

원추형 지대주 형태의
단일 임플란트 수복에서
비침습적 방사선 계측을 이용한
치간 유두와 변연골 사이의
관계 분석

연세대학교 대학원

치의학과

권희준

원추형 지대주 형태의 단일 임플란트
수복에서 비침습적 방사선 계측을
이용한 치간 유두와 변연골 사이의
관계 분석

지도교수 문 익 상

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2007년 월 일

연세대학교 대학원

치의학과

권 희 준

권희준의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

치의학과

2007년 월 일

감사의 글

이르지 않은 나이에 대학원에 진학해 이제 작은 결실 하나를 이루었습니다. 이 논문이 있기까지 많은 아이디어와 동기를 주시고 틀린 글자 하나까지 챙겨주신 문익상 교수님께 마음으로부터 감사를 전합니다. 또, 끝까지 깊은 관심으로 논문의 방향을 잡아 주시고 지도와 심사를 하여 주신 김종관 교수님과 박광호 교수님께 감사드립니다.

아버지, 어머니. 두 분께서 항상 걱정해 주신 덕에 여기까지 오게 되었습니다. 사랑합니다. 외손녀 돌보시느라 고생하시는 장인어른, 장모님께도 제 인생의 한 부분을 빚지고 있습니다. 항상 감사합니다.

끝으로, 언제나 저를 이해해주고 헌신적으로 도와주는 사랑하는 아내 주현이와 딸 소연이에게 고마움을 전하며 이 논문을 바칩니다.

2007년 7월

권희준

목 차

국문 요약.....	iii
I. 서 론.....	1
II. 연구대상 및 방법.....	4
1. 연구대상.....	4
2. 연구방법.....	5
3. 통계학적 분석.....	8
III. 연구결과.....	9
1. 연조직 상태.....	9
2. Di, Dt와 Ph의 상관관계.....	11
IV. 고 찰.....	13
V. 결 론.....	19
참고문헌.....	20
Abstract.....	27

도 표 목 차

Figure 1. Schematic drawing for measuring of Di, Dt and Ph.....	6
Table 1. Age and gender distribution of Patients.....	4
Table 2. Indices used to assess plaque accumulation and marginal mucosal conditions around implants.....	5
Table 3. Plaque index scores.....	9
Table 4. Mucosal index scores.....	10
Table 5. Frequencies of the surface that presents plaque accumulation and bleeding on probing and averages(standard deviation) of plaque index scores and mucosal index scores	10
Table 6. Result of statistic analysis.....	11
Table 7. Distance from marginal bone of natural tooth(Dt) and implant(Di) to line Lp and papilla height(Ph).....	12

국 문 요 약

단일 치아 상실은 여러 가지 원인에 의해 일어나며, 이를 단일 임플란트 수복으로 대체하는 술식은 다수의 치아를 임플란트로 수복하는 것과 유사한 예후를 보이며, 보편화되었다.

임플란트의 성공 여부는 그 기능적인 면 뿐 아니라, 심미적인 관점에서도 평가되어야 하며, 그 평가 기준에는 치간 유두의 재생 여부도 포함된다.

단일 임플란트 수복의 경우 치간 유두의 높이는 임플란트측 변연골의 높이가 아닌 인접한 자연치측 변연골의 높이에 의해 결정된다고 알려져 있다. 그러나 단일 임플란트 치간 유두를 연구한 이전의 연구는 대부분 외측 연결 형식의 임플란트 시스템을 사용했다. 이 디자인은 임플란트에 가해지는 응력을 분산시키는데 효과적이지 못해 변연골의 흡수를 야기한다. 이에 비해 원추형 지대주를 내측으로 연결하는 디자인은 응력을 치조골의 심부까지 전달하고, 임플란트 목 부분에 미세 나사를 형성하면 골에 전해지는 응력을 작게 나누어 골 조직이 과도한 응력에 노출되는 것을 막아 골 흡수를 방지한다.

이에 본 연구에서는 원추형 지대주를 내측으로 연결하는 형태의 임플란트를 사용하는 경우에도 단일 임플란트 주위 치간 유두의 높이가 인접한 자연치측 변연골의 높이에 의해 결정되는 지를 살펴보고자 한다.

1. 환자들의 연조직 상태는 염증에 의한 연조직의 변형을 고려하지 않아도 문제가 되지 않을 만큼 양호했다. 측정된 지수들의 평균값은 다른 연구들과 일치하거나 연관된 관계를 보였다.

2. 임플란트측 변연골과 치간 유두사이의 거리(Di), 자연치측 변연골과 치간 유두사이의 거리(Dt), 치간 유두의 높이(Ph)의 평균값과 표준 편차는 각각 $5.41\pm 1.62\text{mm}$, $3.26\pm 0.78\text{mm}$, $3.45\pm 1.11\text{mm}$ 이었다. Ph는 Dt와 가장 높은 상관관계를 보였으며, Di와 Ph, Di와 Dt도 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 즉, 원추형

지대주 형태의 단일 임플란트 수복에서, 치간 유두의 높이는 자연치측 변연골의 높이에 크게 영향을 받지만, 임플란트측 골의 높이와도 연관이 있다.

이상의 결과를 통해 단일 임플란트를 식립할 때는 전체적인 치조골에 가하는 손상을 최소화하는 임플란트 시스템과 술식을 선택해야 하며, 인접한 자연치의 치주상태가 보철물 수복 이후의 치간 유두 높이에 영향을 줄 수 있음을 고려하는 것이 심미적인 결과를 얻는 데 도움을 줄 것이라 사료된다.

핵심되는 말 : 심미, 단일 임플란트, 치간 유두, 변연골, 연조직, 임플란트 디자인

원추형 지대주 형태의 단일 임플란트 수복에서 비침습적 방사선 계측을 이용한 치간 유두와 변연골 사이의 관계 분석

연세대학교 대학원 치의학과

(지도 문 의 상 교수)

권 희 준

I. 서 론

단일 임플란트는 단일 치아 상실을 기능적, 심미적으로 수복하는 방법으로 보편화되었다(Andersson등, 1995). 단일 임플란트 지지 보철물의 성공률을 보고한 여럿의 논문에서도 다수 임플란트에 의해 지지되는 보철물과 비슷한 성공률을 보고한 바 있다(Andersson등, 1995, 1998; Enquist등, 1995; Avivi-Arber와 Zarb 1996; Scheller등, 1999; Creugers등, 2000; Simon, 2003; Dhanrajani등 2005; Levin등, 2006). 이 연구들의 단일 임플란트 치료의 성공 여부는 기능적인 면에 국한되어 있다. 심미적으로 성공적인 치료가 되기 위해서 인공 치관은 색조, 모양, 표면 형태(texture) 등에서 기존의 치열과 조화를 이뤄야 한다. 심미적인 결과를 얻기 위해 중요한 또 다른 한 가지는 임플란트 주위 연조직, 특히 치간 연조직이 주변의 자연치와 조화를 이루도록 하는 것이다(Schropp등, 2005). 치간 유두의 유무는 심미에 크게 영향을 주는데, 임플란트 수복에서 심미적인 임플란트 주위 연조직은 악궁의 반대쪽 자연치(contralateral tooth; 대측(對側) 치아)의 치간 유두 형태와 대칭을 이루며, 인접 치아 사이의 공간을 채우는 형태다(Phillips등, 1998). 자연 치열에서 치간 유두의 높이는 접촉점과 치조골 능선 사이의 거리에 의해 결

정된다(Tarnow등, 1992). 이것의 의미는, 인공 치관을 기존의 치열과 조화를 이루도록 제작한다고 할 때, 치조골 능선의 높이가 치간 유두의 높이를 결정한다는 것이다.

Grunder (2000)는 골 탐침을 이용해 단일 임플란트에 인접한 치아에 접한 연조직의 두께를 측정했지만, 임플란트의 나선선 때문에 정작 임플란트 주위 연조직의 두께를 측정하지 못한 채 임플란트 머리까지의 거리를 측정하고 평균적인 골 흡수량을 고려해 임플란트측 골 높이를 정했다. Kan등 (2003) 역시 골 탐침을 이용해 연조직 두께를 구했으나, Grunder (2000)와 같은 한계를 가지고 있다. 일반 방사선 사진을 이용해 치간 유두와 변연골 사이의 거리를 측정한 Choquet등 (2001)의 연구에서도 치간 유두를 방사선 사진 위에서 어떤 근거로 다른 상(像)들과 구별했는지 특별한 언급이 없어 그 수치를 전적으로 신뢰하기는 어렵다.

측정상의 문제에도 불구하고, Grunder (2000), Kan등 (2003)은 그들의 연구를 통해 내린 결론에서 단일 임플란트 주위 치간 유두의 높이는 인접한 자연치측 변연골의 높이에 의해 결정된다고 하였다. Grunder (2000)는 상악 전치부에 단일 임플란트를 식립한 10명의 환자를 대상으로 한 실험에서 임플란트 주위 변연골이 흡수됨에도 불구하고, 임플란트 주위 치간 유두의 높이가 유지되는 이유는 인접한 자연치의 변연골 높이가 안정적으로 유지되는 것과 관련이 있으며, 이는 단일 임플란트 주위 치간 유두의 높이는 임플란트측 변연골의 높이가 아닌 인접한 자연치측 변연골의 높이에 의해 결정되기 때문이라고 하였다. Kan등 (2003) 역시 인접한 자연치 변연골의 높이가 유지되는 것과 단일 임플란트 주위 치간 유두의 높이가 유지되는 것이 관련이 있으며, 이를 통해 단일 임플란트 주위 연조직의 높이는 임플란트측 변연골의 높이와 무관하며, 인접한 자연치의 변연골 높이에 의해 결정된다고 하였다.

임플란트 디자인에 따라 변연골의 흡수량에 차이가 존재하며, 원추형 지대주를 내측으로 연결하는 형식(internal connection with conical seal)의 임플란트가 외측 연결 지대주를 갖는 디자인의 임플란트보다 식립 후 골 흡수가 더 적은 것으로 알려져 있다(Norton등 1998; Åstrand등 1999; Engquist등 2002; Berglund등 2005; Lee등 2007). Hansson (1999, 2000)은 유한 요소 분석을 통한 그의 실험

에서, 원추형 지대주를 사용하는 디자인의 임플란트가, 임플란트의 머리부분에 가해지는 응력을 골의 심부까지 분산시키며, 임플란트의 목 부분에 응력을 분산시킬 수 있는 요소(미세나사선, microthread)를 추가하면 일반적인 나사선에 비해 응력을 작게 나누어 골에 전달하게 된다는 것을 보였다. 이에 비해 지대주가 임플란트 고정체 외부에서 연결되는 형식의 임플란트는 응력이 변연골의 상방에 집중되고, 원추형 지대주 형태를 채택하더라도 연결하는 부분이 치조골 상방 2mm이상인 곳에 위치하게 되면 원추형 지대주의 응력 분산 효과가 사라진다고 하였다. 이렇게 임플란트에 가해지는 응력을 효과적으로 분산시키는 지 여부가 변연골의 흡수를 결정하는 하나의 요인으로 작용한다.

앞서 시행된 단일 임플란트의 치간 유두에 관한 연구에서는 외측 연결 형태의 임플란트를 사용했거나(Jemt 1997; Chang등 1999; Grunder 2000; Choquet등 2001; Cardaropoli등 2006), 임플란트의 종류를 언급하지 않았다(Kan등 2003). 본 연구에 사용한 임플란트는 미세나사선이 있는 원추형 지대주를 사용하는 내측 연결 형태로 이전의 연구에서 쓰인 임플란트보다 변연골 흡수가 적다고 알려져 있다(Norton등 1998; Åstrand등 1999; Engquist등 2002; Berglundh등 2005; Lee등 2007). 그러나, 이전의 연구와 다른 디자인의 임플란트 즉 변연골 흡수가 적은 임플란트를 이용한 단일 치아 수복에서 치조골정의 높이와 치간 유두 높이가 어떤 관계에 있을지는 분명하지 않다.

이에 본 연구에서는 원추형 지대주를 내측으로 연결하는 형태의 임플란트를 사용하는 경우에도 단일 임플란트 주위 치간 유두의 높이가 인접한 자연치측 변연골의 높이에 의해 결정되는 지를 살펴보고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구대상

이 연구는 영동세브란스 치과병원 치주과에서 단일 임플란트 치료를 받고 보철물을 장착한 후 1년 이상 정기검진을 위해 내원한 환자를 대상으로 하였으며, 자료 수집기간은 2006년 11월부터 2007년 3월까지였다. 환자들은 대부분 전신적으로 건강했으며, 당뇨나 고혈압을 앓고 있는 일부 환자도 약물과 식이요법 등으로 조절되는 상태였다. 연구에 포함된 환자는 총 17명으로 남자는 7명, 여자는 10명이었다. 환자의 평균 연령은 50.2세로 21세부터 65세까지의 연령분포를 보였다(Table 1). 17개의 단일 임플란트 중, 2개는 악궁의 최후방에 위치해 원심측 치간 유두가 존재하지 않아, 총 32개의 치간 유두를 자료로 사용했다.

Table 1. Age and gender distribution of patients

Gender	Age					Total
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	
Male	1		3		3	7
Female		1	2	7		10
Total	1	1	5	7	3	17

사용된 임플란트는 모두 Astra Microthread™ (Astra Tech AB, Mölndal, Sweden)이었다.

임플란트 수술 전 모든 환자에게 구강 위생 교육을 실시했다. 임플란트 수술은 2단계 접근법으로 시행했다. 하악은 1차 수술 후 3개월, 상악은 6개월 후 2차 수술을 시행했고, 2주 후에 고정체 수준에서 인상을 채득 했다. 2차 수술 3주 후, 최종 보철물을 장착하고 다시 구강 위생 교육을 실시했다. 6개월마다 환자들의 구강 위생 상태를 점검하고 전문가에 의한 치태조절과, 구강 위생 재교육을 시행했다.

2. 연구방법

연조직 상태를 기록하기 위해, 모든 임플란트 수복물의 점막 지수와 치태 지수(Mombelli등, 1987)를 근심측, 원심측, 협측(순측), 설측(구개측)에서 각각 측정했다(Table 2). 인공치관 협면의 중간 지점에서 각화 점막의 두께를 치주 탐침으로 0.5mm단위로 측정했다.

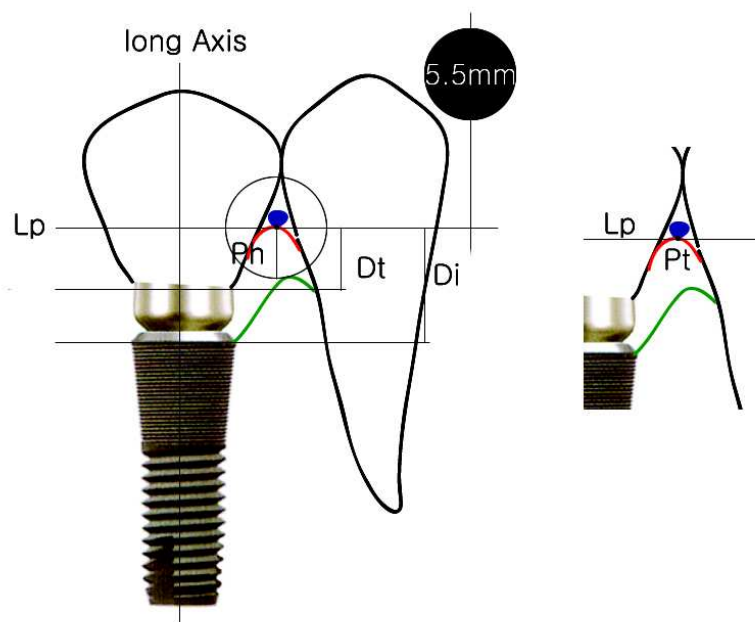
Table 2. Indices used to assess plaque accumulation and marginal mucosal conditions around implants (Mombelli et al., 1987)

	Plaque Index	Mucosal Index
0	No detection of plaque	No bleeding when a periodontal probe is passed along the mucosal margin adjacent to the implant
1	Plaque only recognized by running a probe across the smooth marginal surface of the implant	Isolated bleeding spots visible
2	Plaque can be seen by the naked eye	Blood forms a confluent red line on mucosal margin
3	Abundance of soft matter	Heavy or profuse bleeding

Lee등(2005)이 제안한 방사선 불투과성 물질을 이용한 방법으로 X-ray를 촬영했다. 근관 이장재(Tubli-Seal, Kerr dental, West Collins Orange, CA, USA)와 황산바륨(Solotop suspension 140, 태준제약, 서울, 대한민국)을 2:1의 비율로 섞은 방사선 불투과성 물질을 치주 탐침을 이용해 치간 유두의 정점에 조심스럽게 올려놓는다. 길이 측정을 위해 5.5mm 지름의 금속 구 형태의 베어링(X-ray Distortion Markers, Salvin Dental Specialties, Charlotte, NC, USA)을 치아에 불

이고, XCP 장치를 이용해 평행촬영법으로 촬영했다(60kV, 8mA, 1.0 sec.). 자동 현상기(Periomat, Durr Dental, Bietigheim-Bissingen Germany)로 현상한 후, 디지털 scanner(Expression 1680 Pro, EPSON, Nagano, Japan)로 디지털 이미지화했다(1200 dpi., 8-bit Gray Scale). 어두운 방에서 1280 × 1024 해상도 모니터(Flatron LCD L1715S, LG, 서울, 대한민국)와 소프트웨어(Photoshop 7.0, Adobe, San Jose, CA, USA)를 이용해 다음 작업을 수행했다.

Fig. 1. Schematic drawing for measuring of Di, Dt and Ph



치간 유두에 놓인 방사선 불투과상(像)의 가장 아래 점(Pt; papilla top)을 지나며 임플란트 고정체 장축에 수직인 가상의 선을 그었다(Lp; perpendicular line). 임플란트와 치조골이 접하는 최상방점과 Lp 사이의 거리(Di)와 자연치와 치조골이 접하는 최상방점과 Lp 사이의 거리(Dt)를 소프트웨어에서 픽셀 단위로 측정했다. Pt와 치조골 능선 사이의 최단거리를 치간 유두의 높이(Ph; papilla height)로 정의

했다. 이를 위해, Pt를 중심으로 하는 원을 그리고 그 원주가 치조골 능선에 접하게 될 때의 반지름을 측정했다.

측정한 수치들은 같은 방사선 사진 위에 나타난 5.5mm 금속구의 지름을 역시 픽셀 단위로 측정해 mm 단위로 환산했다. 이 때, 방사선 사진의 수평적 왜곡이 측정치의 오차에 미치는 영향을 최소화하고, 모든 측정치가 임플란트 장축에 평행한 방향으로 이뤄지는 것을 고려해 임플란트 고정체 장축에 평행한 방향으로 금속구의 지름을 측정했다.

3. 통계학적 분석

임플란트 주위 연조직의 상태를 판단하기 위해 측정된 점막 지수와 치태지수의 평균과 표준편차를 구했다.

치간 유두의 높이 (Ph)와 임플란트측 연조직의 두께 (Di), 자연치측 연조직의 두께 (Dt) 사이의 상관관계 분석에는 Spearman rank test를 사용하였다. 유의수준은 $p < 0.05$ 이었고, 통계처리는 SPSS for windows release 13.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용했다. 수집된 자료 중에서 인접면 점막 염증 지수가 2 이상인 곳의 수치는 통계 처리에서 제외했다.

III. 연구 결과

1. 연조직 상태

환자들의 치태 지수 평균은 부위별로 근심측에서 0.12, 원심측에서 0.12, 협측에서 0.29, 설측에서 0.41이었고, 모든 표면의 평균은 0.24이었다. 치태 침착은 치관의 설측에서 가장 자주 관찰되었고, 근·원심측에서 드물게 관찰되었다. 치태 지수 0과 1을 받은 면은 97.1%였고, 2의 점수를 받은 면은 2.9%였다(Table 3, Table 5).

탐침시의 출혈되는 면의 비율은 평균 26.5%였고, 설측에서 가장 적었다. 점막 지수에서 대부분(92.6%)의 표면은 0과 1의 점수를 받았고, 2의 점수를 받은 면의 비율은 7.4%였다(Table 4, Table 5).

Table 3. Plaque index scores

Pt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Avr. (Std.)
Mesial	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.12 (0.33)
Distal	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12 (0.33)
Buccal	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.29 (0.59)
Lingual	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0.41 (0.62)
																		0.24 (0.49)

(Pt. ; patient, Avr. ; average, Std. ; standard deviation)

Table 4. Mucosal index scores

Pt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Avr. (Std.)
Mesial	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0.35 (0.60)
Distal	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0.35 (0.60)
Buccal	0	0	1	2	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0.41 (0.71)
Lingual	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0.24 (0.56)
																		0.34 (0.61)

(Pt. ; patient, Avr. ; average, Std. ; standard deviation)

Table 5. Frequencies of the surface that presents plaque accumulation and bleeding on probing and averages(standard deviation) of plaque index scores and mucosal index scores

	Plaque accumulation (%)	Bleeding on probing (%)	Plaque index score	Mucosal index score
Mesial	11.8	29.4	0.12 (0.33)	0.35 (0.60)
Distal	11.8	29.4	0.12 (0.33)	0.35 (0.60)
Buccal	23.5	29.4	0.29 (0.59)	0.41 (0.71)
Lingual	35.3	17.6	0.41 (0.62)	0.24 (0.56)
Average	20.6	26.5	0.24 (0.49)	0.34 (0.61)

임플란트 인공 치관 협측 각화 점막의 너비는 $3.60 \pm 1.52\text{mm}$ 이었고, 2mm 미만의 값을 보인 것은 1곳(0.5mm)이었으며, 나머지 16곳은 2mm 이상의 각화점막 너비를 보였다.

2. Di, Dt와 Ph의 상관관계

수집된 자료에서 인접면 점막 지수 2를 보인 환자 4을 제외하고 통계 처리했다. 임플란트측 변연골과 치간 유두사이의 거리(Di), 자연치측 변연골과 치간 유두사이의 거리(Dt), 치간 유두의 높이(Ph)의 평균값과 표준 편차는 각각 $5.41 \pm 1.62\text{mm}$, $3.26 \pm 0.78\text{mm}$, $3.45 \pm 1.11\text{mm}$ 이었다(Table 7).

Di, Dt를 치간 유두의 높이(Ph)와 비교한 상관 관계의 분석 결과(Table 6), Di, Dt, Ph는 서로 통계적으로 의미있는 상관 관계를 보였다. Di는 Dt, Ph와 각각 $p=0.014$ ($r=0.442$), $p=0.021$ ($r=0.421$)의 상관 관계를, Dt와 Ph는 $p<0.001$ ($r=0.878$)의 상관 관계를 보였다.

Table 6. Result of statistic analysis

		Di	Dt	Ph	
Spearman's rho	Di	Correlation Coefficient	1.000	0.442	0.421
		Significance(2-tailed)		0.014	0.021
		N	30	30	30
	Dt	Correlation Coefficient	0.442	1.000	0.878
		Significance(2-tailed)	0.014		0.000
		N	30	30	30
	Ph	Correlation Coefficient	0.421	0.878	1.000
		Significance(2-tailed)	0.021	0.000	
		N	30	30	30

Table 7. Distance from marginal bone of natural tooth(Dt) and implant(Di) to line Lp and papilla height(Ph)

position of papilla			Di	Dt	Ph
1	14	Mesial	5.02	3.67	3.96
1	14	Distal	4.54	4.63	4.29
2	16	Mesial	3.96	2.50	2.41
2	16	Distal	3.09	2.80	2.70
3	34	Mesial	6.83	4.17	4.17
3	34	Distal	5.03	4.36	4.69
4	14	Mesial	5.50	2.47	2.75
4	14	Distal	3.60	2.27	1.51
5	16	Mesial	5.30	2.89	2.89
5	16	Distal	4.05	3.09	3.57
6	45	Mesial	5.11	2.41	2.56
6	45	Distal	3.86	2.80	2.65
7	27	Mesial	7.52	4.73	7.82
8	16	Mesial	4.55	2.37	2.37
8	16	Distal	2.84	3.03	2.94
9	14	Mesial	7.72	4.82	4.82
9	14	Distal	6.46	4.92	4.92
10	37	Mesial	3.96	2.80	3.89
11	26	Mesial	7.59	2.66	2.70
11	26	Distal	6.26	3.41	3.89
12	25	Mesial	4.15	2.70	2.36
12	25	Distal	4.25	2.60	2.46
13	25	Mesial	6.68	2.95	3.04
13	25	Distal	6.29	2.55	2.55
14	46	Mesial	4.44	2.12	3.04
14	46	Distal	4.05	3.09	3.38
15	14	Mesial	5.31	2.84	3.03
15	14	Distal	4.17	3.22	2.75
16	24	Mesial	6.58	3.44	3.44
16	24	Distal	4.91	3.34	3.34
17	22	Mesial	8.63	3.41	3.41
17	22	Distal	9.10	3.50	3.60
Average			5.41	3.26	3.45
Standard Deviation			1.62	0.78	1.11

IV. 고 찰

치태 지수의 평균은 0.24이었다. 치태 침착은 설측에서 자주 관찰되었고, 근원심에서는 드물었다. 점막 지수의 평균은 0.34이었다. 인접면에서 점막 지수 2를 받은 환자는 1명이었다. 협측 각화 점막의 너비는 1명에서 0.5mm이었고, 나머지는 2mm이상이었다. Di, Dt, Ph는 각각 $5.41 \pm 1.62\text{mm}$, $3.26 \pm 0.78\text{mm}$, $3.45 \pm 1.11\text{mm}$ 이었고, 세 변수 모두 서로 통계적으로 유의할 만한 상관 관계를 보였다.

치태 침착은 설측에서 가장 많이 관찰되었다. 협, 설면보다 인접면에서 치태 침착이 적었던 것은 특이할 만하다. 이것은 본 실험에 포함된 환자의 대부분이 주기적인 검사에 적극적으로 참여하는 동기 부여가 잘 되어있는 환자들이었고, 본원에서 실시하는 정기 검사 프로그램이 치간 공간에 맞는 치간 칫솔을 처방하는 것을 포함하기 때문인 것으로 설명할 수 있다. 또 단일 임플란트 식립 위치가 대부분 구치였기 때문에(16/17), 설측의 치태 침착이 많았다고 볼 수 있다. 치태 침착의 전 표면 평균 20.6%는 치주염이 없는 건강한 자연치열의 평균 28.5%(Bogran 등, 2007)보다 낮은 수치이고, 단일 임플란트 수복을 대상으로 한 연구에서 보인 13%(Ekfeldt 등, 1994), 20%(Cordioli 등, 1994), 21%(Krennmair 등, 2003), 13%(Vigolo 등, 2004)의 기록과 비슷한 수치이다. 탐침 시 점막 출혈 빈도는 모든 표면에서 26.5%로 자연치열 표본(Bogran 등, 2007)의 21.4%보다 다소 높았고, 단일 임플란트를 대상으로 한 59%(Chang 등, 1999)보다는 낮았지만, 12%(Krennmair 등, 2003), 7.2%(Vigolo 등, 2004)와 비교했을 때는 높은 수치였다. 이것은 실험 방법상의 차이에서 기인하는 것으로 보인다. 본 실험과 Chang 등 (1999)의 논문에서는 각 인공 치관의 4면(근, 원, 협, 설)에서 탐침하고 지수를 얻었지만, 다른 두 논문에서는 치아의 개수만 나타냈을 뿐, 치아당 몇 면에서 탐침 했는지 언급이 없다. 장 (1998)이 지적한 대로 임플란트 주위 연조직 상태를 조사하는데 치주조직을 검사하는 방법을 사용하는 것에는 이견이 있으며, 본 연구에서도 치태 침착 정도와 그에 따른 연조직 반응이 항상 일치하지는 않았다.

각화 점막의 너비가 2mm 미만인 환자는 14번이었다. 14번 환자는 양호한 구강 위생 상태를 보였고, 치태 지수와 점막 지수도 낮았다. 자연치와 임플란트에서 각화 점막의 너비가 치은 퇴축이나 골 흡수에 영향을 주는 지에 관해서는 논란이 있다(Adell등 1986 ; Wennström등 1994 ; Warrer등 1995). 그러나 본 연구에 포함된 환자의 대부분에서 그들의 임플란트 주위에는 2mm 이상의 충분한 너비를 갖는 각화 점막이 존재했으며, 2mm 미만의 각화조직을 갖는 환자의 인접면 구강 위생 지수도 양호했다. 따라서 이 연구의 결과를, 각화 점막의 너비와 임플란트 주변 연조직의 점막 지수를 연관시켜 해석할 필요는 없다고 하겠다.

측정치의 분석 결과 본 연구에 포함된 환자들의 연조직 상태는 (환자 4번을 제외하면) 인접면에서 염증에 의한 연조직의 변형을 크게 고려하지 않아도 문제가 되지 않는 양호한 상태를 나타내는 것으로 보인다.

임플란트측 변연골과 치간 유두사이의 거리(Di)의 평균은 $5.41 \pm 1.62\text{mm}$ 이었다. 이 수치도 앞선 연구들의 수치 6.29mm (Choquet등, 2001), 9mm (Grunder, 2000), 6.17mm 혹은 5.93mm (Kan등, 2003)등의 수치보다 작았다. 이것은 다른 연구들의 임플란트측 변연골의 높이를 측정하는 방법상의 오류에 근거하는 것으로 생각할 수 있다. Grunder (2000)는 임플란트의 나선선 때문에 정확한 골 탐침을 할 수 없어, 임플란트 머리까지 그 길이를 측정한 후 평균적인 골 흡수량을 고려해 치간 유두부터 임플란트 변연골에 이르는 거리를 추정했다. Kan등 (2003)은 임플란트 주위 인접면에 골 탐침을 시행해 측정치를 얻었는데, 이것 역시 Grunder (2000)의 연구와 같은 한계를 지니고 있다. Choquet등 (2001)의 연구에서 방사선 불투과상이 아닌 치간 유두를 방사선 사진에서 어떻게 다른 조직과 구분해 그 길이를 측정했는지에 대한 명확한 언급이 없어 그 측정치를 완전히 신뢰할 수 없다. 본 연구에서 변수들을 측정하는데 사용한 방사선 불투과성 물질을 이용한 방사선 사진 촬영은 골 탐침 과정의 나선선처럼 측정에 방해가 되는 요소가 없고, 치간 유두의 정점을 정확히 알 수 있어, 다른 연구들보다 정확한 수치를 얻을 수 있다. 덧붙여 환자의 섬세하고 예민한 임플란트 점막 조직에 위해를 가하지 않고, 국소 마취등의 불편함을 동반하지 않는다.

자연치측 변연골과 치간 유두사이의 거리(Dt)의 평균은 $3.26 \pm 0.78\text{mm}$ 이었다. 이 값은 단일 임플란트에서 인접한 자연치측에서 연조직 높이를 측정한 Choquet 등 (2001)의 3.85mm 나 Grunder (2000)의 4.5mm , Kan 등 (2003)의 4.2mm 보다 다소 작은 것이다. Kan 등 (2003)과 Grunder (2000)의 연구는 골 탐침을 이용해 측정 한 결과이고, Choquet 등 (2001)은 방사선 사진을 이용해 측정했다. Choquet 등 (2001)의 연구 결과는 임플란트 부위를 일반 치근단 방사선 사진으로 촬영한 뒤 사진 위에서 측정한 것인데, Di 측정치와 마찬가지로 방사선 투과상인 치간 유두를 사진 위에서 어떤 방법으로 다른 상(像)과 구분했는지 언급이 없어 그 수치를 신뢰하기 어렵다. 또 이 연구들 모두 상악 전치부에 국한된 연구인데 반해, 본 연구는 대부분 구치에 식립된 단일 임플란트를 대상으로 했기 때문에 이런 차이를 보이는 것으로 해석할 수 있다.

임플란트에 가해지는 응력은 지대주를 통해 고정체에 전달되고, 최종적으로 고정체 주위 골 조직까지 전해진다. 골 조직이 견딜 수 있는 한계를 넘는 응력이 골에 전해졌을 때 골 조직의 흡수가 일어나며, 이것이 임플란트 변연골의 흡수로 이어진다. 따라서 이 응력을 고르게 분산시켜 골에 전달하는 것이 변연골의 높이를 유지하는 데 중요하게 작용한다. Hansson (1999, 2000, 2003)은 원추형 지대주가 고정체의 내측으로 연결되며 임플란트의 목 부분에 미세나사선이 존재하는 디자인이 임플란트에 가해지는 응력을 작게 나누어 치조골의 심부까지 분산시킨다는 연구 결과를 보고하였으며, Norton 등 (1998)과 Palmer 등 (2000)은 실제 환자에서 위와 같은 디자인의 임플란트가 골 흡수를 줄이는 결과를 보였다고 보고했다. 원추형 지대주가 임플란트 고정체의 내측으로 연결되면, 고정체의 머리 부분과, 지대주가 연결되는 지점이 서로 분리되어, 고정체-지대주 계면에 필연적으로 존재할 수 밖에 없는 침윤성 결합 조직(ICT; infiltrated connective tissue)이 외측 연결 형식에 비해 상대적으로 골에서 멀리 위치하게 되고(Lazzara 등 2006), 지대주와 고정체 사이의 밀접한 적합으로 침윤성 결합 조직(ICT)의 면적을 줄이는 효과(Abrahamsson 등 1998, 2003)까지 더해 골 흡수에 작용하는 요소를 감소시키는데 유리하다.

Di, Dt, Ph의 상관 관계를 분석한 결과, 세 변수 모두 서로 관계가 있었다. Dt와 Ph가 가장 높은 상관 관계($\rho=0.878$, $p<0.001$)를 보였고, Di와 Ph($\rho=0.421$), Dt와 Di($\rho=0.442$)도 통계적으로 유의한 상관 관계를 보였다 ($p<0.05$). 즉, 치간 유두의 높이(Ph)는 치아측 변연골의 높이에 가장 깊은 상관관계를 갖지만, 임플란트측 변연골의 높이와도 연관이 있으며, 치아측 변연골의 높이와 임플란트측 변연골의 높이도 관계가 있다.

이전의 다른 연구들과 비교할 때, 이것은 흥미로운 결과이다. Grunder (2000)와 Choquet등 (2001), Kan등 (2003)은 단일 임플란트에서 치간 유두의 높이는 인접한 자연치측 변연골의 높이에 의해 결정된다고 하였다. 그러나 그들의 결론은 통계적 분석을 통한 것이 아니었다. 그들은 자연치에서 시행했던 Tarnow 등 (1992)의 연구의 결과를 단일 임플란트 수복에 적용하고, 자연치측 연조직 길이의 평균이 임플란트측 연조직 길이의 평균보다 작다는 사실에서 그러한 결과를 이끌어 냈다. 그러나 평균값의 차이를 비교해 보면 본 연구에서보다 작은 차이를 보이는 연구도 있다. Grunder (2000)의 연구에서 Di와 Dt 평균값의 차이는 4.5mm (9mm - 4.5mm), Choquet등 (2001)의 연구에서 차이는 2.44mm (6.29mm - 3.85mm), Kan등 (2003)은 1.73mm (5.93mm - 4.2mm)이었고, 본 연구에서 그 차이는 2.15mm (5.41mm - 3.26mm)이었다.

그들이 변수간 상호 관계를 분석하지 않았기 때문에 그들의 연구와 본 연구의 결과가 완전히 반대되는 것인지 알 수 없다. 그러나, 이 연구에서는 단일 임플란트 수복에서 임플란트측 변연골의 높이와 치간 유두의 높이가 통계적으로 유의한 관계에 있다는 것을 보여준다.

상이한 디자인의 임플란트를 사용했던 것이 이전의 연구와 일치하지 않는 결과는 보인 원인일 수 있다. 본 연구에 쓰인 임플란트는 미세나사와 원추형 지대주를 갖는 내측 결합 형태이었지만, 앞서 시행된 단일 임플란트의 치간 유두에 관한 연구에서는 외측 연결 형태의 임플란트를 사용했거나(Jemt 1997; Chang등 1999; Grunder 2000; Choquet등 2001; Cardaropoli등 2006), 임플란트의 종류를 언급하지 않았다(Kan등 2003). 변연골의 흡수 정도와 관련해, 본 연구와 이전의 연구에 쓰인 두 가지 형태의 임플란트는 상이한 양상을 보인다. 외측 연결 형태의

임플란트는 그 표면처리가 개선된 이후(moderately roughened surface)의 연구에서도 보철물 시적 이후 1년 동안 1.0mm~1.3mm(Calendriello등 2003; Glauser등 2003; Vanden Bogaerde등 2003)의 골 흡수를 보이고, 원추형 지대주가 내측으로 연결되는 형태의 임플란트는, 0.21mm~1.27mm(Steveling등 2001; Yi등 2001; Warren등 2002; Collaert와 De Bruyn 2002; Rasmusson등 2005)의 흡수를 보인다. 성공적인 임플란트의 경우 기능적 부하에 노출된 변연골 높이는 두 종류의 디자인 모두에서 1년 이후 안정되어 장기적으로 유지되는 양상을 보인다(Åstrand등 1999; Engquist등 2002). 같은 높이의 골에 임플란트를 식립했을 때 보철물 수복 1년 이후의 골 높이는 임플란트의 종류에 따라 달라지게 되는데, 임플란트측 변연골의 높이가 인접한 자연치측 변연골의 높이와 비슷하게 유지 될수록 치간 유두의 높이와 임플란트측 변연골 높이 사이의 상관 관계는 자연치측 변연골과 치간 유두의 높이 사이의 관계정도와 유사해 질 것이다. 결국 변연골 흡수가 적은 디자인 임플란트에서 임플란트측 변연골이 치간 유두와 밀접한 관계를 나타내게 된다.

발치의 원인도 자연치측 변연골의 높이와 임플란트측 변연골의 높이를 다르게 하는 원인이다. 치주 질환에 의해 발치를 하게 되는 경우 발치와의 치유가 완료되어도 발치된 부분의 치조골 높이는 인접한 자연치와 차이를 보이게 되는데, 이 경우 어떤 임플란트 시스템을 사용하더라도 이 차이를 줄일 수 없다. 결국, 치주 질환이 발치의 원인인 경우 치간 유두의 높이는 자연치측 변연골의 높이와 높은 상관관계를 보이게 될 것이다.

본 연구의 결과에 비춰 볼 때, 치간 유두의 높이를 확보하기 위해서는 임플란트를 식립할 때 전체적인 치조골에 부정적인 영향이 가해지지 않도록 하는 시스템과 술식을 선택하는 것이 중요하다. 또, 임플란트 주위에 수평적으로 발생하는 골 소실이 자연치에 영향을 주지 않도록(Esposito등, 1993) 임플란트와 자연치 사이에 충분한 거리를 두는 것도 염두에 두어야 하며, 임플란트 주위 치아의 치주 건강 상태도 치간 유두 형성에 큰 영향을 주는 것을 고려해야 한다.

본 연구는 치간 유두의 높이와 변연골 사이의 관계에 초점을 맞추었다. 골과 치간 유두 사이의 실제 거리를 측정하는 것이 주요한 연구 과정이었기 때문에,

실제 치간 유두가 치간 공극을 얼마나 채우고 있는지에 대한 기록은 이 연구에 포함시키지 않았다. 치아 접촉점과 치조골 능선사이의 거리를 기록해 이를 비교하는 것도 흥미로울 것이다. 그러나, 방사선 사진 상에서 치아 접촉점의 위치를 정확히 알아내는 것은 매우 까다로운 과정이고, 이렇게 측정된 길이의 신뢰도도 문제가 될 수 있다. 본 연구에 포함된 환자들이 치아를 상실한 원인은 대부분(14/17) 치주 질환이었다. 이 경우 발치 이전에 이미 치조골 소실이 동반되어 있으며 그 높이에 맞춰 임플란트를 식립하면 그 변연골의 높이는 식립 시부터 인접치 변연골보다 낮을 수밖에 없다. 단일 치아를 상실하는 원인은 치주 질환 외에도 다양하다. 치주 질환이 아닌 다른 원인으로 발치 한 곳, 즉 치조골 소실을 동반하지 않은 곳에 골 흡수가 적은 임플란트를 시술했을 때 그 치간 유두의 높이가 어떤 것에 영향을 받을 지, 또 치간 공간이 얼마나 채워질 지를 연구하는 것도 가치 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구는 원추형 지대주를 내측으로 연결하는 형태의 임플란트를 사용하는 경우에도 단일 임플란트 주위 치간 유두의 높이가 인접한 자연치측 변연골의 높이에 의해 결정되는 지를 살펴보기 위해 시행했다. 원추형 지대주 단일 임플란트를 시술받은 환자중 보철물을 장착하고 1년 이상 지난 환자 17명을 대상으로 했으며, 연조직 상태를 기록했다. 17명의 환자 중 임플란트 인접면 연조직에 염증 소견이 의심되는 1명의 자료는 통계에서 제외했다. 나머지 자료를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 환자들의 연조직 상태는 염증에 의한 연조직의 변형을 고려하지 않아도 문제가 되지 않을 만큼 양호했다. 측정된 지수들의 평균값은 다른 연구들과 일치하거나 연관된 관계를 보였다.

2. 임플란트측 변연골과 치간 유두사이의 거리(Di), 자연치측 변연골과 치간 유두사이의 거리(Dt), 치간 유두의 높이(Ph)의 평균값과 표준 편차는 각각 $5.41 \pm 1.62\text{mm}$, $3.26 \pm 0.78\text{mm}$, $3.45 \pm 1.11\text{mm}$ 이었다. Ph는 Dt와 높은 상관관계를 보였으며, Di와 Ph, Di와 Dt도 통계적으로 유의한 상관 관계를 보였다. 즉, 원추형 지대주를 내측으로 연결하는 형태의 임플란트를 단일 치아 수복에 적용하는 경우, 치간 유두의 높이는 자연치측 변연골의 높이와 깊은 상관관계를 갖지만, 임플란트측 골의 높이와도 관련이 있다.

이상의 결과를 통해 단일 임플란트를 식립할 때는 전체적인 치조골에 가하는 손상을 최소화하는 임플란트 시스템과 술식을 선택해야 하며, 인접한 자연치의 치주상태가 보철물 수복 이후의 치간 유두 높이에 영향을 줄 수 있음을 고려하는 것이 심미적인 결과를 얻는 데 도움을 줄 것이라 사료된다.

VI. 참고문헌

장문택 : 상악 전치부 단일 임플란트 지지 수복 금관의 주변 연조직 반응의 단면적 연구. 대한치주과학회지 1998;28:321-337

Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J. Soft tissue response to plaque formation at different implant systems: A comparative study in the dog. *Clinical Oral Implants Research* 1998;9:73-79.

Abrahamsson I, Berglundh T, Wennström J, Lindhe J. The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems: A comparative study in the dog. *Clinical Oral Implants Research* 1996;7:212-19.

Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI, Lindhe J, Eriksson B, et al. Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures (I). A 3-year longitudinal prospective study. *International journal of oral & maxillofacial surgery* 1986;15(1):39-52.

Adriaenssens P, Hermans M, Ingber A, Prestipino V, Daelemans P, Malevez C. Palatal sliding strip flap: soft tissue management to restore maxillary anterior esthetics at stage 2 surgery: a clinical report. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1999;14(1):30-6.

Anderson B, dman P, Linvall AM, Lithner B. Single tooth restorations supported by osseointegrated implants: Results from a prospective study after 2 to 3 years. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* 1995;10(6):702-11.

Åstrand P, Engquist B, Dahlgren S, Engquist E, Feldmann H, Gröndahl K. Astra Tech and Brånemark system implants: A prospective 5-year comparative study. Results after one year. *Clinical implant dentistry and related research* 1999;1:17-26.

Åstrand P, Engquist B, Dahlgren S, Gröndahl K, Engquist E, Feldmann H. Astra Tech and Brånemark system implants: a 5-year prospective study of marginal bone reactions. *Clinical oral implants research* 2004;15(4):413-20.

Avivi-Arber L, Zarb GA. Clinical effectiveness of implant-supported single-tooth replacement: the Toronto Study. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1996;11(3):311-21.

Berglundh T, Abrahamsson I, Lindhe J. Bone reactions to longstanding functional load at implants: an experimental study in dogs. *Journal of clinical periodontology* 2005;32(9):925-32.

Bogren A, Teles R, Torresyap G, Haffajee AD, Socransky SS, Lindhe J, et al. A three-year prospective study of adult subjects with gingivitis. I: clinical periodontal parameters. *Journal of clinical periodontology* 2007;34(1):1-6.

Cardaropoli G, Lekholm U, Wennström JL. Tissue alterations at implant-supported single-tooth replacements: a 1-year prospective clinical study. *Clinical oral implants research* 2006;17(2):165-71.

Chang M, Wennström JL, Odman P, Andersson B. Implant supported single-tooth replacements compared to contralateral natural teeth. Crown and soft tissue dimensions. *Clinical oral implants research* 1999;10(3):185-94.

Choquet V, Hermans M, Adriaenssens P, Daelemans P, Tarnow DP, Malevez C. Clinical and radiographic evaluation of the papilla level adjacent to single-tooth dental implants. A retrospective study in the maxillary anterior region. *Journal of periodontology* 2001;72(10):1364-71.

Chung DM, Oh TJ, Lee J, Misch CE, Wang HL. Factors affecting late implant bone loss: a retrospective analysis. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2007;22(1):117-26.

Chung DM, Oh TJ, Shotwell JL, Misch CE, Wang HL. Significance of keratinized mucosa in maintenance of dental implants with different surfaces. *Journal of periodontology* 2006;77(8):1410-20.

Cordioli G, Castagna S, Consolati E. Single-tooth implant rehabilitation: a retrospective study of 67 implants. *The International journal of prosthodontics* 1994;7(6):525-31.

Creugers NH, Kreulen CM, Snoek PA, de Kanter RJ. A systematic review of single-tooth restorations supported by implants. *Journal of dentistry* 2000;28(4):209-17.

Dhanrajani PJ, Al-Rafee MA. Single-tooth implant restorations: a retrospective study. *Implant dentistry* 2005;14(2):125-30.

Eckfeldt A, Carlsson GE, Bröjesson G. Clinical evaluation of single-tooth restorations supported by osseointegrated implants: a retrospective study. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 1994;9(2):179-83.

Engquist B, Astrand P, Dahlgren S, Engquist E, Feldmann H, Gröndahl K. Marginal bone reaction to oral implants: a prospective comparative study of Astra Tech and Brånemark System implants. *Clinical oral implants research* 2002;13(1):30-7.

Esposito M, Ekstubbbe A, Gröndahl K. Radiological evaluation of marginal bone loss at tooth surfaces facing single Brånemark implants. *Clinical oral implants research* 1993;4(3):151-7.

Gotfredsen K. A 5-year prospective study of single-tooth replacements supported by the Astra Tech implant: a pilot study. *Clinical implant dentistry and related research* 2004;6(1):1-8.

Grunder U. Stability of the mucosal topography around single-tooth implants and adjacent teeth: 1-year results. *The International journal of periodontics & restorative dentistry* 2000;20(1):11-17.

Jemt T. Regeneration of gingival papillae after single-implant treatment. *The International journal of periodontics & restorative dentistry* 1997;17(4):326-33.

Kan JY, Rungcharassaeng K, Umezu K, Kois JC. Dimensions of peri-implant mucosa: an evaluation of maxillary anterior single implants in humans. *Journal of periodontology* 2003;74(4):557-62.

Krennmair G, Piehslinger E, Wagner H. Status of teeth adjacent to single-tooth implants. *The International journal of prosthodontics* 2003;16(5):524-8.

Lee DW, Kim CK, Park KH, Cho KS, Moon IS. Non-invasive method to measure the length of soft tissue from the top of the papilla to the crestal bone. *Journal of periodontology* 2005;76(8):1311-4.

Levin L, Sadet P, Grossmann Y. A retrospective evaluation of 1,387 single-tooth implants: a 6-year follow-up. *Journal of periodontology* 2006;77(12):2080-3.

Machtei EE, Oved-Peleg E, Peled M. Comparison of clinical, radiographic and immunological parameters of teeth and different dental implant platforms. *Clinical oral implants research* 2006;17(6):658-65.

Meijer HJ, Stellingsma K, Meijndert L, Raghoobar GM. A new index for rating aesthetics of implant-supported single crowns and adjacent soft tissues--the Implant Crown Aesthetic Index. *Clinical oral implants research* 2005;16(6):645-9.

Mombelli A, Van Oosten M, Schrch E, Lang N. The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral microbiology and immunology* 1987;2:145-51.

Puchades-Roman LP, Palmer RM, Palmer PJ, Howe LC, Ide M, Wilson RF. A clinical, radiographic, and microbiologic comparison of Astra Tech and Brnemark single tooth implants. *Clinical implant dentistry and related research* 2000;2:78-84.

Rasmusson L, Kahnberg KE, Tan A. Effects of implant design and surface on bone regeneration and implant stability: an experimental study in the dog mandible. *Clinical implant dentistry and related research* 2001;3(1):2-8.

Ryser MR, Block MS, Mercante DE. Correlation of papilla to crestal bone levels around single tooth implants in immediate or delayed crown protocols. *Journal of oral and maxillofacial surgery* 2005;63(8):1184-95.

Schropp L, Isidor F, Kostopoulos L, Wenzel A. Interproximal papilla levels following early versus delayed placement of single-tooth implants: a controlled clinical trial. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2005;20(5):753-61.

Simon RL. Single implant-supported molar and premolar crowns: a ten-year retrospective clinical report. *The Journal of prosthetic dentistry* 2003;90(6):517-21.

Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *Journal of Periodontology* 1992;63(12):995-6.

van der Velden U. Regeneration of the interdental soft tissues following denudation procedures. *Journal of clinical periodontology* 1982;9(6):455-9.

van Steenberghe D, De Mars G, Quirynen M, Jacobs R, Naert I. A prospective split-mouth comparative study of two screw-shaped self-tapping pure titanium implant systems. *Clinical Oral Implants Research* 2000;11:202-09.

Vigolo P, Givani A, Majzoub Z, Cordioli G. Cemented versus screw-retained implant-supported single-tooth crowns: a 4-year prospective clinical study. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 2004;19(2):260-5.

Warrar K, Buser D, Lang NP, Karring T. Plaque-induced peri-implantitis in the presence or absence of keratinized mucosa. An experimental study in monkeys. *Clinical oral implants research* 1995;6(3):131-8.

Weber HP, Kim DM, Ng MW, Hwang JW, Fiorellini JP. Peri-implant soft-tissue health surrounding cement- and screw-retained implant restorations: a multi-center, 3-year prospective study. *Clinical oral implants research* 2006;17(4):375-9.

Wennström JL, Bengazi F, Lekholm U. The influence of the masticatory mucosa on the peri-implant soft tissue condition. *Clinical oral implants research* 1994;5(1):1-8.

Wyatt CC, Bryant SR, Avivi-Arber L, Chaytor DV, Zarb GA. A computer-assisted measurement technique to assess bone proximal to oral implants on intraoral radiographs. *Clinical oral implants research* 2001;12(3):225-9.

Wyatt CC, Zarb GA. Bone level changes proximal to oral implants supporting fixed partial prostheses. *Clinical oral implants research* 2002;13(2):162-8.

Abstract

Correlation analysis between marginal bone level and dimension of papilla with non-invasive radiologic measuring in conical seal designed implant-supported single-tooth restorations

Heejun Kwon, D.D.S.

Department of Dental science, Graduate school, Yonsei University

(Directed by Prof. Ik Sang Moon, D.D.S., M.S.D., Ph.D.)

Single tooth replacement with a single implant has become a common treatment, with similar success rates to those of multiple implants replacing multiple teeth losses. Esthetic features including the regeneration of the interdental papilla should be included in evaluation of implant success as well as functional aspects. The bone level of adjacent natural tooth is believed as a determining factor of the height of interdental papilla in single implant restorations. Flat-top designed systems, however, were used in majority of previous studies on interdental papilla of single implants. Peak interfacial shear stress is located at the top marginal bone for the flat top implant-abutment interface whereas it is located more apically in the bone for the conical implant-abutment interface.

The aim of the present study was to evaluate correlation between bone level

of implant, bone level of adjacent tooth and papilla height in conical implant system in order to verify the belief that the bone level of adjacent natural tooth is determining factor of the height of interdental papilla in single implant restorations.

1. Soft tissue of the patients were healthy enough not to take into consideration of soft tissue deformation caused by inflammation. Average of the measurements were equal to or in correlation to other studies.

2. The average value and standard deviation of the distance between the marginal bone and the interdental papilla on the implant side(Di), distance between the marginal bone and the interdental papilla on the natural tooth side(Dt) and papillary height(Ph) were $5.41\pm 1.62\text{mm}$, $3.26\pm 0.78\text{mm}$, $3.45\pm 1.11\text{mm}$. Ph and Dt were highly correlated. Di and Ph, Di and Dt each were statistically significant. This shows that in single implant therapies with conical abutments, though the papillary height is highly correlated by the marginal bone level on the natural tooth side, the level of the bone on the implant side also has an affect.

In conclusion, in single implant therapies, implant systems and treatment techniques must be chosen that minimize trauma to the entire alveolar bone. In an effort to achieve an esthetically satisfying result, periodontal health of the adjacent natural teeth must be taken into consideration due to its effects on interdental papilla after prosthetic restorations.

Key Words: esthetics, single tooth, dental papilla, dental implant, implant design