

디지털 영상의 이해

조선대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실
교수 김 재 덕

1. 디지털방사선촬영술의 분류

디지털 방사선촬영술(Digital Radiography)이란 인체를 투과한 X선이나 반사된 초음파와 같은 아나로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어 모니터상에 재현시켜주는 촬영술의 일종이다.

디지털 방사선촬영술은 X 선영상의 검출, 컴퓨터에 의한 디지털화, 영상처리 및 영상 디스플레이의 네 단계를 거치게 되며, 영상검출기의 종류와 디지털영상화 방식에 따라 직접방식과 간접방식으로 나뉜다.

직접방식으로는 치과구내촬영용으로 개발된 Radiovisigraphy가 있으며 X 선 필름 대신 CCD 센서로 촬영하여 센서와 연결된 선을 통해 X 선 영상이 직접 컴퓨터에 전달되어 영상을 디지털화하는 장치이다(그림 1의 좌).

간접방식으로는 치과용으로 Digora, 그외에 X선 사진을 이용한 digital imaging system들이 있다. Digora는 형광물질을 도포한 영상판(PSP plate)을 필름대신 사용하여 X 선촬영을 하여 이 영상판을 컴퓨터에 부착된 스캐너(scanner)에 넣어 영상을 읽고, 입력, 디지털영상화한다(그림 1의 우).

X선 사진을 이용한 digital imaging system들은 통상의 방법대로 X 선필름을 사용하여 촬영, 현상된 필름을 CCD카메라나 스캐너를 이용하여 컴퓨

터에 입력, 디지털영상화하는 장치들을 말한다(그림 1의 우).

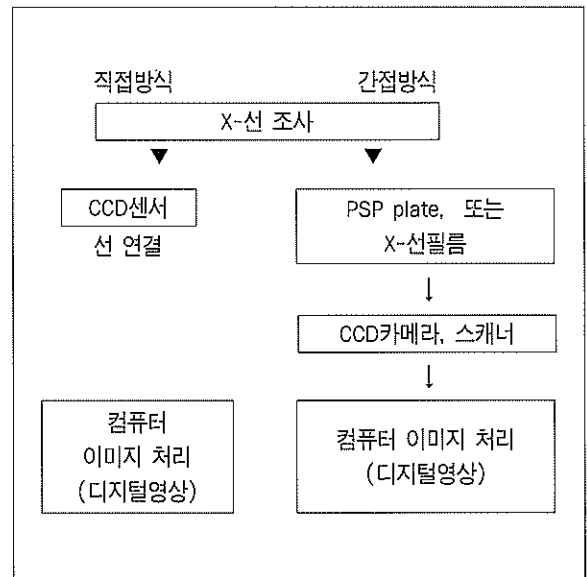


그림 1. 디지털 영상시스템의 직접방식과 간접방식

디지털영상을 위한 영상매체인 직접방식의 CCD 센서(Charged Couple Device) 와 간접방식의 PSP plate(PhotoStimulable Phosphor)에 대해 알아보기로 하겠다.

CCD 센서는 수많은 화소(pixel)를 가지고 있는 silicon chip으로 구성되어 있다. 이들 silicon chip은 가시광선이나 X선과 같은 전자기에너지가 작용되

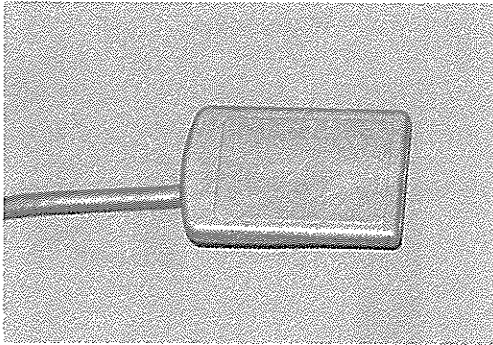


그림 2. CCD 센서 (2 X 3 cm). 센서와 컴퓨터가 선으로 연결, 디지털영상이 바로 컴퓨터에 나타난다. 구내X선 필름과 동일한 3x4 cm 크기의 센서도 있다.

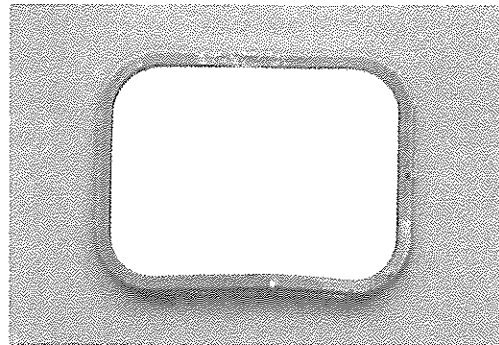


그림 3. Digora에서 사용되는 영상판 (PSP plate, 3 X 4 cm). 촬영 후 스캐닝 과정을 통하여 디지털영상을 획득한다.

면 전하가 생성되고, 방사선에 노출된 후 각각의 화소에 저장된 전하는 컴퓨터에 의해 인식되는 이진수체계의 숫자로 전환되어 컴퓨터에 이송된다.

PSP plate는 phosphors로 구성되어 있는데 이들은 X선 에너지를 흡수하여 결정구조 내에 잠상으로 보관하고 있다가 스캐너의 laser에 의하여 자극되었을 때 빛의 형태로 에너지를 방출한다. 이 아날로그 신호를 디지털화한 후 컴퓨터 영상화한다.

두 종류의 외형적 차이는 CCD 센서는 컴퓨터에 유선으로 연결되어 있으며(그림 2), PSP plate는 무선(그림 3)이라는 점이며 사용상의 큰 차이는 CCD 센서는 X 선 촬영과정만 있으나 PSP plate는 X 선촬영 후 다시 스캐닝하는 한 과정이 더 있다는

점이다.

2. 디지털 영상이란?

디지털영상은 영상을 구성하는 각 화소(pixel)의 정보(회색조)가 디지털방식, 즉 숫자로 표현되어 이 숫자가 저장되고 모니터 상에서 각 화소의 숫자에 해당하는 색조를 보여줌으로써 눈으로 볼 수 있게 된다.

디지털영상은 그림 4에서 보는 바와 같이 육안적으로 큰 차이를 보이지 않으나 인간이 육안적으로 식별 가능한 검고 흰색의 구분은 16 단계의 회색조(grey scale)에 불과하며 컴퓨터의 회색조 분별 능

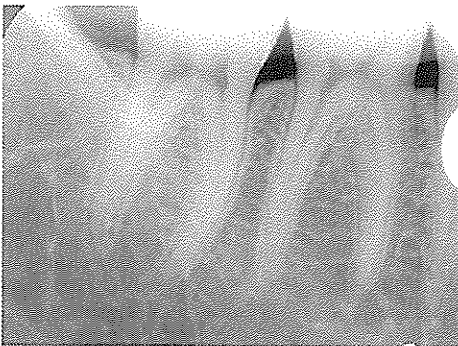


그림 4. a. 구내디지털영상장치로 촬영된 환자의 하악대구치와, b. 구내X선필름으로 촬영된 동일 환자의 동일 부위. 두 영상에서 진단능의 큰 차이는 없다.

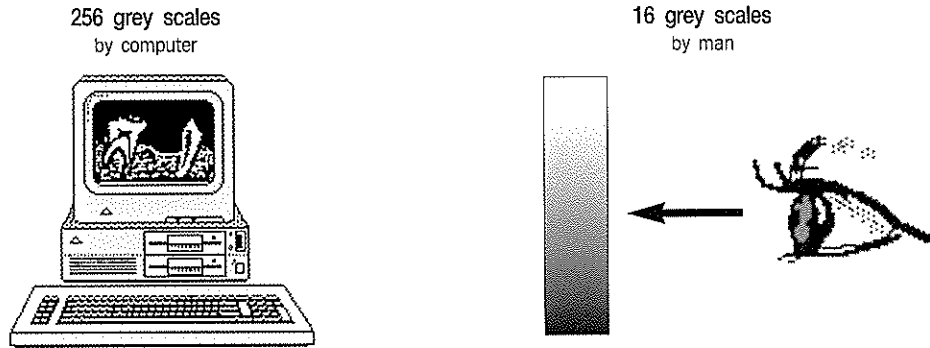


그림 5. 컴퓨터와 사람의 회색조 분별능의 차이

력은 256 단계가 되므로 컴퓨터로는 미세한 흑백의 차이를 판별해 낼 수 있다(그림 5).

3. 디지털영상의 처리 및 분석기법

디지털영상을 육안으로 평가할 수도 있으나 영상을 디지털화하였다는 것은 컴퓨터의 보다 나은 분석능력을 이용하기 위한 것이다. 따라서 디지털영상을 처리하고 분석하는 여러 분석프로그램(소프트웨어)을 알고 그 이용법을 간단히 이해할 필요가 있다.

가. 디지털영상 공제술

디지털영상 공제술을 위한 전용 소프트웨어로는 현재 치과에서 사용할 수 있는 프로그램으로 네텔

란드에서 개발된 Emago라는 소프트웨어와 국내의 구내디지털영상장치 개발업체인 바이오메디시스에서 개발한 Sunny라는 두 가지 소프트웨어가 있다.

공제(subtraction)라는 용어는 말 그대로 “뺀다”라는 의미를 가지고 있다. 따라서 영상공제술이란 한 장의 영상에서 다른 영상을 뺀다(minus)는 것을 의미한다. 즉 한 영상에서 다른 영상을 뺀다면 같은 부분은 모두 사라지고 두 장의 사진에서 다른 부분만이 영상으로 남는다는 이론으로 개발된 방법이다. 따라서 두 영상에서 나타나는 미세한 골변화의 차이를 관찰하기 쉽게 만드는 방법으로 적절히 이용하면 치료 진료에 유용할 수 있다. 이전 연구에 따르면 경조직의 미네랄 양이 30~40% 정도의 손실이 있어야만 X선 사진을 이용하여 사람의 눈

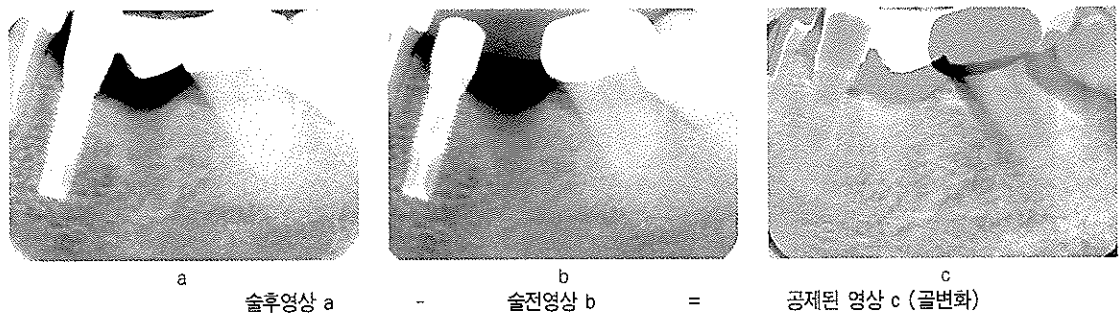


그림 6. 임플란트 시술 과정 중에 촬영된 디지털영상을 이용하여 임플란트의 marginal bone 흡수를 디지털영상공제술로 확인한 모습. c에서 임플란트 매식체 원심 부위에서 약간의 marginal bone 흡수가 관찰된다.

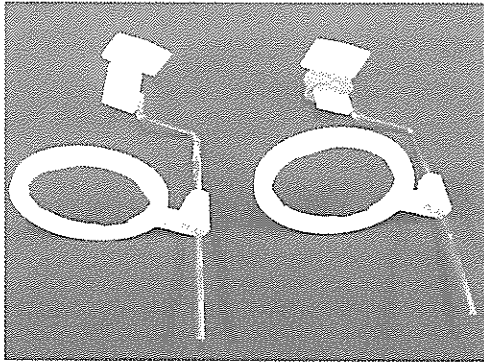


그림 7. XCP 기구(좌측)와 XCP 교합재에 인상재를 이용하여 교합흔을 기록한 모습(우측)

으로 관찰할 수 있는 것으로 알려져 있으나 디지털 영상공제술을 이용하는 경우 단지 5%의 손실만 있어도 관찰할 수 있다고 알려져 있다.

임상적으로 디지털영상공제술을 적용한 예로는 교정 치료 중 혹은 치료 후의 치근단 흡수의 평가, 치주치료 후 치조골의 흡수 혹은 생성 평가, 신경 치료 후 치근단 병소의 변화 평가, 임플란트 시술 후 임플란트 매식체 주위 혹은 marginal bone의 평가(그림 6)를 위하여 자주 이용되고 있으며 그 외에도 술자가 원하는 바에 따라 새로운 분야에 적용할 수도 있다.

이러한 두 장의 영상을 이용하여 공제를 시행하기 위하여는 반드시 두 장의 방사선사진 촬영시 표준화가 이루어져야 한다. 하지만 실제로 구내방사선사진 혹은 디지털영상을 촬영할 때 기하학적으로 뿐만 아니라 영상의 농도까지 완벽하게 동일한 사진을 얻어내는 것은 X선의 조사각도, X선원과 필름 혹은 피사체간의 거리, X선 필름 혹은 X-선 센서의 위치, 환자의 위치, 조사되는 X선의 양의 차이 등 여러 가지 요인으로 인해 불가능하다.

두 장의 영상을 일치시키는 방법으로 필름유지기구를 이용할 수 있는데 기구를 이용하여 숙련된 촬영자가 촬영을 한다고 하더라도 정확히 일치시킬 수는 없다. 기하학적인 오차를 줄이기 위해 치과 진료실에서 가장 손쉽게 사용할 수 있는 방법은 첫 번째 촬영할 때 필름유지기구에 환자 치아의 교합흔을 기록한 개개인의 교합재를 만들어 두었다가 두 번째 촬영할 때에 그 교합재를 이용하여 촬영하는 방법이 있다(그림 7).

디지털영상공제를 시행하기 위해서는 두 영상의 기하학적 표준화뿐 아니라 회색조의 표준화도 이루어져야 한다. 이는 두 영상의 히스토그램을 비교하여 일치시켜 회색조의 표준화를 얻어낼 수 있다. 히스토그램이란 디지털영상을 구성하는 화소들의 다양한 회색조 수치(0~255)에 대한 화소 수의 분포를 나타낸 그래프를 말한다. 히스토그램을 이용하면 디지털영상의 밝기 혹은 대조도에 관한 정보를 알 수 있으므로 두 영상에서의 히스토그램을 비교하고 일치시킴으로써 회색조의 표준화도 이루어질 수 있다. 그러나 이러한 과정은 복잡하고 어려워 많은 연구를 통해 기하학적 표준화와 회색조의 표준화를 이끌어내는 소프트웨어가 앞서 소개된 바와 같이 개발되어 있다. 동등한 회색조 및 기하학적 표준화를 얻기 위해 사용자들은 그와 같은 전문적인 내용을 이해하지 않더라도 쉽게 소프트웨어를 이용할 수 있다.

나. 색상강화법(Color enhancement)

상기 프로그램외에 Digora에 달려있는 프로그램에서는 흑백영상에 색을 부여함으로써 두 영상간의 차이를 육안적으로 판독하기 쉽게 하는 분석법도 개발되어 있다. 그 응용 방법으로 일정 회색조 범위내의 이미지만을 색깔로 두드러지게 할 수 있다

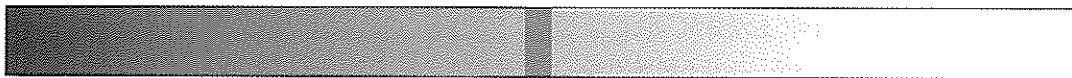


그림 8. 일정 범위의 회색조만 색상 강화

(그림 8). 즉 병소부에 일치하는 회색조만 색상을 강화 함으로써 병소의 범위 판독에 도움이 된다.

다. plot profile

영상의 한 점에서 다른 점을 잇는 선을 그어주면 그 선상에 있는 회색조가 수치와 함께 찍은 선 그래프로 표현되어 이를 이용하여 영상의 각 부위에 대한 다양한 분석이 가능하다. 대개의 분석프로그램은 이 기능을 갖고 있어 그 사용법을 익숙히 할 필요가 있다.

라. 거리 측정과 각 측정

영상에서 한 점으로부터 다른 한 점까지의 거리를 직접 실측치로 얻을 수 있으며 두 선이 이루는 각도 측정할 수 있다.

마. 골질의 정량분석(Quantitative measurement)

방사선사진을 관찰자가 육안적으로 평가하는 것은 즉 병변이 치유되고 있는가 악화되고 있는가에 대한 판정은 정성적이며 주관적인 것이다. 디지털 영상을 좀더 고급화하여 이용한다면 미세 골변화에 대한 정량판독이 가능하다.

이 정량법은 피사체의 방사선 촬영시에 참조체(스텝웨지)를 동시에 부착하여 촬영하고 참조체의 회색조와 피사체의 회색조를 비교함에 의해 피사체의 일정 관심부위(Region of Interest)의 회색조 대신 참조체와 등가의 두께로 변환하는 방법이다. 참조체로 석고, 골편 또는 알루미늄, 구리스텝웨지가 사용되었으나 알루미늄스텝웨지는 그 크기가 커서 구내법에 적용하기 힘들고 구리스텝웨지는 얇아 구강내 규격촬영에 적용하기에 유용하다.

관심영역(Region of Interest)의 설정이 가능하고 참조체 두께와 회색조간의 관계식을 만들 수 있는 분석 프로그램이 있다면 이러한 정량법이 가능하다. Scion Image라는 프로그램과 맥킨토시에서만 사용되는 NIH image라는 프로그램이 소개되어 있다.

방사선 촬영시 필름이나 센서에 구리스텝웨지를 항상 부착하고 촬영조건을 표준화하여 촬영한(그림

9의 첫 번째 단계) 다음, 디지털영상으로 입력 한 뒤(두번째 단계), 각 영상에서 두께가 각기 다른 몇 단계의 구리두께와 그 각 구리단계의 회색조간의 「관계식」을 명령해 주면 컴퓨터가 즉각 관계식을 만들어 준다. 그와 동시에 영상은 구리당량영상으로 전환되어(그림 9의 세 번째 단계) 그 영상에서 관심영역을 설정해 「측정」 명령을 누르면 모든 값이 회색조 대신 구리 두께로 얻어진다.

이로써 각 필름의 동일 부위(동일 관심부위)에 대해 모두 구리두께로 표현됨으로써, 얻어진 여러 영상간의 흑화도에 차이가 있어도 관계없이 정량적(구리당량치)으로 비교가 가능하다.

이에 대한 자세한 과정은 추후 APDC대회에서 소개하기로 함.

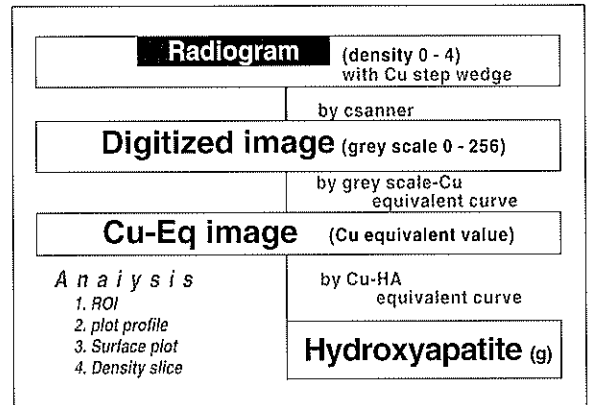


그림 9. 구리당량영상 시스템의 구조

맺음말

디지털구내방사선영상기기는 약 20여종이 보급되어 있으며 이중 국내 대리점을 가지고 수입되고 있는 제품도 약 10종에 다다른다. 디지털구내방사선 영상기기는 영상을 분석하기 위해 한글을 사용하고 국내 의료시스템에 적합하게 고안된 소프트웨어를 사용하는 제품이 있다.

영상을 디지털로 얻었을 때의 장점은 컴퓨터를 이용한 바 대로 골밀도 정량평가, 공제술 등 다양한 영상분석이 가능하고, 인터넷을 통해 이미지의

전송, 원격진단, 원격리 화상세미나 등이 가능하다. 최근 일반치과의사와 구강악안면방사선학을 전공한 의사간에 인터넷을 이용한 전자문서교환시스템으로 실시간 원격판독을 가능하게 하는 소프트웨어도 국

내에서 개발되어 개개 치과의사가 경험하여 보지 못한 증례를 접했을 때 즉시 구강악안면방사선학을 전공한 치과의사에게 인터넷을 통하여 원격리 진단 의뢰를 하여 판독받을 수 있다.

참 고 문 헌

1. 구강악안면방사선학 2판, 대한구강악안면방사선학회, 이우문화사, 1996:158-61.
2. 김은경 : 치과에서 디지털 x-선 영상의 이용. 구강악안면방사선학회지 1999;29:387-96.
3. 김재덕, 김영진. 시간경과에 따른 골변화의 영상분석에 관한 연구. 대한구강악안면방사선학회지 1997;27:521-34.
4. Bragger D, Pasquali L, Rylander H, Carnes D, Kornman KS. Computer assisted densitometric image analysis in periodontal radiography. A methodological study. J Clin Periodontol 1988;15:27-37.
5. Christagu M, Wenzel A, Hiller K-A, Schmalz G. Quantitative digital subtraction radiography for assessment of bone density changes following periodontal guided tissue regeneration. Dentomaxillofac Radiol 1996;25:25-33.
6. Grondahl HG, Grondahl K, Webber RL. A digital subtraction technique for dental radiography. Oral Surg 1988;55:96-102.
7. Grondahl K, Grondahl HG, Webber RL. Influence of variations in projection geometry on the detectability of periodontal bone loss ; A comparison between subtraction radiography and conventional radiographic technique. J Clin Periodontol 1984;11:411-20.
8. Heo MS, Lee SS, Lee KH, Choi HM, Choi SC, Park TW. Quantitative analysis of apical root resorption by means of digital subtraction radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 2001;91:369-73.
9. Hildebolt CF, Vanier MW, Pilgram TK, Shrout MK. Quantitative evaluation of digital dental radiograph imaging systems. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1990;70:661-8.
10. Jeffcoat MK. Radiographic methods for the detection of progressive alveolar bone loss. J Periodont Res 1992;63:367-72.
11. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP : Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1989;68:238-42.
12. Nagamine N, Tani K, Hara Y, Akamine A, Maeda K, Kauda H, Furukawa T, Hashiguchi I, Cheng YJ, Toyofuku F, Aono M. Radiographic Quantitative Analysis of Bone Repair on Chronic Apical Periodontitis. 日本齒科保存學雜誌 1986;28:232-42.
13. Nelvig P, Wing K, Welander U : Sens-A-Ray. A new system for direct digital intraoral radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992 ; 74:818-23 .
14. Noda K. A study on the quantitative observation of the roentgenogram of the periapical lesions. 口病誌 1977;44:96-112.
15. Ohki M, Okano T, Yamada N. A contrast-correction method for digital subtraction radiography. J Periodont Res 1988;23:277-80.
16. Ruttimann UE, Webber RL. Volumetry of localized bone lesions by subtraction radiography. J Periodont Res 1987;22:215-5.
17. Vos MH, Janssen PTM, van Aken J, Heethaar RM. Quantitative measurement of periodontal bone changes by digital subtraction. J Periodont Res 1986;21:583-91.
18. Webber RL, Ruttimann UE, Heaven TJ. Calibration errors in digital subtraction radiography. J Periodont Res 1990;25:268-75.
19. Wenzel A, Grondahl HG : Direct digital radiography in the dental office. Int Dent J 1995 ; 45:27-34.
20. 米良豊常. デジタルサブトラクション法による歯槽骨變化の評価. 日齒周誌1989;31:129-46.
21. 岩下洋一朗, 森田康彦, 野井倉武憲. 口内法X線寫眞のAI當量畫像. 齒放 1989;29:289-94.