임플란트 식립 후 초기 안정성의 변화

강릉원주대학교 치과대학 치과보철학교실 및 구강과학연구소

박찬진 · 김대곤 · 조리라

골치유 기간 중 임플란트-골 계면에서 일정 수준 이상의 미세동요가 발생하게 되면 임플란트의 골유착이 방해받게 되므로 임플란트 식립 후 초기 골반응에 관해 임플란트 안정성은 하나의 지표가 된다. 본 연구의 목적은 임플란트 식립 후 전향적인 연구를 통해 초기 임플란트 안정성 변화를 추적하여 골치유 양상을 추론하고자 하였다. 총 26명의 환자에게 식립된 30개의 임플란트를 대상으로 하악골에 1회법으로 식립 직후 1주 간격으로 12주간 공진주파수분석을 시행하여 초기 안정성의 변화를 구하였으며 식립 직후와 1개월 간격으로 변연골 흡수정도를 방사선학적 방법으로 측정하였다. 식립 직후와 각 치유기간 동안의 ISQ값 비교에서 식립 4주에서 6주사이에 골질에 따른 차이를 보였으나(P<0.05), 6주 이후에는 골질군 간에는 임플란트 안정성 변화에 차이가 없었다(P>0.05). 방사선학적 검사에서는 변연골의 차이가 관찰기간내에 유의하게 변화하지 않았다(P>0.05). 임플란트 식립 후 초기 골치유과정은 골흡수과정에 연속적인 과정으로 4주 이후 바람직한 골치유과정이 진행됨을 공진주파수분석으로 관찰할 수 있었다. (**구강회복응용과학지** 2013:29(3):272 - 279)

주요어: 초기 골치유, 임플란트 안정성, 골질, 공진주파수분석

서 론

부분무치악이나 완전무치악 환자를 치료하기 위한 나사형 임플란트의 이용은 수십년 간 수많은 임상적 성공에 의해 증명된 매우 효과적인 술식이다.[1-4] 근본적으로 보철물에 의한 하중을 위해 3 - 6개월간의 치유기간을 갖는 것은 거친 임플란트 표면의 개발과 함께 단축되어 6 - 8주간으로 임상적인 성공이 보고될 정도가 되었다.[5] 또한 이러한 짧은 치유기간은 생물학적으로 친수성이 높은 표면을 갖는 임플란트에 의해 가속화된 점이 있다.[6]

기능적인 하중을 위한 필수적인 요소중 하나는 적절한 안정성을 갖는 것이다. 임플란트 안정성이라는 용어는 학술적인 기준의 애매함이 있기는 하나 임상적인 측면에서 유용하게 받아들여지며[7] 주로 식립초기에는 임플란트 나사산이나 표면과 골간의 견고성에 의한 "macro-retention"에 의해 얻어진다. Abrahamsson 등[8]은 개의 악골 실험모델에서 임플란트 식립 1주 후에

교신저자: **조리라**
강릉원주대학교 치과대학 치과보철학교실
강원도 강릉시 죽헌길 7, 210-702, 대한민국
Tel: +82-33-640-3153, Fax: +82-33-640-3113, E-mail: lila@gwnu.ac.kr
원고접수일: 2013년 5월 15일, 원고수정일: 2013년 9월 3일, 원고채택일: 2013년 9월 25일

"osteo-coating"을 보고하기도 하였다. 더불어 Berglundh 등[9]은 bone chamber 모형에서 임플란트 나사산의 첨부가 초기에 기계적인 안정에 기여하지만, 골흡수과정이 진행되어 짧은 기간동안 안정성이 감소됨을 추론하면서 초기 미세 영역에서의 골흡수과정은 초기 치유과정에서 골침착을 유도하게 되는데, 임플란트 수술 식립 직후 임플란트 표면과 골계면에서의 혈병 형성은 4일 정도 후에 육아조직을 유도함을 보고하였다. 이 육아조직은 임플란트 표면에 피막을 형성하게 되고 이어서 생물학적인 안정성을 개시하게 된다고 주장하였다. 연속적으로 2 - 4주 후에는 임플란트-골계면에서 woven bone이 형성된다고 하였다.[8]

공진주파수 분석법(Resonance Frequency Analysis)은 임플란트 안정성 변화를 추적 관찰하기 쉬운 비파괴적 측정방법으로 객관화된 수치를 제공하기에 임플란트 하중 시기를 판단하고, 고정체 주변의 골치유 정도와 임플란트 예후를 판단하기에 유용하므로 임상적으로 널리 사용되고 있다.[7] RFA 값은 골의 양보다는 계면의 견고도가 중요하고 골-임플란트 간 접촉이 RFA와 상관관계가 있음이 증명되었다.[10,11]

본 연구에서는 식립 직후 임플란트 안정성 변화의 추이를 조사하기 위하여 기존의 연구들보다 식립 직후부터 1주일 간격으로 측정함으로써 골치유 양상을 추론해 보고자 하였다.

연구 재료 및 방법

1. 환자 선정

하악의 치아 상실로 인해 임플란트를 이용한 고정성 보철수복을 원하는 환자 중에서 술전 진단 및 치료계획을 위해 사전 검진을 시행한 총 26명의 환자(남자 12명, 여자 14명, 평균연령 49.1 ± 8.3세)를 대상으로 하였다. 환자선정에 있어서 비흡연자이고 전신적인 건강이 양호하며 환자를 대상으로 하였고 임플란트 고정체 식립을 위한 판막 형성시 피질골판이 완전히 형성된 경우와 형성이 덜 된 경우라 하더라도 골삭제에 의해 고정체 주변으로 피질골판이 완전히 감싸는 경우의 환자만 포함하였다. 전신병력이 있거나 골유도가 필요한 경우 등은 제외하였으며 모든 환자는 술전 상세한 설명과 함께 동의서의 내용을 숙지하고 본 연구에 참여하였다. 또한, 치조골 증대술 등의 골이식이 필요한 경우, 중등도의 치주염에 이환되어 치료결과가 양호하지 않은 경우, 그리고 초기 고정력이 양호하지 않거나 제조사에서 추천한 깊이로 식립되지 않는 증례는 제외하였다. 본 연구는 강릉원주대학교 치과병원 임상시험심의위원회의 규정에 의해 사전 심의(GWNUDHIRB 2012-16-3)를 통과하였다. 임플란트는 모두 하악골을 대상으로 식립부위는 단일치 상실부위를 대상으로 하였다(Table I). 임플란트 식립부위의 상실원인은 치주염 등 잇몸질환 20개(66.7%), 치아우식증 8개(26.7%), 파절 2개(6%) 등이었으며(Table II), 치아 상실에서 임플란트 식립까지의 경과기간은 평균 28.3개월이었다.

Table Ⅰ. Distribution of Installed Implants in Mandible

Installed Area	No. of Implants (%)
Premolar region	19 (63.3)
Molar region	11 (36.6)

Table Ⅱ. Causes of teeth missing on implant installation sites

Cause	No. of teeth (%)
Periodontal problem	20 (66.7)
Dental caries	8 (26.7)
Tooth fracture	2 (6.0)
Total	30 (100.0)

2. 임플란트 식립 및 치유지대주 연결

임플란트는 RBM (Resorbable Blast Media) 표면처리된 외부연결형 고정체(SOLA implant® system, Shinhung Co., Seoul, Korea)를 사용하였다. 총 30개의 임플란트가 식립되었으며 제조사의 지시대로 외부연결형 고정체 수술법에 준하여 식립하였다. 식립시 골질의 평가는 Lekholm과 Zarb의 제안에 따라[12] 1인의 술자가 판단하였으며 countersinking 드릴은 식립부위의 협설 및 근원심 골높이 수준에 따라 조절하였다. 고정체 식립시 모두 양호한 초기고정력을 얻었으며 식립 후 치유지대주를 연결하고 판막 봉합시 치유지대주는 판막 상부로부터 최소 1 mm 이상이 되도록 하였다. 식립시부터 1주일 간격으로 임플란트 안정성을 측정하기 위하여 치유지대주는 자연적인 풀림이 되지 않도록 조절하였다.

3. 공진주파수 측정

식립된 각 임플란트 고정체의 안정성 변화를 추적 조사하기 위해 Osstell® (Osstell, Göteborg, Sweden)로 측정된 ISQ (Implant Stability Quotient)값을 식립시부터 1주일 간격으로 조사하였다. 고정체에 연결된 치유지대주를 제거하고 4 - 5 Ncm의 힘으로 transducer를 고정체에 연결한 후(Fig. 1), 3회 측정한 평균값을 기록하였다. 측정은 12주간 시행하였으며 이 후 보철물을 제작하였다.

3. 변연골 수준 측정

식립 직후 1개월 간격으로 치근단 방사선 사진을 촬영하여 변연골수준을 측정하였다. 환자 내원시 평행 촬영법을 위한 구내방사선촬영기(CDX2000U, Biomedisys, Korea)를 이용하여 치근단 방사선사진을 촬영하고 각 나사산 내에 해당하는 영역은 한 사람이 지정하였다(Fig. 2). 영역내 계조도를 보정하고자 포토샵 프로그램(Adobe photoshop 9.0, Adobe, USA)을 이용하여 영상 처리를 하고 변연골과 임플란트의 첫 번째 접촉부를 고정체의 최상부를 기준점으로 하여 변연골 수준을 측정하였다. 위 과정을 두번 반복하여 그 평균을 구하였다.

4. 통계분석

95% 신뢰수준에서 시간 경과에 따른 ISQ 수치 및 변연 골 수준의 변화 양상 비교는 반복측정이

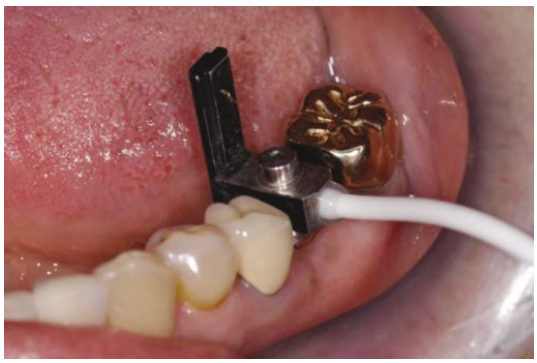


Fig. 1. A transducer (Type A1) connection onto implant fixture.

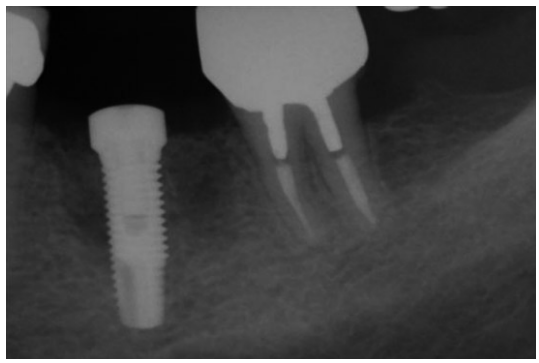


Fig. 2. A healing abutment was secured and a radiograph was taken right after implant installation.

있는 일원분산분석을 시행하였다(SPSS 19.0, SPSS Inc., Chicago, USA). 또한 변연골 수준과 임플란트 안정성의 변화간 상관관계 분석을 위해 Pearson's correlation을 이용하였다.

결 과

1. 임플란트 식립과 관련 합병증

4.0 mm 직경의 고정체가 30개 식립되었으며 길이는 10 mm 17개, 11.5 mm 13개였다. 식립된 임플란트 중 2개의 임플란트가 각각 2주, 3주째 재내원 검진시 치유지대주의 풀림을 보여 재조임 되었다. 봉합사의 조기풀림이 상대적으로 두꺼운 치은점막을 보이는 환자 3명에서 발견되었으나 치유에는 문제가 없었고 클로르헥시딘을 이용하여 적절히 조절되었다. 모든 임플란트는 관찰기간내에 동요나 합병증이 없이 유지되었으며 고정체와 관련된 합병증의 특이사항은 없었다.

2. 골질에 따른 안정성의 변화

골질은 Type 2 혹은 3을 나타내었는데(Table III), Type 2의 경우가 16부위, Type 3의 경우가 14부위였다.

Table IV와 Fig. 3에서와 같이 골질에 따른 비교에서 시간경과에 따라 초기에 임플란트 안정성은 감소의 경향을 보이다가 증가하는 경향을 나

Table Ⅲ. Distribution of Installed Implants according to bone quality

Installed area/ Bone quality	Premolar region n = 19	Molar region n = 11
Type 2	10	6
Type 3	9	5

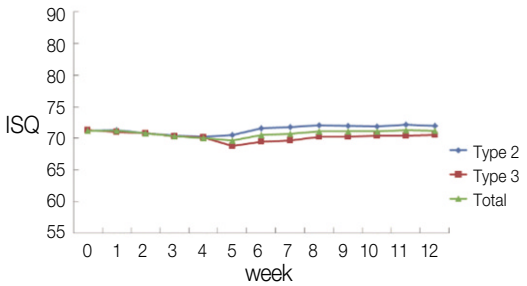


Fig. 3. Implants stability changes according to the time lapse (1 week interval).

Table Ⅳ. Mean (standard deviation) of ISQ values according to the time lapse

Bone quality	Week 0	1	2	3	4*	5*	6*	7	8	9	10	11	12
Type 2	71.2	71.3	70.8	70.4	70.2	70.5	71.6	71.8	72.1	72	71.9	72.2	72
	(1.2)	(1.7)	(2.2)	(2.8)	(3.5)	(4.2)	(5.7)	(4.5)	(4.2)	(3.8)	(3.7)	(3.2)	(3.7)
Type 3	71.3	71	70.8	70.3	70.1	68.8	69.5	69.7	70.2	70.2	70.4	70.4	70.5
	(1.5)	(0.2)	(3.1)	(0.2)	(3.3)	(5.5)	(6.3)	(3.4)	(3.3)	(3.2)	(2.9)	(5.1)	(3.4)
Total	71.25	71.2	70.8	70.35	70.05	69.65	70.55	70.75	71.15	71.1	71.15	71.3	71.25
	(1.3)	(1.8)	(3.1)	(2.4)	(3.3)	(4.8)	(5.8)	(3.7)	(3.4)	(3.5)	(3.6)	(4.5)	(3.5)

*denotes statistically significant difference (repeated measured ANOVA, $P<0.05$)

타내었다. 골질에 따른 임플란트 안정성은 4 - 6주에 사이에 차이를 보였다(P<0.05). 전체적인 고정체의 안정성에 있어서도 4주와 5주사이, 5주와 6주 사이에 유의한 안정성의 변화가 관찰되었다(P<0.05).

3. 변연골 흡수량 및 상관관계

식립시에 비해 1개월 간격으로 3개월간 관찰된 변연골 흡수량은 식립시의 기준위치에 대해 0.2 mm 미만으로 통계적인 유의성이 없었다(P>0.05). 또한, 변연골 흡수정도와 안정성 수치 간의 상관관계는 거의 없었다(r= -0.102, P>0.05).

고 찰

연구 설계시 골치유 과정에 따라 안정성의 변화를 관찰할 목적으로 환자 선정에 있어서 가능한 한 판막 형성시 최상부 피질골판이 완전하거나 골삭제 후 남겨진 골 상부 형태가 완전한 부위를 대상으로 주의 깊게 선택하였다. 단일치 상실부를 갖고 임플란트 수복을 원하는 연속적인 환자에서 이러한 기준에 의해 최종적으로 26명을 본 연구에 포함시켰다. 이는 공진주파수 분석법에 의한 임플란트 안정성의 평가가 기계적인 수치로 제시되는데 상부의 골결손부에 의해 영향을 받기 때문이다. 여러 연구들에서 최상방 피질골과의 관계가 "유효 임플란트 길이(effective implant length, EIL)" 측정 방법에 지대한 영향을 미칠 수 있다고 지적되었기 때문이다.[7,13-15] 즉, 임플란트 안정성에 영향을 미치는 많은 요인들 중 환자 자체에 의한 영향은 피할 수 없으므로 최대한 비슷한 조건을 선택하고자 하였다. 더불어 공진주파수 분석법은 주로 골 상부에 노출된 임플란트 높이뿐만 아니라 골과의 계면에서의 견고도에 의해 주로 영향을 받기 때문이다.[7,15] 골과의 계면에서의 견고도는 식립 직후에는 골표면과의 조임력에 의한 초기안정성과 식립 후 생물학적인 골치유과정을 통한 골유착정도에 의해 영향을 받는다.

치근단 방사선 사진에서 변연골 흡수량은 하중을 가하지 않은 상태이므로 변화가 거의 없었는데, 측정시 대부분 변연골의 변화를 인지하기 어려웠으며 변화량은 평균 0.2 mm 미만으로 식립시 1개월마다 3개월간 측정한 결과에서 잘 유지되었다. 주관적으로 평가된 골질의 경우 골삭제를 위한 첫 드릴링시 천공정도, twist drill 사용시 골저항 정도로 평가한 한계가 있긴 하지만, 통상적인 임상적 방법에 준하여 행하였고 실험 설계상 초기 고정력이 우수한 조건을 택하였으며 염증 등의 합병증이 없었으므로 임플란트의 실패는 발생하지 않았다. 치유 지대주는 식립 후 1주일 마다 반복적인 풀림과 조임이 고정체와 골계면에 큰 영향을 주지 않도록 최소한의 조임력(4 - 5 Ncm)를 유지하였다.

골 치유과정을 비파괴적인 검사법인 공진주파수 분석을 이용하여 안정성 수치로 표현하는 것은 간접적인 관찰결과이기는 하나, Table III에서와 같이 식립 후 완만한 감소를 보였다. 이의 이유는 임플란트 식립 후 임플란트 나사산 첨부 주위로 일어나는 골흡수과정을 통해 식립시의 기계적인 조임력이 완화되는 것으로 추론할 수 있다.[9] Huwiler 등[16]은 17개의 Straumann 임플란트를 이용한 연구에서 식립 1주 후에 안정성 수치가 증가하고 이후 2 - 3주후에 감소하며 4주를 기점으로 통계적으로 유의하진 않으나 약간 증가하는 것 같다고 하였으나 환자의 조건이 엄격하지 않으며 비교적 적은 임플란트 수, 짧은 기간내에 많은 변화량 등이 의문스럽다. 다만, micro-CT를 이용한 해면골의 재구성 자료에서 해면골의 양상 및 골밀도가 초기 1 - 2주의 안정성 수치와 연관성이 유의하지 않다고 한 점은 공진주파수 분석법이 골치유과정을 모니터링하는데 갖는 자체적인 한계임을 지적한 것으로 사료된다.

본 연구에서 보여지는 4주에서 6주사이에 골질에 따른 유의한 차이를 보였는데 골흡수과정에 따른 골형성과정의 전환을 의미한다고 생각되며 여기에는 해면골 구조에 따른 임플란트와

의 접촉량과 임플란트 자체 표면처리에 의한 골형성 촉진능력이 영향을 미칠 수 있을 것이다.[17,18] Sim 등[17]은 상대적으로 낮은 골밀도인 Type 3과 Type 4에서 8주까지는 좋은 골밀도에 비해 낮은 안정성 수치를 나타낸다고 하였으며 두 군간에 차이가 있다고 하였는데, Type 3의 경우는 2주까지 증가하다가 4주까지 감소되는 양상을, Type 4의 경우는 식립시부터 지속적으로 증가한다고 보고하였다. Type 4의 경우 3개의 임플란트를 대상으로 하였으므로 그 결과값의 신빙성이 의심스러우며 본 연구 결과와 상반되는 Type 3의 식립 직후 관찰 결과는 주관적인 판단에 의한 골질 평가가 정확하지 않거나 정밀하지 않은 분류임을 암시한다고 사료된다. 컴퓨터 단층 촬영에서 나타난 각 픽셀에 대한 CT수치(Hounsfield unit)에 의해 객관적이고 정확한 분류가 대안이 될수도 있을 것이다.[19] 그럼에도 불구하고 4 - 6주사이의 안정성의 변화가 골질에 관계없이 증가하는 경향은 본 연구결과와 일치한다는 점에서 이 기간 중에 골치유 양상이 가시적인 변화를 보이는 것이라 생각할 수 있다. 유사한 목적의 실험으로 임플란트 식립 후 초기 골반응을 평가하고자 한 Han 등[18]은 식립 직후 지속적인 감소를 보이다 4 - 5주 사이에 안정성이 증가함을 보고하였는데, 초기 안정성 수치값이 비교적 70 - 75 수준으로 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 임플란트 식립 개수가 충분치 않고 상악과 하악의 데이터를 구분지어 설명하지 않은 점은 지적될 수 있다.

여러 가지 실험적인 한계는 있지만, 본 연구와 여러 연구들에서 추론할 수 있는 점은 골치유 과정은 지극히 생물학적인 과정이므로 외상에 의한 골흡수 과정이 선행되는 연속적 과정으로 이해되어야 하며 적어도 공진주파수 분석법에 의한 가시적인 시기는 4주 정도임을 추론할 수 있지만 좀 더 많은 연구가 필요한 실정이다.

결 론

공진주파수 분석법을 이용하여 임플란트 고정체 식립 후 초기 골치유과정을 관찰하고자 단일치 상실부위에 고정체 식립 직후 치유 지대주를 연결하고 1주일 간격으로 12주간 추적조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 고정체 식립 직후 4주까지 임플란트 안정성은 감소하다가 4 - 6주사이에 증가하는 양상을 보였다.
2. Type 3과 Type 4의 골질에 따라 4 - 6주사이의 안정성 변화는 유의있는 차이를 보였다 (P<0.05).
3. 방사선학적 평가에서 변연골의 흡수는 0.2 mm 미만이었다.

연구비 지원 및 사의

이 논문은 2012년도 강릉원주대학교 학술연구조성비지원(관리번호 2012-0157)에 의하여 수행되었음.

REFERENCES

1. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark PI, Jemt T. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Implants 1990;5:347-59.
2. Nevins M, Langer B. The successful use of osseointegrated implants for the treatment of the recalcitrant periodontal patient. J Periodontol 1995; 66;150-7.
3. Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. II. Etiopathogenesis. Eur J Oral Sci 1998;106:721-64.
4. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15 year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Int J Oral Surg 1981;6:387-416.
5. Quinlan P, Nummikoski P, Schenk R, Cagna D, Mellonig J, Higginbottom F, Lang K, Buser D, Cochran D. Immediate and early loading of SLA ITI single-tooth implants:an in vivo study. Int J Oral

Maxillofac Implants 2005;20:360-370.
6. Buser D, Broggini N, Wieland M, Schenk R, Denzer H, Cochran D, Hoffmann B, Lussi A, Steinemann S. Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface. J Dent Res 2004;83:529-533.
7. Meredith N, Book K, Friberg B, Jemt T, Sennerby L. Resonance frequency measurements of implant stability in vivo. A cross-sectional and longitudinal study of resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partially dentate maxilla. Clin Oral Implants Res 1997;8:226-233.
8. Abrahamsson I, Berglundh T, Linder E, Lang N, Lindhe J. Early bone formation adjacent to rough and turned endosseous implant surfaces. An experimental study in the dog. Clin Oral Implants Res 2004;15:381-392.
9. Berglundh T, Abrahamsson I, Lang N, Lindhe J. De novo alveolar bone formation adjacent to endosseous implants. Clin Oral Implants Res 2003;14: 251-262.
10. Bischof M, Nedir R, Szmukler-Moncler S, Bernard JP, Samson J. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. Clin Oral Implants Res 2004;15:529-539.
11. Nkenke E, Hahn M, Weinzierl K. Implant stability and histomorphometry: a correlation study in human cadavers using stepped cylinder implants. Clin Oral Implants Res 2003;14:601-609.
12. Brånemark PI, Zarb G, Albrektsson T. Tissue Integrated Prostheses : Osseointegration in Clinical Dentistry. Quintessence 1985:199-209.
13. Ericsson I, Rainbow K, Nilner K, Petersson A. Some clinical and radiographical features of submerged and non-submerged titanium implants. A 5-year follow-up study. Clin Oral Impl Res 1997;8: 422-426,
14. Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4641 consecutively placed Brånemark dental implants. A study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. Int J Oral Maxillofac Implants 1991;6:142-146.
15. Meredith N, Shagaldi F, Alleyne D, Sennerby L, Cawley P. The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia. Clin Oral Implants Res 1997;8:234-243.
16. Huwiler M, Pjetursson B, Bosshardt D, Salvi G, Lang N. Resonance frequency analysis in relation to jawbone characteristics and during early healing of implant installation. Clin Oral Implants Res 2007; 18:275-280.
17. Sim C, Lang N. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell™ mentor during implant tissue integration : I. Instrument positioning, bone structure, implant length. Clin Oral Implants Res 2010;21:598-604.
18. Han J, Lulic M, Lang N. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell™ mentor during implant tissue integration : II. Implant surface modifications and implant diameter. Clin Oral Implants Res 2010;21:605-611.
19. Misch C, Kirocos L. Diagnostic imaging and techniques. In:Contemporary implant dentistry, ed. 2, Mosby;1999.pp.73-87.

Initial Changes of Implant Stability from Installation during Early Bone Healing

Chan-Jin Park, Dae-Gon Kim, Lee-Ra Cho

Department of Prosthodontics and Institute of Oral Science, College of Dentistry,
Gangneung-Wonju National University

The concept of implant stability was basically originated from the relative condition of bone-implant interface and has some meanings for evaluation of that interface. In addtion, it has been used for the investigation of initial bone healing process after fixture installation because a degree of micromotion around interface can affect unfavorable clinical results. The purpose of this study is to investigate the mode of initial bone healing from fixture installation through prospective trial. Thirty fixtures were consecutively installed in mandibles of 26 patients with single tooth loss area and then healing abutment were secured for one-stage surgery meothod. Resonance frequency analysis was performed with one week interval during 12 weeks and periapical radiographs were taken at each month. Although marginal bone level change was not shown through observation period (P>0.05), statistical difference of implant stability was shown through 4 and 6 week (P<0.05) and was not shown after 6 week (P>0.05) according to the bone quality. Initial bone healing process is a successive process of bone resorption and favorable bone healing result might be postulated at 4 week interval after installation through RFA. (J Dent Rehab App Sci 2013:29(3):272 - 279)

Key words: Bone quality, Implant stability, Intial bone healing, Resonance frequency analysis

Correspondence to: Lee-Ra Cho
Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University
7 Jukheongil, Gangneung city, Gangwon-do, 210-702, South Korea
Tel : +82-33-640-3153, Fax : +82-33-640-3113, E-mail: lila@gwnu.ac.kr
Received: May 15, 2013, Last Revision: September 3, 2013, Accepted: September 25, 2013