

PERIOTEST를 이용한 임플란트 동요도 측정 방법에 대한 연구

이화대학교 의과대학 치과학 교실 보철과

조리라·한중석

I. 서 론

임플란트에 관한 많은 연구에서 골유착의 성공 조건으로 Albrektsson (1987)¹⁾이 제시한 다음과 같은 사항 즉, 임상적으로 동요가 없고, 방사선 투과상이 없으며 부종이나 염증 등의 반응이 없고 식립 1년 후부터 0.1 mm 내의 골 흡수를 보일 것 등에 의해 임플란트를 진단하고 예후를 평가해 왔다. 임플란트 주변에 생성된 골의 정성, 정량적 분석은 매우 중요하나 방사선 사진으로는 큰 변화량이 있을 때만 진단이 가능하고, 치주탐침을 사용하는 임상 검사는 임플란트의 계면 상태보다는 연조직의 변화를 감지하는 데 주로 이용되어 왔다. 두개의 치주 탐침 손잡이 사이에서 앞뒤로 치아를 타진하여 움직임을 평가하는 방법으로는 이미 임플란트 주위에 감염, 조직 염증, 골 소실, 임플란트 그 자체의 소실 등을 초래할 수 있는 섬유성 피막 형성이 될 정도의 상당한 변화가 있을 때만 진단이 가능하고 너무 측정 단위가 큰 방법이었다. 1964년 이래로 치아의 동요도를 측정하기 위해 도입된 PERIOTEST (Siemens, Germany)는 그 재현성과 정량적인 측정 기준, 쉬운 조작법, 민감성 등으로 인해 임플란트의 임상적 동요도를 판단하여 임상적 성공 및 기능적 상태를 평가하는 논문 연구에 이용되어 왔다.²⁾

그러나, PERIOTEST를 치아의 순면 혹은 협면에

치아 장축과 직각되게 적용시키는 것과는 달리, 임플란트에서는 매식된 임플란트 자체에 적용시킬 수가 없고 보철 과정 중 상황에 따라 다양한 지대주 (Abutment)를 연결하여 측정하거나 혹은 매식체 자체에 보철물을 연결시켜 동요도를 검사해야 한다. 또한, 완전 무치악 환자를 대상으로 하였을 때의 단순한 보철적 고려할 조건들을 부분 무치악 환자에 그대로 적용시키기에 무리가 있어 심미적, 기능적 요구조건을 만족시키는 보다 다양한 선택 사양이 개발되고 있다. 기존의 PERIOTEST를 이용한 연구 결과에서 사용하였던 방법을 임상에 그대로 적용시켜 선택들이 제시한 성공기준에 따라 임플란트의 성공과 실패를 결정하는 데는 많은 문제점이 있을 수 있다. 이에 본 연구에서는 다양한 지대주를 사용하고, 인상용 코핑을 연결한 상태 및 나사를 조이는 힘을 변화시키고, 측정 부위에 따른 PERIOTEST Value (PTV)를 비교하고 이 값을 모형의 매식체 자체의 PTV와 비교하여 PERIOTEST를 이용한 임플란트 동요도 측정시의 기준을 찾고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

자가중합형 수지를 진공 혼합하여 250 X 150 X 20 mm³의 부피로 2 psi의 압력 하에서 온성시켜 기포가 없게 모형을 제작한 후 Bränemark Implant

Mark II (Nobelpharma, Sweden) 10 mm, 13 mm를 Resin 모형에 각각 매식하였다. 임플란트 자체의 동요도를 검사할 수는 없으나 이를 비교대상으로 설정하기 위해 10 mm 임플란트는 상부만 노출시킨 채로 식립하고 13 mm 임플란트는 10 mm만 식립되도록 하였는데, PERIOTEST 측정시 handpiece가 측정부위와 평행이 되게 할 수 있도록 모형의 양쪽 끝부분에 매식하였다. 모형 자체의 동요로 인한 오차를 방지하기 위해 모형을 공업용 Vise에 고정시켰다.

PERIOTEST의 Handpiece를 측정 면에 수직, 바닥에 평행하게 위치시킨 후, 충격용 막대가 피검체와 2 mm 내의 거리에 있도록 한 후 대조군인 13 mm 임플란트의 상부를 한 방향으로 20 회 타진하였다.

PERIOTEST는 마이크로 컴퓨터가 내장된 기구로 전기에 의해 작동되는 충격용 막대가 1 초에 4 회씩, 4 초간 총 16 회 동안 8 gm의 충격을 가하여 피검체의 동요도와 완충효과에 의하여 이중 4회 이상의 반응이 내장된 컴퓨터에 감지되어, -8에서 +50까지의 수치가 화면 및 음성으로 표시되는 기구이다(그림 1, 2)³⁾. PERIOTEST의 충격용 막대가 치아나 임플란트 표면에 부딪치면 막대의 속도가 감소되는데, 치주조직의 건강도와 완충특성이 좋을수록 속도의 감소는 빠르게 일어난다. 이 반응이 막대 끝에 위치한 가속계에 의해 감지되고, 백분의 일초 단위의 치아 접촉시간을 분석하여 수치 즉, PTV로 전환시

키는 원리를 이용한 것이다.

임플란트의 보철수복 과정을 정형화하기 위하여 4개의 지대주 즉, Standard Abutment, EsthetiCone, 30° Angled Abutment(이상 Nobelpharma, Sweden) 및 Anatomic Abutment (Steri-oss, USA) 및 3 mm Healing Abutment를 연결하여 중앙 1/3을 각 20회씩 측정하였다. 또, 임플란트에 직접 연결하는 인상용 코핑(Hex Transfer Coping)과 경사 인상용 코핑(Tapered Impression Coping) 및, 사각 인상용 코핑(Square Impression Coping)에 따른 PTV의 차이를 조사하였고, 나사를 조이는 힘을 다양하게 변화시켜 즉, 숙련된 술자가 일반적으로 나사를 조일 때 저항을 느낄 정도의 힘과 10 Ncm, 20 Ncm, 32 Ncm의 Torque Controller를 사용하는 경우의 PTV를 EsthetiCone Abutment에서 측정하였다. 동요도 조사시 일반적으로 지대주의 중앙 1/3을 타진하지만 측정부위에 따라 다른 PTV를 보일 것으로 예상되므로 길이가 길고 형태가 비교적 일정한 Anatomic Abutment의 하방 1/3 및, 중앙 1/3, 상방 1/3을 조사 항목에 포함시켰다(그림 3, 4).

SPSS/PC+에서 One-way ANOVA 및 Duncan's multiple range test를 이용하여 신뢰도 95 %의 수준에서 지대주, 인상용 코핑, Torque, 측정 부위 등의 영향 등을 분석하였다.

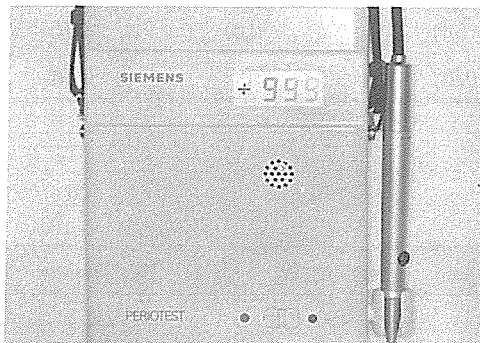


그림 1. 사용한 PERIOTEST

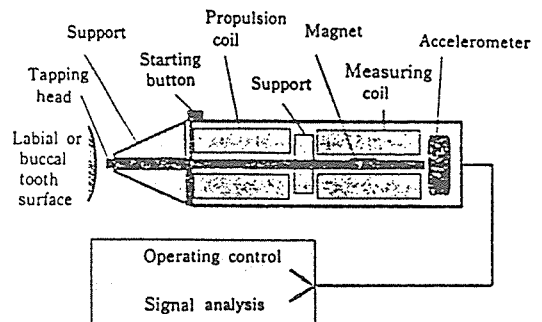


그림 2. PERIOTEST의 구조

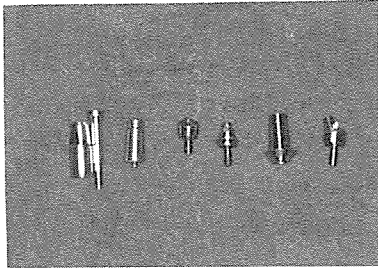


그림 3. 사용한 지대주 및 인상용 코핑

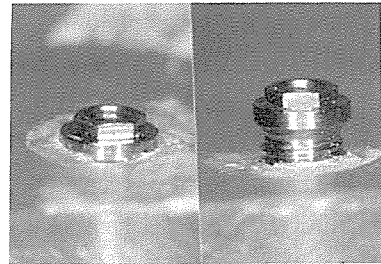


그림 4. 모형에 식립된 임플란트

III. 연구 결과

이상과 같은 실험에서 지대주의 종류에 의한 PTV 및 평균과 표준 편차는 아래 표 1 및 그림 5와 같다. 10 mm만 식립한 13 mm 임플란트 대조군에서 가장 낮은 동요도를 보였으며 Healing Abutment와 Standard Abutment, EsthetiCone은 통계적으로 유의한 차이가 없으나, Angled Abutment와 Anatomic Abutment는 다른 지대주에 비해 높은 PTV를 보였다($p < 0.05$).

세가지 다른 인상용 코핑을 사용한 실험결과에서 모든 인상용 코핑이 Anatomic Abutment를 제외한 다른 지대주보다 큰 PTV를 보였으며, Square Coping은 모든 실험군 중에서 가장 큰 동요도를 보

였다 (표 2, 그림 6).

EsthetiCone Abutment를 이용하여 손으로 나사를 조였을 때 및 일정한 토크를 이용한 실험결과는 표 3, 그림 7과 같다. 20 Ncm, 32 Ncm로 조였을 때의 PTV는 매우 낮은 값을 보였으며, 숙달된 술자가 손으로 조였을 때의 동요도는 10 Ncm의 토크로 조였을 때와 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 20 Ncm일 때의 PTV는 손으로 조였을 때와 10 Ncm으로 조였을 때와 비교하여 통계적으로 유의하게 차이가 있었다.

표 4 및 그림 8에서 보여지는 바와 같이 측정부위가 상부로 올라갈 수록 PTV는 통계적으로 유의하게 커졌다.

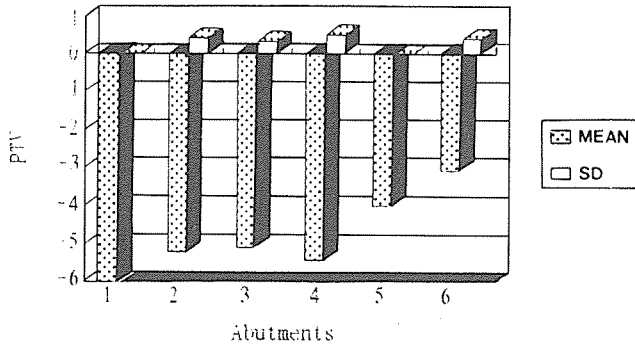
모든 실험군을 동시에 Duncan's multiple range

표 1. 지대주의 종류에 의한 PTV

	Implant	Healing A.	Standard A.	EsthetiCone	Angled A. 30°	Anatomic A.
Mean	-6.00	-5.20	-5.10	-5.40	-4.00	-3.05
S.D.	0	0.410	0.308	0.502	0	0.394

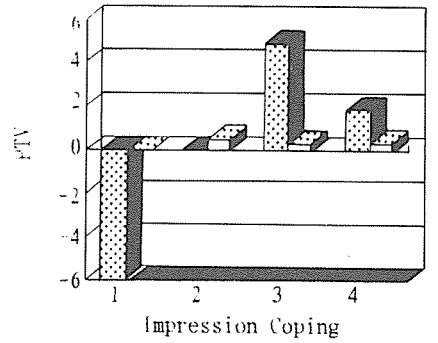
표 2. 인상용 코핑의 차이에 의한 PTV

	Implant	Tapered Coping.	Square Coping.	Hex Transfer
Mean	-6.00	0.05	4.90	1.85
S.D.	0	0.510	0.308	0.366



1: Implant 3: Standard A 5: Angled A.
2: Healing A. 4: EsthetiCone 6: Anatomic A

그림 5. 지대주의 종류에 의한 PTV



1: Implant 3: Square C.
2: Tapered C. 4: Hex Transfer C.

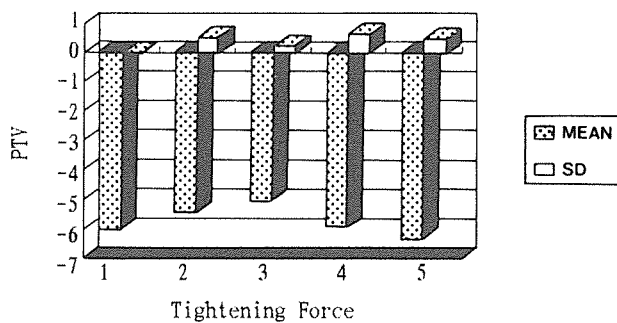
그림 6. 인상용 코핑의 차이에 의한 PTV

표 3. 나사를 조이는 힘의 차이에 의한 PTV

	Hand	10 Ncm.	20 Ncm.	32 Ncm
Mean	-5.40	-5.05	-5.90	-6.30
S.D.	0.503	0.223	0.640	0.470

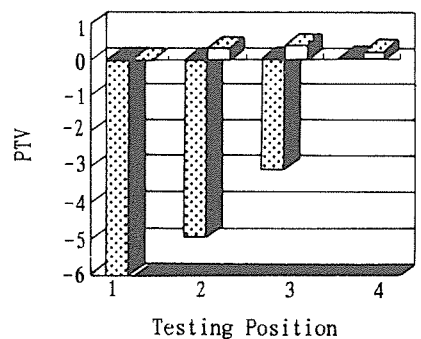
표 4. 측정 부위에 따른 PTV

	Implant	Lower 1/3	Middle 1/3	Upper 1/3
Mean	-6.00	-4.90	-3.05	0.05
S.D.	0	0.308	0.394	0.224



1: Implant 3: 10 Ncm 5: 32 Ncm
2: Hand 4: 20 Ncm

그림 7. 나사를 조이는 힘의 차이에 의한 PTV



1: Implant 3: Middle 1/3
2: Lower 1/3 4: Upper 1/3

그림 8. 측정 부위에 따른 PTV

표 5. Duncan's multiple range test의 결과

	Mean	13	1	12	4	10	2	3	11	14	5	6	15	7	16	9	8
32 Ncm (13)	- 6.30																
Implant (1)	- 6.00	*															
20 Ncm (12)	- 5.90	*															
EsthetiCone (4)	- 5.40	*	*	*													
Hand (10)	- 5.40	*	*	*													
Healing A. (2)	- 5.20	*	*	*													
Standard A. (3)	- 5.10	*	*	*	*	*											
10 Ncm (11)	- 5.05	*	*	*	*	*											
Lower1/3 (14)	- 4.90	*	*	*	*	*	*										
Angled A. (5)	- 4.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*							
Anatomic A. (6)	- 3.05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
Middle 1/3 (15)	- 3.05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
Tapered C. (7)	0.05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Upper 1/3 (16)	0.05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Hex Transfer C. (9)	1.85	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Square C. (8)	4.90	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* : significant (p<0.05) A : Abutment, C : Coping, () : Group number

test에서 비교한 결과 대조군인 임플란트 자체의 동요도는 Torque Controller를 이용하여 20 Ncm, 32 Ncm으로 조였을 때와 유사했으며, Anatomic Abutment의 하방 1/3 부위를 측정할 때 PTV가 Standard Abutment와 유사하여 길이가 긴 경우 하방을 측정하는 것이 보다 더 정확함을 알 수 있었다. 또, 모든 실험군에서 표준편차가 0.5 이내로 작아 PTV의 재현성이 우수함을 보였다.

IV. 총괄 및 고안

객관적으로 치아의 동요도를 결정하는 방법은 정적인 방법 및 동적인 방법이 있다⁴⁾. 정적인 방법은 정해진 점에 일정량의 부하를 가하여 치주인대의 탄성에 의한 피검체의 최종적 변위량을 기록하는 것으로 정량적인 분석만이 가능하다. 그러나, 동적인 방법은 치조골내에서의 생역학적 행태에 대한 정보를 변화되는 충격량의 영향에 따른 치주인대의 탄성 및

점탄성에 의해 정보를 얻는 것으로 기구를 이용한 일정 횟수의 타진으로 정성적인 분석도 가능한 방법이다.

PERIOTEST는 쉽고, 객관적이며 동적인 방법으로 자연치에서의 충격력에 대한 치주조직의 반응을 측정하여 임상적 동요도를 객관적으로 정량화할 수 있다는 것이 증명된 바 있다. 자연치에서의 PTV는 건강한 치주조직을 가진 단근치의 경우 1.5에서 7.0 정도이며 충전물, 수복물, 총생 등은 그 중량이 충격용 막대의 중량에 비해 무시할 만하며, 짧은 시간 동안 접촉하기 때문에 측정치에 거의 영향을 미치지 못한다고 한다^{4,5)}. 또, 치아 외상 후의 고정방법에 의한 동요도의 차이 및, 교정 후의 치아 동요도의 차이 등을 연구할 때도 쓰여졌으며, 교합 부조화의 감지 등에도 사용되어 왔다^{6,7,8)}. Goodson (1988)⁹⁾, Schulte (1990, 1992)^{8,10)} 등은 치주 질환의 진단에 사용되는 여러 척도 즉, 치은 부착 정도, 치주낭의 깊이, 골 파괴 정도 등이 PTV와 정량적인 관계가 있음을 밝히

표 6. Miller Index와 PTV의 비교

Miller Scale	PTV	Degree of Loosening
O	-8 --- +9	No Discernible Movement
I	+10 --- +19	Palpable Movement
II	+20 --- +29	Visible Movement
III	+30 --- +50	Movement on Lip Pressure

면서 PERIOTEST가 치주 질환의 진행정도를 판단하는 기준으로 사용될 수 있다고 하였다.

임플란트 주변 조직의 점탄성 특성을 정량화하는 데는 정적 동요도 측정 방법만으로는 미흡하며 치아 동요도의 판단에 중요한 기준이 되어 온 Miller의 수치 또한 너무 단위가 크다. PERIOTEST는 임플란트와 골조직 사이의 계면을 평가하는 데 있어 훨씬 정밀하고 정량적인 분석이 가능한 방법이다. Van Scotter (1991)¹¹⁾는 Miller의 수치를 PTV와 비교하여 표 6과 같은 환산치를 제안하였다.

임플란트는 동요도가 전혀 없는 것이 아니며, 여러 연구에서 어느 정도의 동요도를 보임이 관찰되었다.^{12,13)} 이러한 동요도의 원인 중 하나로 지적되어 온 임플란트 주위 골의 탄성은 임플란트의 동요도에 영향을 미칠 수 있는데, 치밀골은 13.700 N/mm², 해면골은 1.370 N/mm²의 탄성을 가지므로 매식체 주위 골의 해면골 양은 PTV를 결정하는 주요한 요인이 된다고 보고되었다.¹⁴⁾ 또한, 임플란트와 골 사이의 계면의 성질 즉, 산화 티타늄(TiO₂)과 결합하는 Proteoglycan과 Glycosaminoglycan 층이 일정 정도의 움직임 가능하게 하는 것으로 보고되었다.¹⁴⁾

선학들의 연구에 의해 임플란트 동요도 평가에 이용되는 PTV에 영향을 미치는 여러 가지 요인이 논의된 바 있다. Albrektsson (1981)¹⁾ 등은 식립 후 시간이 지날수록 골조직이 성숙되고 치밀해지며 제거 시 더 많은 토오크가 필요할 것으로 보고하여 시간이 지날수록 PTV가 감소할 것으로 예상할 수 있으나, Chavez (1993)²⁾, 장 (1995)⁵⁾ 등의 연구에 의하면 식립기간에는 영향을 거의 받지 않는다고 한다. 또,

Salonen (1993)¹³⁾ 등은 ITI, Bonefit, TPS, Biolox 등의 PTV를 비교하여 ITI가 가장 높은 PTV를 보인다고 하였으며, Stefflik (1993)¹⁵⁾ 등은 Ceramic 임플란트가 티타늄 임플란트보다 더 높은 PTV를 보인다고 하였다. 임플란트의 식립부위 또한 임플란트의 동요도에 영향을 미치는데, 장 (1995)⁵⁾ 등의 연구에 의하면 하악 구치부는 상악 전치부, 상악 구치부, 하악 전치부에 비해 현저하게 낮은 PTV를 보인다고 보고하였다. 이는 앞서 언급한 골조직의 탄성차이, 해면골의 분포 등에 기인할 것으로 생각된다. 또한, 보철물의 종류에 따라 PTV는 차이를 보이는데, Overdenture를 지지하는 임플란트는 고정성 보철물을 지지하는 지대치보다 적은 동요도를 보이는데 이는 저작압을 매식체와 동시에 잔존 치조골에도 분산시켜 담당하기 때문으로 보인다.²⁾ 그러나, Jemt (1991)¹⁶⁾ 등은 Overdenture가 부하를 받을 때는 굽힘 응력 (bending)을 받음을 증명하여 지지 임플란트 위에 보철물을 연결한 후의 동요도 측정은 다른 양상을 보일 것임을 예상할 수 있다. 일반적으로 임플란트의 길이에 의한 영향은 거의 없으며 오직 상악에 매식되었을 때만 차이를 보인다는 연구결과로 임플란트의 동요도는 매식체 자체보다는 골조직에 의해 더 많은 영향을 받음을 알 수 있다.^{17,18)} 또, 성별에 따른 동요도의 차이도 보고되었는데, 하악에서는 거의 차이가 없으나 상악에서 여자가 더 높은 PTV를 보이며 이는 임플란트 식립 대상이 되는 폐경기의 여성들은 골소주의 소실이 촉진되기 때문에 치밀골이 적은 상악에서 그 영향이 더욱 큰 것으로 생각된다.¹⁸⁾ 그 외에도 골형성력, 외과적 기법, 임플란트의 생체친화성 및 표면처리 방법, 부하를 가하는 방법 등도 임플란트의 동요도에 영향을 미칠 것을 예상할 수 있다.

또, PTV에 의해 임플란트의 성공과 실패를 구분할 수 있다고 하였는데, Olive (1990)¹⁷⁾, Chavez (1993)²⁾, Teerlinck (1991)¹⁹⁾ 및 D'Hoedt (1989)²⁰⁾, Schulte (1992, 1993)^{8,20)} 등은 임플란트가 성공적이라면 표 7과 같은 범위 내의 PERIOTEST Value를 가져야 한다고 주장하였다.

표 7. 다양한 임플란트의 성공 기준으로 제시된 PTV

임플란트 종류	연구 기준 및 저자	평균 PTV 범위
BRÄNEMARK	전체 (상악 및 하악)	-5 부터 +5
	하악 (Teerlinck 등, 1991)	-4 부터 +2
ITI	(D'Hoedt 등, 1988)	-5 부터 +5
IMZ	IME를 교체한 직후 측정 (D'Hoedt 등, 1988)	-5 부터 +8
TPS- SCREW	(D'Hoedt 등, 1989)	-6 부터 +8
TÜBINGEN	골유착 (D'Hoedt 등, 1989)	-5 부터 +5
	섬유성유착(D'Hoedt 등, 1989)	-5 부터 +20

임플란트가 식립된 처음 2-3개월간은 골조직의 회복을 방해하는 어떠한 미세한 움직임도 허용되지 않으므로 이 시기 동안에는 PERIOTEST를 사용하지 않는다. 1차 수술 후 치유기간 동안의 골유착이 받아들여질 만한 수준인지를 판단하기는 쉽지 않다. 이후의 보철과정을 진행하기 전에 관통된 연조직의 회복을 위해 장착하는 Healing abutment의 동요도를 측정하여 골유착의 정도를 짐작할 수 있으며 수복후 유지기간 동안의 골 계면을 측정하는 척도로 PTV를 이용할 수 있다. Tübingen 연구에 의하면, 처음 반년간의 골 조직의 재형성 기간 중에는 PTV가 증가하다가 이후 12년간은 0에서-2로 일정함을 보였다²⁰⁾. Olive (1990)¹⁷⁾ 등은 +5 이상의 PTV를 가지는 임플란트를 실패라고 정의하였는데, 이는 임플란트 주위 골의 흡수나 염증, 과부하, 골과 임플란트 계면에 섬유성 조직의 개재 등을 의미하는 것이라고 하였다. 또, Schulte (1993)²⁰⁾ 등은 임플란트 보철물 장착 전과 후의 지수가 차이가 있을 수 있는데, 장착 후의 PTV의 증가는 지렛대 길이의 변화 때문이며, 감소는 보철물에서 마찰력이 있어 장착시 힘이 작용됨을 의미한다고 하였고, 이개시의 PTV가 교합시보다 크다면 자연치에서와 같은 치주인대의 완충작용이 없는 임플란트에서는 교합과부하를 의미하기 때문에 조정이 필요하다고 하였다. 이외에도 PERIOTEST는 임플란트의 유지 기간 중의 골 조직의 감

소 혹은 증가의 초기 평가를 가능케 한다고 한다⁴⁾.

그러나, 본 연구에서 보여지는 바와 같이 측정부위에 의한 영향이 크게 나타나므로 이전의 보고에서 제시된 PERIOTEST의 측정방법 즉, 지대주의 상부 변연의 직하방에 2 번씩 적용하여 그 중 큰 것 하나만을 채택하는 것은 지나치게 단순한 고려이다.

2차 수술시 술자는 임플란트의 위치, 배열, 약간 거리, 심미적 중요도 등을 고려하여 지대주를 선택하지만, 적절한 지대주의 선택이 어려울 경우 4-6주 정도 치유 지대주 (Healing Abutment)를 사용하여 연조직의 치유를 돕고 이상적인 지대주의 최종 선택은 이후의 보철과정에서 하는 경우도 많다. 본 실험에서 비교한 여러 지대주들중 Angulated Abutment는 임플란트의 배열이 나쁜 경우 상부의 각을 다양하게 바꾸어 줌으로써 각도의 문제를 해결하려는 시도에서 개발되었으며, 심미적인 관점이 가장 중요하다면 티타늄 칼라가 치은 연하에 놓이는 Estheticone을 사용하기도 한다. 본 실험에 사용한 Anatomic Abutment는 0.5 mm의 기저부를 가진 지대주로서 임플란트가 좋지 않은 위치에 식립되거나 치은 조직의 길이가 불충분하다든지 하는 증례에서 삭제된 자연치의 모양을 닮도록 임플란트 직경보다 넓은 칼라를 가지고 있는 것이 특징으로 자연스러운 치은 모양의 형성이 가능하고, 맞춤 지대주의 제작이 필요 없으며 치은을 통과하는 지대주의 빈번한 제거가 필요 없으므로 편리하게 사용될 수 있는 장점이 있는 것으로 보고되었다²¹⁾. 본 실험에 사용한 Anatomic Abutment는 기저부가 둥근 형이었으나, 최근 개발되어 변형시킨 형태는 치아의 치근부와 비슷한 형태인 삼각형 혹은 타원형으로 설계되어 나오므로 측정 방향을 순면 혹은 설면으로 달리한다면 PTV의 변화가 있으리라고 추측된다.

본 실험 결과에서 Healing Abutment, Standard Abutment 및 EsthetiCone은 중앙 1/3을 측정하였을 때 유사한 결과를 나타냈고, 대조군과 비교하여 PTV 1 미만의 차이를 보여 임플란트 유지기간 중의 의미있는 조사항목이 될 수 있음을 알 수 있었으나, Angled Abutment 및 Anatomic Abutment는 PTV

가 대조군과 2 이상 다른 결과를 나타내었으며, 길이가 긴 Anatomic Abutment는 표 4 및 그림 8에서 보여지는 바와 같이 측정 부위를 하방 1/3로 낮추었을 때는 Standard Abutment와 유사한 값을 보여 지대주의 길이가 긴 경우는 가능한 측정 부위를 치은연 가까이로 할수록 PTV는 가치있는 척도가 될 것으로 보인다.

때로, 치은연이 지대주의 변연 직하방까지 올라와 있을 때는 충격용 막대로 지대주에 연결한 인상용 코핑에서 동요도를 측정하는 경우가 있다. 그러나, 본 실험에 의하면, Tapered, Square, Hex Transfer 형 등 모든 인상용 코핑에서 대조군과 통계적으로 유의하게 큰 차이를 보이므로 이러한 방법은 신뢰성이 결여된 측정방법이라고 생각된다. 만약, 지대주를 바꾸기가 용이하지 않고, 연조직의 절제도 어렵다면 오히려 Gold cylinder를 연결하거나, 혹은 인상용 코핑이 지대주와 연결되는 최하방부를 측정하는 것이 비교의 대상으로 가치가 있으리라 여겨진다. 또, Square Coping으로 측정한 PTV는 가장 높았는데, 이는 이 인상용 코핑이 Standard Abutment와 연결하여 측정하기 때문에 길이가 길고, 나사에 의해 조여지는 분리된 구조를 가지기 때문이라고 생각된다.

나사를 조이는 토오크가 강해질수록 경향적으로 보다 낮은 PTV를 보였다. 또, 손으로 조이는 힘은 평균적으로 11 Ncm, 최대일 때 25 Ncm으로 알려져 있는데 본 실험에서도 손으로 조였을 때와 10 Ncm의 힘으로 조였을 때는 유의한 차이가 발견되지 않았다. 그러나, 모형을 이용한 나사의 조임임을 감안할 때, 구강 내에서는 약간 거리의 제한 때문에 최대의 힘을 발휘하기 어렵고, 전치부가 있는 부분 무치악의 구치부 임플란트의 나사는 접근이 어려워 손으로 조이는 것에는 많은 차이가 있을 것임을 짐작할 수 있다. 또한, 20 Ncm, 32 Ncm의 Torque Controller를 이용하여 얻은 PTV는 대조군인 임플란트의 동요도와 거의 유사하므로 매우 신뢰성이 있는 방법이라 할 수 있다. 임플란트의 유지기간 중에 PTV로 지속적인 검사를 하려면, 교합 과부하나 금속 구조물의 접합불량으로 인해 나사가 느슨해졌을 수도 있

으므로 이의 영향을 배제하기 위해 한 명의 술자가 계속 일정한 힘으로 나사를 조인 후나 Torque Controller를 이용하여 일정한 양의 토오크로 조인 후에 동요도를 측정해야 할 것으로 생각된다.

길이가 길고 비교적 형태가 일정한 Anatomic Abutment를 이용하여 측정 부위에 의한 영향을 실험하였는데 하방 1/3 부위인 넓은 기저부를 측정한 값이 Standard Abutment의 PTV와 유사하게 나타났고 상방으로 측정 부위를 이동시킬수록 높은 PTV를 보이므로 절대적인 비교 수치로 이용하려면 가능한 하방의 일정한 부위를 검사하여야 할 것이다.

본 연구에서는 보철물을 시적한 후의 PTV를 제외시켰는데, 이는 Gold Screw의 금합금은 상업용 순수 티타늄에 비해 더 높은 경도를 가져 임플란트 유지기간 중에 지속적인 나사의 쫄과 폼은 나사를 닳게 만들므로 임플란트 보철물은 일반적인 평가시에는 제거하여 동요도를 측정하는 것이 좋기 때문이다¹⁷⁾.

이상적인 임플란트 동요도 평가 방법은 간단하고, 정확하며, 신뢰성이 있어야 한다는 것이다. Chavez (1993)²²⁾등의 연구에 의하면 PTV와 Axial Testing Machine으로 측정한 피검체의 변위량을 비교한 결과 높은 상관관계를 보였고, Schulte (1992)⁴⁾등의 연구에 의해 PERIOTEST의 뛰어난 재현성이 제시된 바도 있다. 또, 반복된 PTV 측정 실험에서 95 % 정도가 한 단위내의 범위에 있음을 Van Steenberghe (1993)²²⁾등은 주장했다. Manz (1992)^{23,24)} 등은 여러 개의 임플란트를 In Vitro로 매식하여 여러 개의 PERIOTEST 및 여러 명의 검사자가 측정하였을 때, 매우 높은 기구내, 기구간, 검사자내, 검사자간 신뢰도를 나타내었으나, 매식된 모형에 의한 차이는 매우 큼을 밝힌 바 있다. 본 연구에서도 PTV는 한 조사대상에 대해 상당히 일정한 수치를 나타내었다. 비록 PERIOTEST가 감지하는 동요도가 지지조직의 변화를 완전히 반영하지는 않지만 지속적인 측정에서 큰 PTV 차이를 나타내어 골조직과 임플란트 계면의 좋지 않은 상태를 반영할 때는 다른 임상적 검사를 병행하고 술자는 기능적 부하를 줄이거나 수술적 방법 등으로 개입해야 할 것이다.

계속적인 유지기간 중의 진단과 예후 평가를 위해 지대주 연결 직후, 그 후 재검사시마다 임플란트의 동요도 측정이 필요하다. 재현성이 높은 PERIOTEST를 적절히 사용하려면 충격용 막대를 반드시 순면 혹은 협면에서 바다에 평행하게 한 방향으로만 적용시켜야 하며 충격이 가해지는 부위도 일정하게 하는 등 모든 검사 조건을 동일하게 하고, 같은 조사자에 의해 시행하여야 할 것이다. 그리고, 보철물을 제거한 상태로 지대주의 일정 부위를 측정하고, 나사는 Torque Controller를 이용하여 일정 정도의 힘으로 조인 후에 측정하여 기록하는 것이 좋다. 또, 골조직과 임플란트 계면에서 발생하는 작은 변화를 감지하기 위해 자연치보다 훨씬 좁은 범위에 집중되어 있는 PTV를 조금 더 예민하게 만드는 시도 즉, 접촉시간을 더 짧게 조정하는 방법도 고려해 볼 수 있을 것이다.

V. 결 론

13 mm 임플란트를 10 mm만 식립한 모형을 대조군으로 하고 10 mm 임플란트의 상부에 3 mm Healing Abutment, Standard Abutment, Esthetic-Cone, 30° Angled Abutment, Anatomic Abutment 등과 인상용 코핑을 연결하여 PTV를 측정하고, 나사를 조이는 힘을 달리한 후와 측정 부위에 따른 PTV를 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Healing Abutment, Standard Abutment, Esthetic-Cone 등은 통계적으로 유사한 값을 보였으며, 30° Angled Abutment, Anatomic Abutment보다 유의하게 낮은 PTV를 나타냈다($p < 0.05$).
2. 세가지 다른 인상용 코핑을 사용한 실험결과에서 모든 인상용 코핑이 Anatomic Abutment를 제외한 다른 지대주보다 큰 PTV를 보였으며, Square Coping은 모든 실험군 중에서 가장 큰 동요도를 보였다.
3. 20 Ncm, 32 Ncm로 조였을 때의 PTV는 대조군인 임플란트의 동요도와 매우 유사한 값을 보였으며,

속달된 술자가 손으로 조였을 때의 동요도는 10 Ncm의 토오크로 조였을 때와 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 20 Ncm일 때의 PTV는 손으로 조였을 때와 10 Ncm으로 조였을 때와 비교하여 통계적으로 유의하게 차이가 있었다($p < 0.05$).

4. 길이가 긴 Anatomic Abutment에서 측정부위가 상부로 올라갈 수록 PTV는 통계적으로 유의하게 커졌다 ($p < 0.05$).

참 고 문 헌

1. Albrektsson T, Albrektsson B. Osseointegration of bone implants : a review of an alternative mode of fixation. *Acta Orthop Scand.* 58 : 567, 1987.
2. Chavez H, Ortman LF, et al. Assessment of oral implant mobility. *J Prosthet Dent.* 70 : 421, 1993.
3. PERIOTEST operating manual. Siemens, Germany.
4. Schulte W, Lukas D. The PERIOTEST method. *Int Dent J.* 42 : 433, 1992.
5. 장경수, 김용호, 김영수. 자연치아와 골유착성 임플란트의 동요도에 관한 연구. *대한치과 보철학회지.* 33 : 145, 1995.
6. Nakago T, Mitani S, et al. Determination of the tooth mobility change during the orthodontic tooth movement studied by means of PERIOTEST and MIMD. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 105 : 92, 1994.
7. Oikarinen K, Andreasen JO. Rigidity of various fixation methods used as dental splints. *Endodontics & Dental Traumatology.* 8 : 113, 1992.
8. Schulte W, d'hoedt B, et al. PERIOTEST for measuring periodontal characteristics-Correlation with periodontal bone loss. *J Periodont Res.* 27 : 184, 1992.
9. Goodson JM, Gugini MA. Comparative response of mobile teeth following monolithic fiber therapy or scaling. *Compend Contin Educ Dent.* 12 : S418, 1988.
10. Schulte W, Lukas D. PERIOTEST-A dynamic procedure for the diagnosis of human periodontium. *Clin Phys Physiol Meas.* 11 : 65, 1990.
11. Van Scotter DE, Wilson CJ. The PERIOTEST method for determining implant success. *J Oral Implantol.* 17 : 410, 1991.
12. Buser D, Weber H-P. Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Impl Res.* 1 : 33, 1990.
13. Salonen M, Oikarinen K, et al. Failures in the osseointegration of endosseous implants. *Int J Oral*

- Maxillofac Implants. 8 : 92, 1993.
14. Adell R, Lekholm U, et al. A 15-year study of osseointegrated implants on the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg.* 10 : 387, 1981.
 15. Stefflik DE, White SL, et al. Clinical evaluation data from a comparative dental implant investigation in dogs. *J Oral Implantol.* 19 : 199, 1993.
 16. Jemt T, Carlsson L, et al. In vivo load measurements on osseointegrated implants supporting fixed or removable prostheses : a comparative study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 6 : 413, 1991.
 17. Olive J, Aparicio C. The PERIOTEST method as a measure of osseointegrated oral implant stability. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 5 : 390, 1990.
 18. Tricio J, Laohapand P, et al. Mechanical state assessment of the implant-bone continuum. A better understanding of the PERIOTEST method. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 10 : 43, 1995.
 19. Teerlinck J, Quirynen M, et al. PERIOTEST : an objective clinical diagnosis of bone apposition toward implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 6 : 55, 1991.
 20. Schulte W, Lukas D. PERIOTEST to monitor osseointegration and to check the occlusion in oral implantology. *J Oral Implantol.* 19 : 23, 1993.
 21. Daftary F. The Bio-esthetic abutment system : an evaluation in implant prosthetics. *Int J Dent Symposia.* 3 : 10, 1995.
 22. Van Steenberghe D, Quirynen M. Reproducibility and detection threshold of peri-implant diagnostics. *Advances in Dental Research.* 7 : 191, 1993.
 23. Manz MC, Morris HF, et al. An evaluation of the PERIOTEST system. Part II : reliability and repeatability of instruments. *Dental implant clinical research group. Implant Dentistry.* 1 : 221, 1992.
 24. Manz MC, Morris HF, et al. An evaluation of the PERIOTEST system. Part I : reliability and repeatability of readings. *Dental implant clinical research group. Implant Dentistry.* 1 : 142, 1992.

-ABSTRACT-

IN VITRO STUDY FOR TESTING METHOD OF THE IMPLANT MOBILITY WITH PERIOTEST

Lee-Ra Cho, D.D.S., M.S.D., Jung-Suk Han, D.D.S., Ph.D.

Dept. of Prosthodontics, College of Medicine, Ewha Woman's University

There is an increasing awareness for clinical monitoring of oral implants and need for better diagnostic, prognostic parameters. It is known well that PERIOTEST (Siemens, Germany) is a reliable, repeatable, simple and easy tools for checking the mobility of implants. This study evaluated the correct testing methods of PERIOTEST in a controlled in vitro model. It was used as a control group that the PTV of 13 mm implant which was invested at 10 mm level of the entire length. PTVs were recorded for middle 1/3 of the 5 abutments; 3 mm Healing abutment, Standard abutment, EsthetiCone, (Nobelpharma, Sweden) and Anatomic abutment (Steri-Oss, USA) and 3 impression copings connected to the top of abutment or fixture. Moreover, PTVs for 3 different testing position and 10, 20, 32 Ncm and average tightening force by hand were recorded.

The conclusion were as followings ;

1. The Healing abutment, Standard abutment, EsthetiCone had statistically significant low PTV than the 30° Angled abutment and Anatomic abutment($p < 0.05$).
2. Square impression coping had a greatest PTVs among all of testing conditions. Moreover, the PTVs of all impression copings were higher value than abutments.
3. PTVs of the EsthetiCone which was tightened to 20 Ncm, 32 Ncm level with Torque Controller were very similar to the control group. And the mobility of the implants by hand tightening & 10 Ncm torque was greater than that by the 20 Ncm torque($p < 0.05$).
4. The higher the testing position rose to the upper, the greater the PTV was obtained($p < 0.05$).