

계수공제영상 방사선 측정법을 이용한 치주관막술 후 치조골 변화의 평가

전남대학교 치과대학 치주과학교실
진유남 · 정현주

I. 서 론

치주영역에서 구내 방사선 사진은 치주질환의 심도와 진행과정, 치유정도를 평가하기 위해서 광범위하게 사용되어 왔으며¹⁾ 표준화되지 않은 방사선 사진에서 치조정의 높이를 수정하여 비교하는 방법들이 연구되었다²⁻⁶⁾. 그러나 표준화되지 않은 치과 방사선 사진은 상이 축소되거나 확대되고, 방사선 대조도와 밀도가 변화되며 3차원적인 구조물을 2차원의 상으로 표현하기 때문에 정확한 진단이 불가능할 수 있다. 또한 치조정에서 골소실양이 30% 이상이어야 골높이 변화를 인식할 수 있기 때문에 단기간의 치주질환 활성도를 평가하기 어렵고 치료 후 치조골 변화에 대한 민감도가 떨어진다⁷⁾.

따라서 치조골 변화를 정확히 측정하기 위한 방사선학적 방법들이 개발되었고 1983년 Gröndahl 등은 치주질환의 진단에 계수공제영상 방사선 측정법(digital subtraction radiography)을 도입하였다^{8, 9)}. 이 방법은 컴퓨터 영상 처리 체계를 이용하여 서로 다른 시기에 촬영된 두장의 방사선 사진에서 변화되지 않은 부위는 공제(subtract)함으로써 변화된 부위만을 잘 관찰할 수 있도록 하는 것이다. 공제된 화면에서 회색 배경은 변화되지 않은 부위이고 이보다 더 검은 부위는 골소실 부위이며 밝은 부위는 골형성을 나타낸다. Ortman 등은 계수공제영상 방사선 측정법을 이용하여 실험적으로 유도된 치조골 병변을 판독하게한 결과 임상가들이 5% 정도의 골소실까지 판독할 수 있었다고 보고하였다¹⁰⁾. 또한 여러 모형연구¹⁰⁻¹³⁾와 임상연구¹⁴⁻²⁹⁾에서 이 방법을 이용하여 치주질환의 활성도 및 치주치료 후의 치조골 변화를 정확히 평가할 수 있음이 보고되고 있다.

그러나 계수공제영상 방사선 측정법의 효과적인 이용을 위해서는 상의 변이가 없이 촬영된 기하학적으로 표준화(geometric standardization)된 방사선 사진들이 요구된다^{8, 9)}. 이것은 방사선 촬영시의 기하학적 투영(projection geometry)과 광학적 밀도(optical density)를 표준화시키고, 계수화하는 과정 중 촬영된 방사선 사진을 정확히 배열함으로써 가능하다. 특히 동일 부위의 촬영을 위한 기하학적 투영의 표준화(standardization in projection geometry)가 상의 재현성을 높이는데 가장 중요한 요소이다. 이 기하학적 투영의 표준화는 방사선원, 촬영대상, 그리고 필름사이의 거리와 각도를 동일하게 유지함으로써 이루어지는데, 이를 위해 여러 장치들이 고안되었으며^{20, 30-32)} Jeffcoat 등은 cephalostat를 이용하여 촬영대상과 방사선 원을 연결시키는 것을 제안하기도 하였다¹⁶⁾. 계수공제영상 방사선 측정법을 이용하기 위한 두번째 요건으로 두 사진의 대조도는 일정해야 한다. 그러나 구내 방사선 사진은 일정하지 않은 방사선원의 사용과 현상시의 여러원인에 의해 사진마다 광학적 밀도에 차이가 나기 때문에 이를 보정하기 위한 방법이 연구되고 있다^{6, 17, 33)}.

한편 계수공제영상 방사선 측정법을 더 효과적으로 이용하기 위한 시도로써 Brägger 등은 변화된 부위만 색을 지정해주어 판독력을 증진시켰고¹⁸⁾ Jeffcoat 등은 공제된 상에 처음 방사선 사진을 겹쳐서 변화된 부위를 쉽게 판단할 수 있게 하기도 하였다¹⁹⁾.

이와같이 여러 연구자에 의해 이 방법의 임상적 사용을 위한 연구가 진행되고 있으나 환자 치주상태의 평가를 위해 계수공제영상 방사선 측정법을 이용한 국내의 연구는 비교적 희귀한 상태이다.

이에 본 연구는 방사선원, 촬영대상, 그리고 필

름사이에 거리 및 각도를 동일하게 유지시킬 수 있는 장치를 이용해 기하학적 투영의 표준화를 확인한 후 치주 판막술이 요구되는 환자에게 일반 방사선 사진, 공제상, 그리고 색을 강화시킨 공제상의 검사자 동의도를 비교하고 치주판막술 후 3개월간의 치조골 변화 정도를 평가하기 위해 시행되었다.

II. 대상 및 방법

1. 대상

구내 방사선 사진 촬영시 기하학적 투영의 표준화를 확인하기 위해 치주적으로 건강한 5인의 치과 대학생과 치주질환 환자 6인을 선정하였다. 치은연하 소파술 후 치주 수술이 요구되는 치주질환자를 대상으로 전신질환의 병력이 없으며 약 복용 중이거나 임신 중인 환자를 배제시킨 후 구내 표준 방사선의 안정성에 대하여 충분히 설명하여 동의를 구해 연구에 참여시켜서 46부위의 공제상을 얻었다.

2. 방사선 검사

1) 기하학적 표준화

임시 치관용 레진인 Jet tooth shade acrylic resin (Lang Co., USA)으로 검사 대상치아의 상하악이 동시에 교합되는 교합상(bite block)을 제작하고 이를 필름 고정장치에 고정시킨 후 연결막대로 시준관과 정확히 연결했다. 그리고 필름은 양면 테이프를 사용하여 항상 필름 고정장치의 일정한 위치에 부착되게 하였다.

사용된 필름은 Kodak dental film(Ektaspeed, ANSI 1. 2,31mm × 41mm)이었고, 방사선원은 cephalostat x-ray 기계(90Kvp, 15mA, S. S. White, USA)였으며 시준관으로 30mm의 원통형관을 사용했다. 대조도와 밀도를 일정하게 하기 위해서 항상 동일한 impulse(20 impulses)를 사용했고 모든 필름은 현상액을 교체한 첫날 자동현상기(Dürr-Dental D-7120, Germany)에서 현상하였다. 사용한 교합상은 변형을 최소화하기 위해 상온에서 수중 보관하였다. 방사선 사진을 건강인은 일주일 간격으로 2회, 치주질환자는 술전과 판막술 후 1, 2 개월에 촬영하고 CCD camera(FOTOVIX, Tampron Co., Japan)와 계수전환장치(digital converter-256 grey-levels, DT2851, Data Translation Co., USA)가 연결된

개인용 컴퓨터(IBM 386)를 이용하여 계수화시켰다. 그 결과적인 모니터 출력상은 원래 3×4cm의 구내 방사선 사진을 512×512 pixels로 전환시킨 것이다. 각 사진에 포함된 세계 치아의 교두간 거리, 백악법랑 경계부에서 근원심간 거리, 그리고 백악법랑 경계부-치조정간 거리를 pixel 단위로 측정된 후 두 방사선 사진간의 차이를 구하여 비교하였다.

2) 계수공제영상의 출력

치주판막술 환자의 술전 사진을 전술한 방법에 의해 계수화시키고 모니터 출력상 위에 tracing 필름을 부착한 후 치아 외형을 등사하여 술후 1, 2, 3 개월의 사진을 차례로 배열하고 계수화시켰다. 공제상을 형성하기 위해 Image-pro II soft ware(Media Cybernetics, USA)를 이용하였다. 대조도는 프로그램내의 slide and stretch에 의해 grey level의 평균값을 조절하여 보정하였고 각 술후 사진에 술전 사진을 공제한 후 상을 확인하기 위해 gray level값을 더하여 평균 128이 되게 하였다. 이렇게 해서 공제상에서 회색은 변하지 않은 부위를 나타내고 더 어두운 부위는 골소실을, 더 밝은 부위는 골형성을 나타낸다. 그후 Bragger 등이 사용한 방법¹⁰⁾에 의거하여 Gray level > 128 + 14인 부위는 푸른색으로 밀도의 증가를 나타내고 Gray level < 128 + 14인 부위는 적색을 보이도록 색을 강화시켜 색을 강화시킨 공제상(color enhanced image)을 출력시켰다. 모니터에 나타난 일반 방사선사진, 공제상, 그리고 색을 강화시킨 공제상을 슬라이드 필름(Kodak Ektachrome 100HC, USA)에 기록하였다.

3. 검사자 동의도(Examiner agreement)

계수공제영상 방사선 측정법에 대해서 잘 알지 못하는 4명의 치과의사에게 이를 간단하게 설명한 후 슬라이드 필름으로 기록된 일반 방사선 사진과 공제상, 색을 강화시킨 공제상을 함께 보여주었고 총 46부위에 대해 불변과 골소실, 골형성 변화를 판단하게 하였다. 검사는 1주 간격으로 2회 시행하고 검사자간 동의율과 검사자내 동의율을 구하였다.

① overall agreement

변화여부와 관계없이 검사자들이 동의한 부위의 전체수

III. 성 적

②specific agreement

변화되었다고 동의한 부위의 수

③chance agreement

overall agreement도 specific agreement도 아닌 것을 의미한다.

④ χ -value : 동의결과에 대한 측정값

$$\chi\text{-value} = \frac{\text{overall agreement} - \text{chance agreement}}{100 - \text{chance agreement}} \times 100$$

χ -value가 -100%인 경우는 완전한 불일치를, +100%인 경우는 완전한 동의(일치)를 의미하게 된다.²⁰⁾

4. 통계적 처리

기하학적 표준화의 확인을 위해 촬영사진상 기준 점간 거리의 차이를 paired t-test를 시행해 검정하였다. 검사자 동의도에 대해서는 적은 수의 표본을 위해 각항에서 일반 방사선 사진, 공제상, 그리고 색을 강화시킨 공제상간에 paired t-test를 실시하였다.

1. 기하학적 표준화

치주적으로 건강한 사람에서 연속 방사선 사진상의 동일 치아의 근원심 폭경의 차이는 0.58 ± 0.18 pixel, 교두간 거리의 차이는 0.90 ± 0.13 pixel, 수직거리를 나타내는 백악법랑 경계부-교두정간 거리의 차는 0.33 ± 0.10 pixel로 치관쪽의 교두정간 거리에서 약간 더 큰 차이를 보였으나 유의한 차이가 아닌 것으로 나타났다. 치주수술 환자에서 술전과 술후 1, 2, 3개월의 근원심 폭경의 차는 0.28 ± 0.05 pixel, 교두간 거리의 차이는 0.32 ± 0.08 pixel, 백악법랑 경계부-교두정간 거리의 차는 0.32 ± 0.12 pixel로 역시 그 차이가 매우 작았으며 술후 기간에 관계없이 비슷했다(Table 1).

1. 검사자 동의도

1) 검사자내 동의율

검사자내 동의율 중 overall agreement는 일반 구내 방사선 사진에서 68.4%, 공제상에서 78.3%로

Table. 1 Mean differences of reference parameters on digitized images in healthy subjects and diseased patients undergoing periodontal flap surgery

	Horizontal parameters						Vertical parameters			
	MD1	MD2	MD3	IC1	IC2	IC3	CC1	CC2	CC3	
Healthy subjects	0.70 (0.44)	0.34 (0.47)	0.55 (0.79)	1.02 (1.47)	0.92 (0.51)	0.77 (0.96)	0.44 (0.39)	0.30 (0.51)	0.24 (0.17)	
Diseased Patients	1M	0.24 (0.20)	0.33 (0.44)	0.28 (0.29)	0.28 (0.27)	0.25 (0.27)	0.34 (0.32)	0.28 (0.27)	0.35 (0.28)	0.42 (0.25)
	2M	0.29 (0.26)	0.36 (0.21)	0.27 (0.24)	0.34 (0.23)	0.42 (0.41)	0.25 (0.23)	0.37 (0.29)	0.25 (0.26)	0.61 (0.27)
	3M	0.29 (0.33)	0.23 (0.29)	0.19 (0.19)	0.22 (0.20)	0.44 (0.51)	0.37 (0.16)	0.21 (0.25)	0.30 (0.17)	0.30 (0.27)

Values are mean(SD) pixels.

Abbreviations :

MD : Differences of pixel numbers of mesio-distal width of left teeth(MD1), middle teeth(MD2) and right teeth(MD3) between two radiographs.

IC : Differences of pixel numbers of intracusp distance of left teeth(IC1), middle teeth(IC2) and right teeth(IC3) between two radiographs.

CC : Differences of pixel numbers of distance from CEJ to cusp tip of left teeth(CC1), middle teeth(CC2) and right teeth(CC3) between two radiographs.

M : months

공제상에서 더 크게 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았고 specific agreement는 일반 구내 방사선 사진에서 23.8%, 공제상에서 59.6%, χ -value는 일반 구내 방사선 사진에서 19.9%, 공제상에서 60.6%로 두 동의율 모두 공제상에서 우수하였다($p < 0.05$). 색을 강화시킨 공제상에서 overall agreement는 81.1%, specific agreement는 63.3%, χ -value는 65.2%로 일반 구내 방사선 사진의 판독과 비교시 유의하게 우수하였으나($p < 0.05 \sim p < 0.01$) 공제상과는 비슷했

다(Table 2).

2. 검사자간 동의율

감사자간 동의율은 검사자내 동의율보다 전체적으로 작은 수치를 보였다. 검사간 동의율 중 overall agreement는 일반 구내 방사선 사진에서 42.9%, 공제상에서 63%로 공제상에서 더 크게 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았고 specific agreement는 일반 구내 방사선 사진에서 7.6%, 공제상에서 36.8

Table. 2 Intra-observer agreement rates for conventional radiographs, subtraction images and color enhanced images

Month	Overall agreement(%)			Specific agreement(%)			X-value(%)		
	Conv.Rad.	Subtr.Rad.	CEI	Conv.Rad.	Subtr. Rad.	Rad. CEI	Conv.Rad.	Subtr. Rad.	Rad. CEI
1	68.7 (11.7)	71.7 (11.3)	77.2 (4.6)	23.0 (12.1)	53.1* (7.6)	53.6* (5.5)	21.7 (14.6)	53.3* (14.9)	52.1 (3.9)
2	67.3 (17.1)	76.7 (4.7)	80.5 (6.2)	25.3 (14.4)	51.3* (8.0)	61.1* (3.0)	23.1 (10.1)	55.4* (1.1)	65.3** (2.0)
3	69.1 (18.3)	86.4 (2.1)	85.9 (7.7)	23.2 (21.3)	74.5* (7.6)	75.3* (3.5)	15.0 (19.7)	73.1* (4.3)	78.2* (7.2)
Total	68.4 (13.9)	78.3 (9.0)	81.1 (5.4)	23.8 (14.2)	59.6* (13.0)	63.3* (9.9)	19.9 (13.8)	60.6* (12.2)	65.2 (11.7)

Values are mean(SD).

Agreement rates for subtraction images and color enhanced images were higher, compared to conventional radiographs(* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$).

CEI : color enhanced images.

Table. 3 Intra-observer agreement rates for conventional radiographs, subtraction images and color enhanced images

Month	Overall agreement(%)			Specific agreement(%)			X-value(%)		
	Conv.Rad.	Subtr.Rad.	CEI	Conv.Rad.	Subtr. Rad.	Rad. CEI	Conv.Rad.	Subtr. Rad.	Rad. CEI
1	43.4 (18.0)	57.9 (9.5)	69.6 (6.2)	6.70 (5.1)	24.7** (6.8)	35.1* (11.0)	2.4 (5.6)	21.8* (6.0)	51.3* (4.0)
2	39.6 (26.4)	69.2 (10.3)	78.0 (6.5)	6.60 (4.7)	44.5* (7.9)	49** (9.4)	5.7 (6.5)	47.4* (4.0)	49.5** (10.0)
3	45.7 (19.0)	61.8 (9.3)	78.2 (3.2)	9.60 (12.5)	41.1*** (10.6)	55.3** (7.7)	6.0 (6.1)	38.8* (14.9)	55.6** (11.7)
Total	42.9 (18.8)	63.0 (9.8)	75.3 (5.4)	7.60 (7.3)	36.8*** (12.7)	46.5** (10.6)	4.7 (2.0)	36* (15.6)	52.1** (6.4)

Legends are the same as table 2.

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

%, χ -value는 일반 구내 방사선 사진에서 4.7%, 공제상에서 36%로 두 동의율 모두 공제상에서 유의하게 우수하였다($p < 0.05 \sim p < 0.001$). 색을 강화시킨 공제상에서 overall agreement는 75.3%, specific agreement는 46.5%, χ -value는 52.1%로 일반 구내 방사선 사진의 판독과 비교시 유의하게 우수하였으며($p < 0.05 \sim p < 0.01$) 공제상에 비해서는 약간 높아진 경향을 보였다(Table 3).

3. 판막술 후 치조골 변화 양상의 평가

총 46부위 중 검사자 4인 중 3인 이상이 동의한 경우 어느 정도 적절히 진단되었다고 가정하였을때, 일반 방사선 사진에서는 술후 1개월에 골형성부는 4부위(8.7%), 골소실부는 1부위(2.2%)였고, 2개월에는 골형성 3부위(6.5%), 골소실 1부위(2.2%), 3개월에는 골형성 2부위(4.3%), 골소실 3부위(6.5%)로 관찰되었다. 공제상에서는 술후 1개월에 골형성부는 4부위(8.7%), 골소실부는 7부위(15.2%)였고, 2개월에는 골형성 6부위(13.0%), 골소실 8부위(17.4%), 3개월에는 골형성 4부위(8.7%), 골소실 7부위

(15.2%)로 관찰되었다. 색을 강화시킨 공제상에서는 술후 1개월에 골형성부는 1부위(2.2%), 골소실부는 8부위(17.4%)였고, 2개월에는 골형성 5부위(10.9%), 골소실 8부위(17.4%), 3개월에는 골형성 10부위(21.7%), 골소실 7부위(15.2%)로 나타나 공제상과 색을 강화시킨 공제상의 판독이 비교적 서로 유사하였고 일반 방사선 사진 판독시보다는 이들 공제상에서 치조골 변화를 더 민감하게 판독할 수 있었다(Table 4).

IV. 총괄 및 고찰

계수공제영상 방사선 측정법은 서로 다른 시기에 촬영된 두장의 표준화된 방사선 사진을 계수화시킨 후 변화하지 않은 부위를 공제하는 방법으로 5% 이하의 골변화를 판독할 수 있어서^{10, 21} 치주질환의 진행정도의 진단²²과 치료 후 효과를 비교^{15, 19, 20, 23, 28, 34}하기 위한 임상적인 사용이 시도되고 있다. 공제상이 유효하게 이용되기 위해서 촬영시의 기하학적 표준화 과정은 필수적이고 이를 위한 여러장치와 방법들이 고안되었으며 가장 간단하면서 재현성이 높은 방법을 찾고자 하는 노력이 계속되고 있다.

Duckworth는 구내 방사선 사진의 표준화 장치를 고안하는데 고려해야할 사항으로 방사선의 투영은 해부학적 구조물의 변이를 최소화하도록 조사되어야 하고, 표준화가 어느 정도인지를 판단할 수 있어야 하며, 방사선량은 진단에 필요한 범위에서 최소가 되어야 하고, 구강내의 모든 부위에서 사용될 수 있어야 하며, 환자에게 불편감을 주어서는 안되고, 숙련도를 많이 요구하는 방법이어서도 안되며, 사용 재료를 쉽게 얻을 수 있어야 한다고 제시하였다²². Edgar 등은 필름과 치아, 시준관을 연결시키기 위해서 Vacuum seal method를 사용한 결과 검사된 사진중 89%를 기하학적 변형없이 공제할 수 있었다고 하였다¹⁵. 이것은 필름과 치아, 시준관을 막대로 연결시켜 연구한 McHenry 등의 60%에 비하면 더 좋은 결과이다¹⁴. 이렇게 기하학적 표준화가 완전하지 않은 것은 교합상을 적합시 미세한 동요가 발생하고 치주적으로 불안정한 치아의 경우 위치변화가 일어나며 교합상과 시준관을 연결시키는 고리가 유연하기 때문이다. 최근에 최 등은 여러 교합면 인기 (occlusal registration) 재료들에 의한 구내 방사선

Table. 4 Number of sites diagnosed as bone loss, bone gain or unchanged condition by all four or three of the observers

No. of observers	4			3		
	Conv.	Subtr.	CEI	Conv.	Subtr.	CEI
1M gain	1	0	1	3	4	0
loss	0	7	6	1	0	2
no change	13	12	17	4	5	11
Total	14	19	24	8	9	13
2M gain	0	1	2	3	4	3
loss	0	4	4	1	2	4
no change	8	15	18	8	4	9
Total	8	20	24	12	10	16
3M gain	0	1	8	2	3	2
loss	1	3	4	2	4	3
no change	8	18	17	9	2	2
Total	9	22	29	13	9	7

M : months

CEI : Colo enhanced images.

A total of 46 sites were observed.

사진의 상 변이도를 조사한 결과 전체 변이도는 pattern resin이 가장 작았고 시간대에 따른 변이도의 변하는 tooth shade acrylic resin에서 가장 작았다고 보고하였다³⁶⁾. 본 연구에서는 Duckworth가 제안한 구내 방사선 사진 표준화 장치의 요건³²⁾과 최 동의 보고³⁰⁾에 부합되는 tooth shade acrylic resin을 이용해 교합상을 만들고 촬영 대상과 필름, 방사선원을 연결시키는 장치를 제작하여 치주적으로 건강한 치과 대학생에서 시차를 두고 사진을 촬영한 후 상의 변이를 평가한 결과 두 사진간 기준 계측치들의 pixel수의 차이가 1보다 매우 작아 장치가 기하학적 투영상태를 재현할 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한 치주질환자에서도 술전과 술후 1, 2, 3개월 사진의 기하학적 표준화를 비교한 결과 1주의 기간에 걸쳐 촬영된 경우와 같이 기간에 따른 차이가 없어서 3개월내에는 교합상이 거의 변형되지 않음을 알 수 있었다. 기하학적 표준화를 위해서는 사진을 얻는 과정의에도 계수화 과정시 연속 사진상을 정확하게 중첩, 배열해야 하는데 본 연구에서는 tracing 필름을 사용하여 등사한 후 다음 사진을 배열 하였기 때문에 software를 사용하여서 중첩시키는 경우에 비해, 미세하지만 더 큰 상의 변이가 가능했을 것으로 생각된다.

Gröndahl 등은 일반 방사선 사진과 공제상의 판독력을 비교하기 위해 검사자 동의도를 구한 결과 공제상에서 검사자간 동의율 중 overall agreement는 81.9%, specific agreement는 53.1%, x-value는 60.5% 이고, 검사자내 동의율은 88.4%, 66.1%, 73.8%로 일반 방사선 사진의 판독에 비해 유의하게 높게 나타났다고 하였다²⁰⁾. 본 연구에서 공제상의 검사자간 동의율은 63%, 36.8%, 36%였고 검사자내 동의율은 78.3%, 59.6%, 60.6%로 공제상에서 일반 방사선 사진에 비해 유의하게 더 우수하였지만 Gröndahl 등의 결과에 비해서는 그 수치가 낮은 경향을 보였다.

Brägger 등은 공제상과 대조도를 강화시킨 공제상, 색을 강화시킨 공제상의 검사자 동의도를 비교한 결과 색을 강화시킨 공제상에서 검사자간 동의율은 83.9%, 67.2%, 72.6% 이고, 검사자내 동의율은 79.8%, 64.5%, 68.1%로 공제상과 대조도를 강화시키는 공제상에 비해 유의하게 높게 나타났다고 보고하였다¹⁸⁾. 본 연구에서는 색을 강화시킨 공제상의 검사자간

동의율은 75.3%, 46.5%, 52.1%, 검사자내의 동의율은 81.1%, 63.3%, 65.2%로 일반 방사선 사진에 비해 유의하게 더 우수하였고 공제상에 비해서는 검사자내 동의도는 비슷했고 검사자간 동의도는 약간 우수한 경향을 보였으며 Brägger 등의 보고에 비해서는 수치가 더 낮았다. 이와같이 다른 보고에 비해 동의율이 더 낮은 것은 관찰한 기간이 짧아서 실제로 변화된 부위가 더 적었거나 기술상의 문제로 연속 사진의 대조도가 정확하게 수정되지 않았고 연속상의 배열시 software를 사용하지 않아 정확히 중첩되지 않았을 가능성 때문으로 생각된다. 이를 위해서는 사진 촬영시의 표준화 뿐 아니라 연속사진의 배열과 대조도의 수정을 더 정확하게 하여 일정한 희색도를 갖는 공제상을 얻어야만 공제상과 색을 강화시킨 공제상에서 확실한 변화 부위를 감지할 수 있을 것으로 보인다.

McMullin은 3명의 환자에서 근단변위 판막술과 치조골 정형술 후 매 2주마다 3개월간 계수공제영상 방사선 측정법으로 관찰한 결과, 술후 2주에 치조골의 높이가 감소되었으며 2~10주 사이에는 골밀도가 증가하였다고 하였고²⁷⁾, Edgar 등은 22주 이상을 관찰한 결과 수술부위에서 골소실이 나타났다고 하였다¹⁵⁾. 본 연구에서는 술후 1, 2, 3개월에 사진을 얻었기 때문에 현저한 골변화는 볼 수 없었으나 색을 강화시킨 공제상에서 3인 이상이 동의한 골형성 부위는 술후 1개월에 10.9%, 3개월에 21.7%였고 골소실 부위는 술후 1개월에 17.4%, 2개월에 17.4%, 3개월에서 5.2%로 시간이 경과됨에 따라 골형성 부위수가 증가함을 확인할 수 있었다. Rosling 등은 초진시 치주낭 깊이가 7mm이상되는 46개 치아의 치간골을 6개월 후에 계수공제영상 방사선 측정법으로 평가한 결과 치석제거술 시행부위와 대조 부위 사이에 골밀도의 차이가 있었다고 하였다²⁵⁾. Christerson 등은 유년형 치주염 환자의 20개 병소부위를 치료한 16주 후 부착 위치가 2mm이상 증진된 경우는 부착위치와 계수공제영상 방사선 측정법에 의해 평가된 치조골 변화와 상관성이 현저하였으나 부착위치가 변화되지 않거나 소실된 부위는 상관성이 미약하였다고 보고하였다³⁷⁾. 이렇게 많은 임상연구들은 치조골 변화를 보기 위해서 4~6개월 이상을 관찰하였으나 본 연구는 3개월을 관찰하였기 때문에 이들 연구 결과에 비해 골변화가 현저하지 않았으며 일

정한 양상을 나타내지도 않았다.

결론적으로 본 연구에서 사용한 기하학적인 표준화 방법은 비교적 유용하였으나 개개 환자의 인상을 채득해야 하므로 많은 시간이 소요되었고 재현성을 위해 세심한 주의가 필요하며¹⁴⁾ 보관상의 문제와 인상재의 변형¹⁵⁾등이 발생할 수 있는 단점이 있었다. 이를 보완하기 위해서 Jeffcoat등이 제시한 비교적 간단한 재현성이 높은 구의 표준화 방법¹⁶⁾을 고려할 것으로 보인다. 또한 이론적으로 상의 외형이 나타내는 구조적인 잡음(structural noise)³⁸⁾이 없는 것이 원칙이나 방사선 사진 촬영과 현상시에 발생하는 광학적 밀도와 대조도의 변화 때문에 완벽하게 동일한 상을 얻을 수 없는 경우도 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 정확한 대조도의 수정^{6, 17, 33)}이 필요하지만 본 연구에서는 평균값을 조절하여 수정하였기 때문에 구조적인 잡음을 완전히 해결할 수 없었다. 그러나 공제상이 일반 방사선 사진에 비해 검사자 동의도가 유의하게 높은 것으로 보아 치아의 외형이 나타내는 구조적인 잡음에도 불구하고 치조골의 변화정도를 판독하는데는 비교적 민감한 것으로 보인다.

따라서 더 정확하고 간단한 기하학적 표준화 기구의 개선과 구조적인 잡음을 간단히 없앨 수 있는 대조도 수정 방법의 개발을 위해 추후 연구가 요구되며 이를 이용하여 변화부위를 양적으로 측정할 수 있는 방법이 장차 가능해질 것으로 생각된다.

V. 결 론

Gröndahl 등이 1983년 계수공제영상 방사선 측정법을 치과에 도입한 후 이를 이용하여 치주질환의 활성도 및 치주치료 후의 치조골 변화를 정확히 평가하기 위한 연구가 진행되고 있다.

본 연구는 치주판막술 후 3개월간 치조골 변화양상을 관찰하는데 있어서 계수공제 영상 방사선 측정법의 유용성을 평가하기 위해서 시행되었다. 치주적으로 건강한 사람과 치주판막술 환자에서 필름 및 방사선원 고정장치를 제작한 후 연속 촬영된 구내 방사선 사진을 Image processing system(IBM-386, digital frame grabber, CCD camera, Imagepro II software)을 이용하여 계수화 시킨 후 치아의 백악법랑 경계부에서 근원심간 거리, 교두간 거리,

백악법랑 경계부-교두정간 거리를 pixel 단위로 측정, 비교하여 기하학적 표준화를 확인하였다. 4인의 검사자에게 치주질환자의 슬후 사진에서 슬전 사진을 공제한 상과 색을 강화시킨 공제상, 일반 구내 방사선 사진을 보여주고 검사자 동의도를 구하였으며 각 상에서 처치 후 치조골의 변화를 관찰한 결과는 다음과 같다.

1. 건강한 사람과 치주판막술 환자의 연속 방사선 사진에서 각 계측치의 pixel 수 차이가 매우 적어 기하학적 표준화를 확인할 수 있었다.
2. 검사자간 동의도와 검사자내의 동의도는 슬후 경과기간에 관계없이 공제상에서 일반 구내 방사선 사진보다 더 우수하였고 색을 강화시킨 공제상도 일반 구내 방사선 사진에 비해 우수하였으나 공제상과는 유사했다.
3. 검사자 3인 이상이 슬후 골형성을 보였다고 동의한 부위는 일반 구내 방사선 사진에서는 슬후 1개월에 8.7%, 2개월에 6.5%, 3개월에 4.3%였고, 공제상에서는 8.7%, 13.0%, 8.7%였으며, 색을 강화시킨 공제상에서는 2.2%, 10.9%, 21.7%였다.
4. 검사자 3인이상이 슬후 골소실을 보였다고 동의한 부위는 일반 구내 방사선 사진에서는 슬후 1개월에 2.2%, 2개월에 2.2%, 3개월에 6.5%였고, 공제상에서는 15.2%, 17.4%, 15.2%였으며, 색을 강화시킨 공제상에서는 17.4%, 17.4%, 15.2%였다.

따라서 계수공제영상 방사선 측정법을 이용하기 위한 본 연구에서의 표준화 방법은 유용하였으나 지속적인 연구가 요구되며 이를 이용하여 치주판막술 후 미세한 치조골 변화를 평가할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Lang NP, Hill RW. Radiographs in periodontics. J Clin Periodontol 4 : 16, 1977.
2. Jeffcoat MK, Jeffcoat RL, Williams RC. A new method for the comparison for bone loss measurements on nonstandardized radiographs. J Periodontal Res 19 : 434, 1984.
3. Björn J. Radiographic assessment of periodontal

- disease. *Int Dent J* 8 : 611, 1968.
4. Schei O, Waerhaug J, Lovdal A, Arno A. Alveolar bone loss as related to oral hygiene and age. *J Periodontol* 30 : 7, 1959.
 5. Henrikson CO, Lavstedt S. Precision and accuracy in intraoral roentgenological determination of proximal marginal bone loss. *Acta Odontol Scand(suppl. 67)* 33 : 26, 1975.
 6. Goodson JM, Haffajee AD, Scransky SS. The relationship between attachment level loss and alveolar bone loss. *J Clin Periodontol* 11 : 348, 1984.
 7. Ortman LF, McHenry K, Hausmann E. Relationship between alveolar bone measured by¹²⁵I absorptiometry with analysis of standardized radiographs. *J Periodontol* 53 : 311, 1982.
 8. Gröndahl HG, Gröndahl K. Subtraction radiography for the diagnosis of periodontal bone lesions. *Oral Surg* 55 : 208, 1983.
 9. Gröndahl HG, Gröndahl K, Webber RL. A digital subtraction technique for dental radiography. *Oral Surg* 55 : 96, 1983.
 10. Ortman LF, Dunford R, McHenry K, Hausmann E. Subtraction radiography and computer-assisted densitometric analysis of standardized radiographs-a comparison with¹²⁵I absorptiometry. *J Periodontal Res* 20 : 644, 1985.
 11. Kim HU, Chung CP. Experimental study on the quantitative digital subtraction images processing radiography of periodontal bone lesion. *대한치주과학회지* 20 : 278, 1990.
 12. 남궁 혁, 권 오달, 신 형식, 치조골 결손 크기에 따른 각 방사선 측정법의 정확도에 관한 연구. *대한치주과학회지* 22 : 621, 1992.
 13. 서 재진, 신 형식. 골결손의 진단시 계수공제영상 방사선 측정법의 정확도에 관한 연구. *대한치주과학회지* 21 : 278, 1991.
 14. McHenry K, Hausmann E, Wikesjo U. Methodological aspects and quantitative adjuncts to computerized subtraction radiography. *J Periodontal Res* 22 : 125, 1987.
 15. Schmidt EF, Webber RL, Ruttiman UE, Loesche WJ. Effect of periodontal therapy on alveolar bone as measured by subtraction radiography. *J Periodontol* 59 : 634, 1988.
 16. Jeffcoat MK, Reddy MS, Webber RL, Williams RC, Ruttimann UE. Extraoral control of geometry for digital subtraction radiography. *J Periodontal Res* 22 : 396, 1987.
 17. Rüttiman U, Webber R, Schmidt E. A robust digital method for film contrast correction in subtraction radiography. *J Periodontal Res* 21 : 486, 1986.
 18. Brägger U, Pasquali L. Color conversion of alveolar bone density changes in digital subtraction image. *J Clin Periodontol* 16 : 209, 1989.
 19. Jeffcoat MK, Page R, Reddy MS. Use of digital radiography to demonstrate the potential of naproxen as an adjunct in the treatment of rapidly progresive periodontitis. *J Periodontal Res* 26 : 415, 1991.
 20. Gröndahl K, Gröndahl HG, Wennstrom J, Heijl L. Examiner agreement in estimating change in periodontal bone from conventional and subtraction radiograph. *J Clin Periodontol* 14 : 514, 1987.
 21. Hausmann E, McHenry K, Christersson L. Techniques for assessing alveolar bone mass changes in periodontal disease with emphasis on¹²⁵I absorptiometry. *J Clin Periodontol* 10 : 455, 1983.
 22. Hausmann E, Dunford R, Wikesjo U, Christersson L, McHenry K. Progression of untreated periodontitis as assessed by subtraction radiography. *J Periodontal Res* 21 : 716, 1986.
 23. Wenzel A, Warner K, Karring T. Digital subtraction radiography in assessing bone changes in periodontal defects following guided tissue regeneration *J Clin Periodontol* 19 : 208, 1992.
 24. Hausmann E, Christersson L, Dunford R, Wikesjo U, Phylo J, Genco RJ. Usefulness of subtraction radiography in the evaluation of periodontal therapy. *J Periodontol* 56(suppl.) : 4,

- 1985.
25. Rosling BG, Slots J, Webber RL, Christersson LA, Genco RJ. Microbiological and clinical effects of topical subgingival antimicrobial treatment on human periodontal disease. *J periodontol* 10 : 487, 1983.
 26. Proestakis G, Soderholm G, Bratthall G, Kulleridorff B, Gröndahl K, Robin M, Attstrom R. Gingivectomy versus flap surgery : The effect of the treatment of infrabony defects. A clinical and radiographic study. *J Clin Periodontol* 19 : 497, 1992.
 27. McMullin KA, White SC, Rudolf DJ, Sims TN. Digital subtraction image of alveolar bone changes subsequent to periodontal surgery. *I Dent Res* 66 : 248(Abstr. 1130), 1987.
 28. Schmidt E, Loesche W, Webber R. Effect of periodontal therapy on alveolar bone as measured by subtraction radiography. *J Dent Res* 65 : 228 (Abstr. 525), 1986.
 29. Rütteman U, Saffer A, Vander S, Webber R. Determination of osseous lesion volume by subtraction radiography. *J Dent Res* 65 : 176(Abstr. 55), 1986.
 30. Dalitz GD. A variation of apparatus for obtaining serial roentgenograms. *Aust Dent J* 9 : 29, 1964.
 31. Rosling B, Hollender L, Nyman S, Olsson G. A radiographic method for assessing changes in alveolar bone height following periodontal therapy. *J Clin Periodontol* 2 : 211, 1975.
 32. Duckworth JE, Judy PF, Goodson JM, Socransky SS. A method for the geometric and densitometric standardization of intraoral radiographs. *J Periodontol* 54 : 435, 1983.
 33. Reddy MS, Bruch JM, Jeffcoat MK, Williams RC. Contrast enhancement as an aid to interpretation in digital subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 71 : 763, 1991.
 34. Brägger U, pasquali L, Ryander H, Carnes D, Kornman KS. Computer assisted densitometric image analysis in periodontal radiography. *J Clin Periodontol* 15 : 27, 1988.
 35. Okano T, Mera T, Ohki M, Ishikawa I, Yamada N. Digital subtraction of radiograph in evaluating alveolar bone change after initial periodontal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 69 : 258, 1990.
 36. 최 봉인, 나 경수. 구내 표준 방사선 사진 촬영의 위치 표준화. *대한구강악안면방사선학회지* 21 : 415, 1991.
 37. Christersson LA, Slot J, Rosling BG, Genco RJ. Microbiological and clinical effect of surgical therapy of localized juvenile periodontitis. *J Clin Periodontol* 12 : 465, 1985.
 38. Wenzel A, Sewerin I. Sources of noise in digital subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 71 : 503, 1991.

AN ASSESSMENT OF THE SHORT-TERM EFFECT OF PERIODONTAL FLAP SURGERY BY DIGITAL SUBTRACTION RADIOGRAPHY

Yoo-Nam Jin, Hyun-Ju Chung

Dept. of Periodontology, College of Dentistry, Chonnam National University

Since Grönadhl et al introduced a digital subtraction radiography into periodontal diagnosis in 1983, many reports using this system has aimed to assess the periodontal disease activity and the alveolar bone changes after periodontal treatment.

The present study was performed to evaluate the usefulness of digital subtraction radiography for assessing an alveolar bone changes in 3 months after periodontal flap surgery. Serial intraral radiographs were taken from 5 normal subjects and 6 periodontally diseased patients using customized bite blocks attached to film holder in fixation device and digitized by image processing system (consisting of IBM 386, digital frame grabber, CCD camera, Image-pro II software). And the reference parameters were measured by pixel unit and compared with respective radiographs. The serial radiographs showed a little and statistically insignificant difference in reference parameters.

The conventional intraoral radiographs, the subtraction images and the color enhanced subtraction images were reviewed by 4 examiners and the examiner's agreement rates were compared. The subtraction images and its color enhanced images showed higher examiner's agreement rate than the conventional radiographs. And the proportions of sites diagnosed with bone loss or gain after periodontal surgery were higher in the subtraction images and its color enhanced images than in the conventional radiographs. Especially, in color enhanced images, the number of bone gain sites tended to increase according to post-surgery periods.

These results indicate that projection geometry could be standardized with the device used in this study, and the subtraction radiography may be useful to assess an alveolar bone changes after periodontal flap surgery.