

치과방사선사진을 이용한 골다공증의 진단법

원광대 치과대학 구강악안면방사선학 교실, 원광치의학 연구소

조교수 이 병 도

1. 서 론

골다공증은 골조직의 골량감소와 미세골 구조의 약화로 인해 골의 물리적 힘이 약화되는 골대사 질환이며¹⁾ 고령인구의 증가와 함께 골다공증에 대한 관심이 고조되고 있다. 연령증가, 폐경(postmenopausal), 장기적인 약물복용(특히 스테로이드성 약물)등이 골다공증의 주 원인으로 알려져 있으며 그 외에 인종 및 유전인자, 식이습관, 흡연, 가족력 및 개개인의 운동량등도 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다.²⁾

연령이 증가함에 따라 신체 골조직의 양이 감소되어 골다공증이 심화되면 골절 확률이 높으며 특히 대퇴부 골절의 경우에는 사망률이 15-20% 정도 되는 것으로 보고되고 있고 골절후의 오랜 병상생활에 의한 합병증 및 의료비용도 문제가 된다. 폐경여성의 경우에는 estrogen분비감소로 인해 골다공증 유병율이 남성에 비해 높다.^{3,4)} 일부 보고에 의하면 여성의 경우 30대 중반에서 최대골량을 이른 후, 45-50세 까지 3%정도의 골밀도 감소를 보이다가 폐경이후에는 10년당 9%의 현저한 골밀도 (Bone Mineral Density, BMD) 감소를 보인다고 하였다.⁵⁾

골다공증의 진단법에는 골밀도 검사법과 골생검, 골형성이나 골흡수의 생화학적 지표검사등이 있으

나 골밀도를 검사하는 것이 일반적이다. 골밀도의 측정은 단일광자감마선측정법(Single photon absorptiometry), 양광자감마선측정법(Dual photon absorptometry), 이중방사선흡수계측법(Dual energy X-ray absorptiometry, DEXA)등이 주로 이용되고 있다.⁶⁾

이 중 DEXA법은 상대적으로 검사시간이 짧고 정확하다고 평가되기 때문에 가장 많이 사용되고 있으며, DEXA법으로 요추와 대퇴골부위의 골밀도를 측정한 후 이 골밀도치를 기준으로 전신적 골다공증 이환여부를 진단하는 것이 일반적이다. WHO(World Health Organization) 기준에 의하면 개인의 골밀도가 건강성인의 골밀도와 비교하여 표준편차(standard deviation, T score) 1.0이상 감소되면 골감소증(osteopenia), 2.5이상 차이가 날 때 골다공증(osteoporosis)이라고 진단하게 된다⁷⁾ (Fig. 1).

선학들의 연구에 의하면 전신적으로 골다공증이 진행되는 경우 악골 골소주양이 감소되거나 피질골의 두께가 얇아지는등 악골밀도가 영향을 받는다 (Fig. 2).⁸⁻¹¹⁾ 악골밀도를 평가하기 위해서는 DEXA 법으로 해당골조직을 검사하는 것이 정확한 방법이나 악골부위의 DEXA 검사를 시행하는데에는 여러 가지 어려운 점이 있으며 대개는 일반 방사선 사진을 촬영하여 방사선사진흑화도 평가 및 골형태

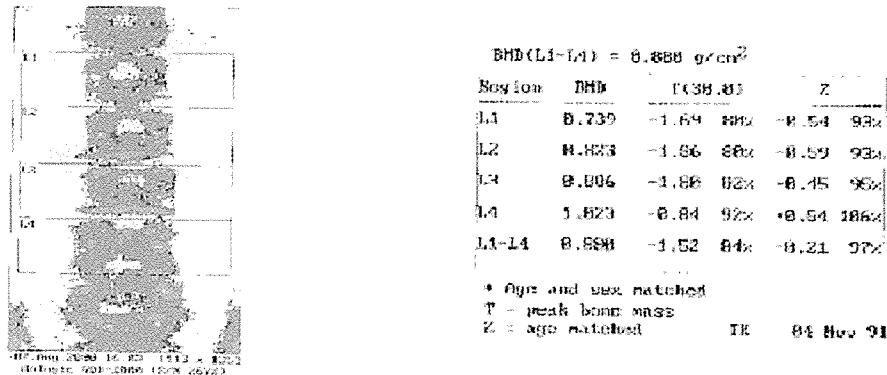


Fig 1. 요추(L1-L4)의 T값은 -1.52로 골감소증의 상태를 나타내고 있다. T score가 -1 이상(-1≤ T)이면 정상, -1.0< T<-2.5 이면 골감소증(osteopenia), T≤ -2.5이면 골다공증(osteoporosis)으로 진단하게 된다.

변화를 관찰하여 악골밀도를 평가하는 것이 일반적이다. 치근단 방사선사진이나 파노라마 방사선사진에서 전반적인 방사선사진흑화도가 증가되어 있는 경우 혹은 악골 높이가 감소되어 있는 경우에 골다공증을 의심해 볼 수 있다.

그러나 이러한 평가방법은 간단하고 전통적인 평가방법이지만, 골소실이 현저한 경우에 한해 골감소증이 판독되기 때문에 민감도가 뛰어나다고 할 수 없다. 최근에 디지털 방사선사진으로부터 골구조를 분석하는 방법(예 : morphologic operation)등이 소개되고 있는데 이러한 morphologic operation

법은 초기 골구조 변화를 인지할 수 있는 가능성으로 인해 주목받고 있다.

저자는 치근단 방사선사진 혹은 파노라마 방사선사진을 통해 악골밀도를 평가하는 방법과 morphologic operation법에 대해서도 간단히 언급하고자 한다.

2. 방사선사진 흑화도 평가

방사선사진상에서 방사선불투과성이 많이 존재하면 골량이 많이 존재하고, 방사선투과상 부위가 증

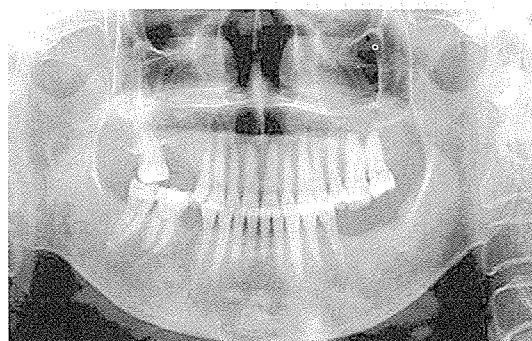


Fig. 2. Pantomogram of 80-year old female osteoporosis patient. 악골의 방사선투과성이 증가되어 보이고 피질골의 두께가 감소되어 보인다.



Fig. 3. 관심영역 (Region of Interest, 점선으로 표시된 부위)의 방사선사진 흑화도를 동시에 촬영된 참조체(stepwedge)의 두께로 나타내게 되면 노출시간 변화나 현상조건에 따른 방사선사진흑화도치를 보다 객관화 할 수 있다.

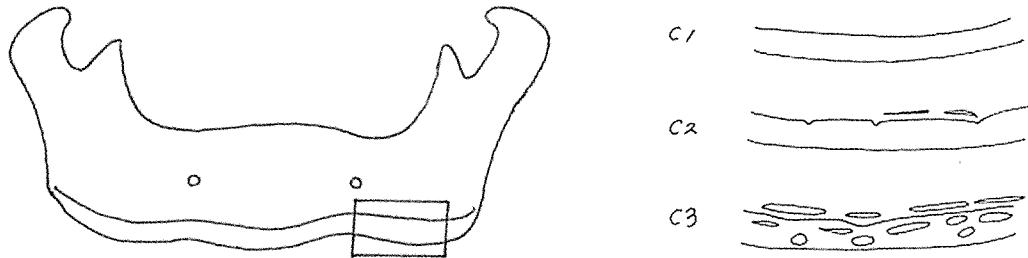


그림 4. Morphology of mandibular inferior cortex

하악하연의 형태변화는 3단계의 분류법을 이용한다. 즉 하악 하연의 골내막 변연이 연속적인 경우(c1형, 정상), 반달형의 결손이 관찰되면서 1-3층의 이개된 골내막층(endosteal cortical residues)이 형성되어 있는 경우(c2형), 이개된 골내막층이 형성되어 있으면서 피질골의 다공성(porous)이 확인되는 경우(c3형, 골다공증의 가능성성이 높음)

가되어 보이면 골구조물이 상대적으로 감소되어 있는 상태라고 생각할 수 있다. 이러한 시각적인 평가방법은 매우 간단한 방법이나 골밀도를 평가하는 방법으로는 여러 가지 제약이 따른다.

즉 방사선사진상에서 흑화도의 변화가 인지되기 위해서는 촬영된 골구조의 무기질 변화가 30-50% 선행되어야 하며, 노출시간이나 촬영각도, 현상조건 등의 요인등에 의해 방사선사진흑화도가 표준화되지 못하고 필름마다 상이하게 표현되는 단점이 있다. 일련의 방사선사진흑화도를 표준화하는 방법중의 하나는 치근단방사선사진을 디지털화 한다음 회색조(gray level)로 표현된 방사선사진흑화도를 참조체(stepwedge)두께로 표현하는 방법이다(Fig. 3).¹²⁾ 참조체 두께가 얇게 표현이 된다면 측정된 골조직의 양이 감소되어 있다고 판단하며, 더 나아가 전신적인 골다공증을 의심해볼 수 있다. 그러나 이 방법 역시 골변화를 민감하게 반영하지 못하며 골밀도 변화와 참조체의 두께는 비선형의 관계를 보인다.

3. 파노라마 방사선사진에서 골형태 변화 관찰(Radiomorphometric method)

파노라마 방사선사진상의 하악하연 부위는 피질골의 상태를 대변하며 주위의 해부학적 구조물과의

중첩없이 비교적 명확히 관찰되는 부위이므로 그 두께 변화를 관찰하는 것은 악골밀도를 평가하는 방법으로 의의가 있으며, 또한 전체 하악 높이를 하악 기저부높이로 나눈 치조골 흡수정도등이 전신적인 골다공증 정도와 밀접한 관계를 가진다는 보고들이 있다.¹³⁾ Klemetti 등¹⁴⁾은 골다공증에 의한 하악하연의 형태변화에 주목하여 하악 하연의 골내막 변연의 연속성 유무 또는 다공성등에 의해 하연형태를 3단계로 분류한 바 있다(Fig. 4). 그러나 이러한 형태변화 관찰 역시 초기 골변화 평가법으로서 민감한 방법이 되지는 못하는 것으로 판단된다.

4. Mathematical morphologic operation

골다공증을 평가하고자 할 때 골의 강도(strength)를 표현하는 골밀도 측정법이 전통적인 방법이나 근래에는 골소주(trabeculae) 등의 골구조물 변화를 평가하여 골다공증을 판별하려는 연구가 진행되고 있으며 이의 대표적인 방법으로는 structuring element를 기반으로 한 mathematical morphologic operation법이 있다. 이 방법은 조직학적인 관점에서 골구조를 관찰하고 정량화하려는 목적으로 응용되었으며 최근에는 방사선사진을 이용한 평가가 시도되고 있다.

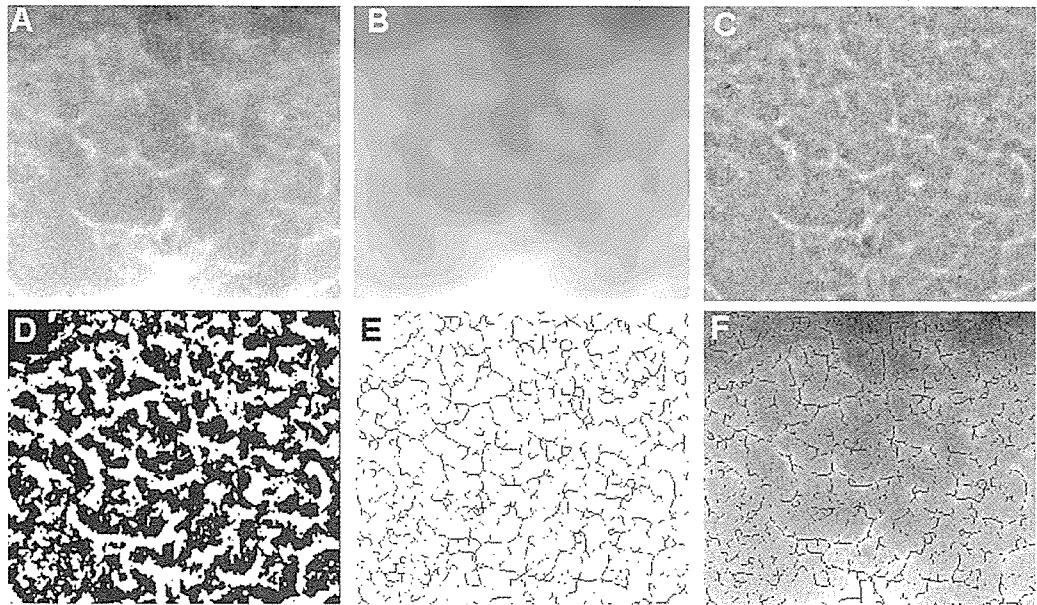


그림 5. Skeletonization of a Radiographic Image (Diagram courtesy of Dr. White¹⁵⁾)

- A : 관심영역의 디지털 방사선사진상 (original image, region of interest)
- B : Blurred image : Gaussian filter등을 이용하여 blurring을 시행한다.
- C : Subtracted image : 원래 상(A)에서 흐림 상(B)을 subtraction하게 되면 휘도변화(brightness variation)는 대부분 골소주와 골수강 구조물에 의해 야기되는 상이 생성된다.
- D : Binary image : histogram을 보아가며 bimodal point를 양분하는 계조도를 임계치로 설정하고 binary image를 생성하면 골소주와 골수강의 구조물(흑백의 image)만이 존재하는 상이 생성된다..
- E : Skeletonized image : erosion과 dilation을 수차례 반복한 후 pixel lines의 skeletonization을 시행하면 skeletonized image가 생성된다. 이 상태에서 골구조물을 정량화하기가 용이하다.
- F : original image(A)와 skeletonized image(E)를 중첩시켜 보면 skeletal structure가 원래 image의 구조물에 부합됨을 알 수 있다.

이의 장점으로는 골소주의 길이나 갯수등의 측정이 가능하며 이러한 정량화된 자료(morphologic variable)들은 골다공증을 예측시 보다 객관적이고 분석적인 토대가 된다는 점, 방사선 촬영각도나 현상조건등의 변화에 영향을 받지 않고 골량자료들이 측정될 수 있다는 점 등이 있다. 이러한 기법은 NIH 프로그램(Macintosh기반, Window기반 PC에서는 Scion 프로그램등을 웹상에서 다운받을 수 있음, <http://www.scioncorp.com>)등을 응용하면 skeletonized image 생성이 가능하다(Fig. 5). UCLA대학의 White교수 등¹⁵⁾은 customized computer program을 이용하여 골소주의 골격화된 상(skeletonized image)을 생성한 후 morphologic variables의 값을 자동으로 생성시키는 프로그램을

Table 1. Examples of morphologic variables

Trabecular area/total area
Periphery/total area
Periphery/trabecular area
Length skeleton/trabecular area
Length skeleton/total area
Terminal points/square cm
Terminal points/skeleton length
Terminal points/periphery
Terminal points/trabecular area
Branch points/square cm
Branch points/skeleton length
Branch points/periphery
Branch points/trabecular area
Branch points/terminal points

최근 개발 중에 있다. White교수는 skeletonized image로부터 Table 1과 같은 여러 가지 morphologic variables값을 얻을 수 있으며, 일부 variables은 골다공증 환자와 정상인을 분류하는 과정에서 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)을 높게 한다고 하였다.

저자의 “골다공증 판별을 위한 치과방사선 사진의 morphologic analysis에 대한 예비실험”에서도, 관심영역내에 strut(individual trabeculae)등이 충분하게 포함되어 있는 경우, morphologic operation 기법이 전신적인 골다공증을 예측하는데 일부 효과가 있는걸로 나타났다.

5. 맷음말

인공치매식술, 의치제작, 치주치료등 치과시술을 시행할 때 악골밀도를 평가하는 것은 중요한 과정이며 선학들의 연구에 의하면 악골 밀도, 높이등은 국소적인 요소뿐만 아니라 전신적인 대사질환인 골다공증에 의해서도 많은 영향을 받는다고 알려져 있다.

위에서 소개된 Morphologic operation기법은 방사선 사진상의 골소주와 골수강등을 골격화된 상으로 표현할 수 있으며 여러가지 morphologic variables을 분석하여, 특정 variables이 골다공증 환자와 정상인을 분류할 수 있는지의 여부를 파악하는데 연구초점이 모아지고 있다.

최근 단방사선사진을 이용한 morphologic operation기법이 효과적으로 골다공증을 진단하는데는 좀 더 많은 연구가 필요하겠지만, 만약 이 방법이 유효하여 일반화된다면 일반 치과의원에서 전신적인 초기골다공증을 진단하는데 기여할 것으로 예상된다. 즉 치과의원에서와 같이 많은 방사선사진을 촬영하는 곳에서, 방사선사진상에 골다공증을 예전하는 지표가 적절한 module에 의해 자동으로 출력된다면 내과의사에게 그 환자를 의뢰하여 보다 정밀한 검사를 받게 하는 것이 필요하다. 만약 골다공증이 진행중이라면 골다공증에 효과적이라고 알려진 호르몬 및 Vitamine D 투여, 식이요법, 적절한 신체운동등을 통하여 골밀도 증가 및 골절 감소를 기대할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. Urist MR. Osteoporosis. Ann Rev Med 1972;13:273.
2. Riggs BL, Melton LJ. Evidence for two distinct syndromes of involutional osteoporosis. Am J Med 1983;75:899-901.
3. Hunziker J, Wronski TJ, Miller SC. Mandibular bone formation rates in aged ovariectomized rats treated with anti-resorptive agents alone and in combination with intermittent parathyroid hormone. J Dent Res 2000;79(6):1431-8.
4. Jensen GF, Christiansen C, Boesen J, Hegedus V. Epidemiology of menopausal spinal and long bone fractures: A unifying approach to postmenopausal osteoporosis. Clin Orthop 1982;166:75.
5. 용석증, 임승길, 허갑범, 박병문, 김남현. 한국인 성인 남녀의 골밀도. 대한의학협회지 1988;31(12):1350-8.
6. Horner K, Devlin H, Alsop CW, Hodgkinson IM, Adams JE. Mandibular bone mineral density as a predictor of skeletal osteoporosis. J Radiol 1996;69:1019-25.
7. World Health Organization study group. WHO Technical Report Series 843. Assessment of Fracture Risk and its Application to Screening for Postmenopausal Osteoporosis (World Health Organization. Geneva) 1994:5
8. Mohajery M, Brook SL, Detroit, Arbor A, Mich. Oral radiographs in the detection of early signs of osteoporosis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992;73:112-7.
9. Klemetti E, Kolmakov S, Heiskanen P, Vainio P, Lassila L. Panoramic mandibular index and bone mineral densities in postmenopausal women. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1993;75:774-9.
10. Klemetti E. A review of residual ridge resorption and bone density. J Prosthet Dent 1996;75:512-4.
11. von Wowern N, Kollerup G. Symptomatic osteoporosis a risk factor for residual ridge reduction of the jaws. J Prosthet Dent 1992;67:656-60.
12. 김재덕. 구리당량 영상작성에 의한 골밀도 계측 방법의 평가. 대한구강악안면 방사선학회지 2000;30(2):101-8.
13. Taguchi A, Suei Y, Ohtsuka M, Otani K, Tanimoto K, Ohtaki. Usefulness of panoramic radiography in the diagnosis of postmenopausal osteoporosis in women. Width and morphology of inferior cortex of the mandible. Dentomaxillofac Radiol 1996;25:263-7.
14. Klemetti E, Kolmakov S, Kroger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. Scand J Dent Res 1994;102:68-72
15. White SC, Rudolph DJ. Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1999;88:628-35.