

일체형 지대주의 Diamond Like Carbon 표면 처리와 나사 조임 시기가 풀림 현상에 미치는 영향

김기홍 · 곽재영 · 허성주

서울대학교 치과대학 보철학교실

본 연구의 목적은 내측연결형 임플란트와 일체형 지대주를 사용하여 최종 보철물을 시적한 뒤에 5만 번의 반복하중 후에 다시 체결하고 20만 번의 반복하중을 가한 후의 지대주 풀림토크와 20만 번의 반복하중을 받은 지대주 풀림토크가 어떻게 달라지는지를 비교하고자 하는 것이다. 실험 재료로는 타이타늄 지대주와 DLC 코팅된 지대주를 사용하였다.

실험군은 4군으로 모두 8개의 ITI SLA 4.1×10mm 를 사용하였다. A군과 B군은 5만번, 20만번 반복하중을 가하고 Periotest값과 풀림토크값을 측정하였으며 C군과 D군은 20만번 반복하중을 가하고 Periotest 값과 풀림토크값을 측정하였다. 풀림 토크값의 측정은 디지털 토크 게이지를 사용하였고, 반복하중은 MTS. (Bionix 850 II, MTS, U.S.A.)를 사용하였으며 100N/cm의 힘을 20도의 경사, 14Hz 의 조건으로 가하였다.

A군과 C군은 코팅하지 않은 타이타늄 지대주를 사용하였으며, B군과 D군은 DLC 코팅한 지대주를 사용하였다.

1. 5만번 반복하중을 가한 뒤 측정된 풀림 토크는 B군에서 약간 더 큰 평균값을 보였다. 하지만 통계학적으로 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다 (P>0.05).
2. 20만번 반복하중을 가한 뒤 측정된 최종 풀림 토크 값은 A군은 C군보다, B군은 D군보다 약간 더 큰 평균값을 보였으나 통계학적으로 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다 (P>0.05).
3. 20만번 반복하중을 가한 최종 풀림 토크 값은 A, B군과 C, D군 사이에 통계학적으로 유의할 만한 차이가 없었다 (P>0.05). (대한치과보철학회지 2008;46:209-16)

주요단어 : 내측연결 임플란트, 일체형 지대주, Diamond like carbon 코팅, 풀림토크값

서론

치과용 임플란트는 Brånemark¹에 의해 골유착 개념이 도입된 이후로 치아 결손부위 수복을 위한 치료방법으로 비약적으로 발전하고 있다. 그러나 이러한 발전에도 불구하고 장기간 보철물 사용시 여러 가지 문제점이 발생하며, 그 중에 한가지는 나사 풀림 현상이다.²⁷ 나사 풀림 현상은 보철물 파절, 지대주 나사 파절 등의 기계적인 문제점으로 이어지고, 이로 인한 보철물의 문제는 연조직 염증이나 누공 형성 등의 생물학적인 문제로 이어져 임플란트 골유착의 파괴로 이어지기도 한다. 이러한 현상은 전부 무치악 수복이나 부분 무치악 또는 단일치 수복 등 모든 종류의 보철물에서 발생하는 것으로 보고되었으며³⁵ 특히 강한 저작력을 지속적으로 받으며 힘의 분산면에서 불리한 구치부 단일 임플란트에서 흔히 발생

되는 것으로 보고되고 있다.⁸⁹

임플란트 나사 풀림 현상은 장착 후 처음 환자의 내원 시에 6-31% 가 발생된다고 보고 되고 있으나 문헌에 따라 나사 풀림 현상의 편차가 심한 편이다. Naert 등¹⁰은 금 나사의 경우 5% 정도가 풀림 현상이 있었다고 보고하였으며, kallus와 bessing¹¹은 금 나사에서 46%, 지대주 나사 (abutment screw)에서 4%의 나사 풀림 현상을 보였다고 보고하였는데 이 경우는 전악 수복의 경우이므로 고려가 필요한 경우이다. 연결 형태에 따른 나사 풀림 현상도 다양하게 보고되었는데 외측 연결 형태 (External hex connection)을 가지는 브레네막 임플란트의 경우 5년간 107개의 단일치 수복에서 첫 해에 26%의 나사 풀림 현상을 보고하기도 하였으며 3년 후에는 11%의 나사 풀림 현상이 나타났다고 보고되고 있다.¹² 이와 유사한 단일치 수복에서의 나사 풀림 현상 연구로는 Becker & Becker¹³가

교신저자: 허성주

110-749 서울 종로구 연건동 28-22 서울대학교 치과대학 치과보철학교실 02-2072-2661: e-mail, 0504heo@hanmail.net

원고접수일: 2008년 4월 7일 / 원고최종수정일: 2008년 4월 14일 / 원고채택일: 2008년 4월 18일

있으며 여기에서는 상, 하악 구치 단일치 수복에서 38%의 나사 풀림 현상을 보고하고 있다.

실제적으로 내측 연결형 임플란트 (Conical connection design)는 외측 연결형에 비해 여러 가지 기계적, 생리학적 장점을 가지고 있다.^{14,15} 최근의 연구에 의하면 역학적 문제점 특히 지대주 나사 풀림과 파절 등에서도 훨씬 뛰어난 결과를 나타내고 있다고 보고되고 있다.¹⁶⁻¹⁹ Norton²⁰과 Perriard²¹ 등은 이러한 내측 연결형 임플란트 연구에서 일체형 지대주 (one-piece abutment)와 분리형 지대주 (two-piece abutment)의 굴절강도 (bending strength)를 조사하였는데 그 결과가 비슷하다고 보고하였으며, Cehreli 등²²은 그 결과가 달리 나왔는데, 35N/cm로 지대주 나사를 조인 뒤 50만회의 반복하중 (cyclic loading) 후에 풀림 토크를 측정 한 결과 일체형 지대주가 분리형 지대주보다 훨씬 높은 값을 보인다고 보고하였다.

임플란트에서 나사 풀림 현상의 원인으로는 불충분한 조임 토크, 부적절한 임플란트 위치 및 교합관계, 과도한 교합력, 이갈이 등의 해로운 습관, 부정확한 상부구조물 (non-passive frameworks), 과도한 캔티레버 설계 등 다양한 요인이 관여할 것으로 생각되고 있다. Mcglumphy는 임플란트 나사 풀림을 방지하기 위해서는 잠금력 (clamping force)이 이개력 (separating force)보다 커야 한다고 하였으며 전하중을 최대한으로 부여하고, 이개력은 최소한으로 해야 나사 풀림 현상을 줄일 수 있다고 하였다.²³ 반면 Bickford는 나사 풀림 현상을 보다 상세하게 단기간 풀림과 장기간 풀림으로 분류하였다.²⁴ 단기간 풀림 현상에 대해서는 Cantwell 등²⁵, 하중을 가하지 않은 상태에서 금 나사를 10N으로 체결하면 하중을 가하지 않은 상태에서 10초 안에 전하중의 40.2%가 감소하며, 30분 후에는 15%, 15시간 후에는 추가로 24.9%의 감소를 보인다고 하였다. 그의 실험 결과에 따르면 나사 풀림을 방지하기 위해서는 임플란트 회사가 권장하는 토오크로 나사를 체결하고, 30분 후에 감소된 전하중을 보충하기 위하여 다시 한번 조여주는 것이 바람직하다고 하였다. 이와 비슷한 의견으로 Siamos 등²⁶도 나사 풀림 현상에 관해 조사하였는데, 나사의 settling effect를 보충하기 위해서는 초기 조임 후 10분이 경과한 뒤에 다시 조이는 것이 좋다고 하였다.

장기간 풀림 현상은 하중에 의한 진동풀림 (vibration loosening)과 응력풀림 (stress loosening)에 의해 발생한다고 한다. 실제 임상에서 지대주를 임플란트에 연결하는 경우는 시적 등의 과정을 거치면서 2번에서 6번 정도 나사를 풀고 조이게 되기에 이러한 장기간 풀림 현상이나 앞에서 언급한 단기간 나사 풀림 현상과 조이는 횟수의 연관성에 관해서는 조사할 필요가 있는 것이다.

본 연구에서는 이러한 의문점을 조사하기 위하여 반복 하중을 받는 경우에 지대주 나사의 반복 체결에 따른 최종 풀림 토크의 변화를 알아보고자 하였다. 그리하여 최근 임플란트 치료에서 많이 사용되고 있는 내측 연결형 임플란트와 일체형 지대주를 연결한 뒤, 반복 하중을 달리하고 다시 나사를 체결한 경우의 풀림 토크와 다시 체결하지 않은 나사의 풀림 토크가 어떻게 달라지는지를 비교하고자 하였다. 지대주의 변형에 따른 풀림 토크의 변화를 알기 위해서 일체형 지대주에 DLC 코팅한 지대주와 코팅하지 않은 타이타늄 지대주로 구분하여 사용하였다. 이 실험에서 사용한 DLC film은 낮은 마찰계수와 우수한 내 마모 특성을 가지고 있어 치과 이외의 분야에서 고체윤활박막으로서 hard disk나 VCR head drum의 보호막, 그리고 각종 bearing의 코팅재료로 사용되고 있으며 생체친화성 또한 뛰어나고, 타이타늄 지대주 위에 코팅하면 타이타늄의 기계적 물성을 강화시켜주는 효과를 준다.

연구 재료 및 방법

1. Diamond Like Carbon (DLC) coating

13.56Mhz의 r.f. 플라즈마 CVD 방법으로 다이아몬드상 카본필름을 총 16개의 치과용 임플란트 지대주에 코팅하였다. 치과용 임플란트 타이타늄 지대주 나사는 일반적인 습식세척과정으로 세척 후 코팅부위만이 노출되도록 설계된 jig에 장착하여 진공챔버의 음극부위에 설치하였다. 합성 전에 시편은 Ar. 플라즈마를 이용하여 3.5mTorr의 압력과 바이어스 전압 -400V에서 15분 동안 건식 세척하였다. 그 후 다이아몬드상 카본필름과 임플란트 사이의 접착력을 증진시키기 위해서 수소로 희석된 silane (10%) 가스를 공급하면서 바이어스 전압 -200V 압력 20mTorr에서 접착력 500nm 두께로 중간접착증진층을 코팅하였다. 다이아몬드상 카본필름은 벤젠의 증기를 탄소원으로 사용하여, 합성압력은 10mTorr에서 바이어스 전압 -500V의 조건에서 코팅하였다. 코팅한 필름의 두께는 1um가 되도록 하였다. 코팅부위는 임플란트 지대주의 conical surface 부위와 하방 나사선 부위로 제한하였다.

2. 실험모형의 제작

실험군을 4개로 분류하였으며 각 군당 8개의 ITI SLA 4.1×10mm 임플란트 (Lot number; 0.43.032S Institut

Straumann AG, Waldenberg, Switzerland)를 사용하였다. 임플란트는 smooth surface가 끝나는 곳까지 금속주조물을 이용하여 아크릴릭 레진 속에 묻어 레진블록을 만들었다. 이 레진블록은 실험의 편의성과 임플란트의 보호를 위해서 제작하였다.

3. 지대주 연결

A군과 C군은 각각 8개의 코팅을 하지 않은 일체형 타이타늄 지대주를 임플란트에 체결하였고, B군과 D군은 각각 8개의 DLC 코팅된 일체형 지대주를 임플란트에 체결하였다 (Table I). 체결 토크는 35N/cm 이었으며, 전자식 토크측정기 (mark-10coop. Hicksville. N.Y. U.S.A.)를 사용하여 시행하였다. The Periotest® (Siemens AG, Bensheim, Germany)을 사용하여 풀림 현상 여부를 알아보기 위하여 Periotest values (PTVs)를 측정하였다.

4. 반복 하중 (cyclic loading)

A군과 B군은 100N/cm 의 힘으로 20도 경사를 주어 14Hz 의 빈도로 5만회 반복하중을 가한 뒤 PTVs와 풀림

토크를 측정하고 다시 지대주를 35N/cm의 힘으로 체결하였다. 그리고 여기에 추가로 20만 번의 반복하중을 동일한 각도와 힘으로 가하였다. 그리고 최종적으로 PTVs와 풀림토크를 측정하였다. C군과 D군은 지대주를 체결한 후 중간에 중단하지 않고 20만회 반복하중을 가한 뒤에 PTVs와 풀림토크를 측정하였다. 반복하중은 유압식 피로시험기 (MTS. Bionix 850 II, MTS, U.S.A.)를 사용하여 실험하였다 (Fig. 1). 풀림토크는 전자식 토크측정기 (mark-10coop. Hicksville. N.Y. U.S.A.)를 사용하여 측정하였다 (Fig. 2).

풀림토크를 측정하는 다음 반복하중이나 지대주 조임에 따른 지대주 나사의 표면 변화를 관찰하기 위해 주사 전자 현미경 (FE-SEM, Hitachi, Hitachinaka, Japan)을 이용하였다.

통계분석은 SPSS (SPSS version 15.0, Inc., Chicago, U.S.A.)를 사용하였으며 각군의 풀림토크와 perio-test 측정값의 비교를 위해 one-way ANOVA 분석을 시행하였고 사후분석으로 Tukey test를 이용하였다 (P<0.05).



Fig. 1. Cyclic loading machine with metal jig.

Table I. Classification of groups

Group	Type of abutment screw	N
A	Titanium abutment	8
B	DLC-coated abutment	8
C	Titanium abutment	8
D	DLC-coated abutment	8



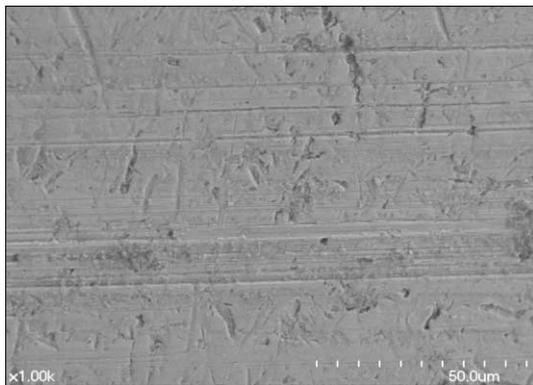
Fig. 2. Electronic Torque Controller (mark-10coop. Hicksville. N.Y. U.S.A.).

Table II. Loosening torque value (N/cm) after cyclic loading

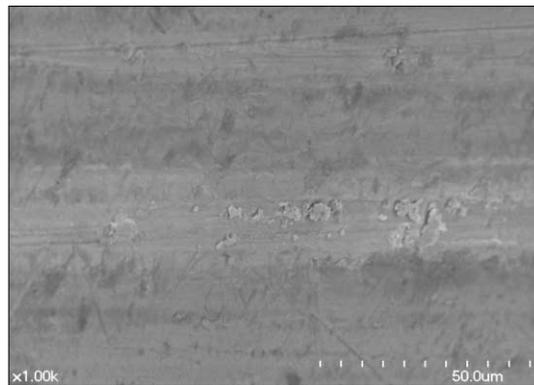
Group	N	After 5.0×10^4 cyclic loading		After 20.0×10^4 cyclic loading	
		Mean	SD	Mean	SD
A	8	31.6250	1.18773	30.5000	1.81265
B	8	32.5038	2.53210	31.6250	1.30247
C	8			30.1250	2.47487
D	8			31.2500	1.83225

Table III. PTVS in consecutive loading intervals

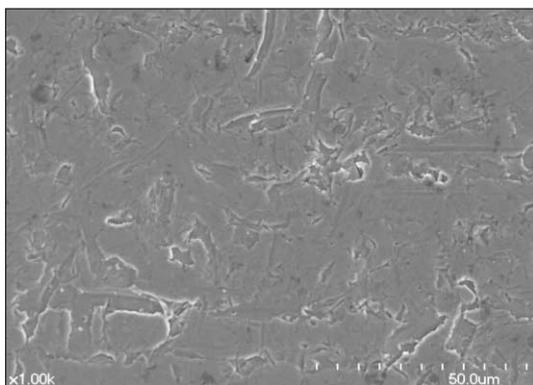
Group	N	At first tightening		After 5.0×10^4 cyclic loading		After 20.0×10^4 cyclic loading	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
A	8	-3.5000	.53452	-3.2500	.46291	-2.7500	.46291
B	8	-3.5000	.53452	-3.3750	.51755	-2.7500	.70711
C	8	-3.6250	.51755			-2.7500	.70711
D	8	-3.7500	.46291			-2.6250	.70711



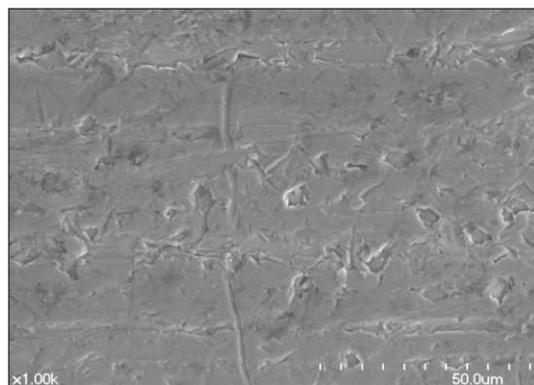
Group 1



Group 2



Group 3



Group 4

Fig. 3. Scanning electron microscopic view of 4 groups (Magnification $\times 1,000$).

결과

1. 풀림토크

5만번 반복하중을 가한 뒤 측정된 풀림토크는 지대주 나사의 표면 처리에 따라 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았으나 DLC 코팅된 B군에서 약간 더 큰 평균값을 보였다. 최종 풀림값은 중간에 다시 한번 지대주 나사를 조인 군에서 즉 A군은 C군보다, B군은 D군보다 약간 더 큰 평균값을 보였으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

A군과 B군에서 5만번 반복하중을 가한 뒤의 풀림토크 값에 비해 20만번 반복하중을 가한 뒤의 풀림토크값은 약간 감소한 경향을 보였다 (Table II).

2. Periotest values (PTVs)

처음 지대주를 연결한 뒤에 측정된 값은 D군 (DLC coated abutment)에서 약간 더 낮은 값을 보였으나 통계학적으로 유의할 만한 차이는 없었다. 5만번 반복하중을 가한 뒤 측정된 periotest value는 반복하중을 가하기 전에 측정된 값에 비해 평균값은 작았으며 코팅을 한 군에서 약간 더 낮은 값을 나타냈으나 통계학적으로 유의할 만한 차이는 없었다 (Table III). 20만번 반복하중을 가한 뒤 측정된 B군과 D군의 periotest value에서는 5만번 반복하중을 가하고 다시 지대주를 체결한 A군과 B군에 비해 C군과 D군의 차이는 통계학적으로 유의할 만한 차이는 없었으며, D군의 평균값이 약간 적게 나왔으나 역시 통계학적으로 유의할 만한 차이는 없었다.

3. 지대주 표면 관찰 (Fig. 3)

5만번의 반복하중을 가한 뒤 풀림 토크를 측정하고 다시 체결한 다음 20만번의 반복하중을 가한 A군과 B군에서 지대주 표면을 관찰한 결과 타이타늄 지대주의 표면에는 기계적인 가공선 이외에 약간의 띠 형태의 마모 및 결손양상이 나타났다. 20만번 반복하중을 가한 B군의 DLC 코팅된 지대주의 표면은 기계적인 가공선은 거의 보이지 않았으나 코팅이 부분적으로 약간 밀리는 양상을 보였다. 전반적으로 DLC 코팅을 한 B군이 코팅하지 않은 A군의 타이타늄 지대주에 비해 상대적으로 표면이 매끄러웠다.

5만번의 반복하중을 가한 뒤 풀고 다시 체결한 다음 20만번의 반복하중을 가한 C군에서 관찰한 타이타늄 지대

주는, 코팅하지 않은 A군의 지대주와 비슷한 양상을 보였으며 날카롭게 파인 홈이 관찰되는 시편이 있었으나 모든 지대주에서 그런 것은 아니었다. 20만번의 반복하중을 가한 DLC 코팅된 D군의 경우는 지대주에서 띠 형태의 마모나 결손부위, 또는 밀린 듯한 양상을 찾기가 힘들었으며 실험 전과 비교하여 큰 변화가 관찰되지는 않았다.

타이타늄 지대주인 A군과 C군은 DLC 코팅된 B군과 D군에 비해 현저하게 표면이 거칠었으며 나사를 조이고 푸는 과정에서 임플란트 내면과 닿는 부위에서 띠 형태의 마모나 결손양상이 쉽게 관찰되었다. A군과 B군, C군과 D군 간의 중간 체결에 따른 차이는 현저하게 나타나지 않았다.

고찰

나사 풀림 현상은 임플란트 수복 시 가장 대표적인 문제점 중 하나이다. 장기간의 성공을 위해 풀림 현상을 예방하기 위한 노력이 여러 방면에서 이루어지고 있다. 지대주 나사 표면을 코팅하는 것도 그 한가지 방법이다. Martin 등²⁷도 의하면 Gold-Tite와 Torq-Tite 지대주 나사를 이용함으로써 마찰계수를 낮추는데 도움을 주었으며 더욱 큰 전 하중을 얻을 수 있었다고 보고하였으며, Kim 등²⁸도 외측 연결형 지대주 나사에 DLC 코팅을 한 경우 반복하중에 더욱 잘 저항한다고 하였다.

이번 실험에서는 지대주 나사를 연결한 후 5만번 반복하중을 가하고 다시 풀었다가 다시 지대주를 체결한 후 20만번 반복하중을 가한 경우와 5만번 반복하중을 가하지 않고 그냥 20만번 반복하중을 가한 경우를 비교하였으며 지대주 표면의 특성도 두 가지로 나누어 DLC 코팅한 지대주와 코팅하지 않은 지대주 두 종류에서 실험하였다.

최종 풀림 토크의 평균값은 5만번 반복하중 후에 다시 지대주를 체결한 군에서 약간 더 크게 나타났다. 이는 DLC 코팅한 군과 그렇지 않은 군 모두에서 같은 결과를 보였으나 통계학적으로 유의할 만한 차이는 없었다 ($P < 0.05$). 이 원인은 여러 가지로 유추해 볼 수 있는데 그 중의 하나는 원추형 임플란트 지대주 나사와 임플란트의 내면 접촉 부분에서 91%의 전하중을 흡수한다는 것에서 유추해 볼 수 있겠다.¹⁵ 그러나 이러한 접촉면은 기계적인 오차가 있기에 항상 모든 면이 접촉하고 있는 것은 아니라 미세한 틈 (microleakage)이 존재한다. 5만번의 반복하중 후에 풀고 다시 조여주는 과정에서 초기에 일어나는 표면침하 현상이 사라지고 내면의 적합도가 향

상되면서 더 높은 풀림 토크 평균값을 보인 것이 아닌가 사료되지만 통계학적으로 유의할 만한 차이는 아니었다. 반복하중 중간에 지대주를 풀었다가 다시 조여주는 행위가 나사풀림현상을 더 줄일 수 있다고까지 말할 수는 없을 것이다. 하지만 이러한 행위가 반대로 나사 풀림 현상을 가속화 시키지는 않을 것으로 보여지며 이는 내측 연결형 임플란트에서 일체형 지대주를 사용하는 경우에 한해서 그럴 것으로 추측된다. Weiss 등²⁹도 유사한 결과를 보고하였는데, 7가지 임플란트 시스템을 20N/cm의 조임토크로 30번 반복 체결하여 풀림토크를 측정하고 결과 처음에 비해 4.5%에서 30%의 토크 감소를 보여 반복체결의 횟수를 줄이는 것이 좋겠다고 하였지만, ITI의 경우에서 보면 상대적으로 매우 적은 풀림토크의 감소를 보였으며 30번 체결 후 풀림토크의 감소량은 4.5%에 불과하였다. 이번 실험에서 5만번 반복하중 후 20만번 반복하중을 가한 그룹에서의 풀림 토크의 감소량은 DLC 코팅한 지대주와 그렇지 않은 지대주 모두에서 통계학적으로 유의할 만한 차이는 없었는데 이의 큰 원인은 내측 연결형 임플란트에 기인한 것으로 보인다 ($P < 0.05$).

이번 실험에서 Periotest value (PTV)는 반복하중을 가하면서 모든 지대주에서 조금씩 증가하였다. Periotest는 풀림 토크의 차이를 드러낼 수 있을 정도의 정확도를 가지고 있지 않다고 선학들이 주장하였으며 이번 결과에서도 보면 풀림 토크의 차이가 미미하여 각 그룹에 따른 차이는 구별할 수 없었다. 또한 이번 실험에서 반복 하중기의 특성상 레진 블록을 제작하였는데 이로 인해 그 값의 미묘한 차이를 알기가 더 힘들었던 것으로 사료된다. PTV 값은 -3에서 -2 정도는 임상적으로 안정적이라고 말할 수 있을 것이다.

ITI사의 torque controller는 가는 금속선을 가지는 ratchet-type으로써 그 정확도는 원하는 토크의 10% 내외에서 힘을 가할 수 있다고 하였다.³⁰ 하지만 실제 사용시에는 술자에 따라, 사용방법에 따라 변동폭이 워낙 커서 사용할 수가 없어 이번 실험에서는 전자식 토크측정기(mark-10coop, Hicksville, N.Y. U.S.A.)를 사용하였다.

내측연결형 임플란트는 외측연결형 임플란트에 비해 지대주와 더욱 강한 결합을 이루어 높은 굽힘강도를 보이며 지대주의 진동과 미세누출이 적어 더욱 건강한 연조직과 적은 나사풀림현상을 보이고 있다. 그 중에 일체형 지대주는 분리형(two-piece) 지대주에 비해 반복하중에 더욱 높은 풀림토크를 보여주고 있다. 임상적으로 만나는 나사풀림현상을 줄이기 위해 1년 뒤에 나사를 풀고 다시 조여주는 행위는 이번 실험에서 보면 내측 연결형 임플란트에서는 장기간의 성공에 큰 영향을 미치지 않

을 것으로 사료되며 DLC 코팅을 한 경우와 그렇지 않은 경우를 비교한 결과도 큰 차이가 없을 정도로 내측 연결형 임플란트의 나사 풀림에 대한 안정성이 우수하였다.

결론

내측 연결형 임플란트에서 일체형 지대주를 연결하여 A군과 B군은 5만번 반복하중을 100N/cm의 하중으로 20도 각도로 가한 뒤 Periotest 값과 풀림토크 값을 측정하였으며 이를 다시 체결한 뒤 20만번 반복하중을 동일한 방법으로 가한 뒤에 periotest 값과 풀림토크 값을 측정하였다. C군과 D군은 중간에 풀림 토크를 측정하지 않고 20만번 반복하중을 가한 뒤에 periotest 값과 풀림토크 값을 측정하였다.

A군과 C군은 코팅하지 않은 타이타늄 지대주를 사용하였으며, B군과 D군은 DLC 코팅한 지대주를 사용하였다.

1. 5만번 반복하중을 가한 뒤 측정된 풀림토크는 2군에서 약간 더 큰 평균값을 보였다. 하지만 통계학적으로 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다.
2. 20만번 반복하중을 가한 뒤 측정된 최종 풀림토크 값은 A군은 C군보다, B군은 D군보다 약간 더 큰 평균값을 보였으나 통계학적으로 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다
3. 20만번 반복하중을 가한 최종 풀림토크 값은 A, B군과 C, D군 사이에 통계학적으로 유의할 만한 차이가 없었다.

참고문헌

1. Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983;50:399-410.
2. Binon PP. The effect of implant/abutment hexagonal misfit on screw joint stability. *Int J Prosthodont* 1996;9:149-60.
3. Jemt T. Failure and complication in 391 consecutively inserted fixed prosthesis supported by Branemark implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:513-22.
4. Jemt T, Linden B, Lekholm U. Failure and complication in 127 consecutively placed fixed partial prostheses supported by Branemark implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:40-3.
5. Lekholm U, Steenberghe D, Herrmann I. Osseointegrated implant in treatment of partially edentulous jaws: a prospective five year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:627-35.
6. Hemmings KW, Schmitt A, Zarb GA. Complication and maintenance requirements for fixed prostheses and over-

- dentures in edentulous mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:191-6.
7. Jemt T. Fixed implant-supported prostheses in the edentulous maxilla. A five year follow up report. *Clin Oral Impl Res* 1994;5:142-7.
 8. Jemt T, Lacey WR, Harris D. Osseointegrated implant for single tooth replacement: A 1 year report from a multicenter prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:29-32.
 9. Misch CE. *Contemporary Implant Dentistry*. Mosby-year book, Inc., St. Louiss 1993;669-83.
 10. Naert I, Koutsikakis G, Duyck J, Quirynen M, Jacobs R, van Steenberghe D. Biologic outcome of single-implant restorations as tooth replacements: a long term-follow up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2:209-18.
 11. Kallus T, Bessing C. Loose gold screws frequently occur in full-arch fixed prostheses supported by osseointegrated implants after 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:169-78.
 12. Henry PJ, Laney WR, Jemt T, Harris D, Krogh PH, Polizzi G, Zarb GA, Herrmann I. Osseointegrated implants for single-tooth replacement: a prospective 5-year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:450-5.
 13. Becker W, Becker BE. Replacement of maxillary and mandibular molars with single endosseous implant restorations: a retrospective study. *J Prosthet Dent*. 1995;74:51-5.
 14. Sutter F, Weber H, Sorensen J, Belser U. The new restorative concept of the ITI dental implant system: design and engineering. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:409-31.
 15. Merz BR, Hunenbart S, Belser UC. Mechanics of the implant-abutment connection : An 8-degree taper compared to a butt joint connection. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:519-26.
 16. Rangert B, Krogh PH, Langer B, Van Roekel N. Bending overload and implant fracture: a retrospective clinical analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:326-34.
 17. Levine RA, Clem DS 3rd, Wilson TG, Higginbottom F, Saunders SL. Multicenter retrospective analysis of the ITI implant system used for single-tooth replacements : results of loading for 2 or more years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:516-20.
 18. Goodacre CJ, Kan JY, Rungcharassaeng K. Clinical complications of osseintegrated implants. *J Prosthet Dent* 1999;81:537-52.
 19. Schwarz MS. Mechanical complications of dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2000;11 1:156-8.
 20. Norton MR. An in vitro evaluation of the strength of a 1-piece and 2-piece conical abutment joint in implant design. *Clin Oral Impl Res* 2000;11:458-64.
 21. Perriard J, Wiskott WA, Mellal A, Scherrer SS, Botsis J, Belser UC. Fatigue resistance of ITI implant-abutment connectors --- a comparison of the standard cone with a novel internally keyed design. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:542-9.
 22. Cehreli MC, Akca K, Iplikcioglu H, Sahin S. Dynamic fatigue resistance of implant-abutment junction in an internally notched Morse-taper oral implant: influence of abutment design. *Clin Oral Impl Res* 2004;15:459-65.
 23. McGlumphy EA, Mendel DA, Holloway JA. Implant screw mechanics. *Dent Clin North Am* 1998;42:71-89.
 24. Bickford JH. *An introduction to the design and behavior of bolted joints*. New York:Marcel Decker. Inc. 1981.
 25. Cantwell A, Hobkirk JA, Prelaod loss in Gold Prosthesis-retaining screws as a function of time. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:124-32.
 26. Siamos G, Winkler S, Boberick KG. Relationship between implant preload and screw loosening on implant-supported prosthesis. *J Oral Implantol* 2002;28:67-73.
 27. Martin WC, Woody RD, Miller BH, Miller AW. Implant abutment screw rotations and preloads for four different screw materials and surfaces. *J Prosthet Dent* 2001;86:24-32.
 28. Kim SK, Lee JB, Koak JY, Heo SJ, Lee KR, Cho LR, Lee SS. An abutment screw loosening study of a Diamond Like Carbon coated CP titanium implant. *J Oral Rehabil* 2005;32:346-50.
 29. Weiss EI, Kozak D, Gross MD. Effect of repeated closures on opening torque values in seven abutment-implant systems. *J Prosthet Dent* 2000;84:194-9.
 30. Stanlee JP, Caputo AA, Chwu MJ. Accuracy of mechanical torque-limiting devices for implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:220-4.

THE INFLUENCE OF ABUTMENT SCREW TIGHTENING TIMING AND DLC COATING OF CONICAL CONNECTION IMPLANT SYSTEM

Ki-Hong Kim, DDS, MSD, Jai-Young Koak, DDS, MSD, PhD, Seong-Joo Heo, DDS, MSD, PhD

Department of Prosthodontics, Graduate School, Seoul National University

Statement of problem: It is difficult about assessing the loosening tendency of conical connection type implant after cyclic loading with diamond like carbon coating one-piece abutments, and also about the retightening effect. **Purpose:** This study was performed to investigate the influence of one-piece abutment screw retightening after 5.0×10^4 cyclic loading and Diamond like coating **Material and methods:** Thirty two ITI implant were divided to 4 groups. Group 1,3-titanium abutment, group 2,4 - diamond like carbon coated abutment. Group 1,2 - 20.0×10^4 cyclic loading after 5.0×10^4 cyclic loading, Group 3,4- after 20.0×10^4 Cyclic loading. After cyclic loading, periotest values were taken and removal torque values of abutments were measured with a digital torque gauge. **Results:** 1. The removal torque of group 2 after 5.0×10^4 cyclic loading is slightly greater than the other groups but not significantly higher than others ($P > 0.05$). 2. The final removal torque values after 20.0×10^4 cyclic loading of group 1 is bigger than group 3, and group 2 is bigger than group 4, but not significantly higher ($P > 0.05$). 3. The final removal torque values after 20.0×10^4 cyclic loading of all groups are not significantly different ($P > 0.05$).

Key words: Conical connection, One-piece abutment, Diamond-like coating, Cyclic loading, Periotest

Corresponding Author: **Seong-Joo Heo**

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Seoul National University 28-1 Yeongun-Dong, Chongno-Gu, Seoul, 110-749, Korea

+82 2 2072 3393: e-mail, 0504heo@hanmail.net

Received April 7, 2008: Last Revision April 14, 2008: Accepted April 18, 2008.