

정상 치근과 치주질환에 이환된 치근면의 Electron Probe Microanalysis와 주사전자 현미경에 의한 연구

김종식 · 김종여 · 임성빈 · 정진형

단국대학교 치과대학 치주과학교실

I. 서론

치주질환에 이환된 치근면은 파괴로 인하여 치근면이 노출되고 노출된 위치에 따라 다양한 변화가 일어나게 된다. 치은 퇴축에 의하여 백악질이 노출되면 치근면은 주위로부터 Ca, P, F 등을 흡수하여¹⁾ 표면의 과석회화 양상과 방사선학적 밀도가 증가하며 결정의 크기가 인접 조직에서보다 커진다고 하였다²⁻⁵⁾. 따라서 백악질 표면은 우식에 대한 저항성이 증가하고 표면을 기계적으로 제거시 수주 내에 표면은 다시 과석회화 되며⁶⁾ 불소의 국소 적용은 과석회화 양상을 촉진한다고 하였다⁷⁾.

또한 Selvig 와 Selvig⁸⁾는 나이가 증가함에 따라 치경부 백악질에서 Ca⁺ Mg, P의 양이 증가하나 각 치근의 위치에 따른 일정한 양상은 없으며 Selvig 와 Zander⁹⁾은 정상 치아에서보다 치주질환이 있는 치아의 치경부 백악질에서 Ca⁺Mg, P의 양이 증가하나 중간 치근, 치근단 치근에서는 유의성 있는 차이가 없으며 모든 치근에서 백악질의 Ca⁺Mg, P의 양은 상아질에서 보다 적다고 보고하였다.

Aleo 등¹⁰⁻¹²⁾은 박테리아의 내독소가 30%이상의 골 손실을 초래하는 치주질환 시 노출된 백악질 내부로 침투되며 이는 E. Coli의 내독소보다 독성이 강하다고 보고하였으나, 백악질의 변형이 대부분 표면 40-50 μm 이내에 한정되고 유기질인 S의 흡수도 무기

질의 흡수깊이 이상으로 침투되지 못하는 것으로 보아 내독소도 40-50 μm 이상 침투되지 못하는 것으로 보고하였다^{1,6,9)}.

이와 같이 치주질환이 진행됨에 따라 치근면은 다양한 변화가 일어나며 이런 변화를 규명하기 위하여 초창기 Hodge와 McKay 등¹³⁻¹⁴⁾은 미세강도를 이용하여 백악질이 상아질보다 덜 석회화 되었음을 보고하였으며 Deakins와 Manly 등¹⁵⁻¹⁶⁾은 비중을 이용해 백악질의 구조와 성분을 분석하였고 Rockert¹⁷⁾는 미세방사선사진을 이용하였으나 이는 Ca성분만 분석하는 한계가 있다. 또한 이러한 방법은 백악질을 분석하는데 있어 상아질, 결체조직, 치석 등이 배제된 충분한 크기의 시편을 얻기가 힘들었다. 최근에는 전자 탐침 소자를 이용하여 적은 크기의 조직을 파괴 없이 선택된 부위에서 무기질분포를 관찰할 수 있으며 Neider¹⁸⁾은 전자 탐침 소자를 이용한 4군데의 점분석을 하여 백악질의 Ca, P의 양은 상아질에서보다 적으며 Mg는 상아질의 1/2정도임을 보고하였다.

또한 Selvig와 Hals¹⁾는 치주질환에 이환된 백악질과 정상 백악질을 전자 탐침 소자를 이용한 분석에서 치주질환 치아 표면의 과석회화 된 부위에서 Ca, P, 특히 F의 양이 증가되나 Mg은 정상 치근면과 차이가 없으며 Barton 등¹⁹⁾은 치주질환에 이환된 치근면과 정상 치근면을 전자 탐침 소자를 이용하여 무기질 분석 시 Ca, P, Na 등은 유의성 있는 차이가 없

으나 Mg는 정상 치근면에서 높고 치근의 위치에 따른 유의성은 없다고 보고하였다.

이와같이 이전의 연구에서 무기질의 분포에 대한 일관된 보고가 없어 본 실험은 치주낭의 깊이에 따라 치경부에서 치근단 방향으로 3개의 면에서 전자 탐침 소자를 이용하여 무기질을 분석하고 동일부위를 주사전자현미경으로 관찰하여 정상 치근면과 치주질환에 이환된 치근면 사이에 무기질 분포에 어떤 차이가 있는지를 알아보기 위하여 시행하였다

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

치주염에 이환된 치근면을 관찰하기 위하여 전신 질환이 없는 환자에서 전혀 치주치료를 하지 않은 단근치를 대상으로 발거 전 치주낭을 측정하고 잇몸 경계부에 1/4 round bur로 기준구를 형성한 후 발거하였다. 교정을 목적으로 발거한 정상 소구치를 대조군으로 이용하였고 치주낭의 깊이가 6mm이상인 치아와 치은 퇴축이 심하며 치주낭의 깊이가 2-4mm인 치아를 실험군으로 하여 대조군에서 1개의 치아, 실험군에서 각각 2개의 치아를 선택하였다. 발거 후 혈액과 음식물 잔사를 제거하기 위하여 흐르는 물에 30초간 세척한 후 생리식염수에 넣어 냉장 보관하였으며 식염수는 2-3일 간격으로 교환하였다.

2. 연구방법

(1) Spurr 레진 포매 제작과정

치아를 12시간 수세하고 70%, 90%, 95%, 100%, 100%, 100%알코올로 12시간씩 탈수시킨 후 아세톤으로 24시간 치환시키고 아세톤과 레진을 2:1, 1:1, 1:2로 혼합한 용액에 각각 12시간씩 적용시켰으며 100% spurr레진에 이틀간 적용 후 70도에서 8-12시간 curring하여 레진에 포매하였다.

(2) 시편의 절단 및 연마

Low speed diamond saw를 이용하여 전치부는 협

설, 소구치부는 근원심 방향으로 1.0-1.5mm 두께의 절편을 제작하고 carbon tape을 이용하여 aluminum stub ring에 시편을 고정한 후 600번부터 1000번, 1200번 사포에서 각각 3분간 연마하고 9 μm , 3 μm , 1 μm 연마지로 각각 5분간, 마지막으로 0.05 μm aluminum powder로 연마하여 절편을 만들었다. 연마된 시편을 9분간 초음파세척 하였으며 샤퍼에 넣은 후 하루 동안 건조시켰다.

(3) EPMA setting

준비된 시편을 진공상태에서 탄소피막을 입힌 후 JXA-8900R을 이용하여 Ca, P, Mg, Na 각각의 WDS (Wavelength dispersive x-ray spectrometer)값을 측정하였다. 대조군에서 측정부위는 CEJ 하방부, 실험군에선 치주인대가 없는 즉 구강 내에 노출된 부위를 상부에서 하부로 2x2mm간격의 3부위로 나누어 관찰하였다(Figure 1, Figure 2). 전자 탐침 소자의 accelerating voltage은 20KV, pixel size 5 μm , probe current 2A, probe diameter 2 μm , Dwell time 30.0 m sec로 120배에서 사용하였다.

(4) 주사전자현미경 관찰

전자 탐침 소자를 이용하여 분석한 치근 부위를 선명도를 높이기 위하여 gold-palladium coating하여

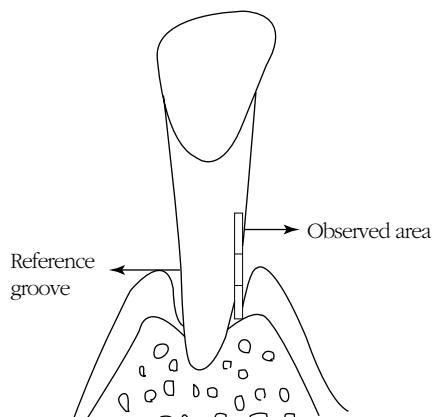


Figure 1. Three analytical area were measured using wavelength dispersive x-ray spectrometer at teeth with probing depth exceeding 6mm

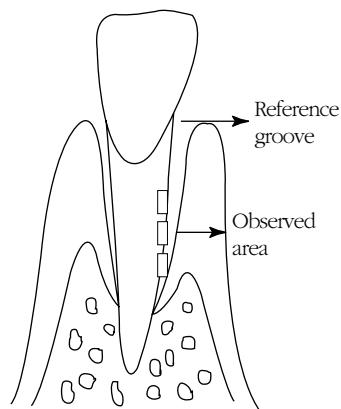


Figure 2. Three analytical area were measured using WDS at teeth with probing depth of 2-4mm & gingival recession.

JSM-840A(JEOL, Japan.) 주사전자현미경으로 동일한 3부위를 70배로 관찰하였다.

III. 실험결과

1. Electron Probe Microanalysis

정상 치근면에서 Ca, P는 치경부 치근에서 가장 높게 나타났으며 칼슘은 하방으로 가면서 감소하였으나 P는 다른 양상을 보였으며 Mg, Na은 치근의 위치에 따른 차이는 없었으며 치주질환에 이환된 치아와 차이가 없었다.

6mm이상 치주낭을 갖는 치아 중 전치에서 Ca, P

는 중간부 치근에서 가장 높게 나타났고 소구치에서는 치경부 치근에서 가장 높게 나타났으나, Mg, Na는 치근의 위치에 따른 차이는 없었다.

치은 퇴축이 있고 치주낭 2-4mm인 치아 중 전치에서 Ca, P는 모든 치근부에서 정상 치근보다 높게 나타났고 하방으로 가면서 Ca는 낮아졌지만 P는 일정한 양상이 없었으며 Mg, Na는 정상 치근과 차이가 없으며 치근의 위치에 따른 차이도 없었다. 소구치에서 Ca는 치경부 치근, 중간 치근에서 정상 치근보다 오히려 농도가 낮았으며 P는 모든 치근부에서 정상 치근보다 높게 나타났으나 치근의 위치에 따른 일정한 양상은 보이지 않았으며 Mg, Na는 정상 치근과 차이가 없으며 치근의 위치에 따른 차이도 없었다(Table 1).

무기질의 선 분석에서 모든 치근부의 Ca, P는 상아질에서 백악질보다 약간 높은 농도로 나타났으며 Mg는 상아질에서 백악질의 2배의 농도로 검출되었으나 Na는 거의 일직선의 양상을 보였다

표면 백악질에서 Ca는 정상 치근과 치주질환 치근 사이에서 치은 퇴축이 있고 치주낭 2-4mm인 소구치를 제외하곤 차이가 없었으며 P도 정상 치근과 치주질환 치근사이에서 차이가 없었으나 상아질에서 농도가 높은 치아는 백악질에서도 농도가 높게 나타났다.

2. 주사전자현미경적 소견

정상 치근에서는 표면에 치석등의 이물이 관찰되

Table 1. Mineral content of normal root & periodontal disease root

	Normal tooth			Tooth with probing depth exceeding 6mm						Tooth with probing depth of 2-4mm & gingival recession					
	Premolar			Incisor			Premolar			Incisor			Premolar		
	cervical	middle	apical	cervical	middle	apical	cervical	middle	apical	cervical	middle	apical	cervical	middle	apical
Ca WDS	164	112	111	160	179	152	181	160	131	188	150	136	127	94	162
P WDS	54	38	46	50	63	55	61	56	49	62	50	54	64	50	61
Mg WDS	4	2	2	4	4	4	4	4	3	4	3	2	4	3	4
Na WDS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ca/P ration	3.04	2.95	2.41	3.20	2.84	2.76	2.96	2.85	2.67	3.03	3.00	2.52	1.98	1.88	2.66

지 않았으며 치주낭 6mm이상인 소구치의 치경부 치근, 중간 치근부에서 적은 양의 백악질이 나타났고 표면에 치석등의 이물질이 관찰되었다. 치은퇴축이 있고 치주낭 2-4mm인 소구치에서 하부에 많은 양의 백악질이 존재하고 전치에서는 치근단부의 표면에 과설회화된 치석과 많은 양의 백악질이 관찰되었다.

IV. 총괄 및 고찰

치주질환에 이환된 치근면은 노출된 치근면의 위치에 따라 다양한 변화가 초래되며 본 연구의 주된 관심사는 치주질환이 있는 경우 정상 치근과 치주질환에 이환된 치근사이에서 무기질의 농도에 어떤 차이가 있느냐이며 이의 분석을 위해 사용된 전자 탐침 소자는 연꼴²¹⁾, 뼈²²⁾, 상아질과 백악질등²³⁻²⁷⁾의 석회화된 조직의 원소 분석 시 μ 단위로 조직을 파괴하지 않고 본 위치 상에서 분석이 가능하여 화학분석을 위한 적절한 기구이다. 그러나 전자 탐침 소자를 사용할 때 고려해야 할 중요한 문제가 있는데 하나는 절편의 제작 중 연조직이 포함되지 않아야 되며 외부에서 유입된 이온이 없어야 정확한 측정이 가능하다는 것이다²⁸⁻³¹⁾.

이전의 연구에서 절편의 제작도중 사용되는 탈수액, 고정액, 유기물을 제거하기 위한 용액, embedding medium등은 세포와 세포외 유기물을 제거함으로서 화학물질에 노출된 치근의 표면을 변화시킬 뿐 아니라 embedding medium의 이온이 조직 내로 유입이 가능하며 탈수 시 사용되는 용매들은 무기질의 변형을 초래할 수 있으며³²⁻³⁶⁾, Hohling³⁷⁾은 탈수 시 사용하는 물, 알코올에 의해 P가 거의 없어진다고 하였다. 따라서 절편은 제작 중 되도록 불순물의 첨가가 없는 자연 상태에서 분석하여 측정에 오류가 발생하지 않도록 해야된다. 그러나 본 연구에서 분석에 이용한 JXA-8900R는 절편의 두께가 $\frac{1}{2}$ mm이 않아도 분석이 가능하여 작은 크기의 절편이 필요 없고 작은 전류를 이용하므로 water boil의 문제가 없어 정확한 분석이 가능하였다.

또한 충분히 연마된 표면에서만 정확한 측정이 가능하므로 절편을 충분히 연마하여 고광택의 표면을

만들었으며³¹⁾ 레진상 제작 중 사용되는 레진의 강도가 치아와 차이가 있어 절편의 제작 중 가장자리부터 연마하여 치아와 레진 사이에 공간이 생기지 않도록 해야된다. Electron beam의 통과깊이는 절편의 밀도와 excitation potential에 좌우되며²⁸⁾ 즉 절편의 밀도가 낮을수록 통과 깊이가 증가하므로 절편의 밀도에 따라 방사선의 강도가 결정된다. 그러나 이 연구에서 사용하는 치아는 밀도의 차이가 거의 없으므로 밀도를 일정하게 하는 방법을 사용하지 않았으며 밀도의 차이가 측정에 영향을 주진 않았으리라 본다.

대부분의 절편에서 관찰되는 무기질은 Ca, P, Mg, Na 순의 농도로 관찰되었으며 모든 치근의 Ca, P는 상아질에서 표면 백악질보다 높은 농도로 나타났으며 Mg는 내면에서 즉 상아질에서 표면보다 두배 정도 증가하는 양상을 보였는데 이는 청소년기 교정을 목적으로 발거한 치아에서 전자 탐침 소자를 사용하여 무기질분석을 한 Neiders¹⁸⁾의 보고와 일치하며 이는 백악질이 Mg의 농도에 있어서 상아질보다는 골과 유사하다는 것을 뒷받침 해준다³⁸⁻³⁹⁾.

치주질환 치근의 Ca, P의 농도는 정상 치근보다 주로 중간 치근, 치근단 치근에서 높게 나타났으며 이는 구강내 노출에 따른 무기물의 흡수와 관련이 있는 것으로 사료되며^{19,20)}. 각 치근의 위치에 따른 차이는 있으나 일정한 양상은 보이지 않았다.

Mg, Na는 정상 치근과 치주질환 치근에서 거의 차이가 없고 각 치근의 위치에 따른 차이도 없는데 이는 Selvig 과 Hals¹⁾의 보고와 일치하며 Mg는 대부분의 석회화된 조직에서 발견되는 무기물로서 백악질, predentin의 형성⁴⁰⁾과 관련이 있으며 일부 학자는 치주질환에 이환된 치근면 즉 백악질 세포가 상실된 치근보다 정상 치근에서 많은 양을 발견할 수 있다고 하였으나 본 실험에서는 차이가 없게 나타났다.

이전의 연구에서 치주질환에 의한 백악질의 변형이 주로 표면 40-50 μ m 이내에 한정된다는 보고에^{1,6,9)} 의하여 표면 백악질에서 Ca, P의 농도를 비교하였는데 정상 치근과 치주질환 치근 사이에서 차이가 없었으며 치은 퇴축되고 치주낭 2-4mm인 한 치아에서만 Ca농도에 차이가 나는 것은 유판으로 확인이 불

가능한 초기 우식에 의한 무기질의 탈회가 일어난 것으로 생각되며 또한 표면관찰에서 Ca, P의 농도는 상아질에서 높은 것은 표면에서도 높게 나타나는 것으로 보아 표면 무기질은 외부에서 흡수되는 것도 있지만 주로 내부 상아질에 존재하는 무기질의 농도와 치아의 형성기에 체액내의 이들의 농도, 치아의 맹출후의 음식물 섭취와 이온 교환에 영향을 받는 것으로 사료된다.

Ca, P의 양이 이전의 보고^{8,9)}에선 치주질환 치아의 치경부 백악질에서만 정상치아와 치주질환 치아 사이에 유의성 있는 차이가 있다고 보고하였으나 치경부 치근에서는 큰 차이를 나타내지 않았는데 이는 상대적으로 적은 양의 백악질이 치경부에 존재하고 따라서 전체 두께에 대한 분석을 시행한 본 연구에서 평균값에는 큰 차이가 나타나지 않은 것으로 사료된다.

동일 치근내에서 치근의 위치에 따른 Ca, P의 차이는 있으나 차이가 크지 않은 것으로 보아 치주질환이 진행함에 따라 먼저 영향을 받는 것은 무기물이 아니라 유기물인 것으로 생각되며, 치주질환이 과연 치근의 무기질에 변화를 초래하는지에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다. 향후 연구범위를 좁혀 한 치아의 특정부위와 동일 치아의 다른 부위를 비교하거나 최소한 동일인의 다른 부위 치아와 비교하면 더 좋은 결과가 있으리라 생각되며 적은 수의 연구대상을 이용하여 통계처리는 되지 않았지만 앞으로 더 많은 수의 대상을 표본으로 하여 연구를 하는데 있어서 조금이나마 도움이 되었으면 한다.

V. 결론

Electron Probe Microanalysis와 주사전자 현미경을 이용하여 정상 치근과 치주질환에 이환된 치근의 무기질을 분석하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 무기질 분석 시 모든 치근에서 Ca, P는 상아질에서 백악질보다 높은 함량을 나타냈다.
2. 정상 치근면과 치주질환 치근면 각각의 위치에 따른 Ca, P의 차이는 있으나 일정한 양상은 보이지 않았다.

3. Mg는 상아질에서 백악질의 2배정도의 농도로 검출되었으며 Mg, Na는 정상 치근과 치주질환에 이환된 치근면 사이에 차이가 없었으며 치근의 위치에 따른 차이도 없었다.
4. 표면 백악질에서 Ca, P는 정상 치근과 치주질환 치근면 사이에 차이가 없으나 내면 상아질에서 농도가 높은 치아는 표면에서도 농도가 높게 나타났다.

이상의 결과로 미루어 보아 치주질환이 진행됨에 따라 백악질은 타액, 음식물등의 외부이온이 치아내부로 흡수되거나 되지만 무기질 함유량의 차이는 없는 것으로 사료되었다.

VI. 참고문헌

1. Hals, E. and Selvig, K. A.: Periodontally diseased cementum studied by correlated micro-radiography, electron probe analysis and electron microscopy. J. Periodontal Res. 12: 419-429, 1977.
2. Yamada, N.: Fine structure of exposed cementum in periodontal disease. Bull. Tokyo Med. Dent. Univ. 15: 409-434, 1968.
3. Furseth, R., Johansen, E.: The mineral phase of sound and carious human dental cementum studied by electron microscopy. Acta Odontol. Scand. 28: 305-322, 1970.
4. Furseth, R.: Further observations on the fine structure of orally exposed and carious human dental cementum. Arch. Oral Biol. 16: 71-85, 1971.
5. Herting, H. C.: Elektronen mikroskopische Beobachtungen an kariosem Dentin. III. Mitteilung. Dtsch. Zahnarztl. Z. 22: 1433-1422, 1967.
6. Selvig, K. A.: Biological changes at the tooth-saliva interface in periodontal disease. J. Dent. Res. 48: 846-855, 1969.

7. Furseth, R.: A study of experimentally exposed and fluoride treated dental cementum in pigs. *Acta Odontol. Scand.* 28: 305-322, 1970.
8. Selvig, K. A. and Selvig, S. K.: Mineral content of Human and Seal Cementum. *J dent. Res.* 41: 624-632, 1962.
9. Selvig, K. A. and Zander, H. A.: Chemical analysis and microradiography of cementum & dentin from periodontally diseased human teeth. *J. Periodont.* 33: 303-310, 1962.
10. Aleo, J. J., De Renzis, F. A., Farber, P. A. and Varboncoeur, A. P.: The presence and biologic activity of cementum-bound endotoxin. *J. Periodontol.* 45: 672-675, 1974.
11. Aleo, J. J., De Renzis, F. A. and Farber, P. A.: In vitro attachment of human gingival fibroblast to root surfaces. *J. Periodontol.* 46: 639-645, 1975.
12. Hatfield, C. G., Baumhammers, A.: Cytotoxic effects of periodontally involved surfaces of human teeth. *Arch. Oral. Biol.* 16: 465-468, 1971.
13. Hodge, H. C. and Mckay, H.: The microhardness of teeth. *J. Am. dent. Ass.* 20: 227-233, 1933.
14. Rautiola, C. A. and Craig, R. G.: The microhardness of cementum and underlying dentin of normal teeth and teeth exposed to periodontal disease. *J. Periodont.* 32: 113-123, 1961.
15. Deakins, M. and Manly, R. S.: A method for microdetermination of density in calcified tissues. *J. dent. Res.* 18: 557-560, 1939.
16. Manly, R. S., Hodge, H. C. and Ange, L. E.: Density and refractive index studies of dental hard tissues, II. Density distribution curves. *J. dent. Res.* 18: 203-211, 1939.
17. Rockert, H.: A quantitative X-ray microscopi-
- cal study of calcium in the cementum of teeth. *Acto odont. scand.* 16: suppl. 25, pp. 1-68, 1958.
18. Neiders, M. E., Eike, J. D., Miller, W. A. and Leitner, J. W.: Electron probe microanalysis of cementum and underlying dentin in young permanent teeth. *J. dent. Res.* 51:122-130, 1959.
19. Nancy S. Barton and Ronald L. Van Sowl.: Periodontally Diseased VS Normal Root as Evaluated by SEM & Electron probe Analysis. *J. Periodontol* 58: 634-638, 1987.
20. Selvig, K. A.: Biologic changes at the tooth-saliva interface in periodontal disease. *J. Periodontol* 33: 303, 1962.
21. Meller, R.C.: Electron Probe Microanalysis: I. Calcium and Phosphorus in Normal Human Cortical Bone, *Lab Invest* 13: 183-195, 1964.
22. Brooks, E.J., Tousimis, A.J. and Briks, L.S.: The Distribution of Calcium in the Epiphyseal Cartilage of the Rat Tibia Measured with the Electron Probe X-Ray Microanalyzer, *J Ultrastruct Res* 7: 56-60, 1962.
23. Frank, R.M., Capitant, M. and Goni, J.: Electron Probe Studies of Human Enamel, *J Dent Res* 45: 672-682, 1996.
24. Besic, F.C., Knowles, O., Wiemann, M.R., JR. and Keller, O.: Electron Probe Microanalysis of Noncarious Enamel and Dentin and Calcified Tissues in Mottled Teeth, *J Dent Res* 48: 131-139, 1969.
25. Miller, W.A., Eick, J.D. and Neiders, M.E.: Inorganic Components of Peritubular Dentin in Young Permanent Teeth, *Caries Res* 5: 264-279, 1971.
26. Johnson, A.R. and Singer, L.: An Electron Microprobe Study of Rat Incisor Teeth with Low or High Concentrations of Strontium, *Arch Oral Biol* 12: 25-33, 1967.

27. Frazier, P.D.: Electron Probe Analysis of Human Teeth, *Arch Oral Biol* 12: 25-33, 1967.
28. Anderson, C.A.: An Introduction to the Electron Probe Microanalyzer and Its Application to Biochemistry, in Glick, D.(ed): *Methods of Biochemical Analysis*, New York: Interscience Publishers, pp 271-310, 1967.
29. Mellors, R.C., Carroll, K.G. and Solberg, T.: Quantitative Analysis of Ca/P Molar Ratios in Bone Tissue with the Electron Probe, in McKinley, T.D. Heinrich, K.F.J. and Wittry, D.B.: *The Electron Microprobe*, New York: John Wiley & Sons, Inc., pp 834-840, 1966.
30. Boyde, A. and Switsur, V.R.: Problems Associated with the Preparation of Biological Specimens for Microanalysis, in X-Ray Optics and X-Ray Microanalysis, New York: Academic Press, pp 499-506, 1963.
31. Frazier, P.D.: Electron probe analysis of Human Teeth: Some Problems in sample preparation, *Norelco Reporter* 13: 25-26, 1966.
32. Selvig, K.A.: Biologic changes at the tooth-saliva interface in periodontal disease. *J Dent Res* 48: 846, 1969.
33. Bass, C.C.: A perviously undescribed demonstrable pathologic condition in exposed cementum and underlying dentin. *Oral Surg* 4: 641, 1951.
34. Armitage, G. C. and Christie, T.: Structural changes in exposed human cementum. Light microscopic observation. *J Periodont Res* 8: 343, 1973.
35. Armitage, G. C. and Christie, T.: Structural changes in exposed human cementum. II. Electron microscopic observations. *J Periodont Res* 8: 356, 1973.
36. Selvig, K. A.: Ultrastructural changes in cementum and adjacent connective tissue in periodontal disease. *Acta Odontol Scand* 24: 459, 1966.
37. Hohling, H. J. and Nicholson, W. A. P.: Electron probe microanalysis in hard tissue research: specimen. *J Microscopic Biol Cell* 22: 185, 1975.
38. Rowles, S.L.: Chemistry of the mineral Phase of Dentine , in Miles, A.E.W. (ed): *Structural and Chemical Organization of teeth*, Vol 2, New York: Academic Press, pp 165-200, 1967.
39. Green, L.J., Eick, J.D., Miller, W.A. and Leitner, J.W.: Electron Microprobe Analysis of Ca, P, and Mg in Mandibular bone, *J Dent Res* 49: 608, 1970.
40. Poser, A. S. and Tannenbaum, P. J.: The mineralized phase of dentin. A. Linde (ed). *Dentin and Dentinogenesis II*, Boca Raton, CRC Press, Inc, 1984.

사진부도 설명

- Figure 3. 치근의 전체적인 무기질 농도 유형으로서 Ca, P는 백악질에서 보다 상아질에서 증가하는 양상을 보였으며 Mg는 상아질에서 백악 질의 2배의 농도로 검출되었으며 Na는 거의 일직선의 양상으로 나타났다.
- Figure 4. 정상 치근에서 Ca의 농도와 동일부의 SEM소견으로서 하방으로 가면서 Ca는 감소하였으며 표면에서 치석등의 이물은 발견되지 않았다.
- Figure 5. 치주낭 6mm이상인 전치에서 Ca의 농도로서 중간부 치근에서 가장 높았으며 정상 치근에서보다 중간 치근, 치근단 치근에서 높게 나타났다.
- Figure 6. 치주낭 6mm이상인 소구치에서 Ca의 농도와 동일부의 SEM소견으로서 모든 치근부에서 정상보다 평균값이 높게 나타났고 하방으로 가면서 감소하는 양상을 보였으며 주사전자현미경상에서 표면에 치석등의 이물이 관찰되고 있다.
- Figure 7. 치은 퇴축되고 치주낭 2~4mm인 전치에서 Ca농도와 동일부의 SEM 소견으로 Ca는 치경부 치근에서 가장 높았으며 하방으로 가면서 감소하는 양상을 보였고 주사전자현미경상에서 치근단 치근의 표면에 과석회화된 치석과 많은 양의 백악질이 관찰되었다.
- Figure 8. 치은 퇴축되고 치주낭 2~4mm인 소구치에서 Ca농도와 SEM 소견으로 Ca는 정상 치근보다 치경부 치근, 중간 치근부에서 낮았으며 치근단 치근부에서 정상 치근에서보다 오히려 높게 나타났다. 주사전자현미경상에서 치근단부에서 많은 양의 백악질이 발견되었다.
- Figure 9. 표면 백악질에서 500 μm 깊이의 Ca의 농도를 비교한 것으로 Ca는 정상치아의 경우 하방으로 가면서 감소하였으며 치주질환 치아에서 위치에 따른 차이는 있으나 일정한 양상은 보이지 않았다. 정상 치근과 치주질환 치근 사이에서 치은 퇴축이 있고 치주낭 2~4mm인 소구치를 제외하곤 차이가 없게 나타났다.
- Figure 10. 표면 백악질에서 500 μm 깊이의 P의 농도를 비교한 것으로 P는 정상 치근과 치주질환 치근 사이에서 차이가 거의 나타나지 않았다.

사진부도(1)

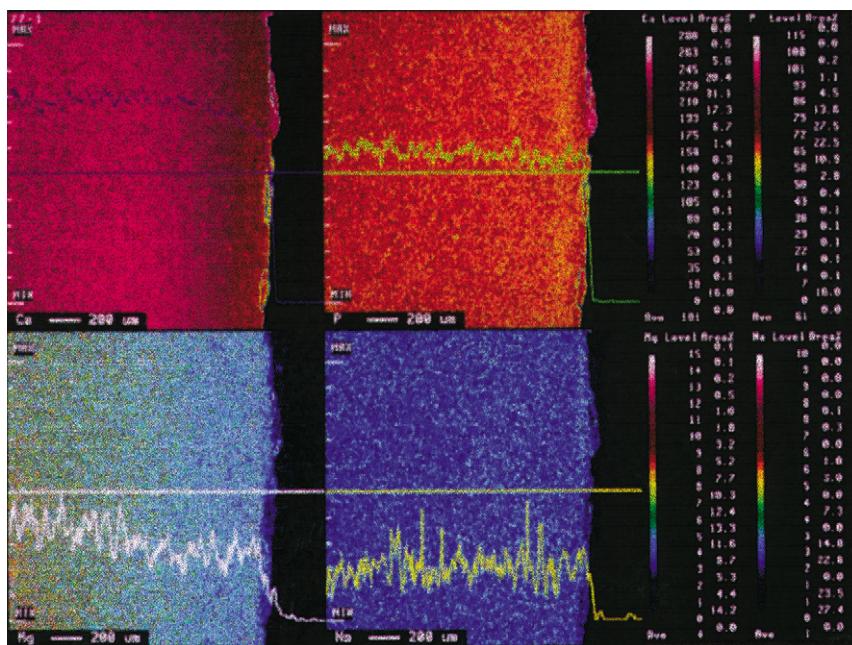


Figure 3. Concentration profile pattern of Ca, P, Mg, Na

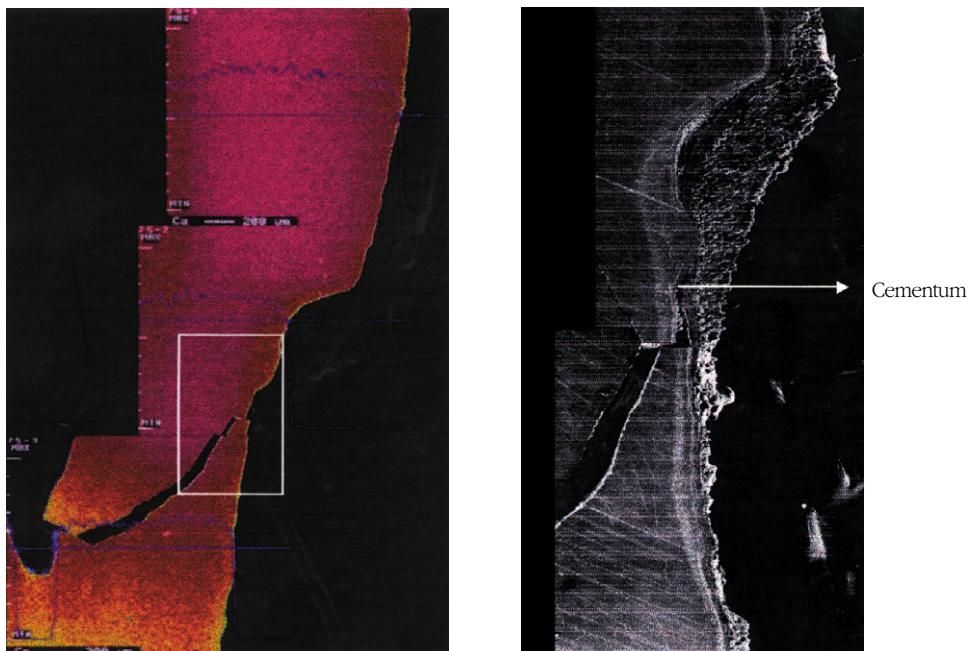


Figure 4, Level of Ca was measured using WED at three areas of normal root & SEM of the same area

사진부도(Ⅱ)

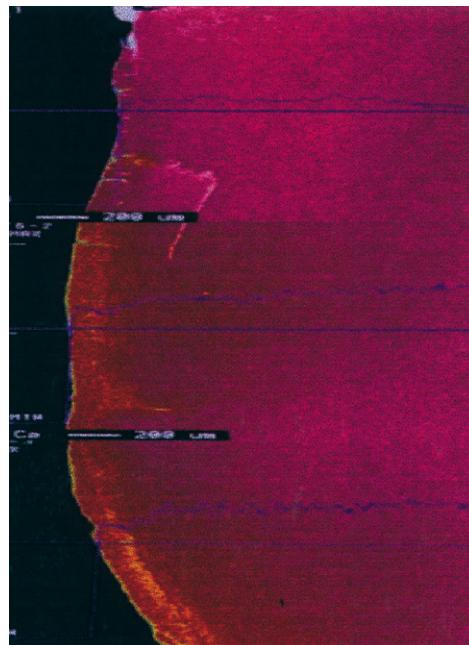


Figure 5. Level of Ca was measured using WED at three areas of periodontal diseased anterior tooth with probing depth exceeding 6mm

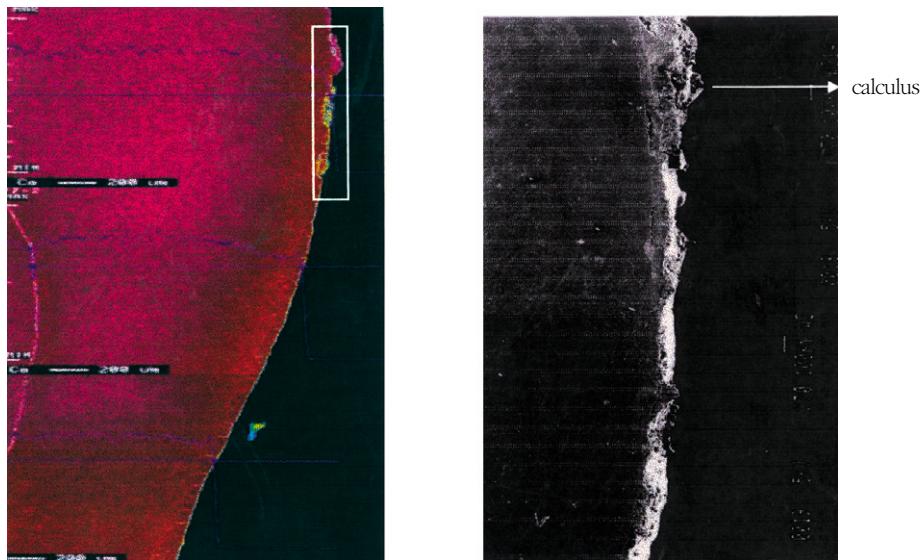


Figure 6. Level of Ca was measured using WDS at three areas of periodontal diseased premolar tooth with probing depth exceeding 6mm & SEM of the same area.

사진부도(III)

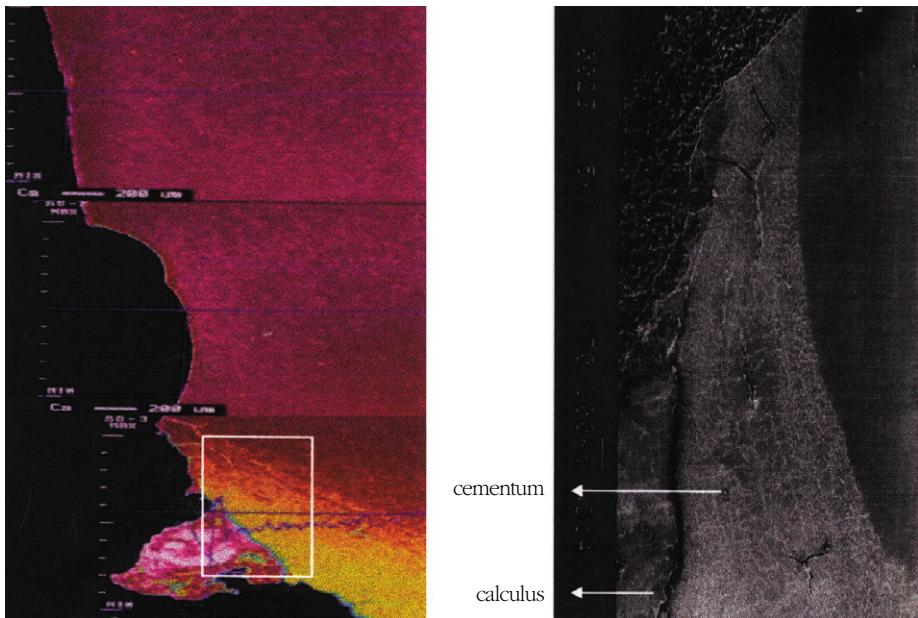


Figure 7. Level of Ca was measured using WDS at three areas of periodontal diseased anterior tooth with gingival recession & probing depth 2-4mm & SEM of the same area.

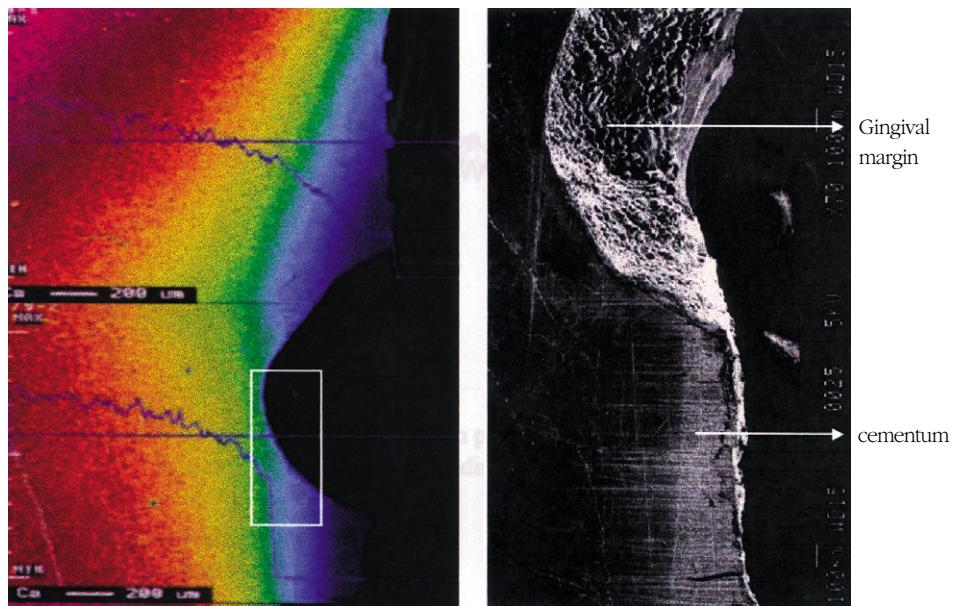


Figure 8. Level of Ca was measured using WDS at two areas of periodontal diseased premolar tooth with gingival recession & probing 2-4mm and SEM of the same area.

사진부도(IV)

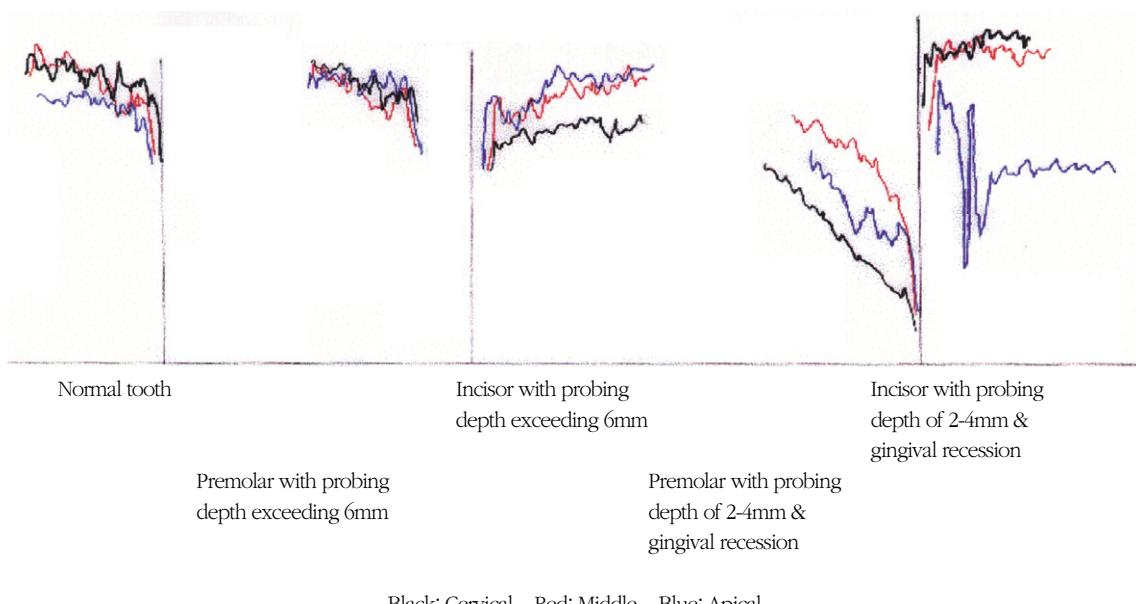


Figure 9, Comparision of Ca in surface cementum

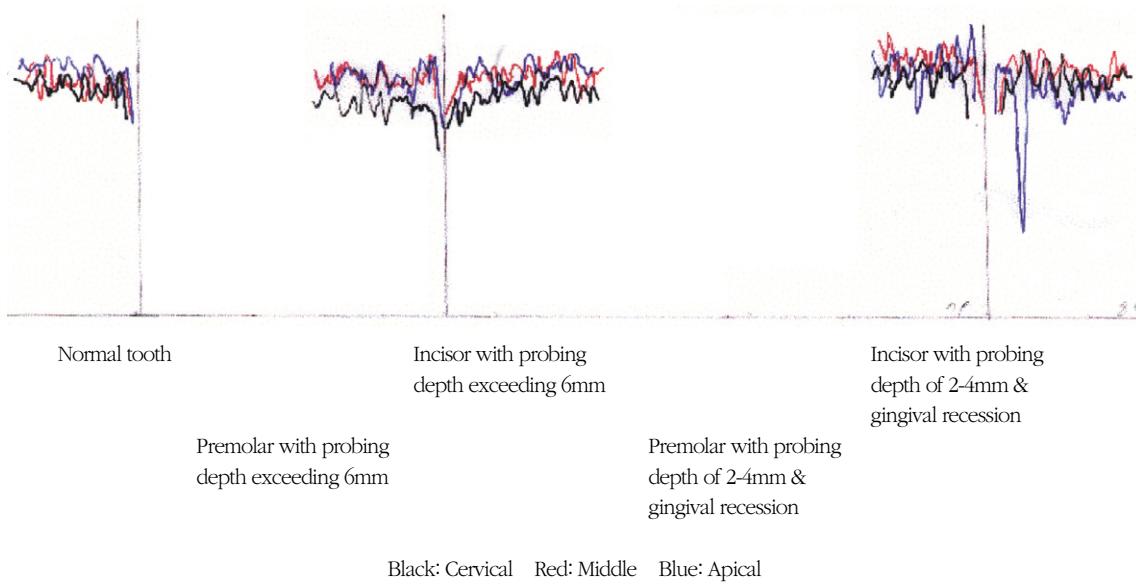


Figure 10, Comparision of P in surface cementum

-Abstract-

Periodontally Diseased Root and Normal Root as Studied by Electron Probe Microanalysis & SEM

Jong-Sig Kim, Chong-Yeo Kim, Sung-Bin Lim, Chin-Hyung Chung

Department of Periodontal College of Dentistry Dan-Kook University

Root surfaces affected by periodontal disease undergo various forms of changes. Cementum exposure from gingival recession may result in absorption of calcium, phosphorus, and fluoride and subsequent hypermineralization and increased radiodensity. Although some reports have suggested that inorganic content with root cementum might show various changes depending upon age or extent of periodontal disease, but no consensus can be reached regarding the distribution of various elements.

The present study examines the difference in mineral content between healthy and periodontal diseased roots by analyzing three areas per tooth along the root surface in cervico-apical direction using electron probe and scanning electron microscope.

Healthy tooth that was extracted for orthodontic purpose was used as control. Experimental teeth include those with periodontal pocket depth exceeding 6mm and those with gingival recession and periodontal pocket depth of 2-4mm. Levels of Ca, P, Mg and Na were measured using wavelength dispersive x-ray spectrometer at three areas per tooth. The examined areas were located apical to cemento-enamel junction in control and periodontal ligament-depleted areas in experimental teeth. The corresponding areas were also examined with scanning electron microscope(x70)

The results are as follows.

1. Minerals were detected in order of Ca, P, Mg and Na. In all root surfaces, levels of Ca and P were higher in dentin than in cementum.
2. Level of Mg was twice as high in dentin than in cementum. There was no significant difference in the level of Mg and Na between normal and periodontal diseased roots or between the various locations in the same root.
3. Level of Ca and P in the surface cementum showed no difference between normal and periodontal diseased root, although the areas in dentin with high level of either ion also showed high level of corresponding ion in cementum.
4. Difference in the Ca and P content between various locations within the same root was noted, although no coherent pattern existed.

These results suggest that although the mineral content of the root cementum in periodontitis-affected tooth is affected by exogenous ions from saliva and food, but there was no difference in the mineral contents between normal and periodontally diseased root.