

Digital Subtraction Radiography를 이용한 근관치료후 골회복의 정량적평가에 관한 연구

조선대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실

김 재 덕

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 결 과
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록
- 사진부도

I. 서 론

근관치료를 시행한 후 골회복에 대한 평가는 주로 주기적 방사선사진의 육안적판독에 의해 임상적으로 검사되어 왔다. Rud등¹⁾과 그의 몇 학자들²⁻⁴⁾은 조직학적으로 검사된 증례들을 근거로 하여 근관치료후 방사선상 평가에 대한 기준을 완전치유, 불완전치유(반흔조직형성), 불확실한 치유, 불만족스런 치유(실패)의 네 그룹으로 분류하였으나 이러한 방사선 분류평가에는 최소한 1년의 관찰기간이 필요하였으며 그것도 정성적인 평가일 뿐이었다. 실험적으로도 Bender등^{5,6)} 과 Ramadan등⁷⁾은 골내병변이 있는 경

우 피질골의 흡수 또는 천공이 없는 한 일반 방사선사진에서 그 판독이 어려우며 해면골에 국한된 파괴의 경우 30 - 50 %의 골이 상실되어야 판독이 가능하다고 보고한 바 있다. Sieraski등⁸⁾은 원숭이를 이용한 근단절제술 후 골치유역학에 관한 실험에서 조직학적변화와 방사선사진상의 관계를 조사한 결과 적절한 치료후에 나타나는 초기 근단조직의 재조직(reorganization)상은 다른 골조직 예들어 반대편 피질골에 의해 가려진다고 하였다. Brynolf^{2,3)}도 인체사체표본에서 근관치료가 시행된 치아의 근단부검사에서 방사선상평가와 조직학적검사소견간에 불일치를 보였다고 하였다.

다만 Brynolf²⁾은 근단조직의 병리적변화에 상응하는 방사선사진의 기준을 알고 판독하면 실수를 줄일 수 있음을 실험적으로 밝혔고 촬영된 필름상태 또는 판독상황에 의해 인간의 망막에 도달되는 상의 혼란이 야기될 수 있으므로 이를 피할 수 있는 판독환경을 제시한 바 있으며 Shoha등⁹⁾, Lee와 Messer¹⁰⁾등은 해면골에 국한된 병소가 방사선상에서 확인이 가능하다고 하였으나 Goldman등¹¹⁾은 방사선사진에 의한 육안적평가의 일치가 67%밖에 되지 않았다고 보고하고 있어 방사선상 판독시 보다 더 객관적인 방법이 필요하다.

방사선사진상에서의 육안적 근단병소 판독의 한계를 극복하고 판독의 정량화를 위해 그동안

*이 논문은 1995년도 조선대학교 학술연구비 지원 및 우수연구센터 기자재활용에 의해 연구되었음

석고스텝웨이¹²⁾, 알미늄스텝웨이^{13,14)}, 또는 구리 스텝웨이¹⁵⁾와 함께 촬영된 방사선사진상에 대해 마이크로덴시토메타를 이용한 판독이 이루어져 왔으나 이는 방사선사진상에서 점 또는 선에 대한 정보를 얻는데 불과하여 실용화되지 못하였다.

통상 치근단성치주염의 예후경과를 판정하는 기준으로서 근단부 투과성상의 크기, 형태, 골량의 상태 등이 비교되고 있다. Densitometric 분석에 의해 근단병소의 너비를 결정한 다음 10명의 치과의사에게 방사선사진상에서 동일 지역을 육안 판독 시킨 결과 커다란 차이를 보인 결과³⁾로 미루어 Goldman등¹¹⁾은 근관치료의 성공과 실패 여부를 방사선투과상의 크기의 변화로 평가하지 않아야 한다고 하였다. 이는 역으로 보다 정확한 분석방법에 의한다면 방사선투과상의 크기변화와 예후의 판정은 신뢰성을 가질 수 있다고 생각된다.

더욱이 투과상이 소실되고 있음에도 그와 상관없이 골경화상이 지속적으로 존재하고 있는 경우 그 내부에는 아직 만성염증이 존재하고 있을 가능성이 있다. 따라서 예후경과를 평가하는 경우에는 투과상뿐만이 아니라 골경화상의 변화도 판정기준의 한 요소로서 고려되어야만 한다고 생각된다.

또한 Massler¹⁶⁾, Carlstrom등¹⁷⁾은 빠르게 반응하는 골조직의 변화와 골형성의 양상에 의해 근관치료의 성공여부를 결정하는 편이 투과상의 크기의 변화에 의한 결정보다 인정하기 쉬우며 판독의 오차도 작고 촬영각에 의해서도 크게 상의 차이를 나타내지 않는다고 하였다.

상기한 바를 종합하여 볼 때 근관치료후 병변이 치유되고 있는가 또는 진행되고 있는가에 대한 판정을 위해서는 먼저 미세한 골조직의 변화, 가능하다면 다소 밀도가 높은 연조직의 변화정도까지 탐지 가능한 정밀한 촬영장치 또는 분석장치가 필요하며 아울러 다양하고 종합적인 판독기준의 설정이 필요하다고 생각된다.

최근 디지털 방사선시스템이 개발되어 알미늄 또는 구리 스텝웨이와 함께 촬영된 영상에서 다양한 영상처리술을 이용한 분석방법에 의해 미

세한 골변화까지 정량적인 평가가 가능하게 되었고 그에 대한 많은 연구¹⁸⁻³⁰⁾가 진행되어오고 있다

이에 본 연구에서는 이러한 디지털 방사선의 다양한 영상처리술을 이용하여 근관치료후 근단병소의 회복양상에서 방사선투과상과 경화성골염의 변화를 동시에 분석하고, 근관치료후 근단골 회복과정의 시간경과에 따른 변화양상을 모식화함으로써 근단회복을 평가함에 있어 정량적 분석 방법을 확립하고자하였다.

II. 연구재료 및 방법

1) 실험재료

임상적평가로서는 방사선사진상에서 근단병소 22개를 갖은 14명의 환자와 외상을 받은 치아 3개를 대상으로 하였다. 발수전 촬영된 필름을 기준으로 하고 근관충전 직후와 거의 2주 간격으로 방사선사진 촬영을 시행하였으며 최소한 2개월 내지 7개월간 재검진이 시행된 환자들을 대상으로 하였다. 이들중 10증례에 대하여는 규격촬영하여 재검하였고 나머지는 통상 근관치료가 시행되어 재검사시 촬영된 방사선 사진을 이용하였다.

2) 방사선촬영 및 화면처리

규격촬영을 위해 Rinn XCP 장치에 아크릴릭 레진으로 각 환자에 적합한 교합상을 제작하여 부착하고 두 개의 금속편을 매식하여 기준점으로 하고 구리스텝웨이와 함께 규격촬영하여 정량분석에 이용하였다. 방사선사진은 감광도 E군의 치근단용 방사선필름(Kodak Co., U.S.A.)을, 구내방사선촬영장치(Siemens Co., Germany)로 60kVp, 10mA, 0.32초 조건에서 촬영하였고, 이들의 현상은 자동현상기(DÜRR Dental, Germany)를 이용하였다.

영상분석에 사용된 컴퓨터는 퍼스널매킨토시였다. 연결된 2800dpi의 Quick Scanner(Minolta, Japan)를 이용하여 규격화 촬영된 방사선사진상

의 기준점이 동일하게 위치되도록 마운팅되었음을 확인하여 컴퓨터에 입력하였고, 입력된 영상은 640x480 픽셀의 공간 해상도와 256계조도를 지원하도록 디지털화 되었으며 영상분석에는 NIH image프로그램이 이용되었다.

각 환자의 일련의 필름들을 동일 계조도 조건에서 비교하기 위해 골조직의 계조도에 중점을 두어 병소부 인접정상 골조직 지역에서 동일 영역을 선택하고 평균흡화도를 측정하고 구리스텐 웨지의 계조도를 비교하여 공제 또는 부가연산 처리함으로써 일련의 필름의 정상골조직의 계조도가 동일하도록 보정하였다.

예비실험에서 구리당량치(y)와 계조도(x)간에 다음과 같은 관계식을 구하였고

$y = 0.00000258x^3 - 0.00045228x^2 + 0.02567293x - 0.10159626$ ($r^2 = 0.9482$) 하이드록시아파타이트(x)와 구리당량치(y)간의 회귀방정식으로 $y = -0.62 + 0.17x$ ($r^2 = 0.9990$)를 얻어 이들을 정량분석에 이용하였다.

3) 평가방법

1. 병소부의 방사선투과상부와 골경화부의 변화량평가

규격촬영된 10증례에 대하여 density slice 기능을 이용하여 관심지역을 기준필름의 근단부에 설정하되(Fig. 1의 흰선) 근관과 누출된 충전재는 이 지역에서 제외하였고 방사선투과상(Fig. 1-A)과 골경화상(Fig. 1-B)을 결정하여 각 지역의 픽셀 수와 평균 계조도를 측정하였다. 이어 일련의 재검된 방사선사진영상을 중첩저장하여 치근의 외형에 일치시켜 동일 관심지역이 비교될 수 있도록 하고 동일 계조도이상 또는 이하의 색상강화를 적용하여 관심지역내(Fig. 2-C)와 지역외(Fig. 2-D)의 변화된 골부위의 픽셀 수와 평균 계조도를 각각 측정하였다. 방사선투과상에서 관심영역내 골증가 또는 흡수상을 공제한 양(A-C; Fig. 3의 A')을 방사선투과상병소의 크기의 변화로 하였고, 변화된 골경화상에서 기준필름의 골경화상을 공제한 양(D-B)을 관심지역의 골경화의 변화량으로 하였다.

관심지역의 전체 픽셀 수는 A이므로 C/A(퍼센트)의 값으로 회복의 확산율을 나타내었다

2. 골회복의 전체양상과 시간경과에 따른 변화
전체 25증례의 근단병소의 회복과정에서 일어난 초기 골회복지역을 density slice 기능을 이용하여 계조도의 변화양상을 단일색상으로 강조하여 전체회복양상을 시간경과에 따라 검토하였으며, 시간경과에 따른 투과상의 크기변화(A-C)와 병소주위 골경화의 변화량(D-B)의 추이를 검토하였다.

III. 결 과

1. 병소부의 방사선투과상부와 골경화부의 변화량평가

규격 촬영된 만성근단치주염 10증례중 8증례에서 6주째에 투과성의 크기가 줄고 병소외부에 있던 골경화상이 증가정지 내지는 감소경향을 보여 이 시기를 예후 양호의 기준으로 할 수 있었다. 이 시기에 계조도 5 (37.40 HAEq(mg/cm²)) 이상의 변화를 색상강화한 결과 골회복양으로서 평균 1017 픽셀이 변화하였고 평균 회복지역은 본래 병소의 46.6%에 해당되었다. 이 경우 육안으로 크기변화 판독은 불가하였다. 이 시기의 병소외부 골경화상의 변화는 치료전 평균 1528픽셀에서 2554픽셀로 변화하여 평균 1026픽셀 증가를 보였고 치료전 병소외부 골경화면적에 비해 66.9%의 증가를 보였다.

2. 골회복의 전체양상과 시간경과에 따른 변화

골회복 형태는 10증례에서 병소전체에 초기 골감소 이후 다소 균일한 골회복으로 미만형이 나타났으며 12증례에서 병소의 변연부로 부터 초기 골감소(Fig. 4, 5)후 나타난 골회복이 변연형(Fig. 6)으로 나타났다. 그러나 6주이후 투과상의 감소 및 관심지역내 골경화의 증가는 대부분 변연형(Fig. 2의 흰선 내부)이었다.

시간경과에 따른 변화는 성공적으로 분석된

것이 31쌍의 방사선사진으로서 그중 골회복지역의 회복양의 시간경과에 따른 변화를 그래프로 나타낸 바 초기의 의미있는 골회복은 2 내지 6주에 발생하였고 만성근단치주염으로 근단부 방사선투과상과 미만성골경화를 갖고 있던 17병소에서 2주정도까지는 투과상크기의 변화를 나타내지 않다가 시간경과에 따라 그 크기가 감소되었으며 골경화는 증가되어 장기간 지속되거나 감소경향을 나타내는 것으로 구분되어 관찰되었다(투과감소와 경화증가형; Fig. 7).

5병소에서는 초기 2주 근관치치중에 방사선투과상의 크기가 커지고 관심지역외부 골경화골도 증가하다가 6주째에 현격하게 두 부위의 크기가 감소되었다(증가후감소형; Fig. 8). 이 중 2증례에서는 골경화가 2주째 까지 증가되었으나 6주째에 80%이상의 감소를 나타내었으며 이들의 연령은 10세 이하였다.

외상을 받은 치아들은 충전후 6주째부터 방사선투과상의 크기가 지속적으로 감소되었고 골경화상은 충전후 2주경 나타나다가 6주경까지 감소되었으며 8주에 정상 치조백선의 형태를 보였다.

전반적으로 방사선투과상과 함께 나타난 골경화증은 투과상보다 오래 지속되었다.

IV. 총괄 및 고안

방사선사진의 컴퓨터화상처리에 의한 정량적 평가를 시행 할 때 ROI(관심영역)의 설정방법은

영역내 계조도의 측정에 큰 영향을 끼친다. Ruttmann³¹⁾은 ROI의 설정시 통계처리의 수법을 이용하여 영역을 설정했고 Bragger등¹⁹⁾은 전기적노이즈를 제거하기 위해 7 계조도이상의 변화가 인정된 2 x 2 픽셀 영역을 연산대상으로 하여 계조도의 차와 농도변화 부위의 크기의 합에 의해 골변화를 나타내었다. Sun등³²⁾은 공제상에서 골변화의 인정 가능한 부분은 모두 포함시켜 치근 등의 구조물은 피하도록 설정 하였다. Ørsta-
vik등³³⁾은 치근병소의 병변부와 병소주변의 정상 조직부 2개소에 같은 면적의 ROI를 설정해 2가지 영역에 대해 평균 계조도를 치유상태의 지표로 삼았다. 이상 ROI의 설정방법은 각 연구자에 따라 다르고 공통된 설정기준은 정해져 있지 않다. 이에 본 연구에서는 정상골조직과 병소지역의 계조도가 차이를 나타내는 경계부 계조도만을 색상강화 하여 경계선을 결정 한 후 계조도를 1 단계씩 증가 감소시켜 변화의 양을 시각화하고 바로 측정할 수 있었다.

감염근관 치료후의 예후에 대한 평가는 통상 치근주위의 골의 병적흡수가 멎고 골경화가 일어나는가 또는 여전히 골흡수가 지속되는가로 결정하며 일반적으로 이는 일정한 간격이 있는 두 시점간의 임상변화와 방사선상에서 방사선투과상의 변화에 의해 판단된다. 그 판단의 기준을 자발통의 유무, 타진시, 교합시의 동통, 근단부압통, 종창, 누공의 유무, 및 방사선검사에 의한 근단부투과상의 크기변화, 치근막강의 확대, 치조백선의 소실등에 두고 1년후의 상태로 부터 장

--- condensing osteitis
— radiolucent area

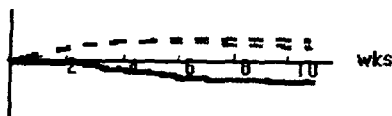


Fig. 7. The succeeding reduction of radiolucent area.

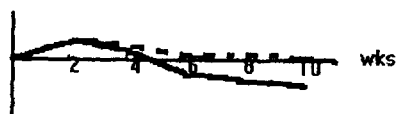


Fig. 8. The reduction following the initial increase of both areas.

기간에 걸쳐 판정이 가능한 것으로 되어 있다³⁴⁾. Selter등³⁵⁾은 방사선조건에서 6개월제에서 변화가 없고 2년간 투과상의 축소 또는 진행의 정지가 인정되었을 때 예후가 양호한 것으로 하였다.

그러나 상기의 임상조건 및 방사선상에 의한 판정기준은 주관적인요소가 크고 판정하기 어려운 경우도 많다. 따라서 비교적 단기간에서의 방사선조건에 의한 변화에서는 골동태를 파악하고 정확한 진단을 내리는데에는 충분하지 않고 장기간 관찰이 필요하였다.

Sun등³²⁾은 디지털 공제술에 의해 근관처치후 8주째가 기준으로서 골흡수 후 골경화가 일어나 8주째부터 본래의 흑화도 내지는 그 이하의 흑화도를 보이면 예후 양호로 판정 할 수 있다고 보고하였으나 본 실험에서는 6주째 투과성의 크기가 줄고 병소 주위에 있던 골경화성이 감소 경향을 보여 예후 양호의 기준으로 할 수 있었다. 즉 투과상이 소실하고 있음에도 그와 상관없이 골경화상이 지속적으로 존재하고 있는 경우 그 내부에는 아직 만성염증이 존재하고 있을 가능성이 있다. 따라서 예후경과를 평가하는 경우에는 투과성뿐만이 아니라 경화성의 변화도 판정 기준의 한 요소로서 고려해야만 한다고 생각된다.

이 시기에 계조도 5 ($37.40 \text{ HA}_{\text{Eq}}(\text{mg}/\text{cm}^2)$)이상의 변화를 색상강화한 결과 골회복양은 본래 병소의 46.6 %에 해당되었다. 병소외부 골경화상의 변화는 치료전 병소외부 골경화면적에 비해 66.9 %의 증가를 보였다. Sun등³²⁾에 의하면 초기의 의미있는 골회복은 2 내지 8주에 발생하였고 평균 밀도 변화는 $32.3 \text{ HA}_{\text{Eq}}(\text{mg}/\text{cm}^2)$ 로 평균 회복지역은 본래 병소의 40.2 %에 해당되었다. Hausmann등³⁶⁾은 치조정골의 높이 변화가 30 %의 변화를, Ortman등¹⁴⁾은 건조두개골에서 공제술에 의한 덴시토메트릭 분석에서 5 %의 골손실을 인정할 수 있었다고 보고하였다. Sun등³²⁾은 8주 까지 의미 있는 density 증가는 충전물의 자극에 의한 초기석회화(initial mineralization)로 생각하였고 그다음 단계에서의 재석회화(reminerlization)는 연조직의 reorganization에 의하며 12주 이후는 osteoid, cementoid 등 경

조직의 침착이 결체조직내의 중배엽 세포들로부터 osteoblast 및 cementoblast가 분화하여 침착되므로 시간이 더 걸리는 것으로 생각하였으며 Matsue등³⁷⁾도 임프란트를 이용한 실험에서 그와 유사한 결과를 보고하였던 바 있으나 본 실험에서의 견해로는 초기 4주까지는 염증반응도 고려해야 한다고 사료되었다.

회복양상 있어서는 Kawakami등³⁸⁾이 동물실험에서 조직학적으로 밝힌 것과 유사하게 Sun등³²⁾은 원인에 따라 낭의 경우는 변연형, 만성근단염의 경우는 그 경계가 불명료하고 병소내부에 잔존 골량이 있을 수 있어 미만성 형태로 골회복이 일어나고, 만성근단염과 과백악질증이 병발한 경우는 치근의 표면에서 cementoblast, osteoblast cell이 자극되어 골 회복이 일어나 근단형을 보일 수 있다고 추정하였으나 본실험에서는 대부분 만성근단치주염 증례였음에도 초기 4주경에는 미만형을 보였으나 6주이상의 골회복 형태에서는 대부분 변연형으로 나타났다.

시간 경과에 따른 변화의 평가에서는 만성근단치주염으로 근단부 방사선투과상과 미만성골경화를 갖고 있던 17병소에서 2주정도까지는 투과상크기의 변화를 나타내지 않다가 시간경과에 따라 그 크기가 감소되었으며 골경화는 증가되어 장기간 지속되거나 감소경향을 나타내는 것으로 구분되어 관찰되었고 5병소에서는 초기 2주 근관처치중에 방사선투과상의 크기가 커지고 관심지역외부 골경화골도 증가하다가 6주째에 현격하게 두 부위의 크기가 감소되었다. Nagamine등³⁹⁾에 의하면 마이크로텐시토메타를 이용한 조사에서 근관충전후에는 골흡수 없이 지속적인 골회복양상을 보이며, 근절제술을 시행한 경우 2 내지 4주에 골흡수가 일어 나다가 골회복이 나타나는 경우가 많다고 하였으나 29%(4증례)에서 근관충전후 이러한 양상을 보였다고 하여 본 실험과 유사하였으나 골경화의 변화에 대하여는 함께 검토하지 않았다. Bhaskar⁴⁰⁾에 의하면 병소부의 치유가 육아조직으로 부터 대부분은 골조직으로 치환되나 3 %정도에서 육아조직에서 결합조직으로 이행하여 반흔으로 치유되는 경우가 있다고 하였다. 이 경우는 방사선사진

상에서 뚜렷한 변화가 나타나지 않는다고 하였고 Nagamine³⁹⁾도 이 경우 방사선사진상에서 증감의 반복을 보인다고 하였으나 본실험에서는 1증례에서 주위골 경화상의 현격한 감소에도 지속적인 투과상이 존재하였다. 이에 대하여는 병소주위의 골경화와 연계하여 보다 많은 증례의 검토가 필요하다고 생각되었다.

골경화성 변화의 성립과 재생에 관하여 森⁴¹⁾은 치수내의 병변이 근단공을 경유하여 치근단주위로 확산되어 근단주위조직의 파괴가 생기고 병변의 진행과 함께 근단부의 농양주위에 육아조직이 증식되고, 섬유성피막이 형성된 후 시간의 경과에 따라 그 주위에 골신생 즉 Condensing osteitis가 생긴다고 하였다. 그 후 근관치료를 시행함에 의해 골결손부는 기질화, 반흔화하고 골신생에 의해 치조골의 재생을 가져온다. 그러나 골경화부는 환치의 기능회복 후 수년이라는 세월을 경유해야 골량이 정상적인 배열을 나타낸다고 보고하였다. 본 조사에서도 골경화상이 정상적인 골량으로 회복하는 변화는 방사선 투과상의 소실에 수반해 생겨났으나 투과성 주위의 불투과성 즉 골경화상이 늦게 감소되거나 지속되는 것으로 관찰되었으나 10세 이하 환자에서는 빠른 감소경향을 보였다. Hirabayashi⁴²⁾은 근관치후 수년이 지난 2예에서 골경화상의 축소는 물론 소실이 인정되지 않은것도 있었다고 보고 하였다.

치수염에 의한 골경화상에 관하여 Weine⁴³⁾은 치수염에 수반하는 미약한 자극이 근단공으로부터 근단부에 장시간 작용하여 이에의해 근단부 치조골의 재생반응이 있다고 생각했으며 또한 이들의 증례는 불가역성치수염으로 진단되었기 때문에 발수처치가 시행되었으나 2 증례에서는 그 후 근단부 불투과상이 소실하기도 하고 축소경향이 있는 것으로 확인되어 이러한 사실은 치수내의 염증유발물질이 치주조직에 작용한 결과로서 나타난 골경화상이 치수를 제거함에 의해 일련의 반응이 정지하고 소실되었다고 생각하고 있다. 또한 다른 가설로서 염증시의 치수내에 근단치주조직의 재생에 직접 관여하는 물질이 존재해 이것이 치수제거와 더불어 소실함

에 의해 치유된다고 하는 가능성도 부인하지 않고 있다. 치수염에 있어서도 근단부에 골경화상이 나타나는 경우는 Ingle⁴⁴⁾ Jordan⁴⁵⁾ 森^{41,46)}등도 이미 보고하고 있으나 근단성치주염시에 출현하는 것과의 감별에 대해서는 거의 보고가 없다.

본 연구에서는 5개 치아로 증례수는 작았으나 치수염에 수반하는 경화상은 외형이 불규칙하고 그 경계는 비교적 명료한데 비해 근단성치주염에 이어 인정되는 경화상은 근단부 투과상의 주위에 미만성으로 광범위하고 경계는 불명료하게 관찰 되었다.

외상받은 환치는 근관치료후 2주째에 골흡수와 골경화가 일어나 그 이후는 계속 투과상과 골경화상이 줄어든 경우가 많았는데 이는 환부의 크기와 상관없이 진행되었다. 이 경우 골흡수로부터 골회복이 일어나는 시기는 근관치료후 4-6주였고 8주째에 정상소견을 보인 증례도 있어 빠른 회복을 보였다.

Grossman⁴⁷⁾에 의하면 투과상이 없던 무수치의 근관치료 직후 치료시의 기계적, 화학적 세균학적자극에 의해 방사선상에서 미세한 골흡수상이 나타나는 경우가 있다고 하였다. 치료후 염증성변화인지 아니면 치료기전상의 그같은 골흡수가 일어났는지는 보다 많은 증례의 검토가 필요하다고 생각되었다.

V. 결 론

디지털 방사선시스템의 density slice 기능을 이용하여 총 25증례를 근관치료후 근단 회복양상에서 방사선투과상과 경화성골염의 변화를 동시에 분석하고, 시간경과에 따른 변화양상및 추이를 모식화함으로써 근단회복을 평가함에 있어 정량적분석 방법을 확립하고자 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 규격 촬영된 만성근단치주염 증례에서 디지털 방사선시스템의 density slice기능을 이용하여 골회복시 투과성지역과 병소외부의 경화성골 변화를 정량적으로 측정 가능하였다.
2. 근관충전후 6주째 투과성의 크기가 평균

- 46.6%정도 줄고 병소의외부에 있던 골경화상이 증가, 정지 내지는 감소경향을 보여 이 시기를 예후 양호의 기준으로 할 수 있었다.
3. 골회복 형태는 6주이후 투과상의 감소 및 관심지역내 골경화의 증가는 대부분 변연형이었다.
 4. 골회복의 시간경과에 따른 변화는 지속적 투과상감소와 경화상증가형 그리고 투과,경화상의 동시 증가후감소형으로 분류되었다.
 5. 외상을 받은 치아들은 충전후 4주째부터 방사선투과상의 크기가 지속적으로 감소되었고, 골경화상은 충전후 2주경 나타나다가 6주까지 감소되었으며 8주에 정상 치조백선의 형태를 보였다.

참고문헌

1. Rud J, Jensen JE : Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Surg* 1:195-214, 1972.
2. Brynolf I : Radiography of the periapical region as a diagnostic aid. I. Diagnosis of maginal changes. *Dent Radiogr Photogr* 51:21-39, 1978.
3. Brynolf I : Radiography of the periapical region as a diagnostic aid. II. Diagnosis of pulp-related changes. *Dent Radiogr Photogr* 52:25-47, 1979.
4. Tanaka K : Clinical and roentgenographical study on the prognosis of infected root canal treatment with periapical focus. *J Kurume Medical Assoc* 50:163-277, 1987(in Japanese).
5. Bender IB, Seltzer S : Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone : I. *JADA* 62:152-160, 1961.
6. Bender IB, Seltzer S : Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: II. *JADA* 62:708-716, 1961.
7. Ramadan AE, Mitchell DF : A roentgenographic study of experimental bone destruction. *Oral Surg* 15:934-943, 1962.
8. Sieraski SM, Corcoran JF : Osseous healing kinetics after apicoectomy in monkeys. III. Correlation between histology and radiography. *J of Endod* 12:113-115, 1986.
9. Shoha RR, Dowson J, Richards AG : Radiographic interpretation of experimentally produced bony lesions. *Oral Surg* 38:294-303, 1974.
10. Lee SJ, Messer HH : Radiographic appearance of artificially prepared periapical lesions confined to cancellous bone. *Int Endod J* 19:64-72, 1986.
11. Goldman M, Pearson AH, DarZenta N : Endodontic success - Who's reading the radiograph?. *Oral Surg* 33:432-437, 1972.
12. Noda K : A study on the quantitative observation of the roentgenogram of the periapical lesions. *口病誌*, 44:96-112, 1977.
13. 김재덕 · 최원재: 화상처리 분석장치를 이용한 골 흡화도의 정량적 평가에 관한 연구. *대한구강악안면방사선학회지*, 25:521-534, 1995.
14. Ortman LF, Dunford R, McHenry K : Subtraction radiography and computer assisted densitometric analyses of standardized radiographs. A comparison study with ¹²⁵I absorptiometry. *J Periodont Res*. 20:644-651, 1985.
15. 김재덕, 김영진: 시간경과에 따른 골변화의 영상분석에 관한 연구. *대한구강악안면방사선학회지*, 27:73-86, 1997.
16. Massler M : Changes in the lamina dura during tooth movement. *Am J of Orthod*, 40:364-372, 1954.
17. Calstrom, D, Engstrom A : Ultrastructure and distribution of mineral salts in bone tissue. The biochemistry and physiology of bone. G.H. Bourne, Academic press Inc., N.Y., 1956.
18. Bragger D, Pasquali L, Rylander H, Carnes D, Kornman KS: Computer assisted densitometric image analysis in periodontal radiography. *J Clin Periodontol* 15:27-37, 1988.
19. Bragger, U : Digital subtraction radiography for the assessment of changes in peri-implant bone density. *J Oral Maxillofac Implants* 6:160, 1991.
20. Gröndahl H-G Gröndahl K : Subtraction radiography for the diagnosis of periodontal bone lesions. *Oral Surg.*, 55:208-213, 1983.
21. Gröndahl K, Gröndahl H-G, Webber RL : A digital subtraction technique for dental radiography. *Oral Surg* 55:96-102, 1983.
22. Gröndahl, K, Gröndahl H-G.: Examiner agreement in estimating changes in periodontal bone from conventional and subtraction radiographs. *J Clin. Periodontol.*, 14:74-79, 1987.
23. Janssen PTM, van Palenstein, Helderman WH, et al : The detection of in vitro produced periodontal bone lesion by conventional radiography and photographic subtraction radiography using observers

- and quantitative digital subtraction radiography. *J Clin Periodontol* 16:335-341, 1989.
24. Janssen PTM, Van Aken J : Problems around the in vitro and in vivo application of quantitative digital subtraction radiography. *J Clin Periodontol*, 16:323-329, 1992.
 25. Ruttimann UE, Okano T, Grondahl HG, et al : Exposure geometry and film contrast differences as bases for incomplete cancellation of irrelevant structures in dental subtraction radiography. *SPIE* 314:372-377, 1981.
 26. Ruttimann UE, Saffer A, Van Der Stelt P, et al : Determination of osseous lesion volume by subtraction radiography. *J Dent Res* 21:486-495, 1986.
 27. Tyndall DA, Kapa SF, Bangnell CP : Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the periapical region. *J Endod* 16:173-178, 1980.
 28. Walker A, Horner K, Czajka J, Shearer AC et al : Quantitative assessment of new dental imaging system. *British J Radiography* 64:529-536, 1991.
 29. Webber RL, Ruttimann UE, Gröndahl H-G : X-ray image subtraction as a bias for assessment of periodontal changes. *J Periodont Res* 17:509-511, 1982.
 30. Webber RL, Ruttimann UE, Heaven TJ : Calibration errors in digital subtraction radiography. *J Periodont Res* 25:268-275, 1990.
 31. Ruttimann U.E, Webber RL : Volumetry of localized bone lesions by subtraction radiography. *J Periodont Res* 22:215-216, 1987.
 32. Sun H, Ohki M, Yamada N : Quantitative Evaluation of Bone repair of periapical Lesions Using Digital Subtraction Radiography Part2, Clinical Application. *Oral Radiol* 7:35-46, 1991.
 33. Østavik D, Farrants G, Wahl T, Kerkes K : Image analysis of endodontic radiographs:digital subtraction and quantitative densitometry. *Endod Dent Traumatol* 6:6-11, 1990.
 34. 鈴木祐平: X線透過度よりみた歯石除去後の歯槽骨變化. *日歯周誌*, 25:667-687, 1983.
 35. Selter S, Bender IB, Smith J, Freedman I, et al : Endodontic failures-An analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings: I. II. *Oral Surg Med Path* 23:500-530, 1967.
 36. Hausmann E, Christersson L, Dunford R, et al : Usefulness of subtraction radiography in the evaluation of periodontal therapy. *J Periodontol(suppl: "New approaches to the diagnosis and chemotherapeutic management of the periodontal diseases")* 4-7, 1985.
 37. Matsue I, Kenneth Collings C, Zimmerman ER, Vall WC : Microdensitometric analysis of human autogenous alveolar bone implants. *J Periodontol* 41:489-495, 1970.
 38. Kawakami T, Nakamura C, Hasegawa H, et al : Ultrastructural study of initial calcification in the rat subcutaneous tissues elicited by a root canal filling material. *Oral Surg* 63:360-365, 1987.
 39. Nagamine N, Tani K, Hara Y, et al : Radiographic quantitative analysis of bone repair on chronic apical periodontitis. *日歯保誌*, 28:232-242, 1986.
 40. Bhaskar SN : Periapical lesions-types incidence, and clinical features. *Oral Surg Med Path* 21:657-671, 1966.
 41. 森 克營, 志村秀夫, 三崎 朗: いわゆるcondensing osteitisについて, 治療効果からみた 検討. *歯科放射線*, 26:214, 1980.
 42. Hirabayashi M, Nagatani T, Kasai Y, et al : A Radiographic analysis of isolated condensing osteitis lesion in the domain of conservative dentistry - by panoramic survey -. *日歯保誌*, 38:671-678, 1995.
 43. Weine FS : Endodontic therapy. The CV Mosby Co St Louis 104-108, 1972..
 44. Ingle JI, Beveridge EE : Endodontics. 2nd ed. Lea & Febiger Philadelphia, 1976.
 45. Jordan RE, Suzuki M, Skinner DH : Indirect pulp-capping of carious teeth with periapical lesion. *JADA*, 97:37-43, 1978.
 46. 森 克營: 根管治療の 術後経過から. *The Quintessence* 9:1811-1824, 1990.
 47. Grossmann LI : Endodontic practice. 8th ed. pp.374, 317, Lea & Febiger, Philadelphia.

- ABSTRACT -

A QUANTITATIVE STUDY OF BONE REPAIR AFTER ENDODONTIC THRAPY ON DIGITAL SUBTRACTION RADIOGRAPHY

Kim, Jae-Duk

Department of Oromaxillofacial Radiology, School of Dentistry, Chosun University.

This study was performed to prepare the quantitative method of judging the sensitive prognosis of chronic apical periodontitis as early as possible. The subjects were 25 cases with periapical radiolucencies of which were treated with endodontic treatment. Serial radiographs were taken by standardized method longitudinally. The density slice function of digital radiographic system were employed for quantitative and longitudinal assessment of the radiolucent area and the condensing osteitis simultaneously.

Obtained results were as follows:

1. The amount of bone repair after endodontic treatment could be detected quantitatively by the density slice function of digital radiographic system.
2. Within the 6-week period after root canal filling, the prognosis could be evaluated by assessment both radiolucent area and condensing osteitis on digital radiographic system.
3. The pattern of bone repair showed peripheral type in most cases from the 6th week after root canal filling.
4. In longitudinal change, bone repair showed two patterns; the succeeding reduction of radiolucent area showing the increase of condensing osteitis in size till 6th week and following by static state or reduction tendency and the reduction following the initial increase of both areas.
5. Cases with pulpitis by trauma showed initial increase of condensing osteitis at 2nd week, marked reduction of radiolucent area and condensing osteitis at 6th week, and approximately normal bone state at 8th week after root canal filling.

논문사진부도 설명

- Fig. 1 Region of Interest by density slice: before canal filling (case 1).
- Fig. 2 Density slice added by 5 grey scale: 6 weeks later after root canal filling.
- Fig. 3 Same density slice with one before canal filling.
- Fig. 4 Region of interest by density slice: before canal filling (case 2).
- Fig. 5 Same density slice: 2 weeks later after canal filling.
- Fig. 6 Same density slice: 6 weeks later after canal filling.

논문사진부도

