

즉시 하중시, 임시 보철물 단위에 따른 임프란트 주위 골형성 및 안정도 변화

고려대학교 의료원 구강악안면외과
염지훈, 곽옥기, 황석현, 전상호, 최연조, 권종진

I. 서론

단일 혹은 다수의 치아가 상실된 증례에서 기능성, 심미성, 경조직과 연조직의 형태, 발음, 구강내 건강 등을 회복하기 위해서 보철 수복 치료가 요구된다. 보철치료를 대체할 수 있는 치료 방법으로 임프란트 치료가 새로이 대두되었다. 지난 30년 동안 1차와 2차 수술 과정을 거치는 통상적인 임프란트 수복에 대한 적절성이 평가되었고, 근년에 이르러서는 통상의 2회 수술법에서 더 나아가 치료 기간의 단축에 대한 욕구가 매우 강해졌다.

치료 기간의 단축을 위해서 최종 보철물을 장착하는 시기를 앞당기기 위한 방법들이 연구되어 왔지만, 심미적, 기능적 요구 때문에 단지 수복물을 장착하는 시기를 앞당긴다는 점에서 충분히 만족스럽지 못한 부분이 있다. 이런 면에서 임프란트 수술 후 즉시 수복은 획기적이면 서도 매우 매력적인 접근 방법이 아닐 수 없다¹⁻³⁾.

식립과 동시에 하중을 가하는 증례들의 증가와 나아가 발치 후 발치외에 임프란트를 즉시 식립하고 바로 임시보철물 등을 장착하여 치료 기간을 최대한 단축하려는 시도들이 보고되고는 있으나, 아직도 이러한 술식에 대하여는 명확하게 밝혀져야만 하는 부분들이 많이 남아있다.

임프란트 식립 후 즉시 수복으로 교합압을 작용시키면 여러 가지 장점이 있다. 임프란트 수술 당시 임프란트

식립 후, 바로 지대주가 놓일 수 있어 환자를 추가적인 고통으로부터 해방시킬 수 있고, 시간과 비용을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 치유 기간 중에도 환자는 가철식 보철물을 구강 내에 장착할 필요가 없다. 또 다른 장점으로는 임프란트 식립 후 즉시 수복한 경우에 있어서 치유기간 동안 임프란트를 서로 연결 고정하면 생역학적으로 매우 우수한 결과를 얻을 수 있다는 것이다. 또한 심미성이 요구되는 부위에서도 유리하다는 장점이 있다⁴⁾.

성공적인 임프란트를 위해서는 견고한 초기 고정이 필요 한데 이는 손상을 최소화 하는 식립부 골형성, 골과 임프란트 표면 사이의 최대한의 골 접촉, 치유기간동안 임프란트 표면에서 움직임이 없어야 하는 세 가지의 필수 조건이 필요하다⁵⁾. 식립 부위의 골질은 drilling 과정에서 발생하는 골 손상의 정도에 직접적인 영향을 미치며, 이것은 다시 저작력을 감당하는 임프란트 표면과 치조골 사이에서 일어나는 일련의 조직 반응에 영향을 주게 된다. 기본적으로 임프란트의 성공은 적절한 임프란트의 선택과 바른 외과적 시술 그리고 제작할 보철물의 위치나 설계, 교합력 분석 등이 모두 고려되어야 한다^{6,7)}.

일단 임프란트가 치조골과 유착이 일어나면 저작력을 견디는 골 조직의 반응이 장기적인 성공의 가장 중요한 요소가 된다. 임프란트를 통해 주변 골로 전달되는 저작력은 생리적인 범위이어야 하며, 이를 넘어서는 과도한 힘은 주변 골 흡수나 미세 파절 그리고 이로 인한 임프란트의 동요도를 증가시켜 임프란트는 실패한다^{8,9)}. 일반적으로 임프란트는 식립 후 2~4주 경에 Primary stability의 감소와 이에 미치지 못하는 Secondary stability의 증가로 인해 일시적으로 Total stability가 감소하는 Stability dip

Corresponding author : **Jong-Jin Kwon**
Division of Oral and maxillofacial surgery, Department of dentistry,
Anam Medical Center, Korea University, 126-1, Anam-dong,
Seongbuk-gu, Seoul, Korea.
Tel: +82-2 920-5786, Email: kwonjj@korea.ac.kr

Received May10,2011 Revised Jun 1,2011
Accepted Jun10,2011

이 발생하게 되는데 이 시기를 안정적으로 넘기는 것 또한 임프란트 실패를 막는 중요한 요소가 된다.

임프란트에 즉시 부하를 가해 직접적인 골-임프란트 접촉을 도모한 방법으로 2개의 상이한 방식이 제시되었는데 첫 번째는 치료계획보다 더 많은 임프란트를 식립한 뒤 일반적인 치유기간을 부여한 경우이고, 또 다른 방식은 식립한 모든 임프란트에 즉시 부하를 가하는 방법이다. 임프란트는 서로 연결고정하기 때문에 형성되는 계면의 스트레스가 감소되고 안정성, 유지력, 초기 치유 기간 중 임시 보철물의 강도가 증가된다¹⁰⁻¹³⁾.

임프란트 식립 후 지연 부하를 가하는 것이 통상의 방법으로 받아들여질 당시에는 임프란트 상부 보철물을 가능한 연결하여 splint 효과를 내도록 제작해 주는 것이 유리하다고 생각했었다^{22,23)}. 그 이유는 보철물을 splint 할 경우 교합력, 특히 측방력에 대해 상호 보완을 할 수 있기 때문이다²⁵⁾.

최근에는 임프란트의 치료 범위가 단일 치아 보철 수복으로까지 확대되면서 단일 치아 수복의 경우와 2개 이상의 splint한 임프란트 보철 수복의 경우에서 성공률의 차이가 통계학적 유의성이 없는 것으로 나타났다^{23,24)}. 단일 치아 수복시 더 유리하다고 발표한 학자들도 있는 그 장점으로는 치실을 이용한 청결유지가 용의하고, 다수의 임프란트가 식립 path가 다르더라도 보철물 장착에 어려움이 없으며, 보다 자연스러운 외형 구현이 가능하다는 점이었다^{23,24)}.

하지만 이런 여러 가지 학설은 최종 보철물을 대상으로 하여 연구된 논문들을 토대로 하고 있고, 임프란트 식립 후 즉시 부하시에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 거의 진행된 바가 없는 것이 현실이다. 실제로 과연 보철물을 수술 시점에 수복해야 하는가의 문제는 꾸준히 토론되어 왔다. 또한 임프란트에 가해지는 유해한 응력과 하중은 주로 교합 접촉에 의해서 임프란트와 주위 조직에 가해지게 되는데 추적 연구에서 나타나는 부작용들을 살펴보면 성공과 실패를 결정하는 요소로서 교합의 역할이 강조되고 있다³⁾. 그러나 즉시기능 임프란트의 경우에 있어서 보철물 단위에 따른 교합 관계가 임프란트 주위 골형성에 얼마나 영향을 미치는 지에 관한 연구는 상대

적으로 많지 않았고 특히 국내에서의 연구는 더욱 부족하였다.

본 연구의 목적은 즉시 기능 임프란트에 있어서 임시보철물 단위에 따른 교합 관계가 임프란트의 골 형성 및 안정도 변화에 어떠한 영향을 미치는지를 관찰하는 것이다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 실험 동물

실험을 시행하기 전, 동일한 조건하에서 2주간 사육된 체중 20kg내외인 생후 1년 전후의 수컷 성견 총 10마리를 사용하였다. 10마리의 성견을 1주군, 2주군, 4주군, 8주군 그리고 16주군, 이렇게 총 5개의 군으로 분류하였다.

2) Implant

직경 4.0 mm, 길이 10 mm의 internal system의 Neobiotech[®](Neobiotech, Korea) Implants(한 마리당 6개씩) 총 60개를 사용하였다(Fig. 1.).



Fig. 1. Neobiotech Implants of Internal system (diameter 4.0 mm, length 10 mm)

Neobiotech[®](Neobiotech, Korea) Implants는 straight와 taper body의 장점을 조합하여 taper-straight-taper body 외형을 갖추고 있어 drilling과 implant 식립이 용이하고 교합력과 인장력 모두에 잘 견디도록 설계되었으며 bone loss를 최소화하고 상부의 고정력을 증가시키기 위하여 microgroove를 형성하고 macrothread와 긴밀한 연결이 되도록 설계되었다. 또한 thread는 역삼각 곡선형의 형태를 가지고 있어 thread 사이의 bone volume을 최대화하고 self-tapping이 용이하며 수직 교합력은 물론이

고 측방압력에 저항력이 우수하도록 설계되었고 장기적인 안정성이 검증된 RBM (Resorbable Blast Media)을 이용하여 implant의 표면을 처리(Ra=1.2~1.5)를 하였다. 즉시 하중을 위해 자가 중합 아크릴수지; Alike® (GC America Inc., USA)를 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 말치

전신마취를 유도하기 위해 Ketamine(10mg/kg,유한양행)으로 intramuscular injection을 시행하고 말치할 부위에 국소 지혈을 목적으로 1:100000 epinephrine이 함유된 2% lidocaine으로 침윤 마취 한 후, 10마리 성견의 좌, 우 제1, 2, 3 소구치를 발거한 후, 말치창의 치유를 위하여 2개월의 치유기간을 가졌다.

2) 수술 방법

10마리의 성견에게 intramuscular injection으로 Ketamine(10mg/kg,유한양행)을 주사하여 전신 마취를 유도한 후, 임상에서 수술하는 경우와 같이 베타딘으로 구강내외와 수술부위를 소독하고 구강 내는 생리식염수로 세척 후, 1:100,000 epinephrine 함유 2% lidocaine으로 침윤마취를 시행하였다.

하악 좌, 우측 제1, 2, 3소구치부에 full thickness mucoperiosteal flap을 거상하여 치조골을 노출시키고 standard drilling protocol에 따라 guide drill 2mm, twist drill 2.8mm, twist drill 3.5mm를 차례로 사용하여 좌측에 3개와 우측에 3개의 implant bed를 preparation후, 좌우측 각각 3 곳에, 1마리당 총 6개씩의 IT type 임프란트 (직경 4.0 mm, 길이 10 mm)를 식립하였다(Fig. 2).

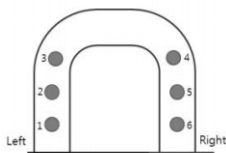


Fig. 2. Implant installation at right and left 1st, 2'd and 3rd mandibular premolar bilaterally

임프란트 식립 후 insertion torque 측정 및 RFA (resonance frequency analysis)를 3회 측정한 후에 5mm solid abutment를 연결하고 Periotest 5회를 측정하고 X-ray 촬영을 시행하였다.

이렇게 각각 1주, 2주, 4주, 8주, 16주, 총 5개 군으로 나누어 loading을 가한 후 희생하고 RFA와 Periotest를 추가 측정하여 비교하였다.

3) 아크릴릭 레진 수복물 제작

Immediate loading을 위해 자가 중합 아크릴수지; Alike® (GC America Inc., USA)를 이용하여 임시 보철물을 제작 하였으며, 접착은 Polycarboxylate cement (Hy-bond?, Shofu Co., Japan)에 바세린을 조금 섞어 사용하였다. 좌측에 식립한 임프란트 중 최전방의 임프란트는 single unit으로 임시 보철물을 제작하여 즉시 하중을 가하였고, 그 후방에 식립된 2개의 임프란트는 서로 연결하여 2 units로 임시보철물을 제작하여 즉시 하중을 가하였고(Fig. 3A-C), 우측에 식립한 세 개의 임프란트는 서로 연결하여 3units로 임시보철물을 제작하여 즉시 하중을 가하였다(Fig. 4A-C).

수술 후 감염을 방지하기 위해 Gentamicin 1 ample (80mg/2ml, 중외제약, 한국)을 주사하고, 다음날 동량의 Gentamicin을 1회 더 주사하였다. 동통완화를 위해 Felden 10mg/0.5ml(한국화이자, 한국)을 주사하였다. 임프란트는 즉시기능 부하 1주, 2주, 4주, 8주, 그리고 16주 후에 각 임프란트의 RFA와 Periotest 측정 후 그 수치를 기록하고 X-ray 촬영 후, 동물을 희생하여 비탈회 표본을 제작하였다.

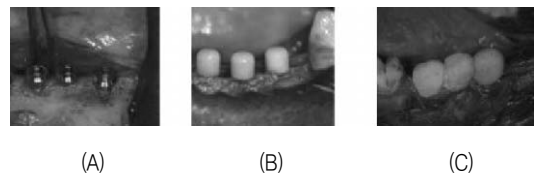


Fig. 3. A. Implant installation at left 1st, 2nd and 3rd mandibular premolar.
 B. Connection the solid abutment.
 C. Single unit and 2 units immediate loading temporary crown ware delivered.

4) 실험동물 희생

1주, 2주, 4주, 8주, 그리고 16주 후에 10마리의 성견에게 Barbitulates 과량을 정맥주사하여 실험동물을 희생시켰고, 연조직을 포함한 임플란트 식립부위의 염증유무, 기타 이상 유무를 육안과 확대경을 이용하여 관찰하였다. 그리고 Periotest, RFA를 이용하여 안정도를 측정하였다. 양측 하악골을 임플란트 식립 부위로부터 3cm의 거리를 두고 골막을 박리하였고 부검용 톱으로 매식체를 포함한 골 조직편을 연조직을 포함하여 조심스럽게 채취한 후 glutaraldehyde 용액에 12시간 이상 저장한 후 osmium tetroxide에 2시간 동안 고정하였다.

5) 관찰 방법

(1) 안정도 측정

임플란트 식립 시 KaVo 진동모터에 나타나는 insertion torque value을 기록하였다. RFA는 3회, Periotest는 5회 측정하였고, 임플란트 측시기능 부하 후 1주, 2주, 4주, 8주, 그리고 16주후에 각 임플란트의 RFA와 Periotest를 각각 3회, 5회를 측정하였다.

(2) 조직학적 관찰

비탈회 표본, 주사현미경 관찰을 하였다. 비 탈회 표본의 경우 시기에 따른 골 형성과정과 접촉면적(BIC), 나사산 사이의 골량(BA)을 계산하여 비교하였다.

30 μ m 두께의 표본을 제작, 컴퓨터에 연결된 Leitz Microvid 장비를 이용하여 관찰하였다. 현미경으로 보면서 임플란트 표면과 골과의 접촉률, 골면적률을 백분율로 나타냈으며 임플란트 몸체 1/3에 해당하는 부위의 나사산 3개 부위 (협설로 6개의 나사산)에서 측정하여 평균치로 나타냈다.

① 비탈회 표본제작

채취된 매식체가 포함된 골조직편을 10% 중성 포르말린 용액에 고정한 후, 2-4mm의 두께로 자르고 다시 고정하였다. 이후 에틸 알코올의 농도를 70%, 80%, 90% 그리고 100% 로 높이면서 탈수를 시켰다. 각각의 과정은 24-32시간 소요되었다. 마지막으로 100% 에틸 알코올에 다시 한번 넣은 다음, 에틸 알코올과 레진의 비율을 3:1, 1:1, 그리고 1:3의 비율로 바뀌가면서 조직에 레진을

침투시켰다. 각각의 과정은 8-12시간 소요되었다.

이후 플라스틱으로 만들어진 틀에 조직을 넣고 액체상태의 광중합레진으로 채운 후 450mm파장의 U.V빛을 이용하여 레진블록을 제작하였다. 만들어진 레진블록을 플라스틱 틀로부터 제거한 후 거친 사포에 갈아 관찰하고자 하는 면을 노출시킨 뒤 반대쪽 면이 보고자 하는 면과 평행한 상태에서 자가 중합레진을 이용하여 반대쪽 면을 슬라이드에 붙였고, 보고자 하는 면을 광중합레진 접착제를 이용하여 슬라이드에 접착시켰다. 이렇게 두 슬라이드가 평행한 상태에서 보고자 하는 면 쪽으로 두께가 200 μ m 가 되도록 절단하여 보고자 하는 면 쪽 슬라이드를 연마하여 접착제의 최종 두께를 제외한 조직의 두께가 30 μ m 정도가 되도록 갈아냈다. 이 때 grinding paper를 P800, P1200, P2500의 순서대로 사용하였고, 마지막으로 P4000을 이용하여 갈아냈다. 이렇게 완성된 슬라이드를 Hematoxilin-Eosin 염색을 실시한 후 Vanox-S research microscope을 이용하여 관찰하였다.

② 조직 형태계측학적 분석 및 관찰하여

골량 및 골 접촉률 계산

표본을 10-15마이크론 두께로 제작하여 컴퓨터에 연결된 Leitz Microvid 장비를 이용하여 관찰하였다. 현미경으로 관찰하면서 임플란트의 표면과 골조직과의 접촉률(BIC)을 측정하였고 골 접촉률과 골량은 백분율로 나타내었으며 임플란트 지대주에 해당하는 부위의 나사산 주위에서 측정하여 평균치로 나타냈다. 또한 치조정 상방에서 협측과 설측 방향에서 골과 임플란트 표면과의 거리를 측정하였다. 치조정 상방에서 최초로 임플란트와 골이 접촉하는 깊이를 측정하여 기록하였다. 골량과 골 접촉률을 계산하여 안정도 및 치조정 골 변화와의 상관관계를 확인하였다.

*BIC (bone-implant contact, 골접촉률)

: total contact surface/

implant circumference X 100

골로 덮이는 임플란트 표면의 비율

*BA (bone area, 골면적률)

: total bone area/total bone tissue area X 100

골수강내에 망상골, 석회화된 골의 비율

6) 통계

본 연구에서 사용된 구체적인 실증분석방법은 첫째, 식립, 희생 여부와 시기 그리고 임프란트 종류를 3가지 unit으로 구분하여 안정도 측정을 1주~16주에 걸쳐서 5회 실험을 실시하였으며 unit의 종류와 시기에 따른 차이를 살펴보기 위하여 이원변량 분산분석을 실시하였다.

둘째, 본 연구의 실증분석은 모두 유의수준 $p < 0.05$ 에서 검증하였으며, 통계처리는 SPSSWIN 12.0 프로그램을 사용하여 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 안정도 변화 측정

1) 임프란트 고정 계수 (ISQ)

식립시 부터 ISQ 수치가 60 이상의 양호한 상태를 유지하였으며 시기별로 볼 때 큰 변화 없이 양호한 ISQ 수치를 보였다.

Single unit은 16주군에서 식립시 ISQ 수치가 83.5에서 희생시 ISQ 수치가 69.3으로 떨어졌으나, 이 수치도 60을 넘어서 양호한 수치를 나타냈다. 또한 1주군에서는 식립시와 희생시의 ISQ 수치가 동일하였으며 4주군에서는 식립시의 ISQ 수치보다 희생시의 ISQ 수치가 증가 되게 나타났고, 2주군과 8주군에서는 식립시의 ISQ 수치보다 희생시의 ISQ 수치가 감소되었으나 각각 78과 75.4를 나타내어 안정적이라 할 수 있는 ISQ수치인 60을 훨씬 상회하였다(Table 1.). 2 units는 1주군을 제외한 2주군, 4

주군, 8주군, 16주군에서 식립시의 ISQ 수치가 희생시의 ISQ 수치보다 떨어졌다. 그러나 이수치는 60을 넘는 안정적인 수치였다(Table 1.). 3 units는 1주군, 4주군, 16주군에서 식립시 ISQ 치가 81.7, 90.3, 83에서 약간 떨어져서 희생시 ISQ 수치 77.7, 83.7, 74.9로 나타났으나 안정적인 ISQ 수치 60을 훨씬 넘었다(Table 1.).

Single, 2 units, 3 units인 3가지 단위의 임프란트와 시기에 따른 ISQ 변화량의 차이가 있는가를 알아보기 위해 이원변량 분산분석(Two-way Anova)을 실시한 결과, 임프란트 단위에 따라서 ISQ 변화량 수치가 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며($p=0.4059$), 시기에 따라서도 ISQ 변화량 수치가 통계적으로 유의한 변화가 없는 것으로 나타났다($p=0.3948$) (Fig. 5.). Single unit의 경우 2주째 ISQ가 감소 후, 4주째 일시적으로 ISQ가 증가하여 8주, 16주 후에 다시 감소되기 때문에 안정적이지 않고, 일반적이지 않는 소견을 보인 반면에 2 units, 3 units인 경우, 4주 때 전형적인 stability dip 현상을 보였다(Fig. 5.).

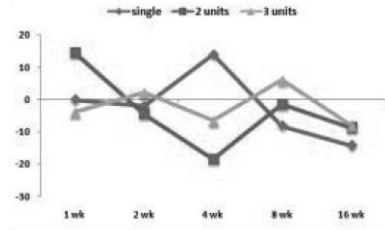


Fig. 5. Changes of ISQ values of 3different temporary crown units of implants at the time of sacrifice.

Table 1. ISQ measured with RFA mentor at the time of installation and sacrifice. The Resonance frequency value measured with RFA mentor were converted to ISQ (Implant stability quotient). Abbreviations used: wk: week(s), inst: installation, sac: sacrifice.

		1 week	2 week	4 week	8 week	16 week	Mean
single	inst	80.0	80.0	70.0	83.5	83.5	79.4
	sac	80.0	78.0	84.0	75.4	69.3	77.3.
	ISQ	0.0	-2.0	14.0	-8.1	-14.2	-
2 units	inst	60.5	88.0	86.0	81.5	86.3	80.5
	sac	75.0	83.5	67.5	79.9	77.6	76.7
	ISQ	14.5	-4.5	-18.5	-1.6	-8.7	-
3 units	inst	81.7	85.0	90.3	77.7	83.0	83.5
	sac	77.7	87.0	83.7	83.7	74.9	81.4
	ISQ	-4.0	2.0	-6.6	6.0	-8.1	-

Table 2. Periotest values are expressed as a number between -8 (highest stability) ~ +50 (highest instability). Abbreviations used: wk: week(s), inst: installation, sac: sacrifice.

		1 week	2 week	4 week	8 week	16 week	Mean
single	inst	-3.7	-8.0	-7.7	-4.3	-6.0	-6.0
	sac	-6.0	-7.4	-6.2	-6.8	-7.8	-6.9
	ISQ	-2.3	0.6	1.5	-2.5	-1.8	-
2 units	inst	0.8	-8.0	-6.7	-6.0	-4.3	-4.9
	sac	-5.1	-7.9	-6.5	-6.6	-7.8	-6.8
	ISQ	-5.9	0.1	0.2	-0.6	-3.5	-
3 units	inst	-4.2	-7.3	-7.3	-4.4	-4.9	-5.6
	sac	-4.7	-7.6	-7.2	-6.7	-7.0	-6.6
	ISQ	-0.5	-0.3	0.1	-2.3	-2.1	-

2) Periotest Value (PTV)

Single unit은 2주군 및 4주군에서 식립시 PTV 수치가 각각 -8, -7.7에서 희생시 PTV 수치가 -7.4, -6.2로 안정도가 떨어졌으나 1주군, 8주군, 16주군에서는 식립시 PTV 수치보다 희생시 PTV 수치가 더 양호하게 나타났다(Table 2).

2 units 역시 2주군 및 4주군에서 식립시 PTV 수치가 -8, -6.7에서 희생시 PTV 수치 -7.9, -6.5로 안정도가 떨어졌으나 나머지 1주군, 8주군, 16주군에서는 식립시 PTV 수치보다 희생시 PTV 수치가 더 양호하게 나타났다(Table 2).

3 units은 2주군에서 식립시 PTV 수치가 -7.3보다 희생시 PTV 수치가 -7.6으로 향상되어 좋아졌고 1주군, 8주군 16주군에서는 희생시 PTV 수치가 각각-4.7, -6.7, -7로 나타나서 양호하게 나타났다. 4주군에서는 식립시 PTV 수치가-7.3에서 희생시 PTV 수치가 -7.2로 안정도가 떨어졌으나 양호한 수치를 나타냈다(Table 2).

Single, 2 units, 3 units type인 3가지 단위의 임프란트와 시기에 따른 PTV 변화량의 차이가 있는가를 알아보기 위해 이원변량 분산분석(Two-way Anova)를 실시한 결과, 임프란트 종류에 따라서 PTV변화량은 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으며(p=0.2938), 시기에 따라서도 PTV 변화량 수치가 통계적으로 유의한 변화가 없는 것으로 나타났다(p=0.3885)(Fig. 6).

세 가지 단위의 임프란트들이 2주군과 4주군에서 희생

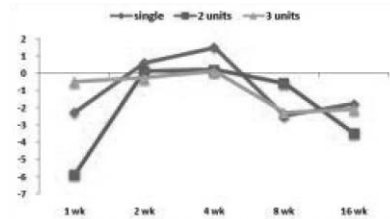


Fig. 6. 3 units PTV

시 PTV 수치가 떨어지는 이유는 일차안정도와 이차안정도 사이에서 일시적으로 안정도가 떨어지는 Stability dip 현상으로 볼 수 있다(Fig. 6).

2. 조직 형태계측학적 분석

1) 시기별에 따른 골면적률(BA) 분석

Single unit 임프란트의 골면적률은 1주의 56.91%에서 2주째의 측정치에서 가장 낮은 수치인 38.81%로 감소를 보이다 4주째부터 다시 45.89%로 증가하는 양상을 보였으며, 8주경과 후 및 16주 경과후의 결과에서 각각 79.25%, 75.12%의 결과를 보였는데, 이는 즉시 하중을 가하여도 시간이 지남에 따라 골이 기능성 회복을 하는 것을 보여주었다. 2 unit 임프란트의 골면적률은 1주에 비해 2주째의 측정치에서 증가된 수치를 보였으나 4주째부터 감소된 수치를 보였다. 3 units 임프란트의 골면적률은 1주째에 비해 2주째부터 증가된 수치를 보였으며 4주째에는 최고 수치인 64.84%를 보였으나 8주째부터 다소

Table 3. Changes of BA. wk: week(s)

	1 wk	2 wk	4 wk	8 wk	16 wk
single	56.91	38.81	45.89	79.25	75.12
2 units	47.54	63.42	55.33	48.02	46.53
3 units	49.55	51.93	64.84	62.89	61.24

Table 4. Changes of BIC. wk: week(s)

	1 wk	2 wk	4 wk	8 wk	16 wk
single	53.95	46.91	68.20	83.26	81.56
2 units	41.8	73.14	60.51	76.86	72.96
3 units	42.7	77.22	82.86	76.47	76.21

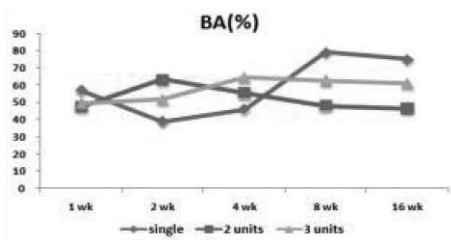


Fig. 7. Changes of BA. BA do not show statistically significant differences between 3 different temporary crown units of implants.

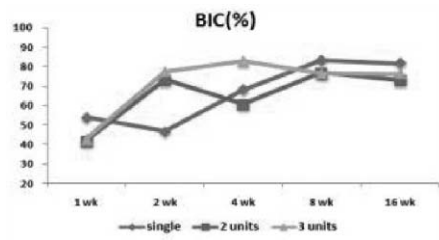


Fig. 8. Changes of BIC. BIC do not show statistically significant differences between 3 different temporary crown units of implants.

감소된 수치를 보였으나 시간이 경과함에 따라 전반적으로 안정된 수치를 보였다(Table 3., Fig. 7).

2) 시기별에 따른 골접촉률 분석

Single unit 임플란트의 골접촉률은 1,2주에서는 감소 수치를 보이다 4주에서는 68.20%로 증가 수치를 보였으며, 8주에서는 최고 수치인 83.26%의 측정치를 보여 전형적인 stability dip 현상을 보였다. 2 units 임플란트의 골접촉률은 1주군에서 가장 낮은 수치를 보이다 2주째에는 73.14%로 증가되었으며 4주째에는 다시 감소된 양상을 보였다. 3 units 임플란트의 골접촉률은 1주에서는 비교적 감소된 수치를 보이다 2주째에서 증가되어 8주째에는 82.86%로 높은 수치를 보이다 8주째부터 다시 감소된 양상을 보였다.(Table 4., Fig. 8.)

IV. 총괄 및 고찰

1950년대부터 90년도 중반까지는 임플란트의 성공적인 골유착과 다양한 식립술에 관한 연구가 진행되어져 왔

고, 이에 따른 임플란트 디자인과 표면 처리의 변화 등이 시도되어 90년도 후반에는 대부분의 임플란트에서 높은 성공률을 보여주었다. 그 당시 임플란트 상부에 기능적 부하는 골 유착을 방해하여, 결국에는 임플란트와 골 계면간에 직접적인 골 형성이 아닌 섬유조직에 의한 결합이 일어난다고 생각하였다. Albrektsson등에 의하면 골 유착은 하중이 가해지지 않은 상태에서만 일어날 수 있으므로 골유착이 이루어지기 위해서는 일정한 치유기간이 필요하며, 기능적 하중은 그 이후에 이루어져야 한다고 하였으며, 따라서 임플란트 식립 후 첫 일개월이 가장 중요하다고 하였다^{24,25)}. 일단 골유착이 일어나고 그 이후 임플란트에 적절한 하중이 주어진다면 임플란트 표면을 따라서 적절한 하중의 분산과 함께 골형성 및 골유착을 위한 조건이 형성된다^{24,25)}.

과거 임플란트 식립 후 즉시 하중을 부여하면 임플란트 주위 섬유조직의 형성으로 인하여 성공률이 떨어진다고 보고되었으나 현재에 와서는 그 원인이 불량한 임플란트 디자인, 하중에 대한 기계적 측면에 대한 이해부족 등으

로 판단하고 있다. 따라서 대부분의 임프란트가 우수한 표면처리 및 디자인의 조건을 만족시키고 있는 현재에는 즉시 부하에 따른 부작용이 크지 않다는 것이 받아들여지고 있다^{30,31,32}.

이러한 시도는 최종 수복까지 소비되게 되는 약 3-6개월 정도의 시간이 의사에게는 환자에게 부가적인 임시 보철물을 만들어 주어야 하는 등의 불편을 주고, 환자에게는 기능적 또는 심미적인 불편을 주어 의사와 환자 모두에게 임프란트 술식에 대한 만족감을 떨어뜨릴 수밖에 없는 현실을 극복하는 것을 가능하게 해준다⁹.

즉시 하중 임프란트가 시도된 초기에는 교합 하중을 비교적 적게 받을 수 있는 상악 전치부나 주위 치아들에 의해 교합 하중을 분산시킬 수 있는 단일치 수복에 주로 시도되어 높은 성공률을 보였다. 즉시 하중 임프란트 수복에 관한 연구는 1990년 Schnitman 등이 58개의 Brånemark system 임프란트를 9명 환자의 하악 전치부에 식립한 후 3년에서 6년 관찰 결과 85.7%의 생존율을 보고하였다. 최근에는 부분 무치악이나 완전 무치악에서도 긍정적인 연구 결과를 나타내고 있다.^{18,19} 1997년 Becker 등은 즉시 하중 임프란트에서 골질과 골량을 평가한 결과 1년 연구분석에서 95.6%의 성공률을 보고하였다²⁰. 같은 해 Schnitman 등은 역시 즉시 하중 임프란트에서 10년 연구 분석한 결과 84.7%의 성공률을 보고하였다²⁰. 2000년 Horiuchi 등은 무치악 환자에서 최소 5개, 길이 10mm 이상의 임프란트를 식립 후 즉시 하중을 가해 97%의 성공률을 보고하였고²¹, 2001년 Chow 등은 14명의 하악 무치악 환자에게 4개 임프란트를 식립 후 즉시 하중을 주어 100%의 성공률을 보고하였다²². 본 연구에서도 16주까지 경과관찰한 결과, 식립된 60개의 임프란트 모두 탈락이나 동요도 없이 안정적인 상태로 유지되었다.

즉시 하중 임프란트 술식에 영향을 줄 수 있는 요인을 살펴보면 발치창, single restoration or multiple splinted restoration, 임프란트 길이와 직경, 표면 처리와 디자인, 임프란트 개수, 식립 술식과 insertion torque, occlusion 형태, bone density와 quality 등이 있지만 즉시 하중 임프란트에서 초기 고정과 함께 가장 중요한 성공 요인에 속하는 것이 교합 형태이다. 이는 유해한 응력과 하중은 주

로 교합 접촉에 의해서 임프란트와 주위 조직에 가해지게 되기 때문이다^{21,22}. 또한 Single Teeth restoration과 Multiple Splinted restoration에 따른 영향도 중요한 요인으로 2003년 Rocci 등은 machined surface 임프란트를 이용한 연구에서 single restoration(81%)보다 multiple splinted restoration(94%)에서 성공율이 높다고 보고하였다²³. 하지만 이번 연구에서는 임프란트 안정도 측면에서 unit간 통계학적 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 교합력의 조절은 즉시 하중에서 필수적이다. 보철물의 디자인으로 cross-arch implant splinting은 일차 안정성을 증가시켜 즉시 하중 술식에 추천된다. 적절한 교합분석, 비기능적 습관, 잔존치에 의한 교합지분산 등은 즉시 하중을 가하기 전에 고려되어야 할 요소이다^{30,31,32}.

또한 적절한 연결고정은 임프란트의 미세 움직임을 critical level로 낮춤으로써, 신생골의 자극을 촉진시킨다고 보고되고 있다. 최근 연구 결과는 하중이 미치는 영향은 골조직 미세 환경에서의 움직임에 달려있음을 보여준다²⁷. 특정 역치 이상의 하중은 변연골 상실, 임프란트 실패를 야기한다고 하는데, 다른 보고에서는 임프란트 주변골과 계면에 석회화된 골량을 증가시킨다고 한다^{23,34}. 본 연구에서도 골면적률이 16주에서 모두 45% 이상인 것으로 확인되었고, 시간이 경과될수록 골면적률 변화가 크지 않고 안정적인 상태로 유지되는 것으로 나타났다. 또한 골접촉률도 16주에서 모두 70% 이상으로 높게 관찰되었다.

상부 보철물 형태에 따른 치조 변연골 변화에 대한 것을 보면, 술 후 12개월까지의 골 흡수량에서 단일 임프란트나 2개의 임프란트가 연결된 보철물 일 때 보다는 3개의 임프란트를 연결하는 좀 더 긴 상부 보철물 일 때 더 많은 골 흡수 양상을 보였다. 이 또한 앞서 언급한 것처럼 초기 식립 깊이에 따른 변연골 변화와 관련이 있는 것으로 생각된다²⁴.

본 연구에서는 단일치 수복을 위해 1개의 임프란트를 식립하는 경우를 제외하고는 2개 이상의 임프란트를 연속적으로 식립시 모두 스프린트를 해 주었는데 이는 임프란트에 가해지는 전체 교합 하중이 각각의 임프란트에 잘 분산이 되도록 하기 위함이었다.

또한 본 연구에서는 임시 보철물 단위에 따른 성공률이나 치조 변연골 흡수에서 큰 차이는 보이지 않았으나, 2003년 Rocci 와 Martignon³⁹⁾는 절삭 가공된 표면의 임프란트를 이용한 연구에서 단일수복(81%)보다 다수의 스프린트를 이용한 수복(94%)에서 성공률이 더 높았음을 보고하였다.

골유착의 완성도를 높이고 견고한 안정성을 확보하기 위해 무엇보다 중요한 것은 수술 전에 주의 깊은 방사선학적 관찰을 통해서 시술부위의 골질이나 골량, 골폭 등에 대한 충분한 사전 지식을 얻어내야 하며 임프란트 예후에 영향을 미칠 수 있는 구강 악습관 등에 대해서도 충분히 파악하여 성공적인 임프란트 수복이 이루어지도록 노력해야 하는 것이다.

이상의 결과들로 안정도변화에서는 임시 보철물 단위에 따른 큰 차이가 존재하지 않고, 초기에는 감소했으나 8주, 16주로 갈수록 모두 안정성 기준으로 적합하였으며, 골량과 골접촉에도 초기에는 감소했으나 8주, 16주로 시간이 갈수록 양호한 소견을 보임에 따라서 임프란트 식립후 즉시 하중시에 임시 보철물 단위에 상관없이 양호한 소견을 보인다고 생각된다.

V. 결 론

1. 식립된 60개의 임프란트는 모두 경과관찰이 이루어진 16주까지 동요나 탈락 없이 안정적인 상태를 유지하였다.
2. 세 종류의 임시 보철물 단위에 따른 임프란트에서 시기별 RFA값과 Periotest값의 변화에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.
3. 각 시기별로 각 임프란트간의 골면적률과 골접촉률은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고, 장기적 관찰에서는 유사한 경향을 나타내었다.

본 연구에서는 임시 보철물 단위에 따른 성공률이나 치조 변연골 흡수에서 큰 차이를 보이지 않았으며 앞으로 골유착의 완성도를 높이고 견고한 안정성 확보를 위해

자가 중합 아크릴수지가 아닌 다양한 종류의 보철 재료에 따른 보철물 단위에 대한 연구가 필요하며, 아울러 충분한 표본수를 이용하여 장기적인 골 형성 과정에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Asbell MB. A historical perspective. Bryn Mawr, Penn. Dorrance Company, Inc 1998;45:52-60.
2. Atilla G. A rare find in Anatolia - A tooth implant (mid-sixth century B.C.). J Oral Implant 1993;19:54-7.
3. Coleman AI. A syllabus in the study of history of dentistry. USC COD, LA 1970;5-12.
4. Friberg B, Sennerby L, Roos J(eds). Evaluation of bone density using cutting resistance measurements and microradiography. An in vitro study in pig ribs. Clin Oral Implants Res 1995;6:164-71.
5. Quirynen M, van Steenberghe D. Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. Clin Oral Implants Res 1993;4:158-61.
6. Jeffrey Ganeles, Daniel Wismeijer. Early and Immediately Restored and Loaded Dental Implants for Single-Tooth and Partial-Arch Applications. Int J Oral Maxillofac Implants 2004;19(Suppl):92-102.
7. Grunder U, Polizzi G, Goene R, et al. A 3-year prospective multicenter follow-up report on the immediate and delayed immediate placement of implants. Int J Oral Maxillofac Implants 1999;142:210-6.
8. Yingying S. Comparative study of single-thread, double thread, and triple thread dental implant: a three-dimensional finite element analysis. World J Modelling Simulation 2007; 3:310-4.
9. Misch CE. A scientific rationale for dental implant design. In: Misch CE, (ed.). Contemporary Implant Dentistry, 2nd ed. St. Louis: Mosby 1999; 329-5.
10. Chaushu G, Chaushu S, Tzohar A, Dayan D. Immediate loading of single-tooth implants: Immediate versus non immediate implantation. A clinical report. Int J Oral Maxillofac Implants 2001;16:267-72.
11. Haas R, Mensdorff-Pouilly N, Mailath G. Branemark single tooth implants: A preliminary report or 76 implants. J Prosthet Dent. 1995 ; 73:274-9.
12. Chang, T.L., Roumanas, E., Jovanovic, S.A. & Beumer III, J. Prosthetic aspects of dental implants. In: Newman, M.G., Takei, H.H. & Carranza, F.A., eds. Carranza's clinical periodontology, 9th edition 2002;922-30.
13. Naert, I.E., Duyck, J.A., Hosny, M.M. & Van Steenberghe, D. Freestanding and tooth implant connected

- protheses in the treatment of partially edentulous patients. Part I: an up to 15-years clinical evaluation. *Clinical Oral Implants Res.* 2001;12:237-44.
14. Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T (eds). *Tissue-Integrated Protheses: Osseo- integration in Clinical Dentistry*. Chicago: Quintessence, 1985.
15. Johansson P, Strid K-G: Assessment of bone quality from cutting resistance during implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994; 9:279-88.
16. Meraw S., Ecker S., Yacyshyn C. & Wollan P. : Analysis of surgical referred patterns for endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofacial Implants* 1999;14:265.
17. Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV(eds). Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:1117-30.
18. Testori T, Meltzer A, et al. Immediate occlusal loading of Osseotite implants in the lower edentulous jaw. A multicenter prospective study. *Clinical Oral Implants Res* 2004;15:278-84.
19. Lorenzoni M, Walther A, et al. Immediate loading of single-tooth implants in the anterior maxilla. Preliminary results after one year. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:180-7.
20. Penarrocha M. Radiologic study of marginal bone loss around 108 dental implants and its relationship to smoking, implant location, and morphology. *Int Oral Maxillofac Implants* 2004;19:861-7.
21. Kan YK, Rungcharassaeng K, et al. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:31-9.
22. Cannizzaro G, Leone M. Restoration of partially edentulous patients using dental implants with a microtextured surface: A prospective comparison of delayed and immediate full occlusal loading. *Int J Oral Maxillofacial Implants* 2003;18:512-22.
23. Jansen VK, Conrads G, Richter EJ. Microbial leakage and marginal fit of the implant-abutment interface. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:527-40.
24. R. Adell, U. Lekholm and B. Rockler et al., A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw, *International Journal of Oral Surgery* 1981; 10, p. 387.
25. D. van Steenberghe, U. Lekholm and C. Bolender et al., Applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: A prospective multicenter study on 558 fixtures, *International Journal of Oral Maxillofacial Implants* 1990;5, p. 272.
26. I. Naert, M. Quirynen and D. van Steenberghe et al., A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism, *J Prosthet Dent* 1992;67, p. 236.
27. Van Zyl, P. P., Grundling, N. L., Jooste, C. H., Terblanche, E. "Three-Dimensional Finite Element Model of a Human Mandibular Incorporating Six Osseointegrated Implants for Stress Analysis of Mandibular Cantilever Protheses," *Int. J.Oral Maxillofac. Implants* 1995;Vol. 11, 351-9.
28. Williams, K. R., Watson, C. J., Murphy, W. M., Scott, J., Gregory, M., Sinobad, D. "Finite Element Analysis of Fixed Protheses Attached to Osseointegrated Implants," *Quintessence Int* 1990 ;Vol. 21, 563-70.
29. D.L. Guichet, D. Yoshinobu and A.A. Caputo, Effect of splinting and interproximal contact tightness on load transfer by implant restorations, *J Prosthet Dent* 2002;87, p. 528.
30. T.M. Wang, L.J. Leu and J. Wang et al., Effects of prosthesis materials and prosthesis splinting on peri-implant bone stress around implants in poor-quality bone: A numeric analysis, *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17, p. 231.
31. Naert, G. Koutsikakis and J. Duyck et al., Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. Part I: A longitudinal clinical evaluation, *Clin Oral Implants Res* 2002; 13, p. 381.
32. H. Kindberg, J. Gunne and M. Kronstrom, Tooth- and implant-supported protheses: A retrospective clinical follow-up up to 8 years, *Int J Prosthodont* 2001;14, p. 575.
33. Anderson B, Odman P, Lindvall AM. Single-tooth restorations supported by osseointegrated implants: Results and experience from a prospective study after 2 to 3 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:702-11.
34. Lum LB, Berine OR, Curtis DA: Histologic evaluation of hydroxyapatite coated versus uncoated titanium blade implants in delayed and immediately loaded applications. *Int J Oral maxillofac Implants* 1991;6(4):456-62.

Bone formation and stability changes of the immediately loaded implants by crown units.

Ji-Hoon Yeom¹, Ok-ki Kwak³, Sang-Ho Jun¹, Yeon-Jo Choi², Jong-Jin Kwon¹

Division of oral and maxillofacial surgery, Department of dentistry, Anam medical center, Korea university¹

Division of prosthodontics, Department of dentistry, Anam medical center, Korea university²

Implant Major, Graduate school of Clinical Dentistry, Korea University³

The purpose of this study was to compare and evaluate the bone formation and stability changes of the immediately loaded implants by different temporary crown units.

In 10 Mongrel dogs, right and left 1st, 2nd and 3rd mandibular premolars were extracted bilaterally. After 2 months, implants were placed at the extracted wound sites. Total 60 fixtures were placed following the standard protocol. Implants used were Neobiotech implants ($\varnothing 4.0\text{mm} \times 10\text{mm}$, Internal system). Temporary acrylic resin crowns were prepared and adjusted to those sites for immediate loading. Single unit immediate loading temporary crown was prepared for position number 1; 2 units immediate loading temporary crown were prepared for position number 2 and 3; and 3 units immediate loading temporary crown were prepared for position number 4, 5 and 6. Two animals were sacrificed at 1, 2, 4, 8, and 16 weeks after the implants insertion. RFA (Ostell mentor) and PTV (Periotest) were measured at the time of insertion and sacrifice. Histomorphometric examinations were done. BA (bone area) and BIC (bone to implant contact) were measured by KAPPA IMAGE BASE. The 2-way ANOVA were undertaken for statistical analysis ($p < 0.05$).

In this study, most of the immediately placed implants were healed without inflammation in clinical examination, but some of them showed radiolucency at the crest. Three different temporary crown units of implants showed a little difference in the measured values during the early healing period. All implants showed reduced stability at 2 weeks. RFA, PTV were no statistical differences among 3 different temporary crown units of implants. BA and BIC also showed no statistical differences among 3 different temporary crown units of implants at 8 and 16 weeks ($p < 0.05$). There were no statistically significance on the stability and bone formation between 3 different temporary crown units of implants.

Further studies may be necessary with different conditions such as immediate loading, increased number of specimens, and improved measuring methods. [THE JOURNAL OF THE KOREAN ACADEMY OF IMPLANT DENTISTRY 2011;30(1):33-43]

Key words : BA, BIC, Implant Stability, Immediate loading, Temporary Crown units.