

임플란트 식립 초기 의원성 동요가 최종 골결합에 미치는 영향

곽명배 · 조진현 · 이두형 · 이청희*

경북대학교 치과대학 치과보철학교실

The influence of iatrogenic mobilization in the initial stage of implant installation on final osseointegration

Myeong-Bae Kwak, Jin-Hyun Cho, Du-Heong Lee, Cheong-Hee Lee*

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

Purpose: The aim of present investigation was to find out the influence of several times iatrogenic mobilization in the initial stage of implant installation on bone-implant osseointegration. **Materials and methods:** The experimental implants (3.75 mm in diameter, 8.0 mm in length) were made of commercially pure (Grade IV) titanium, and were treated with RBM (MegaGen®: Ca-P) on lower 4.0 mm part. Only lower part of implant was inserted to bone and the implants were nonsubmerged. The 130 implants (two in each tibia) were inserted into the monocortical tibias of 33 rabbits which each weighed more than 3.5 kg (Female, New Zealand White). According to the removal torque interval, the groups were divided into 13 groups, group I (1 day), group II (1 day + 2 days), group III (1 day + 2 days + 3 days), group IV (1 day + 2 days + 3 days + 4 days), group V (2 days), group VI (2 days + 4 days), group VII (2 days + 4 days + 6 days), group VIII (2 days + 4 days + 6 days + 8 days), group IX (4 days), group X (4 days + 7 days), group XI (4 days + 7 days + 10 days), group XII (4 days + 7 days + 10 days + 14 days) and control group. In the control group, the removal torque was measured at 8 weeks with a digital torque gauge (Mark-10, USA). In the experimental groups, the removal torque was given once, twice, three times or four times by experiment design before the final removal torque and the value was measured each time. The implants were then screwed back to their original positions. All the experimental groups were given a final healing time of 8 weeks after placement, in which values were compared with the control groups and the 1st, 2nd, 3rd or 4th removal torque values in each experimental group. **Results:** In comparison of the final removal torque tests among experimental groups, the removal torque value of experimental groups except group XII were not statistically different that of control group. And the values of group I and II were significantly higher than the values of group VI, VIII, X, XI, and XII. In addition, the values of group III, IV, and V were significantly higher than group XI and XII. In comparison of the removal torque in the each experimental group, the final removal torque were significantly higher in all groups except group VIII, X, XI, and XII. **Conclusion:** If sufficient healing time was allowed, a few mobilization of fixture at the very early stage after the implant placement in the rabbits didn't interrupt the final bone to implant osseointegration. (*J Korean Acad Prosthodont* 2014;52:105-12)

Key words: Dental implant; Osseointegration

서론

Brånemark¹에 의해 상업용 순수 타이타늄을 이용한 골유착성 임플란트의 개념이 소개되고 무치악 환자에서 처음 사용된 이후로 부분 무치악과 단일치아의 수복까지 확대되고 있으며 임상에서 높은 성공률을 보여주고 있다.

골-임플란트 계면의 예지성 있는 유착의 형성은 임플란트 치과학이 추구하는 일관된 목표다. Brånemark에 의해 확립된 2단계 수술은 임플란트 성공의 기준인 골유착을 확실히 얻기 위한 전제조건 중의 하나가 초기에 힘을 가하지 않는 것이다.² 임플란트에 부하를 가하는 고전적 방법은 임플란트 식립 후 골의 질에 따라, 일반적으로 하악은 3개월, 상악은 6개월의 골

*Corresponding Author: Cheong-Hee Lee

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyungpook National University

2177 Dalgubeoldae-ro, Jung-gu, Daegu, 700-705, Republic of Korea

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

Article history: Received March 24, 2014 / Last Revision April 11, 2014 / Accepted April 16, 2014

© 2014 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

유착 기간을 기다린 후에 2차 수술 후 부하를 가하는 것이었다. 즉 타이타늄과 골사이의 골유착을 얻기 위해 3-6개월 동안 부하를 가하지 않는 것과 초기 안정성은 필수불가결한 것으로 간주되어왔다. 만약 골 치유기간 중에 골과 임플란트 계면에 기능이 가해져 임플란트의 미세동요가 생기면 골유착이 되지 않고, 섬유성 조직이 임플란트 주변에 개재된다는 것이다.^{3,4} 임플란트를 2단계로 나누어서 수술을 하며 충분한 골유착 기간을 가지는 것은 정설로 받아들여졌다. 하지만 하악에서 3개월, 상악에서 6개월의 골유착 기간을 둔 후 부하를 가하는 것은 경험적인 것이며 조직학적 또는 실험적으로 확인된 것은 아니다.³

임플란트가 임상에 광범위하게 사용되면서 상실된 치아를 수복할 수 있는 가장 효과적이며 일반적인 방법으로 이용되어지고 있으며 또한 만족할 만한 성공율도 보이고 있다.¹² 이러한 결과들을 바탕으로 최근에는 치료 기간의 단축에 대해 많은 요구가 있으며 치유 기간의 단축을 위해 여러 연구와 임상적 시도가 이루어져 왔다.

하중을 주기 위해서 지대주, 인상용 코핑, 최종 보철물 등을 연결시 불가피하게 고정체의 순간적인 움직임이 있을 수 있다. 골유착이 완성된 후에 골유착이 순간적으로 파괴되는 경우에 대해서는 여러 연구가 있었다. 토끼의 경골에 임플란트를 식립하고 6주 동안의 치유 기간을 둔 뒤 골유착이 실패할 때까지 제거력을 주고 다시 원래의 위치에서 6주 동안의 치유 기간을 거친 후 제거력을 측정했을 때 12주간의 치유 기간을 둔 대조군과 비교시 단층치밀골에서는 통계학적으로 높은 제거력을 관찰하였다고 보고하였다.⁵ 토끼 경골에 식립한 RBM으로 표면 처리된 임플란트 실험에서 6주간의 치유 기간을 두어 골유착을 얻은 뒤 인위적으로 골유착을 파괴하고, 다시 치유 기간을 둔 실험에서 11일이 경과하였을 때 이전의 골결합력을 얻을 수 있었으며 2주 이상 안정시킬 경우에 통계적으로 유의하게 높은 결합력을 나타낸다고 하였다.⁶ 이러한 연구에서 임플란트가 골유착을 얻은 후에 여러 원인으로 파괴되는 경우에는 다시 일정한 치유시간을 주면 일차적인 골유착보다 더 높은 골유착을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있었다.^{5,8}

골유착이 되기 전 임플란트 고정체에 의원성 동요를 준 실험은 많지 않았지만 고정체가 골유착이 완전히 일어나기 전에 고정체에 순간적인 움직임을 주었을 때 임플란트의 최종적인 골결합력에는 유의한 차이가 없었다고 보고하였으며 최종적인 골결합력은 1차 인위적 동요로 측정된 골결합력보다 유의하게 높게 나타났다고 하였다.⁹

이에 본 연구에서는 임플란트 식립 후 바로 일어날 수 있는 고정체의 의원성 동요가 그 후 일어나는 최종 임플란트 골결합에 어떠한 영향을 주는지 알아보하고자 RBM으로 표면 처리된 실험용 임플란트를 토끼의 경골에 식립하고, 임플란트 식립 직후 1회에서 4회에 걸친 여러 번의 동요가 임플란트의 최종 골유착에 어떤 영향을 주는지 알아보하고자 시행되었으며, 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

연구 재료 및 방법

추가적인 수술 없이 반복적인 측정을 하기 위하여 비침습 수술법을 사용하였다. 순수한 티타늄으로 직경 3.75 mm, 길이 8 mm의 실험용 임플란트를 제작한 후 하방 4 mm에 RBM 표면 처리를 하였다(Fig. 1). 3.5 kg 이상의 토끼(Female, Newzealand white) 33마리에 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 전신마취를 시행했다. 수술 전에 면도된 피부에 베타딘으로 소독하고, 수술 부위에 리도케인으로 침윤마취를 시행하였다. 수술은 좌우 경골에 임플란트를 각각 2개씩 총 130개를 통상적인 방법으로 식립한 후 비침습시켰으며, 임플란트는 단층 치밀골(monocortical)만을 이용하였다. 골막과 근막은 흡수성 봉합사(Ø 3.0), 피부는 흡수성 봉합사(Ø 4.0)로 봉합 후 항생제로 Novin-50 (Bayer Korea, Seoul, Korea)을 0.44 mL/Kg 근육주사하고 치유촉진제로 Negasunt (Bayer Korea, Seoul, Korea)를 수술부위에 도포하였다. 수술 후 3일 간격으로 항생제를 추가로 근육 주사하였다.

1. 비틀림 제거력 측정

임플란트 식립 수술 후 각각의 임플란트를 13개의 군으로 나누었다(Table 1). 각각 식립된 시편은 실험조건에 맞는 기간을 둔 후 전신마취 상태에서 Digital torque gauge (MGT12, Mark-10 Co., NY, USA) (Fig. 2)를 사용하여 반시계 방향으로 힘을 주어 식립된 임플란트의 비틀림 제거력을 측정하였다(Fig 3). 비틀림 제거력을 측정한 이후에 대체적으로 임플란트를 측정 전의 위치로 재위치시켰으며, 각각의 실험군의 조건에 맞추어 1회에서 4회에 걸쳐 비틀림 제거력을 측정하였다. 모든 실험군에서 임플란트 식립 후 8주간의 치유기간을 준 다음 최종 비틀림 제거력을 측정하였으며, 대조군은 식립 후 8주의 치유기간을 준 후 최종 비틀림 제거력을 측정하였다.

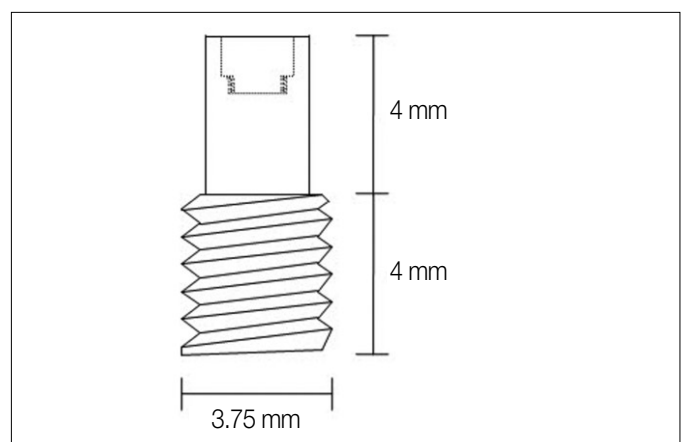
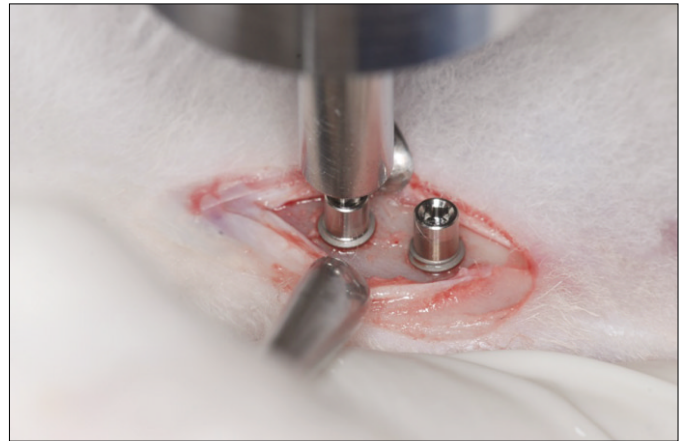


Fig. 1. Schematic diagram of experimental implant.

Table 1. Removal torque test frequency and time interval in each group

G	N	1st RTT time interval after placement	2nd RTT time interval after placement	3rd RTT time interval after placement	4th RTT time interval after placement	Final RTT time interval after placement
I	10	1 day				8 weeks
II	10	1 day	2 days			8 weeks
III	10	1 day	2 days	3 days		8 weeks
IV	10	1 day	2 days	3 days	4 days	8 weeks
V	10	2 days				8 weeks
VI	10	2 days	4 days			8 weeks
VII	10	2 days	4 days	6 days		8 weeks
VIII	10	2 days	4 days	6 days	8 days	8 weeks
IX	10	4 days				8 weeks
X	10	4 days	7 days			8 weeks
XI	10	4 days	7 days	10 days		8 weeks
XII	10	4 days	7 days	10 days	14 days	8 weeks
C	10					8 weeks

C; control group

RTT[®] = Removal Torque Test**Fig. 2.** Digital torque gauge (Ncm).**Fig. 3.** A photograph of the removal torque test holding the sample. The driver is connected to the implant and the jaws of the digital torque gauge (MGT12, Mark-10 Co., NY, USA).

2. 통계처리

각 실험군에서 비틀림 제거력의 평균과 표준편차를 구하였으며, 각 실험군의 값이 정규분포를 따르지 않아 비모수적 방법을 사용하였다. 실험군 사이의 비교에서는 Kruskal-Wallis test로 군간의 평균차이검정을 하였으며, 유의한 차이가 있는 경우 Bonferroni corrected Wilcoxon's rank sum test를 이용하여 사후검정을 하였으며, 실험군내에서 측정시점에 따른 비틀림 제거력 비교에서는 Friedman test로 평균차이를 점검한 후 Bonferroni corrected Wilcoxon's signed rank test를 이용하여 사후검정을 하였다.

결과

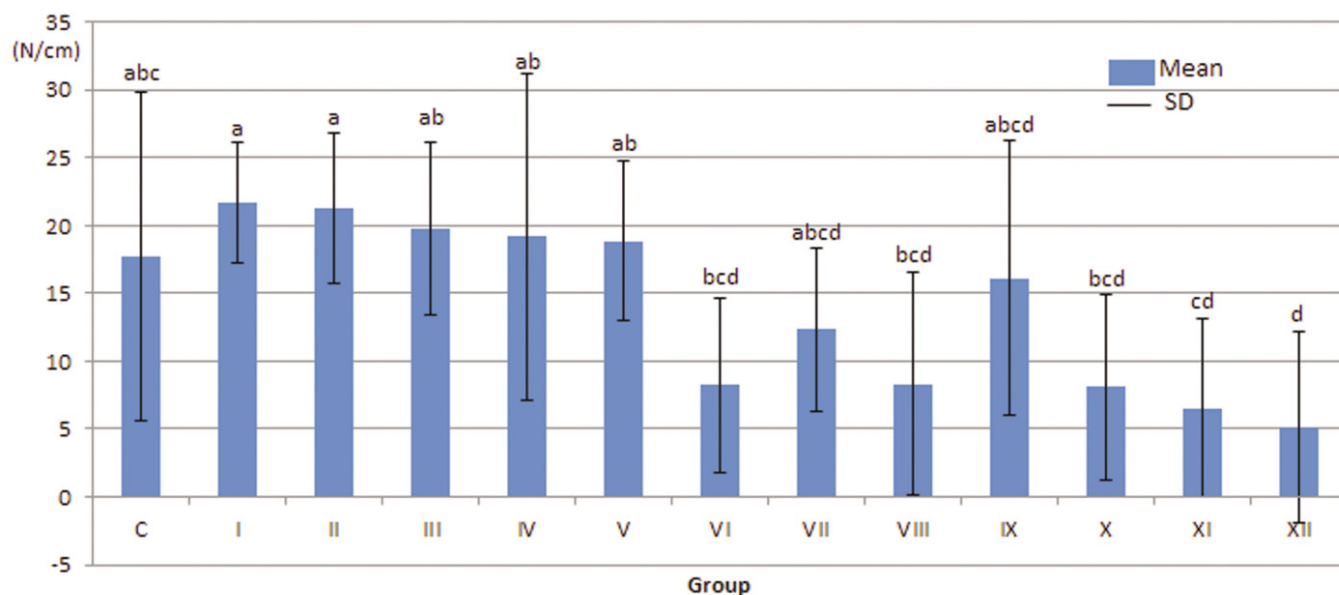
각 실험군에서 측정된 비틀림 제거력의 평균과 표준편차를 구하였다(Table 2). 각 실험군에서 초기 치유기간에 1-4회 측정된 비틀림 제거력과 최종 비틀림 제거력을 비교하였다.

실험 I군에서 VII군까지 그리고 실험 IX군에서는 최종 비틀림 제거력이 다른 초기 치유기간 측정된 비틀림 제거력보다 유의하게 높게 나왔으나, 실험 VIII, X, XI, 그리고 XII군에서는 최종 비틀림 제거력이 다른 초기 치유기간 측정된 비틀림 제거력과 차이가 없는 것으로 나타났다. 실험군내에서 초기 치유기간 1-4회 측정된 비틀림 제거력 사이에는 차이가 없었다.

Table 2. Removal torque force of in experimental groups (N/cm)

G	RTT (Mean \pm SD)					P-value*
	1st	2nd	3rd	4th	Final	
I	4.91 \pm 3.09				21.75 \pm 4.45	.005
II	5.15 \pm 2.96 ^a	4.36 \pm 2.45 ^a			21.27 \pm 5.58 ^b	<.001
III	4.52 \pm 3.83 ^a	3.91 \pm 3.45 ^a	3.71 \pm 2.72 ^a		19.79 \pm 6.41 ^b	<.001
IV	4.22 \pm 1.92 ^a	3.45 \pm 1.66 ^a	3.51 \pm 1.21 ^a	2.90 \pm 0.89 ^a	19.19 \pm 12.05 ^b	<.001
V	3.22 \pm 1.15				18.88 \pm 5.89	.005
VI	2.57 \pm 1.11 ^a	2.65 \pm 0.77 ^a			8.24 \pm 6.47 ^b	.006
VII	3.24 \pm 1.14 ^a	2.93 \pm 0.96 ^a	3.53 \pm 0.81 ^a		12.34 \pm 6.06 ^b	<.001
VIII	3.77 \pm 2.46	3.14 \pm 2.09	3.57 \pm 1.55	4.57 \pm 1.93	8.35 \pm 8.17	.102
IX	3.55 \pm 1.54				16.14 \pm 10.16	.007
X	3.61 \pm 1.85	4.59 \pm 3.04			8.08 \pm 6.84	.459
XI	4.61 \pm 2.89	4.92 \pm 3.41	6.08 \pm 4.52		6.54 \pm 6.55	.416
XII	4.38 \pm 2.07	4.29 \pm 2.01	5.42 \pm 3.24	5.38 \pm 5.17	5.18 \pm 7.07	.536

* P-value is determined by Friedman test.

^{a,b} The same letter means there was no statistically significant difference between groups by Bonferroni corrected Wilcoxon's signed rank test.**Fig. 4.** Comparison of final removal torque force among experimental groups and control group.

* P-value is determined by Kruskal-Wallis test.

^{a, b, c, d} The same letter means there was no statistically significant difference between groups by Bonferroni corrected Wilcoxon's rank sum test.

최종 비틀림 제거력을 실험군간 비교하였다(Fig. 4). 실험 XII 군을 제외하고는 대조군과 유의할만한 차이를 보이지는 않았다. 그러나 실험 I과 II군이 실험 VI, VIII, X, XI, 그리고 XII군보다 유의하게 높게 나타났으며, 실험 III, IV 그리고 V군이 실험 XI과 XII군보다 유의하게 높게 나타났다($P < .05$).

임플란트 식립 초기 골결합 정도를 비교하기 위하여, 각군에서 식립 후 첫번째 측정된 비틀림 제거력인 1일(실험 I - IV군), 2일(실험 V - VIII군), 그리고 4일(실험 IX - XII군)을 비교하였다(Table 3).

Table 3. Comparison of average removal torque force among experimental group I - IV, V - VIII, and IX - XII

G	N	Mean \pm SD	P-value*
I - IV	40	4.70 \pm 2.93 ^a	.043
V - VIII	40	3.20 \pm 1.57 ^b	
IX - XII	40	4.05 \pm 2.12 ^{ab}	

* P-value is determined by Kruskal-Wallis test.

^{a,b} The same letter means there was no statistically significant difference between groups by Bonferroni corrected Wilcoxon's rank sum test.

실험 I-IV군이 가장 높은 비틀림 제거력을 나타내어, 실험 V-VIII군에 비해 유의하게 높았으나, 실험 IX-XII군과는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

고찰

Brånemark은 1977년 10년간의 임상경험에서 하악에서 최소 3개월, 상악에서 최소 5-6개월의 긴 치유기간을 두는 프로토콜을 발표하였다.² 그 이전인 development period (1968년에서 1971년)에서는 식립 후 45-84일에 하중을 주었는데 이런 불충분한 치유기간은 임플란트의 동요도를 증가시킨다고 하였다.^{2,10} 불충분한 치유기간으로 인해 직접적인 골유착 대신에 연조직이 개재되고 임플란트 주위의 괴사된 뼈가 신생골로 바뀌지 못해서 동요가 일어난다고 하중을 조기에 주지 않는 것을 원칙으로 하였으나 최근에는 임플란트가 많이 보급됨에 따라 즉시하중이나 조기하중에 대한 요구가 증가하며 많은 성공적인 보고를 하고 있다.¹¹⁻¹⁴

하지만 아직까지 즉시하중이나 조기하중에 사용되는 용어 자체도 명확하게 정립되어 있지 않다. 2002년 바르셀로나에서 열린 consensus에서는 즉시 하중을 식립 후 24시간 이내, 조기하중을 24시간에서 3-6개월 이내에 하중을 주는 것으로 정의하였으며, 2003년 스위스의 그슈타드에서 개최된 ITI Consensus Conference에서는 즉시하중은 48시간 이내, 조기하중은 48시간에서 3개월 이내라고 정의하였다. 2006년 쥐리히에서 열린 EAO에서는 72시간 내에 대합치와 교합하는 것을 즉시하중이라 정의하였고 2007년 Cochame Report에서는 즉시하중은 1주 이내, 조기하중은 1주에서 2개월 사이 부하를 줄 때라고 규정하였다.¹⁵

즉시하중이나 조기하중을 가하면서 성공적인 골유착을 이루는데 수술, 환자, 임플란트, 교합과 연관된 요소가 영향을 주는 것으로 생각해 볼 수 있다.¹⁶

그중에서 가장 중요한 것이 수술적인 요인으로 임플란트의 초기 고정과 수술 기법이 있다. 모든 요소들 중 임플란트의 초기 안정성이 즉시하중에 가장 중요하며 동요도가 없는 임플란트에 기능 하중을 가하는 것이 성공적인 골유착에 이를 수 있다고 밝히고 있다.¹⁷ 임플란트가 초기 고정을 가지지 못한 망상골에 위치된다면 안정적이지 못한 골절 부위에서 보이는 가관 절증처럼 결합조직에 의해 둘러싸이는 결과에 이를 것이다. 150-500 μ m의 미세동요는 과도한 것으로 간주되며 위대한 미세동요로 여겨진다.^{3,18} 임플란트의 계면에서 150 μ m의 미세동요도를 가하면 골유착보다는 섬유성 막이 생긴다고 하였다. 즉시하중을 가하기 전 미세동요가 없도록 해야 하는 것은 필수적인 조건이라고 할 수 있다. 조심스러운 수술 기법은 적용된 프로토콜에 상관없이 임플란트 성공의 중요한 요소이다. 과도한 수술 외상과 열의 발생은 골괴사와 임플란트가 연조직에 의해 둘러싸이게 된다.¹⁹ 적절한 수술 및 보철 술식이 이루어진 경우 즉시하중을 가하였을 때 crestal bone loss가 submerged protocol에 비해 정상적인 범위에 있다.²⁰

본 실험에서는 즉시하중이나 조기하중에서 인상채득 등 보철과정에서 임플란트 고정체에 미칠 영향이 보철 후 지속적인 동요를 야기하지 않을 때 최종적인 임플란트 고정체의 골유착에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 실험하였다. 식립 직후부터 의도적인 동요를 줄 때 실험의 편리성을 위하여 추가적인 수술이 없는 비침하 방법을 사용하기로 하였고, 그에 적절한 형태의 실험용 임플란트를 의뢰하고 제작하여 사용하였다. 실제 실험에서 비침하 방법은 실험체의 피부의 움직임이 심하여 염증을 조절하는데 많은 어려움이 있었다.

본 실험 결과에서 각 실험군의 임플란트 식립 초기 치유기간에 1-4회 측정된 비틀림 제거력을 최종 비틀림 제거력과 비교하여 보면, 실험군내에서 초기 1-4회 측정된 비틀림 제거력 사이에는 차이가 없었으나 충분한 치유기간을 준 최종적인 비틀림 제거력은 실험 I군에서 VII군까지 그리고 실험 IX군에서는 다른 초기 치유기간 측정된 비틀림 제거력보다 유의하게 높게 나타났으나, 실험 VIII, X, XI, 그리고 XII군에서는 차이가 없는 것으로 나타났다.

또한, 최종적인 비틀림 제거력을 비교해 보면 대조군의 표준 편차가 커서 실험 XII군을 제외하고는 대조군과 유의할만한 차이를 보이지는 않았으나, 실험 I과 II군이 실험 VI, VIII, X, XI, 그리고 XII군보다 유의하게 높게 나타났으며, 실험 III, IV, 그리고 V군이 실험 XI과 XII군보다 유의하게 높게 나타났다. 이것은 임플란트 식립 후 매우 이른 시간 즉 4일 이내에는 매일이든 1-2회이든 일어나는 고정체 동요에도 충분한 치유기간을 줄 경우에 최종적인 골유착에 영향을 주지 않으나, 7일 이후에도 반복적으로 일어나는 동요도의 경우에는 최종적인 골유착에 영향을 주어 충분한 골유착이 생기지 않는다는 것으로 설명된다. 이는 조의 연구⁹에서 4일에 움직임을 주었을 때 최종 골유착이 영향을 받지 않는다는 것과 일치한다. 본 실험에서 4일 이후 반복된 동요에 골유착이 심하게 영향을 받았는데, 이는 조⁹가 4일 이후 1주일에서 다시 동요를 준 경우에 골유착에 영향을 주지 않는다고 한 것과 비교해 볼 때 고정체 동요 후 다시 osteoid가 형성되기 전에 반복적인 동요가 최종 골유착에 지대한 영향을 미친 것이라 생각된다. 이러한 것에 대하여 보다 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

Roberts 등^{17,21}의 토끼 경골 실험에 의하면 3일 후부터 미성숙골이 형성되기 시작하여 6주의 시간이 흐르면 임플란트 주위 골의 성숙이 관찰되며 미성숙골은 성숙골에 비해서 강도는 약하지만 30-50 μ m/day의 빠른 속도로 형성되며 적절한 환경 하에서 빠른 시간 내에 성숙골로 치환되며 골내 임플란트의 초기치유에 중요한 역할을 한다고 하였다. 또한 골유착후 고정체의 의원성 동요에 관한 실험에서는 형광조사 검사에서 테트라사이클린의 침착에 의한 형광띠가 1주후부터 나타나 1주일쯤부터 미성숙골의 광물화가 시작되는 것으로 알 수 있으며 비틀림 제거력의 변화로 보아 2주가 되어야 충분한 골유착이 다시 일어나는 것으로 보고하였다.⁸ 토끼에 식립된 임플란트의 초기 조직 반응 실험에서 식립 후 3일에 osteoid가 형성되고, 1주일

에 파골세포가 나타나고 골형성이 시작되며 2주일에는 망상골 형성이 보이며 나사산에 골형성이 증가한다고 보고하였다.²²⁻²⁴ 기존의 2단계 수술은 초기 수술에 대한 외상으로부터 치유를 위해 하중으로 인한 외력을 3-6개월 격리하는 장점이 있다.²⁵ 따라서 초기 수술로 인한 외상의 치유 결과로 만들어진 미성숙골은 대부분 성숙골로 바뀌며 이런 성숙골은 강도가 더 높기 때문에 교합력의 환경에 더 잘 견딜 수 있다. 그러므로 즉시하중의 원칙은 섬유성 조직의 발생을 감소시키는 것 뿐 아니라 미성숙골의 형성을 최소화하고 교합력을 견디기 위한 성숙골을 돕는데 있다. 본 실험에서는 식립 초기 골결합 정도를 비교하기 위해, 식립 후 1일부터 비틀림 제거력을 측정한 실험 I-IV군, 2일부터 측정한 실험 V-VIII군, 그리고 4일부터 비틀림 제거력을 측정한 실험 IX-XII군으로 묶어서 비교했을 때, 실험 V-VIII군이 가장 낮은 비틀림 제거력을 나타내어, 실험 I-IV군이 유의하게 높게 나타났으나, 실험 IX-XII군과는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 추후 식립 초기 골결합에 대한 조직형태학적 분석이 더해진다면 즉시하중과 조기하중에 대해 실험적인 기반이 제공될 수 있으리라 생각된다.

이번 실험에서는 토끼의 경골에 식립된 임플란트에 식립 초기 1회 내지 4회에 걸친 의원성 동요가 최종적인 골유착에 어떠한 영향을 주는 지 알아보았는데 식립 초기의 몇 회의 고정체의 움직임은 그 후 안정적 치유과정을 거치면 정상적인 골결합을 얻을 수 있는 것으로 나타났으며, 상당한 기간 동안의 지속적인 움직임은 최종 골유착에 나쁜 영향을 주는 것으로 나타나 즉시 혹은 조기 하중을 계획할 경우에는 여러 임플란트를 연결 고정하여 고정체에 안정성을 얻는 것이 중요할 것으로 생각되어졌다.

앞으로도 일시적인 동요뿐 아니라 지속적인 동요가 골유착에 어떠한 영향을 주는지에 대한 연구가 필요하리라 생각되며 임플란트의 디자인, 표면처리, 식립되는 골의 종류나 상태에 따라라도 골결합의 차이가 생길 수 있기 때문에 여러 가지 조건에 따른 많은 연구가 있어야 한다고 생각된다.

결론

3.5 Kg 이상의 토끼의 경골에 실험목적으로 제작한 RBM 표면처리를 한 임플란트를 식립하고 골유착전에 인위적인 동요를 1회에서 4회까지 시간과 횟수를 달리하여 준 다음 임플란트 식립 후 8주간 치유기간을 두고 비틀림 제거력을 측정하여, 골유착의 변화를 관찰하였다.

그 결과, 충분한 치유시간이 주어진다면, 토끼에게 임플란트 식립 후 매우 이른 초기에 지대주에 가해지는 약간의 동요는 임플란트 골결합에 영향을 미치지 않았다. 따라서, 임플란트 식립 후 바로 일어날 수 있는 고정체의 의원성 동요가 그 후 일어나는 최종 임플란트 골결합을 방해하지 않는다는 결론을 내릴 수 있다.

References

1. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1969;3:81-100.
2. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 1977;16:1-132.
3. Szmukler-Moncler S, Salama H, Reingewirtz Y, Dubruille JH. Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: review of experimental literature. *J Biomed Mater Res* 1998;43:192-203.
4. Akagawa Y, Hashimoto M, Kondo N, Satomi K, Takata T, Tsuru H. Initial bone-implant interfaces of submergible and supramergible endosseous single-crystal sapphire implants. *J Prosthet Dent* 1986;55:96-100.
5. 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.
6. Ye SH. An investigation of reosseointegration according to time course after intentional mobilization of implant fixtures. Graduate School, Kyungpook National University. Thesis for a doctorate. 2009, p. 2-25.
7. 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.
8. Hwang YJ, Cho JH, Lee CH. Investigation of osseointegration according to the healing time after having iatrogenic mobility of implant fixtures. *J Korean Acad Prosthodont* 2010;48:308-14.
9. Cho JH. The influence of intentional mobilization of implant fixtures before osseointegration. Graduate School, Kyungpook National University. Thesis for a doctorate. 2011, p. 2-17.
10. Szmukler-Moncler S, Piattelli A, Favero GA, Dubruille JH. Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology. *Clin Oral Implants Res* 2000;11:12-25.
11. Ganeles J, Rosenberg MM, Holt RL, Reichman LH. Immediate loading of implants with fixed restorations in the completely edentulous mandible: report of 27 patients from a private practice. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:418-26.
12. Tarnow DP, Emtiaz S, Classi A. Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1- to 5-year data. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:319-24.
13. Piattelli A, Ruggeri A, Franchi M, Romasco N, Trisi P. An histologic and histomorphometric study of bone reactions to unloaded and loaded non-submerged single implants in monkeys: a pilot study. *J Oral Implantol* 1993;19:314-20.
14. Schnitman PA, Wöhrle PS, Rubenstein JE, DaSilva JD, Wang NH. Ten-year results for Brånemark implants immediately loaded with fixed prostheses at implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:495-503.
15. Wismeijer D, Buser D, Belser D. ITI Treatment guide. 4th ed, Switzerland; Quintessence Publishing; 2010, p. 3-8.
16. Gapski R, Wang HL, Mascarenhas P, Lang NP. Critical re-

- view of immediate implant loading. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:515-27.
17. 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.
18. Brunski JB. Avoid pitfalls of overloading and micromotion of intraosseous implants. *Dent Implantol Update* 1993;4:77-81.
19. Eriksson AR, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *J Prosthet Dent* 1983;50:101-7.
20. Brånemark PI, Engstrand P, Ohmell LO, Gröndahl K, Nilsson P, Hagberg K, Darle C, Lekholm U. Brånemark Novum: a new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 1999;1:2-16.
21. Roberts WE, Turley PK, Brezniak N, Fielder PJ. Implants: Bone physiology and metabolism. *CDA J* 1987;15:54-61.
22. Sennerby L, Thomsen P, Ericson LE. Early tissue response to titanium implants inserted in rabbit cortical bone. *J Mater Science: Mater Med* 1993;4:240-50.
23. Sennerby L, Thomsen P, Ericson LE. A morphometric and biomechanic comparison of titanium implants inserted in rabbit cortical and cancellous bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:62-71.
24. Sennerby L, Gottlow J. Clinical outcomes of immediate/early loading of dental implants. A literature review of recent controlled prospective clinical studies. *Aust Dent J* 2008;53:S82-8.
25. Misch CE. *Contemporary implant dentistry*. St. Louis; Mosby; Elsevier; 1999, p. 799-834.

임플란트 식립 초기 의원성 동요가 최종 골결합에 미치는 영향

곽명배 · 조진현 · 이두형 · 이청희*

경북대학교 치과대학 치과보철학교실

연구 목적: 이 연구의 목적은 임플란트 식립 초기 수회의 의원성 동요가 최종 골결합에 미치는 영향을 확인하는 것이다.

연구 재료 및 방법: 순수한 티타늄(Grade IV)으로 직경 3.75 mm, 길이 8 mm의 실험용 임플란트를 제작한 후, 하방 4 mm에 RBM 표면처리(MegaGen®: Ca-P)를 하였다. 임플란트의 하부만 골에 식립되었으며 비침하시켰다. 수술은 3.5 kg 이상의 토끼의 좌우 경골의 단층 치밀골에 각각 2개씩 130개를 통상적인 방법으로 식립하였다(Female, New Zealand White). 비틀림 제거 간격에 따라, 다음과 같은 13개의 군으로 나누었다; Group I (1일), Group II (1일 + 2일), Group III (1일 + 2일 + 3일), Group IV (1일 + 2일 + 3일 + 4일), Group V (2일), Group VI (2일 + 4일), Group VII (2일 + 4일 + 6일), Group VIII (2일 + 4일 + 6일 + 8일), Group IX (4일), Group X (4일 + 7일), Group XI (4일 + 7일 + 10일), Group XII (4일 + 7일 + 10일 + 14일), 그리고 대조군. 대조군은 식립 후 8주의 치유기간을 준 후 최종 비틀림 제거력을 측정하였다(Mark-10, USA). 실험군은 각각의 조건에 맞추어 1회에서 4회에 걸쳐 비틀림 제거력을 측정하였다. 비틀림 제거력을 측정한 이후에 대체적으로 임플란트를 측정 전의 위치로 재위치시켰다. 모든 실험군에서 임플란트 식립 후 8주간의 치유기간을 준 다음 최종 비틀림 제거력을 측정하여 대조군, 각 실험군의 1, 2, 3, 4번째 비틀림 제거력과 비교하였다.

결과: 실험군 간에 최종 비틀림 제거력을 비교한 결과에서, XII군을 제외한 실험군의 비틀림 제거력은 대조군과 유의할만한 차이를 보이지는 않았다. 그리고 실험 I군과 II군의 값은 VI, VIII, X, XI, XII군의 값보다 유의하게 높게 나타났다. 그리고 III, IV, V군은 XI, XII군의 값보다 유의하게 높게 나타났다. 각 실험군간 비틀림 제거력 비교에서, 최종 비틀림 제거력은 VIII, X, XI, XII군을 제외한 모든 군에서 높게 나타났다.

결론: 충분한 치유기간이 주어진다면, 토끼에게 임플란트 식립 후 매우 이른 초기에 지대주에 가해지는 약간의 동요는 임플란트 골결합에 영향을 미치지 않았다. (대한치과보철학회지 2014;52:105-12)

주요단어: 임플란트; 골결합

*교신저자: 이청희

700-705 대구 중구 달구벌대로 2177 경북대학교 치과대학 치과보철학교실

053-600-7651: e-mail, chlee@knu.ac.kr

원고접수일: 2014년 3월 24일 / 원고최종수정일: 2014년 4월 11일 / 원고채택일: 2014년 4월 16일

© 2014 대한치과보철학회

CC 이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라 이용하실 수 있습니다.