

임플란트로 수복된 하악 구치부에 대합되는 자연치 주변의 골변화

강릉대학교 치과대학 보철학교실 및 구강과학연구소

정원모 · 김대근 · 이양진 · 박찬진 · 조리라

I. 서 론

골조직은 다양한 기계적, 생전기적, 대사적, 국소적인 자극에 반응하는 조직으로 항상 흡수와 첨가의 과정을 겪는다.¹⁾ 이러한 골개조(remodeling)에 대해 1892년 Wolff는 “골조직은 정상적이든 비정상적이든 골조직에 가해진 힘에 가장 잘 저항하는 구조로 발달한다”고 기술하였다.²⁾ 또한 Frost는 역학조절(mechanostat) 이론에서 골량의 변화는 골격을 기계적으로 사용한 결과라고 가정하였다.³⁾ 즉 골조직의 미세변형 범위에 따라 하중의 정도를 비교적 약한 하중, 생리적인 하중, 과하중, 그리고 병적인 하중으로 분류하였다. 또한 생리적인 범위의 기계적인 하중이 골조직에 가해지면 골조직은 증식하고, 과도한 하중은 골흡수를 야기한다고 하였다.

이러한 골변화를 평가하는 방법은 방사선 사진을 직접 시각적으로 평가하는 방법, 참조체(stepwedge)를 방사선 사진과 함께 촬영하여 흑화도를 표준화한 후 비교하는 방법, 디지털 공제술을 이용하는 방법, 미량밀도측정기(microdensitometer), 광밀도측정기(photodensitometry), 이중에너지 흡수계(dual energy x-ray absorptiometry), I-흡수계를 이용한 방법 등이 있다. 방사선 사진을 육안으로 평가하는 시각적인 방법은 간단하지만, 방사선 사진 상에서 흑화도의 변화가 인지되기 위해서는 촬영된 골구

조의 무기질 변화가 30-50% 정도 선행되어야 하며, 촬영 및 현상 조건에 따라 상이하게 표현되는 단점이 있다.^{4,5)} 참조체를 이용한 방법은 일련의 방사선 사진 흑화도를 표준화하는 방법으로 골조직의 변화를 알루미늄 당량 두께로 정량화할 수 있다. 이 방법은 간단하며 참조체와 골밀도의 상관관계가 높은 것으로 알려졌다.⁶⁻⁸⁾ 디지털 공제술은 해부학적 구조물의 잔상을 제거하여 두 방사선 사진의 차이만을 나타내는 방법으로 5%의 골변화만 있어도 판별할 수 있기 때문에 골변화를 평가하는데 유용하나 촬영조건의 표준화가 필수적이다.^{9,10)} 미량밀도측정기는 작은 부위에 적용할 수 있으나, 부가적인 장비와 기술이 필요하며, 정량적 분석의 감도는 낮은 경향이 있다.¹¹⁾ 광밀도측정기, 이중에너지 x-선 흡수계 등의 방법은 특수한 장비가 필요하고 구강내 적용이 어려운 단점이 있다.^{12,13)}

이러한 여러 가지 방법을 통해 치아나 임플란트에 가해진 하중에 반응하는 골변화에 대해 관찰하려는 시도가 있었다. Stefflik 등¹⁴⁾은 개의 하악에 식립한 임플란트를 계속가공의치로 수복 후 6~24개월 동안 임플란트 계면과 인접한 골조직을 관찰하였다. 하중 6개월 후 임플란트 계면에서 미성숙골(woven bone)을 관찰하였고, 지속적인 하중 시 치주인대가 없는 치조백선과 유사한 골조직 양상과 골개조를 발견하였다. George 등¹⁵⁾은 원숭이의 하악골에 임플란트를

※ 본 연구는 식품의약품안전청의 용역연구개발사업(06112의기술285)의 지원으로 수행됨.

식립 후 하중을 가하지 않은 임플란트군, 식립 3개월 후 하중을 가한 임플란트군, 식립 즉시 하중을 가한 임플란트군을 비교하였다. 그 결과 세 군 모두에서 골유착은 일어났지만, 하중을 가하지 않은 군의 임플란트 계면에서는 결합조직이 있는 해면골이 관찰된 반면, 하중을 가한 군에서는 골소주 형성이 있는 두꺼운 피질골이 관찰된다고 하면서 임플란트 주변의 골형성을 증가시키기 위해서는 적절한 하중이 임플란트에 가해져야한다고 하였다.

Johnson¹⁶⁾은 쥐의 한 쪽 치아를 발거하여 대합치의 저기능을 유도하고, 반대편은 수술을 통하여 대합치의 과기능을 유도하여 5주 후 대합치 주변의 골조직을 관찰하였다. 대조군과 비교할 때, 저기능시에는 횡중격인대의 두께는 감소하고 정출과 연관된 새로 형성되는 골조직은 증가하였으며, 과기능시에는 이와 반대라고 하면서, 치아는 각각의 기능적 상황에 적절한 반응을 한다고 하였다. 또한 Kinoshita 등¹⁷⁾은 쥐의 우측 상악 대구치를 발거 후 16일 동안 관찰한 결과, 대합치가 정출되고 치조골의 높이가 변화한다고 하면서 치아의 정상적인 기능을 위해서 적절한 자극이 필요하다고 하였다.

치아를 발거 후 임플란트로 수복을 하게 되면, 발거된 치아의 대합치는 수개월 이상 비기능 또는 저기능 상태가 된다. 그 후 임플란트 보철물이 장착되면 대합치에 하중이 가해지면서 대합치는 정상적인 기능을 하게 되며, 치근 주변의 골조직에 기계적 자극을 가하게 된다. 대합치 주변의 골조직에 임플란트 수복으로 인한 생리적 하중이 다시 가해지게 되면 골조직의 변화가 발생할 것이라고 예상할 수 있다. 따라서 본 연구의 목적은 디지털 방사선 영상으로 6개월 간 하악 부분 무치악에 식립된 임플란트에 대합되는 자연치 주변의 골조직 변화를 관찰하는 것이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구 재료 및 기구

1) 실험군 선택

한 명의 치과의사에게 치료받은 8명의 환자(Table

1)를 대상으로 하였다. 연구에 포함된 환자들은 다음과 같은 기준을 만족하였다.

- 1) 2개 이상의 임플란트를 식립한 증례
- 2) 임플란트에 대합되는 자연치에 심한 골 소실, 치주인대 비후, 희박화 골염, 경화성 골염 등이 없는 증례

- 3) 점진적 하중을 시행하지 않은 증례

- 4) 지속적인 방사선 촬영에 동의한 환자

총 8명의 환자 중 7명은 편측성 무치악 환자였고, 1명은 양측성 무치악 환자였다.

2) 맞춤 필름유지장치(customized film holding device) 제작

평행촬영법을 위한 필름유지기구(precision instrument, PI)와 아크릴릭 레진을 이용하여 환자 개개인에 맞추고, 위치 반복 재현성이 있는 맞춤 필름 유지장치물을 제작하였다(Fig. 1). 필름유지기구의 교합블록(bite block)이 위치되는 부위에 병상(dough)의 아크릴릭 레진을 얹고 연구모형의 상악 구치부 교합면에 적용하여 교합면 인덱스를 만들었다. 맞춤 필름유지장치 제작 시 치근과 최대한 평행하게 위치될 수 있는 위치를 찾도록 노력하였다. 또한 촬영할 관심 영역은 임플란트가 식립된 부위의 대합치가 포함되도록 하였다. 연구모형에서 만든 맞춤 필름유지장치를 환자의 구강 내에 시적하고, 아크릴릭 레진으로 이장을 시행하였다.



Fig. 1. Customized film holding device.

Table I. The information on patients

Patient	Measurement site	Prosthetic type	Condition of antagonist	Unloading period (month)
1	#25MD,26MD	screw type	natural teeth	9
2	#27MD	screw type	restored by crown	11
3	#16MD,17MD	screw type	restored by crown	5
4	#27MD	screw type	restored by Bridge	9
5	#17MD	screw type	natural teeth	9
6	26MD,27D	cementation type	natural teeth	9
7	#25MD, 26MD,27D	cementation type	natural teeth	10
8	#17MD	cementation type	restored by bridge	11
9	#15D,26MD	cementation	natural teeth	9

2. 연구 방법

1) 디지털 영상의 획득

맞춤 필름유지장치를 이용하여 치아, CCD 센서, 관구의 위치를 일정하게 하여 구내방사선 촬영기 (CDX2000U, Biomedisys, Seoul, Korea)와 CCD 센서로 촬영하였다. 촬영은 60kV, 10mA 조건에서 0.4초의 노출시간으로 표준화하여 촬영하였다. 촬영된 영상을 바로 확인하여 이전 사진의 이미지와 유사한지 관찰하여 최대한 유사한 영상을 얻으려고 노력했다. 촬영된 디지털 영상은 BMP 파일로 저장하였다.

방사선 사진은 최종 보철물 장착 전(기준시기), 장착 3개월 후, 6개월 후에 각각 3장씩 촬영하였다.

2) 임플란트 교합 형성

임플란트 보철물의 교합을 약한 저위교합으로 형성하지 않고, 반대편 동명치와 유사한 교합접촉점을 갖도록 형성하였다. 즉 가볍게 물었을 때, 교합지 (Shimstock, Roeko GmbH, Langenau, Germany)가 빠져나오지 않을 정도로 교합접촉점을 형성해주었다.

3) 방사선 사진의 계조도 측정

콜변화량을 평가하기 위해서 포토샵 프로그램 (Adobe PhotoShop 7.0, Adobe, Seattle, USA)을 이용하였다. 방사선 영상을 256 단계의 회색조(gray scale)로 변환한 다음 영상을 3배 확대 후 히스토그

램을 이용하여, 관심영역의 계조도 값을 3번 측정하여 평균을 구하였다(Fig. 2).¹⁸⁾ 임플란트와 대합되는 상악 구치부 치근 주변의 치조골을 실험군으로 설정하고, 기존의 하악 치아와 대합되는 상악 구치부 치근 주변의 치조골을 대조군으로 설정하였다. 실험군과 대조군 각각에서 관심 영역은 치근의 근심 치조정 부위(mesial-crestal)와 치조정 부위로부터 3mm 떨어진 중앙 부위(mesial-middle), 치근의 원심 치조정 부위(distal-crestal)와 치조정 부위로부터 3mm 떨어진 중앙 부위(distal-middle)로 설정하였다. 관심영역의 크기는 23 픽셀 × 23 픽셀(1mm × 1mm)로 하였고, 관심영역을 설정할 때 치조정 부위에는 치밀골과 치조백선이 포함되도록 하였고, 중앙 부위에는 치조백선이 포함되도록 하였다(Fig. 3).

한 명의 조사자가 측정하였으며, 조사자내 보정을 시행하여 관심영역을 설정하는데 있어서의 반복 재현도를 평가하였다. 한 방사선 사진을 선택하여 관심영역을 15번 설정하여 그 영역의 가로, 세로축 좌표값과 계조도 값의 표준편차를 구하였다(Table II, Fig. 2).

3. 통계분석

통계분석은 반복측정이 있는 일원배치분산분석(repeated measured ANOVA)을 이용하여 시간 변화(기준시기, 3개월, 6개월)에 따른 대조군과 실험군의 계조도 변화, 실험군 내에서 치근의 치조정 부위와 중앙 부위의 계조도 변화, 치근의 근심 부위와

Table II. Intra-examiner calibration of X-, Y-coordinate, and gray value

Measurement number	X	Y	Gray value
1	1.27	0.70	91.07
2	1.27	0.70	97.07
3	1.28	0.71	90.86
4	1.28	0.70	90.86
5	1.26	0.70	90.29
6	1.27	0.71	90.05
7	1.27	0.70	91.90
8	1.26	0.70	91.07
9	1.26	0.70	91.07
10	1.26	0.69	92.45
11	1.26	0.70	91.07
12	1.26	0.71	89.37
13	1.28	0.70	90.86
14	1.27	0.70	91.90
15	1.26	0.70	91.65
mean	1.27	0.70	91.44
SD	0.008	0.0052	1.74

SD: standard deviation

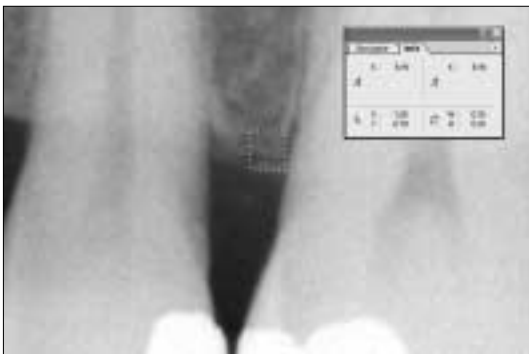


Fig. 2. Captured view for region of interest.

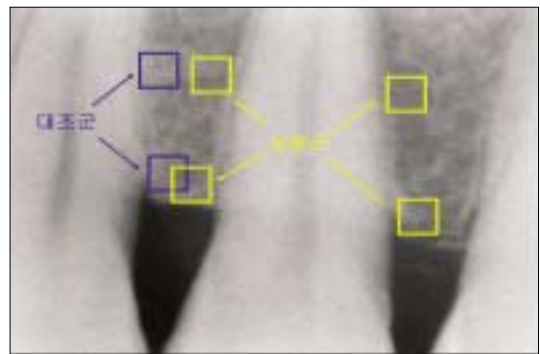


Fig. 3. Selection of region of interest.

원심 부위의 계조도 변화를 비교하였다. 또한 시간 변화에 따른 대조군, 근심 치조정 부위, 근심 중앙 부위, 원심 치조정 부위, 원심 중앙 부위의 계조도 변화를 비교 하였다. 관심 영역 간의 차이를 비교하기 위해서 Scheffe 사후 검정을 시행하였다. 모든 분석은 95% 신뢰수준으로 시행하여 통계적 유의차를 확인하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 조사자내 보정 (Table II)

X-좌표의 계조도 값의 표준편차는 0.0080이었고, Y-좌표의 계조도 값의 표준편차는 0.0052로 재현성이 있었다.

2. 시간에 따른 실험군과 대조군의 계조도의 변화 (Table III, Fig. 4)

기준시기, 3개월, 6개월 후의 계조도 평균값은 실험군에서 각각 110.9, 117.0, 120.0, 대조군에서 각각 89.0, 89.9, 90.7로 실험군과 대조군 간 통계적 유의차가 있었다(P=0.029). 또한 실험군 내에서 시간에 따른 부위별 계조도 변화(개체 내 효과 검정)는 달랐다(P=0.000). 그러나 대조군 내에서 시간에 따른 부위별 계조도 변화(개체 내 효과 검정)는 통계

적으로 유의차가 없었다(P=0.529).

3. 시간에 따른 치근의 치조정 부위와 중앙 부위에서 계조도 변화(Table IV, Fig. 5)

기준시기, 3개월, 6개월 후의 계조도 평균값은 치근의 치조정 부위에서 각각 104.4, 110.5, 115.0이었고, 치근의 중앙 부위에서 각각 117.8, 123.7, 126.5였다. 시간에 따른 수직적인 위치 간(개체 간 효과 검정) 계조도 변화의 차이는 없었다(P=0.235).

Table III. Gray value between control group and test group over time (mean±standard deviation)

Group	N	Time			P-value
		Baseline	3 months	6 months	
Control	12	89.0±0	89.88±24.5	90.7±24.6	<0.05
Test	53	110.9±37.3	117.0±38.2	120.5±40.9	

Repeated measured ANOVA(between subject effects)

Table IV. Gray value between crestal group and middle group over time(mean±standard deviation)

Group	N	Time			P-value
		Baseline	3 months	6 months	
Crestal	27	104.1±33.1	110.±33.9	115.0±36.3	>0.05
Middle	26	117.8±40.8	123.7±41.8	126.2±45.2	

Repeated measured ANOVA(between subject effects)

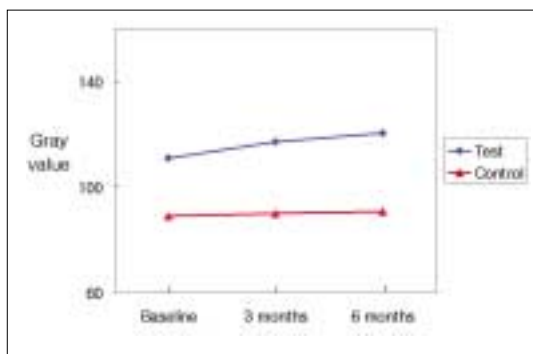


Fig. 4. Gray value changes between test group and control group over time.

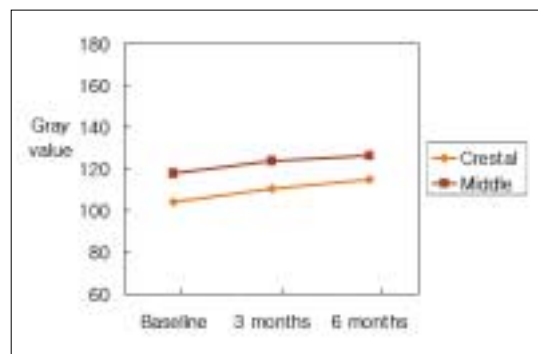


Fig. 5. Gray value changes between crestal group and middle group over time.

4. 시간에 따른 치근의 근심 부위와 원심 부위에서 계조도 변화(Table V, Fig. 6)

기준시기, 3개월, 6개월 후의 계조도 평균값은 근심에서 각각 103.7, 108.4, 111.6이었고, 원심에서 각각 117.7, 125.3, 129.0이었다. 시간에 따른 수평적인 위치 간(개체 간 효과 검정) 계조도 변화의 차이는 없었다(P=0.130).

5. 시간에 따른 관심영역에서 계조도 변화(Table VI, Fig. 7)

기준시기, 3개월, 6개월 후의 계조도 평균값은 치근의 근심 치조정에서 각각 96.6, 102.3, 107.7, 치근의 근심 중앙에서 각각 110.7, 114.5, 115.5, 치근의 원심 치조정에서 각각 111.6, 118.2, 121.7, 치근의 원심 중앙에서 각각 124.9, 132.9, 136.9,

Table V. Gray value between mesial group and distal group over time(mean±standard deviation)

Group	N	Time			P-value
		Baseline	3 months	6 months	
Mesial	27	103.7±37.5	108.4±37.7	111.6±40.7	>0.05
Distal	26	117.7±36.6	125.3±37.5	129.0±36.0	

Repeated measured ANOVA(between subject effects)

Table VI. Gray value among measurement sites over time (mean±standard deviation)

Measurement site	N	Time			P-value
		Baseline	3 months	6 months	
Mesial-crestal	13	96.6±32.2	102.3±33.4	107.7±37.3	>0.05
Mesial-middle	13	110.7±42.3	114.5±42.0	115.5±45.1	
Distal-crestal	14	111.1±33.6	118.2±33.7	121.7±35.3	
Distal-middle	13	124.9±39.6	132.9±41.1	136.9±44.5	
Control	6	100.5±28.1	101.0±24.0	102.2±23.4	

Repeated measured ANOVA(between subject effects)

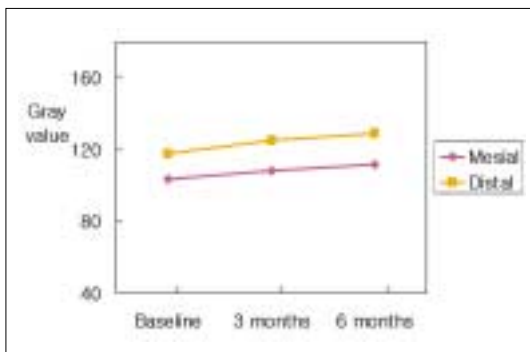


Fig. 6. Gray value changes between mesial group and distal group over time.

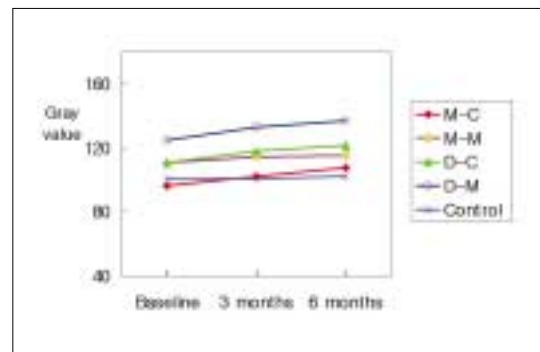


Fig. 7. Gray value changes among regions of interests over time.

대조군에서 각각 105.2, 106.0, 105.1이었다. 시간에 따른 관심영역 간 계조도 변화의 차이는 없었다 ($P=0.340$).

IV. 고 찰

본 연구에서는 기능을 하지 않던 임플란트 대합치에 하중이 가해지면 골조직의 변화가 발생한다는 것을 연구 가설로 설정하였다. 본 연구에서는 기준시기, 3개월, 6개월 간격으로 촬영한 방사선 사진 비교 시 대부분의 측정부위에서 기준시기의 계조도와 유사하거나 약간 증가된 계조도 값을 나타내어 이러한 가설이 정당하였음을 나타낸다.

시간에 따른 대조군과 실험군 간 계조도의 변화는 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 대조군으로는 실험 기간 전부터 저작력이 지속적으로 치아에 가해진 치아를 선정하였다. 따라서 치근의 치조백선 및 주변의 치조골에 생리적인 응력이 가해졌기 때문에 골변화는 크게 없었을 것으로 생각된다. Frost³⁾는 정상적인 골조직을 유지하기 위해서 생리적인 하중이 필요하다고 하였고, Kinoshita 등¹⁷⁾은 쥐의 상악 대구치를 발거 후 하악 대합치를 관찰한 결과 치아가 정출되고 치조골 높이의 변화가 생긴다고 하였다. 실험군의 치아는 하악 구치부가 상실되어 9개월에서 11개월 정도 정상 기능을 못하는 기간이 있었다. 이 기간 동안 골조직 유지를 위한 적절한 기계적 자극이 없는 상태에서 골조직의 변화는 골량이 감소되는 방향으로 발생했을 것으로 생각된다. 하악 임플란트를 이용하여 기계적 자극을 다시 가하게 되면, 치근 주변에 적절한 생리적인 자극이 발생하여 골조직의 변화가 생겼을 것으로 추정해 볼 수 있다. 실험군에서 기준시기와 비교 시 3개월 후 7 정도의 계조도 수치가 증가했다. 일반적으로 골조직이 재형성되는 기간은 10주 정도가 필요하다.¹⁹⁾ 그러나 본 연구에서 3개월에서도 계조도 수치가 변화하였는데, 이는 임플란트 교합 형성시 저위 교합이 아닌 자연치와 유사한 교합접촉 정도를 부여했기 때문이라고 생각된다.

실험군 내에서 개체 간 차이를 비교하기 위해서 실험 자료를 대조군, 치근의 근심 치조정, 근심 중앙, 원심 치조정, 원심 중앙으로 다시 분류하여 반복 측

정이 있는 일원배치분산분석을 다시 시행하였다. 이때 대조군내에서 개체 내 차이가 없었기 때문에 평균 계조도 값을 보이는 관심 영역 한 곳(치근의 중앙부위)을 정하여 대조군으로 하였다. 그 결과 개체 간 계조도 값의 변화는 통계적 유의차가 없는 것으로 나타났다(Table IV).

일반적으로 수평적인 교정력을 가하게 되면, 치아의 치조정 부위에 응력이 집중 되고, 그로 인해 힘을 받은 쪽의 치근 주변의 치조골은 인장력을 받고, 반대편 부위에서는 압축력을 받게 되며, 이로 인해 골형성세포와 골파괴세포의 작용으로 치조골의 골개조가 일어나게 된다.^{15,16,18)} 그러나 본 연구에서는 치근의 치조정 부위와 치근의 중앙 부위에서 시간에 따른 차이를 보이지 않았는데, 이는 일반적인 저작양상이 수직적이며, 교합접촉점을 임플란트 몸체의 중심부위에 형성하여 치아의 장축 방향으로 교합력이 전달되도록 하였고, 측방운동시 임플란트 보철물에 의한 측방유도를 배제하였기 때문이라고 생각된다.

치아는 약간의 근심 경사를 보이고 있어서 치아에 하중이 가해지면, 치근의 근심 부위에 응력이 집중되어 미세변형이 집중될 것으로 추정할 수 있다. 그러나 본 연구의 결과 근심과 원심의 집단 간 차이는 보이지 않았다. 이는 근심 부위에 응력이 집중되지 않았음을 의미하고, 치주인대에 의한 저작력의 완충 작용 때문이라고 생각된다.

그러나 실험군의 관심영역을 비교할 때 개체 내 효과 검정에서 시간과 관심영역의 상호작용에서는 통계적 유의차가 있었다($P=0.04$). 또한 실험군의 개체 내 대비 검정에서 기준시기와 6개월 간 계조도 비교 역시 통계적 유의차가 있었다($P=0.026$). 비록 실험군의 개체 간 통계적 유의차가 없어 시간에 따른 관심영역의 계조도 변화는 차이가 없었지만, 실험군의 치아에 임플란트에 의한 하중을 가하였을 때 기준시기에 비해 6개월 후에는 관심영역의 계조도 변화가 나타날 것이라고 추정할 수 있다.

일부 관심 영역에서 기준시기와 비교 시 3개월, 6개월 짜 계조도 값이 감소하였다. 이는 피사체, CCD 센서, 관구의 위치관계에 발생한 미세한 변화가 관심영역의 해부학적 구조(골소주 형태, 연조직 등)의 중첩에 변화를 일으켜 흑화도의 증가에 영향을 주었

을 것으로 생각된다. 또한 디지털 영상에서 관심영역을 설정하여 한 사람이 계조도를 3회 측정했음에도 불구하고,²³⁾ 조사자내 변화를 피할 수 없었기 때문이라고 사료된다.

방사선사진 흑화도의 변화를 분석할 때 노출시간, 촬영각도, 현상조건 등을 동일하게 하여 방사선사진 흑화도를 표준화하는 것이 중요하다. 이를 위해서 참조체를 같이 촬영하여 방사선사진을 디지털화 한 다음 계조도로 표현된 흑화도를 참조체 두께로 표현하는 방법이 주로 사용된다. 그러나 본 연구에서는 개별화된 필름유지기구를 제작하여 피사체, CCD 센서, 관구의 관계를 일정하게 유지했고,^{24,25)} 노출조건을 60kV, 10mA, 0.4초로 일정하게 하였으며, 각 시기별로 3장을 촬영하여 계조도 값의 평균을 냈고, CCD 센서를 사용하여 방사선 사진을 바로 디지털 영상으로 전환하였기 때문에 현상과정에서 발생할 수 있는 오차를 배제할 수 있었다. 이러한 이유들 때문에 참조체를 사용하지 않았다 하더라도 흑화도의 표준화에는 무리가 없으리라 판단된다.

관심 영역을 임플란트 대합치의 치근의 치조정과 중심부에 설정한 것은 저작 시 치아에 가해지는 하중(cuspal loading)는 치근단보다는 하중을 받은 교두 하방의 치경부 부위에 집중되기 때문이다.^{20,21)} 또한 일부 환자의 경우 구개가 약했기 때문에 맞춤 필름유지기구와 CCD 센서를 구강 내에 삽입 후 평행 촬영법으로 치근단까지 촬영하는데 어려움이 있었다. 그래서 관심 영역을 치근의 치조정과 중심부로 제한하였다.

임플란트 보철물의 교합 형성은 약한 저위교합으로 하는 것이 일반적이거나,²⁶⁾ 본 연구에서는 골변화를 도모하기 위해서 자연치와 유사한 접촉점을 형성해 주었다.

골격이 완전히 재형성되는 기간은 나이, 전신질환, 대사질환 등에 영향을 받지만, 일반적으로 10주 정도가 걸린다.¹⁹⁾ 따라서 본 연구에서 임플란트에 대합되는 치아 주변의 골변화를 관찰하는 기간을 6개월로 설정하였다.

디지털 공제술을 위해서는 기하학적 표준화가 필수적이고,¹⁰⁾ 이를 위해서는 고가의 기구와 장비가 필요하며 취급이 까다로운 면이 있다. 또한 128의 계조도를 나타내는 배경과 골변화 부위를 명확하게 구

분지어 경계 내를 측정하기가 어려웠기 때문에,²⁷⁾ 관심영역을 설정하여 계조도 평균을 구한 후 기준시기와 3개월, 6개월을 비교하였다.¹⁸⁾

본 연구에서 하악 무치악에 식립된 임플란트와 대합되는 상악 구치부 주변의 골변화에 대해 방사선 영상과 컴퓨터를 이용하여 6개월까지 관찰하였다. 그 결과 기능하지 않고 있던 상악 대구치에 임플란트 보철물로 수복하여 하중을 가하였을 때, 상악 대구치 치근 주변의 골변화가 유의하게 변화한다는 주요한 결과를 관찰하였다. 그러나 부위에 따른 골변화의 차이는 알 수 없었다. 골조직 변화를 정밀하고 정량적으로 관찰하기 위해서, 장기간의 관찰기간과 방사선 투사기하학을 재현성 높게 표준화하는 방법의 고안이 필요할 것이라고 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 하악 구치부에 임플란트로 수복한 9명의 환자를 대상으로 기능을 하지 않던 대합치가 임플란트 수복물과 대합하면서 발생하는 골변화를 관찰하기 위하여 맞춤 필름유지장치, 디지털 방사선 사진 및 포토샵 프로그램을 이용하여 6개월 간 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 임플란트에 대합되는 치아 주변 골조직의 변화양상은 인접치 주변 골조직의 변화 양상과 비교시 유의한 차이를 보였고, 인접치 주변의 골에 비해 임플란트에 대합되는 치아 주변의 골조직의 계조도가 증가하였다($P < 0.05$).
2. 임플란트에 대합되는 치아 주변의 골변화 양상에 있어서 치근의 치조정 부위와 치근의 중앙 부위 간, 치근의 근심 부위와 치근의 원심 부위 간 차이는 없었다($P > 0.05$).
3. 임플란트에 대합되는 치아의 각 부위별(근심 치조정, 근심 중앙, 원심 치조정, 원심 중앙)과 인접치 주변을 비교 시 골변화 양상의 차이는 없었다($P > 0.05$).

참고문헌

1. Misch CE. Contemporary implant dentistry. 2nd ed. Missouri, USA: Mosby press;

1999. p.225-237, 317-328.
2. Wolff J. Das Gesetz der transformation der Knochen. 1892(abstract only).
 3. Frost HM. Bone "Mass" and the "Mechanostat": A proposal the anatomical record. *Anat Rec* 1987;219:1-9.
 4. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone I. *J Endod* 2003;29:702-6.
 5. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone II. *J Endod* 2003;29:707-12.
 6. Cho HH; Kim EK. Experimental study on quantitative evaluation of film-based digital imaging system. *J Korean Oral Maxillofac Radiol* 1994;24:137-48.
 7. Strid KG, Killebo P. Bone mass determination from microradiographs by computer-assisted videodensitometry. *Acta Radiol Diagn* 1988;29:465-72.
 8. Vos MH, Janssen PTM, van Aken J, and Heethaar RM. Quantitative measurement of periodontal bone changes by digital subtraction radiography. *J Periodontal Res* 1990;25:268-75.
 9. Reddy MS, Jeffcoat KM. Digital subtraction radiography. *Dent Clin North Am* 1993;37:553-65.
 10. Mol A, Dunn SM. The performance of projective standardization for digital subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:373-82.
 11. Andressen J, Nielsen HE. Assessment of bone mineral content and bone mass by non-invasive radiologic methods. *Acta Radiol Diagn* 1984;100:908-11.
 12. Ludlow JB, Soltmann R, Tyndall D, Grady J. Accuracy of quantification of mandibular condyle displacement in digitally subtracted linear tomograms. *Dentomaxillofac Radiol* 1992;21:81-7.
 13. Hausmann E, Bale WF, Warren SL, van Huysen G. Techniques for assessing alveolar bone mass changes in periodontal disease with emphasis on I-absorptiometry. *J Clin. Periodontol* 1983;10:455-64.
 14. Steflik DE, Noel C, McBrayer C, Lake FT, Parr GR, Sisk AL, Hanes PJ. Histologic observations of bone remodeling adjacent to endosteal dental implants. *J Oral Implantol* 1995;21:96-106.
 15. George ER, Chooi GT, Chong HS, Helmut W, Hashim Y. Bone-implant interface around titanium implants under different loading conditions: A histomorphometrical analysis in the Macaca Fascicularis monkeys. *J Periodontol* 2003;74:1483-90.
 16. Johnson RB. Effect of altered occlusal function on transseptal ligament and new bone thicknesses in the periodontium of the rat. *Am J Anat* 1990;187:91-7.
 17. Kinoshita Y, Tonooka K, Chiba M. The effect of hypofunction on the mechanical properties of the periodontium in the rat mandibular first molar. *Arch Oral Biol* 1982;27:881-5.
 18. Lee MR, Cho LR, Yi YJ, Choi HM, Park CJ. Correlation assessment between resonance frequency analysis and radiographic method according to peri-implant bone change. *J Korean Acad Prosthodont* 2005;43:736-44.
 19. Marx RE, Ehler WJ, Peleg M. Mandibular and facial reconstruction: Rehabilitation of the head and neck cancer patient. *Bone* 1996;19(1 suppl):59-82.
 20. Kuroe T, Itoh H, Caputo AA, Nakahara H. Potential for load-induced cervical stress concentration as a function of periodontal

- support. *J Esthet Dent* 1999;11:215-22.
21. Jeon PD, Turley PK, Moon HB, Ting K. Analysis of stress in the periodontium of the maxillary first molar with a three-dimensional finite element model. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:267-74.
22. Graf H, Grassel H, Aeberhard HJ. A method for the measurement of occlusal forces in three directions. *Helv Odont Scand* 1974;18:7-11
23. Grondahl K, Sunden, Grondahl HG. Inter- and intraobserver variability in radiographic bone level assessment at Brånemark. *Clin Oral Impl Res* 1998;9:243-50.
24. Jeffcoat MK, Reddy MS, Webber RL, Williams RC, Ruttimann UE. Extraoral control of geometry for digital subtraction radiography. *J Periodont Res* 1987;22:369-402.
25. Meijer HJA, Steen WHA, Bosman F. Standardized radiographs of alveolar crest around implant in the mandible. *J Prosthet Dent* 1992;68:318-21.
26. Stanford CM. Issues and considerations in dental implant occlusion: What do we know, and what do we need to find out? *J Calif Dent Assoc* 2005;33:329-36.
27. Huh YJ, Jeon IS, Huh MS, Lee SS, Choi SC, Park Tw, Kim JD. A comparative study on the accuracy of digital subtraction radiography according to the acquisition methods of reconstructed images. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2002;32:101-11.

Reprint request to:

Lee-Ra Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Dept. of Prosthodontics & Research Institute of Oral Science,
College of Dentistry, Kangnung National University
Gangneung Daehangno 120, Gangneung, Gangwon-Do, 210-702, Korea
lila@kangnung.ac.kr

ABSTRACT

ALVEOLAR BONE CHANGES AROUND THE NATURAL TEETH OPPOSING THE POSTERIOR IMPLANTS IN MANDIBLE

Won-Mo Jung, D.D.S., Dae-Gon Kim, D.D.S., Yang-Jin Yi, D.D.S., Ph.D.,
Chan-Jin Park, D.D.S., Ph.D., Lee-Ra Cho, D.D.S., Ph.D.

*Dept. of Prosthodontics and Research Institute of Oral Science, College of Dentistry,
Kangnung National University*

Statement of problem: Alteration of tooth function is assumed to be changed by stress/strain on the adjacent alveolar bone, producing changes in morphology similar to those described for other load-bearing bones. When teeth are removed, opposing teeth will not be functioned. When edentulous area is restored by implant prostheses, opposing teeth will be received physiologic mechanical stimuli.

Purpose: The aim of this study was to evaluate the bone changes around the teeth opposing implant restoration installed mandibular posterior area.

Material and method: Eight patients who had mandibular posterior edentulous area were treated with implants. Radiographs of the opposing teeth were taken at implant prostheses delivery(baseline), 3 months, and 6 months later. Customized film holding device was fabricated to standardize the projection geometry for serial radiographs of opposing teeth. Direct digital image was obtained. Gray values of region of interest at each digital image were measured and compared according to time lapse. Repeated measured analysis of variance and post-hoc Scheffe' s test were performed at the 95% significance level.

Results: Alveolar bone changes around the natural teeth opposing the posterior implant in mandible showed statistically significant difference compared to control group($P < 0.05$). And gray values of alveolar bone around the teeth opposing implants were increased. There were no statistically significant differences of alveolar bone changes between crestal group and middle group and between mesial group and distal group according to time lapse($P > 0.05$). There were no statistically significant differences of alveolar bone changes among mesial-crestal group, mesial-middle group, distal-crestal group, distal-middle group, and control group($P > 0.05$).

Conclusion: Alveolar bone around the natural teeth opposing the implant prosthesis showed gradual bony apposition.

Key words : Bone change, Mechanical Stimuli, Gray value, Implant