈 형성 (distraction osteogenesis)

의 평가에 초음파영상을 이용하면 절단된 골 결손부 내에서 신생골의 형성을 나타내는 가골의 형성 여부를 평가할 수 있다고 하였다. 또한 Mukai-Higashibori 등¹⁴도 상악에 실시한 당김뼈 형성의 골화 과정을 초음파영상으로 추적 검사한 결과, 초음파영상이 술후 신생골의 형성 및 성숙 정도를 평가할 수 있어 치유 평가뿐만 아니라 치료의 예후를 평가하는 기준으로서 가치가 있다고 보고하면서 초음파영상을 이용하면 지속적인 추적 관찰을 위한 연속적인 일반방사선검사 또는 전산화단층영상검사를 시행하지 않아도 될 것이라 하였다.

본 연구에서는 골의 실험 병소에 대한 초음파영상에서 실험 3주부터 골 결손부 내부에서는 신생골 형성에 의한 고에코상을, 실험 6주와 8주에는 골 결손부의 변연에서 중심부로 진행되는 고에코상의 골 형성부위를 관찰할 수 있었으며, CBCT 다면 재구성영상에서도 실험 3주에 골 결손부의 변연에서 골 형성 소견이 관찰되기 시작하여 실험 6주에는 골 결손부의 변연으로부터 중심부로 진행된 골 형성 소견이, 실험 8주에는 골 형성이 보다 진행된 소견이 관찰되었다. 또한 조직학적 관찰에서도 실험 1주에는 골 결손부의 변연으로부터 섬유모세포와 모세혈관이 풍부한 섬유성 결합조직만이 관찰되었으나, 실험 3주부터는 골 결손부의 내부에 골양조직의 형성과 함께 많은 수의 신생골소주가 활성화된 양상이 관찰되었으며, 실험 6주에는 골 결손부에서 골 개조의 소견이, 실험 8주에는 골 결손부의 석회화가 더욱 진행되었고 골소주도 치밀하게 배열되어 있어 초음파영상의 소견과 거의 일치하였다. 한편 초음파영상에서 골 결손부의 크기는 실험 1주, 3주, 6주, 8주 모두에서 CBCT영상에 비해 작게 측정되었다. 이는 초음파영상이 밀도가 큰 변연에서 산란되어 확산된 영상으로 관찰되거나 반사가 크게 발생하여 실질 크기보다 변연의 영상이 과장되어 표현되기 때문이라고 할 수 있다.

이와 같이 본 연구에서 가토의 두정골에 실험적으로 골 병소를 형성한 후 시행한 초음파영상 소견을 CBCT영상 소견과 비교 평가한 결과, 초음파영상의 임상적 유용성이 입증되었으나 CBCT영상에 비해 그 정확도가 다소 낮게 나타남을 알 수 있었다. 또한 골 결손부 내부에서의 신생골의 형성이 초음파영상에서는 내부 반향의 증가로 나타나는 것을 조직학적 관찰에서 확인할 수 있어 골 결손부의 치유과정 평가에도 초음파영상을 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

이상의 연구 결과, 초음파영상을 통해 골 결손부의 존재 여부와 골 결손부 내부에서의 신생골 형성 여부를 관찰할 수 있었으며 더욱이 초음파영상은 골 결손부 주위의 혈류의 변화 등 추가적인 진단정보를 제공할 수 있어 병소의 내부 성상에 대한 진단학적 정보와 치료 후 추적 검사로서 실제 임상에서 응용될 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Dula K, Mini R, van der Stelt PF, Lambrecht JT, Schneeberger P, Buser D. Hypothetical mortality risk associated with spiral computed tomography of the maxilla and mandible. *Eur J Oral Sci* 1996; 104 : 503-10.
2. Frederiksen NL. Advanced imaging. In: White SC, Pharoah MJ. *Oral radiology: principles and interpretation*. 6th ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2009. p. 207-24.
3. Lauria L, Curi MM, Chammas MC, Pinto DS, Torloni H. Ultrasonography evaluation of bone lesions of the jaw. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 82 : 351-7.
4. Tsiolis FI, Needleman IG, Griffiths GS. Periodontal ultrasonography. *J Clin Periodontol* 2003; 30 : 849-54.
5. Hwang HZ, Kim GT, Choi YS, Hwang EH. Evaluation of normal masseter muscles on ultrasonography. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2008; 38 : 73-9.
6. Imbeau J. Introduction to through-transmission alveolar ultrasonography (TAU) in dental medicine. *Cranio* 2005; 23 : 100-12.
7. Emshoff R, Bertram S, Rudisch A, Gassner R. The diagnostic value of ultrasonography to determine temporomandibular joint disk position. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84 : 688-96.
8. Manfredini D, Tognini F, Melchiorre D, Cantini E, Bosco M. The role of ultrasonography in the diagnosis of temporomandibular joint disc displacement and intra-articular effusion. *Minerva Stomatol* 2003; 52 : 93-104.
9. Kleinheinz J, Anastassov GE, Joos U. Ultrasonographic versus conventional diagnostic procedures in dislocated subcondylar mandibular fractures. *J Craniomaxillofac Trauma* 1997; 3 : 40-2.
10. Cotti E, Campisi G, Garau V, Puddu G. A new technique for the study of periapical bone lesions: ultrasound real time imaging. *Int Endod J* 2002; 35 : 148-52.
11. Cotti E, Campisi G, Ambu R, Dettori C. Ultrasound real-time imaging in the differential diagnosis of periapical lesions. *Int Endod J* 2003; 36 : 556-63.
12. Gundappa M, Ng SY, Whaites EJ. Comparison of ultrasound, digital and conventional radiography in differentiating periapical lesions. *Dentomaxillofac Radiol* 2006; 35 : 326-33.
13. Bruno C, Minniti S, Buttura-da-Prato E, Albanese M, Nocini PF, Pozzi-Mucelli R. Gray-scale ultrasonography in the evaluation of bone callus in distraction osteogenesis of the mandible: initial findings. *Eur Radiol* 2008; 18 : 1012-7.
14. Mukai-Higashihori K, Baba Y, Tetsumura A, Tsuji M, Ishizaki T, Higashihori N, et al. Ultrasonographic assessment of new bone formation in maxillary distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66 : 1750-3.
15. Selim H, Elbargothy N, Nabil Y, El-Hakim I. Evaluation of distracted mandibular bone using computed tomography scan and ultrasonography: technical note. *Dentomaxillofac Radiol* 2009; 38 : 274-80.
16. Giorgio A, de Stefano G, Tarantino L, Perrotta A, Aloisio V, Forte G. Ultrasonography in diagnostic and therapeutic management of the abscesses due to *Actinomyces* spp. *Infez Med* 1997; 5 : 266-8.
17. Gold L, Nazarian LN, Johar AS, Rao VM. Characterization of maxillofacial soft tissue vascular anomalies by ultrasound and color Doppler imaging: an adjuvant to computed tomography and magnetic resonance imaging. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61 : 19-31.
18. Arijji Y, Sakuma S, Kimura Y, Kawamata A, Toyama M, Kurita K, et al. Colour Doppler sonographic analysis of blood-flow velocity in the human facial artery and changes in masseter muscle thickness during low-level static contraction. *Arch Oral Biol* 2001; 46 : 1059-64.
19. Ahuja AT, King AD, Bradley MJ, Yeo WW, Mok TS, Metreweli C. Sonographic findings in masseter-muscle metastases. *J Clin Ultrasound* 2000; 28 : 299-302.
20. Chikui T, Yonetsu K, Yoshiura K, Miwa K, Kanda S, Ozeki S, et al. Imaging findings of lipomas in the orofacial region with CT, US, and MRI. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84 : 88-95.
21. Gritzmann N, Rettenbacher T, Hollerweger A, Macheiner P, Hübner E. Sonography of the salivary glands. *Eur Radiol* 2003; 13 : 964-75.
22. Martinoli C, Derchi LE, Solbiati L, Rizzato G, Silvestri E, Giannoni M. Color Doppler sonography of salivary glands. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 163 : 933-41.
23. Baker ML, Dalrymple GV. Biological effects of diagnostic ultrasound: a review. *Radiology* 1978; 126 : 479-83.