

임플란트 고정체의 인위적 비틀림 후 시간 경과에 따른 골재유착 반응에 관한 연구

황윤진 · 조진현 · 이청희*

경북대학교 치의학전문대학원 치과보철학교실

연구 목적: 본 연구의 목적은 골 유착된 임플란트에 인위적 비틀림을 가하여 골 유착을 파괴시킨 뒤 시간 경과에 따른 골 재유착력의 변화와 임플란트와 골과의 계면에서의 골 반응을 조직형태학적으로 분석하는 것이다.

연구 재료 및 방법: 표면처리 하지 않은 실험용 임플란트(cp titanium, $\phi 3.75\text{ mm} \times 4\text{ mm}$)를 제작하였다. 3.5kg 이상의 뉴질랜드산 흰색 암컷 토끼 12마리의 좌우 경골에 제작한 임플란트를 2-3개씩 식립한 후, 6주의 골유착 유도한 기간을 부여한 후 비틀림 제거력을 측정하여 1차 측정치로 기록한 다음, 골 재유착을 얻기 위하여 다시 침하시켰다. 시간 경과에 따른 골유착의 변화를 살펴보기 위해 각각 4일(I군), 1주(II군), 2주(III군), 3주(IV군), 4주(V군), 및 5주(VI군)의 치유기간 후에 2차 비틀림 제거력을 측정하였다. 형광 조사 하에서 골 재형성여부를 검사하기 위해서 각군의 토끼에게 테트라사이클린 15 mg/kg을 근육 주사하였다. 2차 비틀림 제거력을 측정한 후 토끼를 희생시키고 각 실험군당 2-3개씩 총 16개를 제작하였다. 광학 현미경을 이용하여 형광 조사 하에서 골재형성여부를 관찰하였다.

측정된 각 실험군의 1차 비틀림 제거력과 2차 비틀림 제거력의 증감율의 평균을 구하였다. 그리고 각 실험군에서 그리고 실험군간에서 2차 비틀림 제거력이 1차 비틀림 제거력에 대하여 유의한 변화가 있는지 알아보기 위하여 paired t-test, one-way ANOVA, 그리고 DUNCAN 다중비교법으로 통계처리하였다.

결과: 실험 I군과 II군에서는 2차 비틀림 제거력이 감소하였으며 특히 실험 I군은 유의성 있게 감소하였다. 실험 III, IV, V, 그리고 VI군에서는 2차 비틀림 제거력이 유의성 있게 증가하였다. 실험군 간 차이 비교에서, 실험 I, II군과 실험 III, IV, V, VI군 사이에 유의성 있는 차이를 보였다. 형광 조사 검사에서 1주째 시편부터는 임플란트와 골과의 계면 부위에서 형광띠로 나타나는 광물화가 시작되는 부분이 관찰되었으며, 2주째 시편 이후부터는 더욱 분명하게 골생성이 이루어짐을 볼 수 있었다.

결론: 임플란트에 의원성 동요가 발생된 후 힘을 가하지 않은 상태로 일정시간 유지하게 되면 임플란트와 골 사이 계면에 다시 골유착이 발생되며 토끼의 경골에서는 높은 골유착력을 2주 만에 얻을 수 있었다는 것을 알 수 있었다. (대한치과보철학회지 2010;48:308-14)

주요단어: 골 재유착, 비틀림 제거력

서론

임플란트가 개발되어 임상에 적용하게 된 이후, 손실된 치아를 회복하기 위하여 임플란트를 이용한 보철적 회복은 일반적인 치료방법의 하나가 되었다. 이러한 치료방법에서 임플란트와 골과의 유착력은 임플란트의 보철의 성공과 수명을 결정하는 아주 중요한 요소일 것이다. 가능한 빠른 보철회복과 성공을 위하여 임플란트와 골과의 충분한 유착을 가능한 신속하게 얻고 유착력을 높이기 위한 많은 연구들이 있었다.¹⁻⁶ 임플란트의 생체 적합성, 표면처리 방법, 표면의 상태, 부하 조건, 식립 부위의 상태, 수술방법 외에도 임플란트 주위의 골의 양과 질은 임플란트와 골과의 결합강도를 결정하는 아주 중요한 요소라 할 수 있겠다.⁷

일반적으로 임플란트는 식립 후 시간이 경과함에 따라 골과의 결합력이 증가하게 되며 정상적인 기능을 위한 골유착력을 얻기 위해서는 식립 후 충분한 시간을 필요로 한다. 하지만 때때로 충분한 골유착을 얻는데 실패하는 경우도 발생하는데, 특히 골질이 약한 경우는 임플란트 표면처리의 문제 또는 기술

상의 문제로 인해서 임플란트 계면에서의 골형성이 부족하여 술자가 원하는 만큼의 골유착력을 얻지 못할 수 있다. 이러한 경우 보철물 제작 과정이나, 보철물 장착 시에 나사를 조이거나 풀 때 발생하는 비틀림력에 의해서도 골유착 계면의 분리가 일어나는 경우도 있다. Ivanoff 등⁸은 임플란트의 의원성 동요 후, 골의 재유착에 관한 실험에서 의원성 동요 후에 일정한 기간이 지나면 재유착이 일어나며 이때의 재유착력은 비틀림 제거력의 측정에서 의원성 동요를 야기하지 않은 대조군과 유의성은 없다고 하였으며, 장 등⁹은 의원성 동요 시 비틀림 제거력을 측정하고 다시 4주간 재침하하여 비틀림 제거력을 측정한 실험에서 재유착은 발생하며 비틀림 제거력은 유의하게 증가하였다고 보고하였다.

위와 같이 의원성 동요 후 임플란트와 골 사이에는 재유착이 일어나는 것으로 사료되는데 이렇게 재형성되는 임플란트와 골과의 유착을 임상적으로 믿고 이용하기 위해서는 얼마의 기간이 필요한지 그리고 초기 유착 강도와는 얼마나 차이가 있는지 의문을 가지게 되었다.

이에 본 연구는 토끼의 경골에 식립되어 골 유착된 임플란트

*교신저자: 이청희

700-412 대구광역시 중구 삼덕동 2가 188-1번지 경북대학교 치의학전문대학원 보철학교실 053-600-7651, e-mail: chlee@knu.ac.kr

원고접수일: 2010년 10월 13일 / 원고최종수정일: 2010년 10월 18일 / 원고채택일: 2010년 10월 21일

에 의원성 동요를 가하여 계면을 분리시킨 뒤 시간 경과에 따른 골유착력의 변화와 임플란트와 골과의 계면에서의 골 재형성여부를 조직형태학적으로 분석하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

연구 재료 및 방법

순수한 티타늄으로 직경 3.75 mm, 길이 4 mm의 표면처리를 하지 않은 실험용 임플란트를 제작하였다 (Fig. 1). 3.5 kg이상의 토끼 (Female, New Zealand white) 12마리에 2% Xylazine (Rompun, Bayer Korea, Seoul, Korea), 황산 atropine (DAIHAN pharm. Co., LTD, Seoul, Korea), 및 Zoletil 50 (Virbac Lab., Carros, France)을 5분 간격으로 0.15 ml/kg을 근육 주사하여 전신마취 후, 좌·우 경골에 2-3개씩 임플란트 총 52개를 통상적인 방법으로 식립한 후 침하시켰다. 봉합 후 항생제로, Novin-50 (Bayer Korea, Seoul, Korea)을 0.44 ml/kg 근육주사하고, 치유촉진제로 Negasant (Bayer Korea, Seoul, Korea)를 수술부위에 도포하였다. 그리고 수술 후 6 주간의 치유기간을 두어 골유착이 일어나도록 하였다.

1. 1차 비틀림 제거력 측정

임플란트 식립 수술 후 6주가 되었을 때 Digital torque gauge (MGT12, Mark-10, New York, USA) (Fig. 2)를 이용하여 반시계 방향으로 힘을 주어 식립된 모든 임플란트의 비틀림 제거력을 측정하고 1차 측정치로 기록하였다. 비틀림 제거력을 측정한 이후에 가능한 임플란트를 측정 전의 위치로 재위치한 후, 임플란트와 골 계면 사이에 골유착을 얻기 위하여 다시 침하시켰다.

2. 2차 비틀림 제거력 측정

다시 침하시킨 임플란트에 시간 경과에 따른 골유착의 변화를 살펴보기 위해 각각 4일, 1주, 2주, 3주, 4주, 5주의 치유기간

Table 1. Experimental conditions in each group

| Group | 1st healing time (weeks) | N | Interval between 1st and 2nd removal torque test |
|-------|--------------------------|---|--|
| I | 6 | 8 | 4 days |
| II | 6 | 8 | 1 week |
| III | 6 | 9 | 2 weeks |
| IV | 6 | 9 | 3 weeks |
| V | 6 | 9 | 4 weeks |
| VI | 6 | 9 | 5 weeks |

후에 각 실험군에 맞추어 2차 비틀림 제거력을 측정하였다 (Table 1).

3. 조직형태학적 분석

형광 조사 하에서 골의 형성여부를 검사하기 위해서 2차 비틀림 제거력을 측정하기 3일 전에 실험 I, II, 및 III군의 토끼에게 테트라사이클린 15 mg/kg을 근육주사하였고 실험 IV, V, VI군은 침하한 후 11일에 주사하고 2주의 간격으로 같은 비율로 근육 주사하였다. 2차 비틀림 제거력을 측정한 후 토끼를 희생시키고 광학 현미경을 이용한 조직 형태학적 분석을 위한 시편을 각 실험군당 2-3개씩 총 16개를 제작하였다.

광학 현미경 (BX51, Olympus, Tokyo, Japan) ($\times 20$)으로 형광 조사 하에서 신생골의 형성을 알아보기 위하여 관찰하였다.

4. 통계처리

각각의 시간경과에 따른 실험군의 측정된 1차 비틀림 제거력과 2차 비틀림 제거력의 증감율의 평균을 구하였다. 본 연구에서는 표본 수가 상대적으로 작기 때문에 ($n=8$ or 9), 비틀림 제거력과 증감율의 차이를 분석하기에 앞서 정규성 가정에 대한 검토가 필요하다. Kolmogorov-Smirnov 검정을 적용한 결과 두 변수 모두 정규성 가정을 만족하여 ($P>.05$), 비틀림 제거력과 증

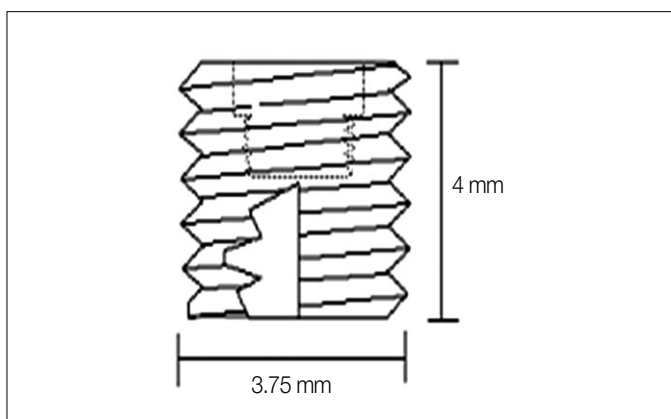


Fig. 1. Schematic diagram of experimental implant.



Fig. 2. Digital torque gauge for removal test (Ncm).

감률의 차이를 모수적 방법을 적용하여 분석하였다. 먼저 각 실험군에서 비틀림 제거력의 차이는 대응표본 t-검정 (paired t-test)을 적용하여 분석하였으며, 실험군에 따른 제거력 증감률의 차이는 분산분석법 (one-way ANOVA)을 적용한 후 Duncan의 다중비교법으로 사후 검정하였다.

모든 통계분석은 SPSS 14.0 프로그램 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 통계적 유의성 판정을 위한 유의수준 (α)은 0.05로 고려하였다.

결과

1. 비틀림 제거력

실험 I군과 II군에서는 비틀림 제거력이 감소하였으며 특히 실험 I군은 유의성 있게 감소하였다 ($P < .05$). 실험 III, IV, V, 그리고 VI군에서는 비틀림 제거력이 유의성 있게 증가하였다 ($P < .05$). 각 실험군 간의 차이를 비교해보면 실험 I, II군과 실험 III, IV, V, VI군 사이에만 유의성을 보였다 ($P < .05$) (Table 2, Fig. 3, 4).

2. 조직형태학적 분석

광학 현미경 (BX51, Olympus, Tokyo, Japan) ($\times 20$)으로 형광 조사 하 관찰에서, 4일째 시편에서는 광물화되는 부분을 발견

할 수 없었으나 1주째 시편부터는 임플란트와 골과의 계면 부위에서 형광띠로 나타나는 광물화가 시작되는 부분이 관찰되었으며, 2주째 시편 이후부터는 더욱 분명하게 골생성이 이루어짐을 볼 수 있었다 (Fig. 5).

고찰

임플란트와 골의 유착력에 영향을 주는 요소는 많이 있다. 그 중에서도 임플란트 주위골의 양과 질은 임플란트의 골 유착력과 상당한 관련이 있다. 상악과 하악에서도 상당한 차이를 볼 수 있는데 일반적으로 하악은 상악보다 더 치밀한 피질골과 두꺼운 해면골을 가진다. 임플란트가 이러한 치밀하고 두꺼운 골에 식립될 때 초기 안정성도 더 얻기가 용이할 뿐 아니라 골유착이 더 강해지며 지대주의 연결이나 제거시의 비틀림에 의해서도 쉽게 골유착이 파괴되지 않을 것이다.

고령이나 당뇨와 같은 질환, 영양상태와 같은 국소적, 전신적 상태에 따라 임플란트 식립부위의 골질의 차이가 생길 수 있으며 치유능력도 차이날 수 있다. 또한 심한 골감소증이나 수술과정에서 골의 질이 좋지 않다고 판단될 때 임플란트의 성공률이 떨어지는 것을 보더라도 수술부위의 골의 질은 중요함을 알 수 있다. 임상에서는 골이식술이나 골증대술, 상악동 거상술 등의 수술을 통해 임플란트가 식립될 부위의 골의 양을 개선시키기 위해 노력한다. 그러나 이러한 노력에도 골질

Table 2. Removal torque value at each group

| Group | Interval | N | Removal torque (Ncm) | | Rate of Increase (%) | P-value |
|-------|----------|---|----------------------|------------------|----------------------|---------|
| | | | Before | After | | |
| I | 4 days | 8 | 7.67 \pm 2.28 | 5.27 \pm 1.80 | -31.3 ^a | .046 |
| II | 1 week | 8 | 5.47 \pm 2.99 | 3.20 \pm 1.26 | -41.5 ^a | .085 |
| III | 2 weeks | 9 | 9.69 \pm 3.65 | 14.05 \pm 7.13 | 49.6 ^b | .034 |
| IV | 3 weeks | 9 | 7.44 \pm 3.10 | 11.54 \pm 2.63 | 56.6 ^b | .014 |
| V | 4 weeks | 9 | 9.77 \pm 4.63 | 14.08 \pm 8.52 | 40.1 ^b | .041 |
| VI | 5 weeks | 9 | 12.00 \pm 6.84 | 16.06 \pm 6.17 | 37.9 ^b | .027 |

^{ab} The same letter means that there is no significant difference between groups at significance level 0.05 by Duncan multiple comparison test.

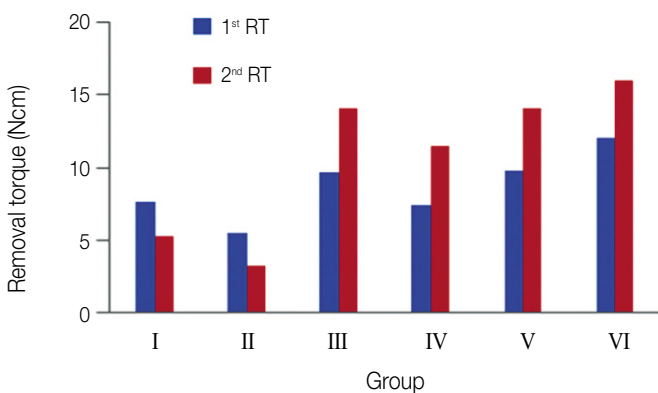


Fig. 3. Comparison of 1st and 2nd removal torque values in each group.

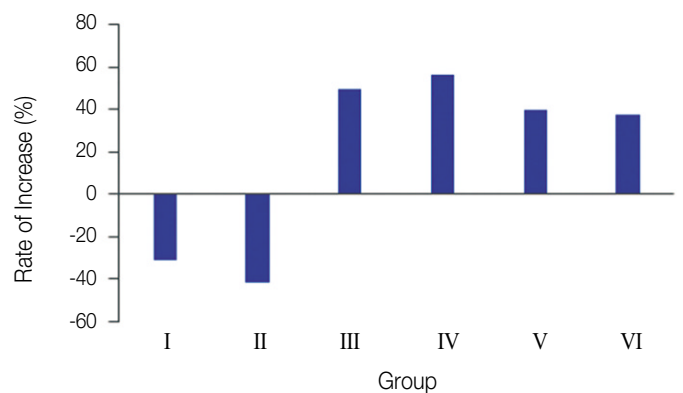


Fig. 4. Rate of increase between 1st and 2nd removal torque values in each group.

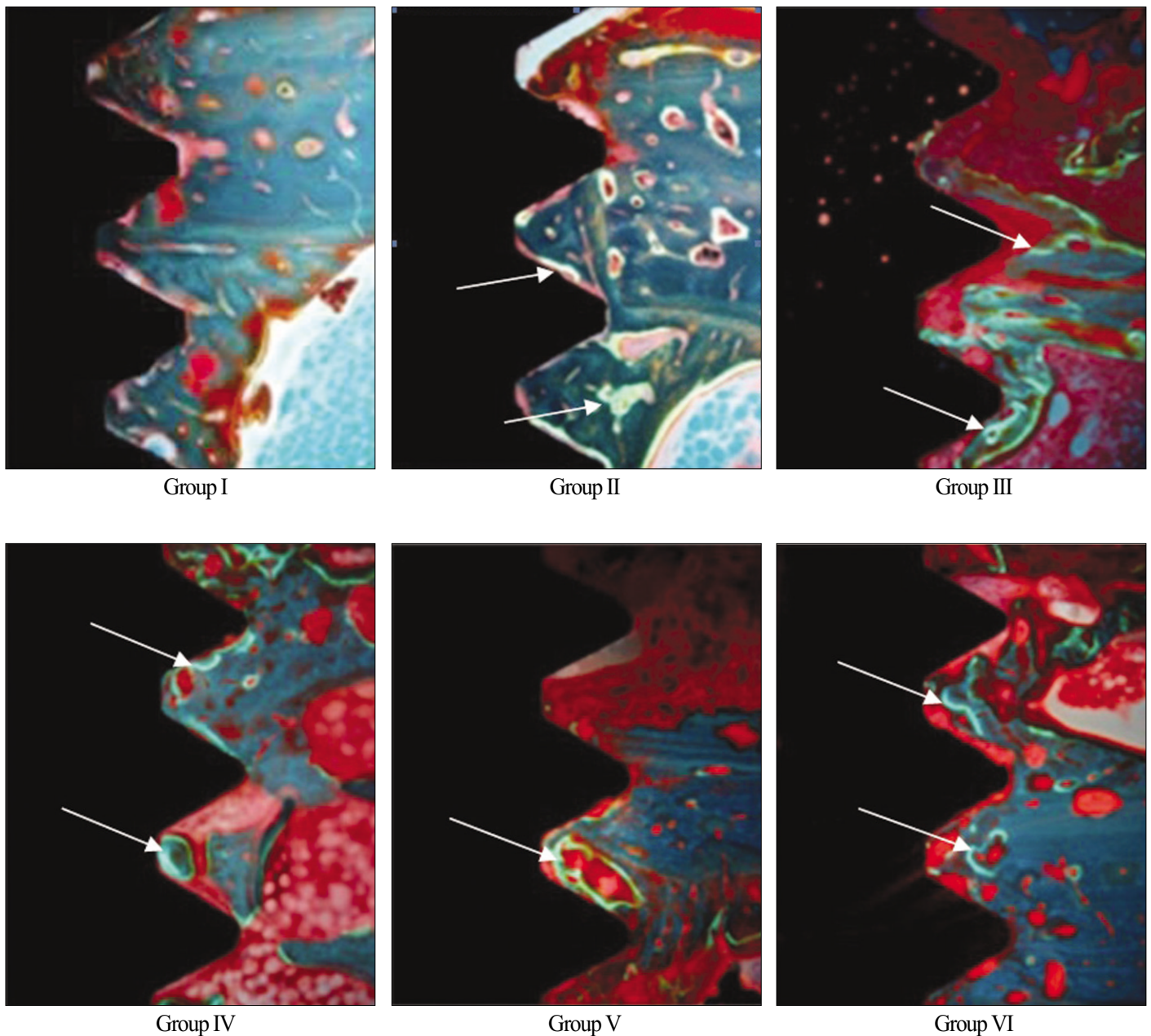


Fig. 5. Fluorescent finding of each group with light microscope (×20). Arrow indicates the fluorescent labeling.

의 향상을 얻기는 어려우며 임플란트의 성공에 영향을 줄 수 있다.

임플란트가 골유착된 후 보철물 제작 시에 30 - 35 Ncm보다 크지 않은 힘이 적용되어야 함에도 불구하고 임상에서 간혹 보철물 제작 시에 그 이상의 힘이 가해지거나 적절한 조임력을 가했음에도 불구하고 임플란트 고정체의 의원성 동요가 발생하기도 한다. 이 경우 재침하시켜서 형성되는 골 유착은 기존의 골 유착과 비교 할 때 어떤 차이가 있는지 또 골 유착력의 변화는 있는지 또 어느 정도의 시점에서 골 유착력의 변화가 일어나는지에 대한 연구는 거의 없다.

Ivanoff등⁸은 의원성 동요 후, 골 재유착에 관한 비틀림 제거력 측정 실험에서, 의원성 동요 후에 재유착은 일어났으나 재유착력의 변화는 크지 않아 대조군과 비교시 유의한 차이가 없다고 하였으나, 장 등⁹은 6주간의 임플란트 골유착 기간을 준 다음 의원성 동요 후 4주간의 재침하 기간을 준 후 임플란트와 골과의 재유착력을 비교하는 토끼 실험에서 초기에 비해 비틀림 제거력이 크게 증가하였다고 하였다.

이러한 연구들을 바탕으로 의원성 동요 후에 충분한 기간을 주면 골과 임플란트 사이에 재유착이 일어나는 것을 예상할 수 있으나 충분한 유착력을 얻기 위해서는 얼마만큼의 기간이

필요한 지에 대하여 알아보기 위하여 토끼의 경골에 임플란트를 식립하고 6주의 시간을 주어 안전한 골유착을 유도한 후 1차 비틀림 제거력을 측정한다음, 재침하를 시킨 후 4일, 1주, 2주, 3주, 4주, 그리고 5주에 임플란트의 비틀림 제거력을 2차로 측정하여 비교하였다.

Roberts 등^{10,12}의 토끼 경골 실험에 따르면 3일 후부터 미성숙골이 형성되기 시작하여 6주의 시간이 흐르면 임플란트 주위 골의 성숙이 관찰되며 미성숙골은 성숙골에 비해서 강도는 약하지만 30-50um/day의 빠른 속도로 형성되며 적절한 환경 하에서 빠른 시간 내에 성숙골로 치환되며 골내 임플란트의 초기치유에 중요한 역할을 한다고 하였는데, 본 실험에서 4일과 1주 실험군에서는 2차 비틀림 제거력이 1차보다 낮게 나타났는데, 이것은 골양조직이 형성되고 이어 시작되는 광물화가 나타나나 임플란트 고정체까지 도달하지 않아 비틀림 제거력에 큰 영향을 주지는 못하기 때문이라고 생각된다. 2주에서부터 5주까지의 실험군에서는 2차 비틀림 제거력이 1차 비틀림 제거력보다 유의하게 높은 결과를 보였는데, 이는 최초의 골유착에 걸린 6주의 시간보다 훨씬 짧은 기간 내에 최초의 골유착력을 넘는 결과를 보임을 알 수 있었고 2주부터는 미성숙골의 광물화가 많이 이루어져서 비틀림 제거력에 영향을 주는 것이라고 생각할 수 있겠다. 비틀림 제거력의 증가율을 살펴볼 때 이전의 장등⁹의 실험에서 98%의 증가율이 나타났다고 하였으나, 본 실험에서는 46.1% 정도의 유의성 있는 증가율을 볼 수 있었다.

형광 조사하에서 조직형태학적 분석에서 테트라사이클린의 침착에 의한 형광띠가 1주인 실험 II군부터 나타나기 시작하였는데 3일 후에 미성숙골의 생성이 나타난다는 보고^{10,12}와는 다르게 본 실험에서는 1주일쯤에서 광물화가 시작되는 것으로 볼 수 있으며 2차 비틀림 제거력의 증가가 1주에 없는 것으로 보아서 이때까지는 임플란트 제거력에 영향을 못 미치는 것으로 보인다.

이러한 본 실험의 결과 1주일에서 시작된 미성숙골의 광물화가 2주가 되면서 충분한 골유착이 다시 일어났다는 것을 알 수 있었다. 즉 2주 정도에서 임플란트의 계면 쪽으로 미성숙골의 광물화가 도달하며 인간의 대사율이 토끼에 비해 3배 정도¹³로 고려하면 이 시기는 인간에서 6주 정도가 될 것이다.

또한 2주 이상 기간에 대한 비교에서 실험군 간에 차이가 없다는 것은 기간을 더 주어도 2차 비틀림 제거력이 지속적으로 증가되지 않는다는 것을 이야기하는 것으로 사료되며, Sernerby 등¹³의 연구에 의하면 6주 정도의 시간이면 미성숙골이 충만골로 대체되는데 충분하다고 하였으며 치밀골이 많은 경골에서는 6주 이후부터는 비틀림 제거력의 변화가 거의 없다고 하였는데 본 실험결과에서는 5주까지 지속적으로 증가하는 것으로 나왔으며 이러한 증가가 지속될 것인지 아니면 언제부터인가 다시 일어날 것으로 생각되는 골재형성에 의해 골유착력이 낮아질 것인지에 대해 좀 더 많은 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

본 실험에서 1차 비틀림 제거력의 값의 편차가 크게 나타났

고 또 큰 1차 비틀림 제거력의 값을 가진 시편의 2차 비틀림 제거력이 상대적으로 적게 증가하였는데 이러한 것은 식립된 임플란트의 근단부가 피질골에 접한 경우에는 양측으로 형성된 고정력으로 인해 의원성 동요로 인한 임플란트 계면에서의 골 자극이 비틀림 제거력의 증가에 미미한 효과를 보였으리라 생각되고 임플란트의 근단부가 피질골과 인접하지 않은 경우는 비틀림 제거력의 증가를 관찰할 수 있었다. 이는 임플란트의 의원성 동요시의 외과적 자극이 국소적으로 골의 형성과 개조 과정을 가속화시키는 작용을 했으리라 생각된다.¹⁰

본 실험에서는 토끼의 경골에 식립된 임플란트에서 의원성 동요 후 시간의 경과에 따른 비틀림 제거력의 변화를 알아봄으로써 의원성 동요후의 비틀림 제거력이 일정 수준으로 증가할 때까지 걸리는 시간을 알아 볼 수 있었고 비틀림 제거력의 증가율을 알아 볼 수 있었으며, 또한 골 광물화가 1주일 경에 일어나기 시작한다는 것을 알 수 있었다.

인간에게서 의원성 동요후의 안정된 골 유착력의 시기를 결정하는 데는 더 많은 연구가 필요하리라 생각되며 또한 임플란트의 디자인이나, 표면처리, 식립되는 골의 종류나 상태에 따라 비틀림 제거력의 차이가 생길 수 있기 때문에 이러한 여러 가지 조건에 따른 더 많은 연구가 있어야 한다고 생각된다.

결론

1. 4일과 1주일의 골 재유착 기간에서는 비틀림 제거력이 감소하였으며, 4일 골 재유착 기간에서는 유의성이 있게 감소하였다.
2. 2주 이상 골 재유착 기간을 준 경우에는 모두 비틀림 제거력이 유의성 있게 증가하였으나, 2주 이상에서는 기간에 따른 차이가 없었다.
3. 2주 이상 골 재유착 기간을 준 실험군과 4일과 1주를 준 실험군 사이에는 유의한 차이가 있었다.
4. 형광조사 검사에서 재유착기간 1주째부터 광물화 형상을 관찰할 수 있었으며 2주 이후의 시편에서는 더욱 분명한 골형성을 볼 수 있었다.

위의 결과로부터, 임플란트에 의원성 동요가 발생된 후 힘을 가하지 않은 상태로 일정시간 유지하게 되면 임플란트 계면에 다시 골유착이 발생되며 토끼의 경골에서는 처음 6주 때보다도 더 높은 골유착력을 2주 만에 얻을 수 있었다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Davies JE. Mechanisms of endosseous integration. Int J Prosthodont 1998;11:391-401.
2. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. J Biomed Mater Res 1991;25:889-902.

3. Cochran DL, Schenk RK, Lussi A, Higginbottom FL, Buser D. Bone response to unloaded and loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a histometric study in the canine mandible. *J Biomed Mater Res* 1998;40:1-11.
4. Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B. Bone tissue response to commercially pure titanium implants blasted with fine and coarse particles of aluminum oxide. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:38-45.
5. Klokkevold PR, Nishimura RD, Adachi M, Caputo A. Osseointegration enhanced by chemical etching of the titanium surface. A torque removal study in the rabbit. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:442-7.
6. Lazzara RJ, Testori T, Trisi P, Porter SS, Weinstein RL. A human histologic analysis of osseotite and machined surfaces using implants with 2 opposing surfaces. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999;19:117-29.
7. Johansson C, Albrektsson T. Integration of screw implants in the rabbit: a 1-year follow-up of removal torque of titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:69-75.
8. Ivanoff CJ, Sennerby L, Lekholm U. Reintegration of mobilized titanium implants. An experimental study in rabbit tibia. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997;26:310-5.
9. Jang JH, Cho JH, Lee CH. Study of the re-osseointegration of implant fixture after mechanical unscrewing. *J Korean Acad Prosthodont* 2010;48:209-14.
10. Roberts WE, Turley PK, Brezniak N, Fielder PJ. Implants: Bone physiology and metabolism. *CDA J* 1987;15:54-61.
11. Roberts WE. Bone tissue interface. *J Dent Educ* 1988;52:804-9.
12. Roberts WE, Smith RK, Zilberman Y, Mozsary PG, Smith RS. Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. *Am J Orthod* 1984;86:95-111.
13. Sennerby L, Thomsen P, Ericson LE. Early tissue response to titanium implants inserted in rabbit cortical bone. *J Mater Sci Mater Med* 1993;4:240-50.

Investigation of osseointegration according to the healing time after having iatrogenic mobility of implant fixtures

Yun-Jin Hwang, DDS, MSD, PhD, Jin-Hyun Cho, DDS, MSD, Cheong-Hee Lee*, DDS, MSD, PhD

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Purpose: The purpose of this study is to analyze the change in re-osseointegration over time and bone reaction at the interface between implant fixture and the surface of the bone, after destroying re-osseointegration by distorting the bone-implant interface artificially. **Materials and methods:** Experimental implant fixtures (cp titanium, ϕ 3.75 mm \times 4 mm) which didn't have surface treatment were produced. Two or three fixtures were implanted on both tibiae of twelve female rabbits (New Zealand white, more than 3.5 kg). Then after six weeks, removal torque (RT) was measured and the results were recorded as the first measurement values. The fixtures were submerged again to get re-osseointegration between the bone and fixture. To identify the change in re-osseointegration of submerged fixtures over time, six groups had the healing time for four days (group I), one week (group II), two weeks (group III), three weeks (group IV), four weeks (group V) and five weeks (group VI), and then the secondary removal torque was measured for each group. To identify the bone formation under fluorescent light, tetracycline (15 mg/kg, IM) were treated on the rabbits of each group. After the second measurement, the rabbits were sacrificed, and 16 slides were made, two or three for each group. The slides were observed under the fluorescent light with light microscope. To find out the change in the secondary removal torque over the primary removal torque in progress of time, the averages of the increase rate of the primary and secondary torque removal force were calculated. Then, to find out if there were any critical differences between the primary removal torque and the secondary removal torque in each group and among the groups, the results were analyzed statistically by paired t- test, one-way ANOVA, and Duncan's Multiple Range Test. **Results:** In group I and II, secondary removal torque decreased, especially in group I. In group III, IV, V, and VI, secondary removal torque increased critically. Comparing the differences among the groups, the critical difference was shown between group I, II and group III, IV, V, VI. Mineralization at the interface between the bone and implant fixture was identified from the first week, and bone formation was shown more clearly from the second week. **Conclusion:** If the implant fixture remains unforced for a certain period of time after the fixture has had iatrogenic mobility, re-osseointegration occurs at the surface of the fixture, and for tibiae of rabbits, higher re-osseointegration was obtained within two weeks. (*JKorean Acad Prosthodont* 2010;48:308-14)

Key words: Re-osseointegration, Removal torque (RT).

*Corresponding Author: **Cheong Hee Lee**

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyungpook National University, 188-1 Samduk-dong, Jung-gu, Daegu, 700-412, Korea

+82 53 600 7651: e-mail, chlee@knu.ac.kr

Article history

Received October 13, 2010/ Last Revision October 18, 2010/ Accepted October 21, 2010